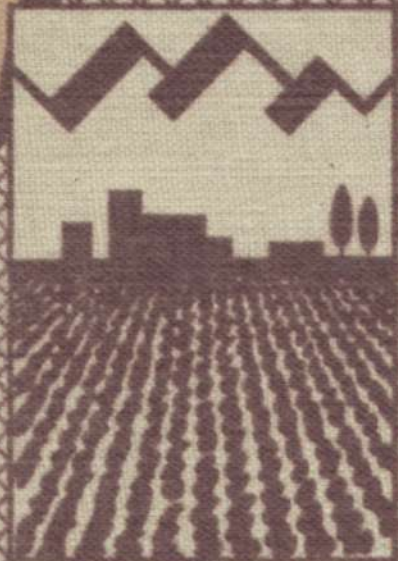


ПРИРОДНЫЕ
РЕСУРСЫ
РЕСПУБЛИКИ
СЕВЕРНАЯ
ОСЕТИЯ.
АЛАНИЯ

ПОЧВЫ



Авторы тома:

К. Х. Бясов
С. Х. Дзанагов
Н. И. Калоева
Б. К. Кцоев
К. Е. Сокаев
А. Т. Фарниев

Редакционная коллегия тома:

К. Х. Бясов
Н. И. Калоева
И. З. Мецаев
К. Е. Сокаев

ПОЧВЫ

Научный
редактор тома —
доктор
сельскохозяйственных
наук,
профессор,
академик МАНЭБ,
заслуженный деятель
науки РСО-А
К. Х. Бясов

Ответственный редактор многотомника —
кандидат физико-математических наук,
академик МАНЭБ

В. С. Вагин

Зам. ответственного редактора,
научный редактор многотомника —
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик МАНЭБ,
заслуженный эколог РСО-А

В. А. Олисаев

Рецензенты тома:

зав. кафедрой географии СОГУ, академик МАНЭБ,
доктор географических наук,
проф. Б. М. Бероев

зам. генерального директора Северо-Кавказского
НИИ горного и предгорного сельского хозяйства,
доктор сельскохозяйственных наук,
проф. П. М. Шорин

П 77 Природные ресурсы Республики Северная
Осетия-Алания: В 18-ти т. / М-во охраны
окр. среды РСО-А — Владикавказ:
Проект-Пресс, 2000 — 384 с.
Т. 6. Почвы Республики Северная Осетия-
Алания / Отв. ред. В. С. Вагин — 2000

© Министерство охраны окружающей среды РСО-А, 2000
© Н. Ф. Василенко. Оформление, 2000

ISBN 5-88734-012-6

ВВЕДЕНИЕ

Северная Осетия находится в Центральной части Северного Кавказа, в пределах географических координат 42° 38' и 43° 50' северной широты, 43° 25' и 44° 57' восточной долготы.

Резко выраженная вертикальная зональность обуславливает на ее территории формирование неповторимых по красоте разнообразных ландшафтов, которые характеризуются благоприятными климатическими условиями и пестрым почвенным и растительным покровом. По разнообразию почв республика поистине является музеем под открытым небом. Здесь, на небольшой территории (798,7 тыс. га), выделяются основные типы (24) и подтипы (49) почв северной широты.

История изучения почв Северной Осетии началась в 1878 г., с маршрутных обследований основоположника генетического почвоведения В. В. Докучаева. Маршрутные, но более детальные исследования почв плоскостной части республики были проведены в 1926 году под руководством Н. М. Слепушкина (1926) и профессора А. М. Панкова. Значительный вклад в изучение почв республики внесли профессор Е. В. Рубилин, К. И. Трофименко (1936 — 1960), доценты Н. И. Калоева, М. И. Сикорский (1960 — 1980), профессор К. Х. Бясов (1970 — 1999). Институтом «Севкавгипрозем» было проведено три тура сплошных почвенных обследований (1960 — 1980) с составлением почвенных карт в масштабах 1:25000 и 1:100000. В изучение агрохимических свойств почв значительный вклад внесли профессор Г. Г. Джанаев, С. Х. Дзанагов, А. В. Газданов, Б. К. Кцоев, доценты Ц. А. Хекилаев, К. Е. Сокаев, физических свойств — профессора И. С. Грабовский, Э. Д. Адиньяев.

В настоящей монографии использованы результаты исследований всех поколений почвоведов. Они, особенно работы последних лет, дали возможность вскрыть ряд характерных генетических особенностей и значительно расширить учение об эволюции и свойствах почв, пополнить классификацию новыми типами и подтипами, ранее не известными на территории республики. В частности, как провинциальная особенность, оподзоленные черноземы, в ряду вертикальной зональности, минуя ряд дерново-подзолистых почв, переходят в серые лесные, а последние — в бурые лесные. Впервые на почвенной карте республики (масштаб 1:100000) выделены черноземы типичные и южные, почвы серые лесные горные, дерново-карбонатные; субальпийские и альпийские темноцветные; горно-лесные (под хвойным лесом) темноцветные и подзолистые и др. Номенклатура их приведена в соответствии с общероссийской. В работе нашли отражение результаты микроэлементного состава почв, загрязнения почв тяжелыми металлами.

ром. Поэтому в основу природного районирования территории республики положены формы рельефа, высота над уровнем моря и увлажненность. При этом согласованы физико-географический и сельскохозяйственный подходы к учету природных условий с приоритетом агроэкологических параметров.

По этому принципу на территории Северной Осетии нами выделено три естественно-исторические природные зоны: равнинная, предгорная и горная, с соответствующими соподчиненными таксономическими единицами (табл. 1.1). Внутри этих зон выделены подзоны и высотные пояса, каждая из которых характеризуется определенным комплексом форм рельефа, обеспеченностью теплом и влагой, однородностью растительного и почвенного покровов и однородной направленностью народнохозяйственного использования.

1. Равнинная зона. Занимает площадь до 90,7 тыс. га. Охватывает Моздокский район. Расположена в пределах высот 110 — 200 м н. у. м. с общим наклоном с юга на север. Равнинность рельефа местами нарушается древними и современными террасами р. Терек. Однако, несмотря на равнинность территории зоны, климатические характери-

стики складываются из сочетания неодинаковых по тепло- и влагообеспеченности разных лет.

Так, здесь из 25 лет 29% очень засушливые. В эти годы за вегетационный период выпадает всего 264 мм осадков, а в период с температурой больше 10° — 228 мм. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы не превышает 84 мм, при общем расходе воды 332 мм; 59% лет — засушливые. В эти годы за вегетационный период выпадает 365 мм осадков, а в период с температурой больше 10° — 320 мм. Запас воды в метровом слое составляет 85 мм, при общем расходе ее в 456 мм; 12% лет — умеренно засушливые. В эти годы за вегетационный период выпадает 478 мм осадков, а в период с температурой больше 10° — 442 мм. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы составляет 84 мм.

В этой зоне количество выпадающих осадков в 5 — 6 раз меньше, чем испаряемость. Даже в умеренно засушливые годы здесь ощущается дефицит влаги, что является основным сдерживающим урожай фактором. Особенно большой дефицит влаги наблюдается в периоды суховея (с апреля по сентябрь), когда температура воздуха поднимается до 42°C. От недостатка влаги больше

страдают озимые колосовые в период выхода в трубку и колошения, а кукуруза — в период выметывания метелки.

В этой зоне выделяются две подзоны: засушливая и умеренно засушливая.

1.1. Засушливая подзона. Занимает левобережье р. Терек. Здесь выпадает 260 — 340 мм осадков, основное количество которых приходится на теплый период. От южной границы подзоны до северной сухость климата увеличивается. Коэффициент увлажнения меняется от 0,18 до 0,28. Снежный покров неустойчивый, средняя высота его не превышает 3 — 4 см.

Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C составляет 3500°. Абсолютный минимум температуры воздуха может опускаться в январе до минус 28 — 32°C, а максимум температуры самого теплого месяца июля может достигать 42°C. Безморозный период продолжается 180 — 200 дней. Вегетация растений начинается в конце марта. С апреля по октябрь дуют суховеи — в течение 28 дней со скоростью 15 м/сек, со средней интенсивностью — 23 дня, интенсивно — 4 и очень интенсивно — 1 день. В эти периоды пахотный слой почвы высыхает почти до влажности завядания (10 — 15%).

Естественная растительность сохранилась на неудобных для обработки участках. Она представлена полынно-злаковыми группировками, пойменными лугами в сочетании с тростниковыми зарослями. По берегам р. Терек встречаются остатки зарубленного леса. В составе пород преобладает дуб (Сафаров, Олисаев, 1991). Почвенный покров довольно однородный. Здесь в основном распространены: в северо-восточной части — каштановые, в северо-западной — темно-каштановые, в надпойменных террасах — лугово-каштановые, в пойме р. Терек — аллювиальные дерновые насыщенные почвы. Местами у оросительных систем в надпойменных террасах встречаются примитивные и вторично засоленные, слабодифференцированные почвы. На пойменных террасах на глубине 200 — 250 см имеется солевой пояс, который при непра-

вильном орошении, то есть при смыкании капиллярной каймы с засоленным горизонтом, является источником вторичного засоления. В естественном состоянии (без орошения) в корнеобитаемом слое почвы отсутствуют физиологически вредные соли.

Природные ресурсы подзоны наиболее благоприятны при орошении для возделывания зерновых, зернобобовых, бахчевых, овощных, многолетних трав (преимущественно люцерны), подсолнечника, плодовых культур (яблони, персика, абрикоса, черешни, вишни).

Приход фотосинтетической активной радиации (ФАР) за теплый период составляет 4,8 млрд. ккал/га, а за период вегетации озимой пшеницы — 2,3—2,5 млрд. ккал/га; кукурузы на зерно — 3,7; подсолнечника — 2,9—3,2; люцерны — 4,8 млрд. ккал/га. При использовании, например, 2,5 млрд. ккал/га можно получить 74,4 ц/га зерна (Адиняев, 1985).

1.2. Умеренно засушливая подзона. Занимает правобережье р. Терек и склоны Терского хребта. Здесь за год выпадает 340 — 450 мм осадков. Сумма среднесуточных температур выше 10°C составляет 3200 — 3450°. Коэффициент увлажнения колеблется в пределах 0,22 — 0,27. Снежный покров 50% зимнеустойчивый, средняя высота его не превышает 4 — 8 см. Абсолютный минимум температуры воздуха может составлять минус 25 — 27°C, а максимум самого теплого месяца (июля) достигает и +38°C. Безморозный период длится 175 — 190 дней. Вегетация растений начинается в конце марта. Количество дней с суховеями и сильными ветрами значительно меньше, чем в засушливой подзоне. Естественная растительность сохранилась только по склонам Терского хребта и в пойме р. Терек. По вершинам пологих склонов растительность представлена пырейно-разнотравными лугами, а в нижних частях склонов — ковыльно-разнотравными растительными группировками. По крутым склонам распространены ковыльно-бородачевые ассоциации.

Почвы рассматриваемой подзоны представлены темно-каштановыми черноземами

СХЕМА ЕСТЕСТВЕННОИСТОРИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
ТЕРРИТОРИИ РСО-А

Таблица 1.1

№ №	Зоны	Подзоны, высотные пояса	Высота над уровнем моря, м	Сумма температур выше 10°C	Сумма осадков за год, мм
1.	Равнинная	1.1. Засушливая подзона 1.2. Умеренно засушливая подзона	110 — 150 150 — 450	3450 — 3600 3200 — 3450	260 — 340 340 — 450
2.	Предгорная	2.1. Подзона неустойчивого увлажнения 2.2. Подзона достаточного увлажнения 2.3. Подзона повышенного увлажнения	450 — 500 500 — 650 650 — 900	2820 — 3350 2700 — 3000 2400 — 2700	450 — 500 500 — 700 700 — 900
3.	Горная	3.1. Горно-лесной пояс 3.2. Лугово-степной пояс 3.3. Субальпийский пояс 3.4. Альпийский пояс 3.5. Субнивный пояс 3.6. Нивальный пояс	(600) 700 — 2200 (2600) 900 — 1800 (900) 1800 — 2400 (2500) 2400 — 3200 3200 — 3700 Выше 3700	1660 — 1920 1920 — 2200 1500 — 1960 < 1500 — —	890 — 950 370 — 520 620 — 800 800 — 1000 1000 — 2350 2350 — 2940

Примечание: в скобках указаны минимальные и максимальные уровни высот над уровнем моря.

Значительное место занимает материал, характеризующий агрохимические свойства почв, динамику их во времени и под влиянием удобрений. Показано, что в почвах республики из-за недостатка удобрений создается отрицательный баланс гумуса и основных элементов минерального питания растений. В специальном разделе на основе многочисленных исследований даны конкретные рекомендации по воспроизводству гумуса и созданию бездефицитного баланса основных элементов минерального питания растений. В монографии показано также современное эрозийное состояние горных почв, особенности картографирования эрозии, приведены данные земель республики по категориям, динамика их в условиях реформирования земельных отношений.

Предлагаемая читателю монография составлена ведущими учеными-почвоведом и агрохимиками республики.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

A_o	— лесной опад на поверхности почвы
A_T	— торф (торфяной горизонт) на поверхности почвы
A_d	— дерновый горизонт
$A_{дт}$	— дерново-торфянистый горизонт почвы
A	— гумусово-аккумулятивный горизонт
$A_{п. пах.}$	— пахотный горизонт
$A_{погр.}$	— погребенный гумусово-аккумулятивный горизонт
A_1	— гумусово-аккумулятивный горизонт в подзолистых почвах
A_2	— подзолистый горизонт
$A_{1, II, III}$	— гумусово-аккумулятивный горизонт в черноземах
$B_{(1,2,3)}$	— в черноземах — переходный, в подзолистых почвах — иллювиальный горизонт
$B_{к(са)}$	— карбонатно-иллювиальный горизонт
C	— почвообразующая (материнская) порода
D	— подстилаящая порода, не участвующая в почвообразовании
q	— глеевый горизонт (например, B_q, C_q)
н. у. м.	— над уровнем моря (высота)
ППК	— почвенный поглощающий комплекс
K_U	— коэффициент увлажнения
C	— углерод органических кислот
$C:N$	— отношение углерода к азоту
I, II, III	— фракции гуминовых и фульвокислот
НСР	— наименьшая существенная разница между двумя показателями
n	— нормальность раствора (например, 1 н HCl)
КАА	— крахмало-аммиачный агар
МПА	— мясо-пептонный агар
$N_1 P_1 K_1$	— одна доза удобрений, $N_2 P_2 K_2$ — две дозы и т. д.
сл.	— следы химического элемента, вещества, кислоты
$N_{60} P_{60} K_{60}$	— дозы действующего вещества в кг
ФАР	— фотосинтетически активная радиация

Глава

1

ЕСТЕСТВЕННОИСТОРИЧЕСКИЕ ПРИРОДНЫЕ ЗОНЫ РСО-АЛАНИЯ

Республика Северная Осетия-Алания расположена на северных склонах Центрального Кавказа (наиболее суженной и расчлененной его части) и прилегающих к ним предгорных наклонных равнинах, а также на Терско-Кумской равнине в пределах Моздокского административного района.

Она находится на одной параллели с Южной Францией, Средней Италией и Болгарией. Республика имеет геополитически выгодное положение: на юге Российской Федерации через ее территорию осуществляется связь России с Закавказьем по Транскавказской автомагистрали и Военно-Грузинской дороге.

На небольшом расстоянии (130 км) от северной окраины республики до южной высоты местности увеличивается от 110 до 5047 м н. у. м. Это создает четко выраженную вертикальную зональность природных условий на территории республики. По мере продвижения с севера на юг и поднятия местности над уровнем моря степные ландшафты сменяются лесостепными, на передовых хребтах — лесными, в высокогорье — лугово-степными и луговыми, на высоте более 3700 м н. у. м. — снежниками и вечными ледниками.

Стройный ряд вертикально сменяющихся друг друга ландшафтов нарушается Терским и Кабардино-Сунженским хребтами в равнинной и предгорной частях, а в высоко-

горье — межгорными долинами. Наличие этих хребтов и межгорных долин, на фоне общей резко выраженной высотной поясности, создает исключительную пестроту природных условий территории республики. Так, по мере повышения высоты местности над уровнем моря от 110 м на северной окраине до 600 — 700 м в предгорьях сумма активных температур воздуха снижается от 3500°C до 2700 — 3000°C, а в горах на высоте 2500 м температура не переходит через 10°C.

Кроме того, в горах противоположные склоны получают неодинаковое количество тепла и влаги. Южные склоны крутизной в 10° на 3 — 4°, а осенью на 5 — 6° теплее северных. На тех же склонах крутизной в 20° различия в дневной температуре деятельной поверхности возрастают до 7 — 8° весной и 11 — 13° осенью (И. А. Гольцберг, 1961).

С повышением же высоты над уровнем моря температура воздуха на разных экспозициях склонов выравнивается, и на высоте выше 2400 м она практически одинаковая. Неодинаковые гидротермические ресурсы разных высотных поясов и сложность рельефа создают большое разнообразие условий для формирования пестрого растительного и почвенного покровов. Отсюда ясно, что на территории республики рельеф является основным природоформирующим факто-

— предкавказскими обыкновенными и южными, по крутым склонам встречаются их малогумусные и маломощные разновидности, что в основном связано с эродированностью. На надпойменных террасах распространены лугово-каштановые, карбонатные, местами солонцеватые и засоленные почвы.

В пойме и надпойменных террасах р. Терек формируются луговые, лугово-болотные и аллювиальные почвы.

Природные ресурсы умеренно засушливой подзоны наиболее благоприятны для возделывания зерновых, люцерны, винограда, подсолнечника, овощных культур, зернобобовых. Как и в засушливой подзоне, ограничивающим урожай фактором является недостаток атмосферного увлажнения при достаточно высокой обеспеченности теплом (3200 — 3450°C), даже при том условии, что различные сельскохозяйственные культуры требуют для своего роста и развития неодинаковое количество тепла (табл. 2).

После созревания культур остается неиспользованным значительное количество тепловой энергии (1450 — 2000°C). Для ее реализации необходимо возделывать более позднеспелые гибриды кукурузы, как наиболее урожайные с большим вегетацион-

ный период, или проводить повторные посевы озимых колосовых и других культур. После уборки первого урожая запас влаги в почве бывает недостаточным для нормального роста и развития повторных посевов. Если на дату посева основной культуры запасы продуктивной влаги в слое по-

чвы 0 — 100 см составляют в подзоне 112 мм, то к периоду созревания количество ее не превышает 30 мм. Учитывая высокий транспирационный коэффициент, возделывание повторных посевов всецело зависит от орошения, нормы, сроки и способы которого приведены у Э. Д. Адиньяева (1985).

Кроме суховея и сильных ветров со скоростью более 15 м/с большой вред наносит в подзоне град. Наиболее градоопасным периодом является май-июнь.

На теплый период приходится 4,39 млрд. ккал/га. При внедрении адаптивно-ландшафтных систем земледелия коэффициент использования ФАР можно довести до 2,4 — 4,0.

В обеих подзонах равнинной зоны рекомендуется создание замкнутой сети полей защитных лесных полос.

2. Предгорная зона. Площадь зоны — 256,4 тыс. га. Она охватывает Северо-Осетинскую и Змейскую предгорные наклонные равнины, а также склоны Кабардино-Сунженской, Силтанукской и Дзагепбарзской возвышенностей, между высотами 500 — 926 м н. у. м. Внутри зоны выделяются три подзоны: неустойчивого, достаточного и повышенного увлажнения.

ПОТРЕБНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ТЕПЛЕ
ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД (по С. А. Максимова, 1965)

Таблица 2

№№ п/п	Культура	Сумма тепла за период с температурой больше 10 °С, необходимая для созревания
1.	Картофель ранний	900 — 1000
2.	Овощи	1150 — 1500
3.	Гречиха	1200 — 1500
4.	Яровая пшеница	1300
5.	Кукуруза (в зависимости от гибрида)	2100 — 2800

чвы 0 — 100 см составляют в подзоне 112 мм, то к периоду созревания количество ее не превышает 30 мм. Учитывая высокий транспирационный коэффициент, возделывание повторных посевов всецело зависит от орошения, нормы, сроки и способы которого приведены у Э. Д. Адиньяева (1985).

2.1. Подзона неустойчивого увлажнения. Занимает Цалыкскую депрессию и южные склоны Кабардино-Сунженской возвышенности. Здесь за год выпадает 450 — 500 мм осадков, максимум которых приходится на апрель-июль. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C составляет 2800 —

3300°C. Коэффициент увлажнения — 0,27 — 0,36. Снежный покров неустойчивый, средняя высота его 5 — 7 см. Безморозный период длится 167 дней. Здесь нередки суховея (51 день, с апреля по октябрь) и сильные северо-восточные ветры — с апреля по сентябрь, ежемесячно по 0,5 — 0,9 дня. Запас продуктивной влаги к посевной составляет 97 мм. От посева до созревания культур выпадает 220 мм, а испаряется 260 мм. Поэтому в рассматриваемой подзоне потребность в воде (295 мм) обеспечивается на 90%.

В отдельные годы отклонения климатических характеристик от средних показателей существенны. Например, количество осадков за 11 лет колеблется от 408 до 680 мм, сумма активных температур от 2820 до 3350°C, запас продуктивной влаги — от 70 до 120 мм, изменяются и другие характеристики.

Естественная растительность сохранилась на крутых, неудобных для обработки, местах. Она представлена ковыльно-бородачевыми и пырейно-разнотравными ассоциациями.

В почвенном покрове доминируют черноземы предкавказские обыкновенные.

Данная подзона наиболее благоприятна для возделывания культур, требовательных к нейтральной реакции почвенного раствора, таких как зерновые, подсолнечник, корнеплоды, многолетние травы, плодовые культуры (все косточковые, а из семечковых в основном — яблоня).

Приход ФАР за теплый период составляет 4,1 млрд. ккал/га, а за период вегетации озимой пшеницы — 2,1—2,3; кукурузы — 3,3—3,5; подсолнечника — 2,3—2,9; многолетних трав — 3,8—4,5 млрд. ккал/га. При 2 — 3% использовании этой энергии на фоне орошения и применения удобрений возможно получить 65 — 70 ц/га озимой пшеницы, 120 — 125 ц/га зерна кукурузы, высокие урожаи других культур. И в данной подзоне большой экономический и экологический эффект могут дать полевые защитные лесные полосы.

2.2. Подзона достаточного увлажнения. Занимает центральную часть Северо-Осетин-

ской и Змейской предгорных наклонных равнин между высотами 500 — 650 м н. у. м.

Рельеф выровненный, с общим наклоном с юго-востока на северо-запад. Равнинность рельефа местами нарушается террасами и поймами многочисленных горных рек — притоков р. Терек. За год выпадает в среднем 670 мм осадков, максимум которых приходится на май-июнь. Коэффициент увлажнения составляет 0,36 — 0,45.

Высота снежного покрова редко превышает 5 — 8 см.

Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C составляет 2700 — 3000°C. Безморозный период длится 185 дней. Средняя годовая температура воздуха колеблется в пределах 8,4 — 8,8°C. Среднесуточная температура самого теплого месяца (июля) составляет 31 — 24°C, максимальная — 40—42°C. Средние отрицательные температуры самого холодного месяца (января) достигают минус 7 — 10°C, а абсолютный минимум температуры воздуха иногда составляет минус 36°C. Здесь редки суховея, а сильные ветры носят преимущественно фоновый характер и наносят значительный ущерб народному хозяйству.

Климатические характеристики подзоны меняются по годам. Здесь из 23 лет 17% были засушливыми, 22% — умеренно засушливыми, 35% — умеренно влажными, 17% — влажными и 9% — очень влажными. В этой подзоне запас продуктивной влаги, даже в умеренно засушливые годы, бывает только на 5% ниже оптимальной потребности культурных растений.

В настоящее время вся территория подзоны распаханна. Естественная растительность сохранилась по берегам горных рек и в неудобных для обработки местах. Она представлена пырейно-разнотравными ассоциациями, а по берегам рек — древесной растительностью, состоящей преимущественно из широколиственных пород.

Почвенный покров подзоны представлен черноземами предкавказскими выщелоченными и лугово-черноземными почвами, подстилаемыми галечником на глубине 25 — 80 см, местами галечник выходит на днев-

ную поверхность. По низким аккумулятивным террасам преобладают луговые и аллювиально-луговые дерновые почвы.

Несмотря на достаточное атмосферное увлажнение, из-за малой влагоемкости почв и провальной водопроницаемости, основным ограничивающим фактором их плодородия является недостаток почвенной влаги. Элементами минерального питания рассматриваемые почвы достаточно обеспечены, но на внесение органических и минеральных удобрений сельскохозяйственные культуры реагируют хорошо. Предгорная подзона достаточного увлажнения наиболее благоприятна для выращивания зерновых, картофеля, клевера, кукурузы на силос, плодовых (яблоня, груша, черешня, персик, алыча, слива), ягодных культур (смородина черная и красная).

Приход ФАР за теплый период составляет 3,7 млрд. ккал/га, за период вегетации озимой пшеницы — около 2,0, кукурузы на зерно — 3,0—3,1, картофеля — 2,2—2,4, клевера — 3,7 млрд. ккал/га. Это позволяет, при достаточной водообеспеченности и наличии в почве доступных форм NPK, получать 60—62 ц/га зерна озимой пшеницы, 110—115 ц/га зерна кукурузы, 430—450 ц/га клубней картофеля и 120—150 ц/га сена клевера. Полеганию зерновых могут препятствовать полевые защитные лесные полосы.

2.3. Подзона повышенного увлажнения. Занимает узкую полосу на стыке безлесных шлейфов Лесистого хребта с Северо-Осетинской предгорной наклонной равниной. Территория подзоны изрезана многочисленными балками, руслами горных рек и временных водотоков.

За год здесь выпадает 700—900 мм осадков, максимум которых приходится на весенне-летний период. Коэффициент увлажнения составляет 0,73—0,83. Осадки чаще носят ливневый характер. Ежегодно проходит град. Наиболее частое градобитие наблюдается в мае-июне.

Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C составляет 2400—2700°C. Среднесуточная температура самого теплого месяца (июля) варьирует в пределах 15—22°C, максимальная — от 33 до 40°C. Сред-

няя минимальная температура самого холодного месяца (января) колеблется в пределах минус 4—5°C, абсолютный минимум температуры может составить минус 25—31°C. Несмотря на то, что подзона в целом является влажной, здесь бывают и умеренно засушливые годы. Так, из последних 18 лет 11% — умеренно засушливые, 44% — умеренно влажные, 33% — влажные и 12% — очень влажные. В эти годы количество осадков колеблется от 500 до 1030 мм.

Растительность в недалеком прошлом представлена широколиственными лесами с преобладанием бука, граба, клена, ясеня и др. На пониженных элементах рельефа, в переувлажненных местах, имеются заросли ольхи, лещины и других кустарников. В настоящее время на месте вырубленного леса удобные для обработки участки распаиваются, а в неудобных массивах произрастает вторичная растительность с преобладанием злаково-разнотравных и злаково-бобово-разнотравных ассоциаций. Лес сохранился лишь на неудобных для обработки и сенокоса участках.

В подзоне повышенного увлажнения распространены в основном темно-бурые лесные и темно-серые лесные почвы, местами глееватые, черноземы являются сильно выщелоченными и оподзоленными.

Подзона повышенного увлажнения наиболее благоприятна для возделывания картофеля (на гребнях), однолетних и многолетних трав, холодостойких овощных культур, плодовых (груши, алычи, сливы, ягодных культур). Эта подзона является собой территорию рискованного земледелия из-за частых и сильных градобитий.

Приход ФАР за теплый период года составляет на посевах кукурузы 2,8—2,9, картофеля — 2,1—2,4, клевера — 3,7 млрд. ккал/га, что достаточно для получения высоких урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур.

3. Горная зона. Занимает площадь в 451,6 тыс. га и расположена на склонах Лесистого, Пастбищного, Скалистого, Бокового, Водораздельного хребтов и в межгорных долинах. На склонах гор и в межгорных до-

линах выделяется шесть высотных природных поясов: горно-лесной влажный (широколиственных лесов), лугово-степной, субальпийский, альпийский, субнивальный и нивальный.

3.1. Горно-лесной пояс. Это пояс широколиственных лесов, который занимает Лесистый, Пастбищный хребты, а также северный склон Скалистого в пределах высот 700—2200 м н. у. м. На севере местами спускается до 600 м н. у. м.

Поверхность рассматриваемой территории, имея общий относительно крутой наклон с юга на север, изрезана многочисленными балками с крутыми склонами.

За год здесь выпадает 890—950 мм осадков. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C составляет 1660—1920°C, среднегодовая температура — 8,5°C. Основными лесобразующими породами являются бук и граб, с примесью ясеня, липы, ильма, горного клена и др. (Олисаев, 1968). В подлеске — свидина, бересклет европейский, лещина, кизил; на осветленных местах произрастает высокотравье.

Почвенный покров представлен в основном бурыми, темно-серыми лесными, дерново-карбонатными почвами. В этом поясе имеются поляны, используемые для содержания скота, а также большие резервы для рыболовства и пчеловодства, охоты. В нижней же полосе на многих участках целесообразно заниматься садоводством и ореховодством. Однако главное назначение этого пояса — средозащитное и средообразующее. Многие малые реки республики берут свое начало именно здесь. Здесь же сосредоточено основное количество биологического разнообразия, сохранение которого является первостепенной задачей.

3.2. Лугово-степной пояс. Находится во внутренних горах и относится преимущественно к южным и юго-восточным склонам Бокового и Скалистого хребтов, а также к их межгорным долинам в пределах высот от 900 до 1800 м н. у. м. Здесь выпадает в год до 370—520 мм осадков. Снежный покров неустойчивый, периодически оттаивает и поэтому большую часть зимы южные склоны

не бывают покрыты снегом. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C составляет 1960—2200°C. Приречные части склонов в пределах высот от 900 до 1500 м н. у. м., как правило, крутые, с изреженной ксерофитной растительностью. Почвы этой части пояса подвержены сильному плоскостному смыву и овражной эрозии. Этому способствует высокая плотность (1,3—1,4 г/см³) и низкая водопроницаемость — 15,48—21,24 мм/час верхнего горизонта почв.

В пределах высот 1500—1800 м н. у. м. склоны гор более пологие, местами платообразные, частично террасированные. Здесь выпадает больше осадков — до 520 мм, безморозный период длится 160—187 дней.

Почвенный покров, довольно однородный, представлен горными лугово-степными и черноземовидными почвами.

Этот пояс наиболее благоприятен как ранневесенний и осенний выпас для скота, а удобные для пахоты участки его — для возделывания традиционных для гор культур (яровая пшеница, ячмень, рожь, овес, горох). На защищенных от ветров южных склонах и межгорных долинах местами имеются благоприятные условия для выращивания плодовых культур и оздоровленного от вирусных заболеваний семенного картофеля. При орошении и применении удобрений эти сельскохозяйственные культуры дают высокие экологически чистые урожаи. Верхние и средние части пояса часто покрыты сосновыми и березовыми древостоями.

3.3. Субальпийский пояс. Занимает склоны Скалистого, Бокового и Водораздельного хребтов между высотами 900—2400 м н. у. м. северной экспозиции и в пределах высот 1800—2500 м н. у. м. — южной.

Здесь выпадает 620—800 мм осадков. Сумма положительных температур (выше 5°C) составляет 2400°C, а выше 10°C — 1500°C.

Растительность представлена тремя основными группировками: злаково-разнотравными, пестроовсяниково-разнотравными лугами и послелесным высокотравьем с продуктивностью 10—15 ц/га сухой надземной массы и 50—60 ц/га — подземной.

Под субальпийскими лугами формируют-

ся горно-луговые субальпийские почвы. Они являются основными естественными сенокосными и пастбищными угодьями. В этом поясе местами встречаются сосновые и берзовые насаждения.

3.4. Альпийский пояс. Занимает склоны Скалистого, Бокового и Водораздельного хребтов между высотами 2400 — 3200 м н. у. м. Здесь выпадает до 1000 мм осадков. Сумма положительных температур на высоте 2850 м н. у. м. не превышает 634°C, а через 10°C температура воздуха вообще не переходит.

Растительность рассматриваемого пояса представлена пустошными низкотравными лугами, состоящими в основном из мхов, белуса, субальпия, кобрезия, манжетки, осоки, брусники, водяники, дрияды, с продуктивностью 5 — 7 ц/га сухой массы. Под этой растительностью на элювио-делювии гранитов, сланцев, известняков и других горных породах формируются сильнокаменистые (до 90% камней), маломощные (10 — 35 см) часто-оторфованные почвы. Наиболее целесообразно использование горных лугов альпийского пояса как овечьих пастбищ.

3.5. Субнивный пояс. Занимает территорию между высотами 3200 — 3700 м н. у. м. Из-за суровых условий климата сплошной почвенный покров отсутствует. Здесь формируются неполноразвитые (до 10 см мощности) почвы. Они встречаются отдельными пятнами на защищенных от холодных ветров местах. Растительность в основном литофильная, она представлена мхами, лишайниками, подушечными и луковичными формами растений, клубеньковыми и розеточными формами. В целом это царство скал и каменистых осыпей.

3.6. Нивальный пояс. Занимает территорию выше 3700 м н. у. м. Для него характерны отрицательные температуры воздуха в течение всего года и почти полное отсутствие почв и высших растений. В отдельных местах, где снег сдувается или скатывается по крутому склону, обнажаются скалы и осыпи, подвергающиеся действию физического выветривания. В нивальном поясе в составе снежников и ледников сосредоточено большое количество экологически чистой пресной воды.

Глава

2

УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

2.1. Геологическое строение и рельеф

Рельеф является основой, формирующей многообразие экологических условий. Склоны разной экспозиции получают неодинаковое количество тепла и влаги — южным достаётся больше тепла и меньше влаги, чем северным. С увеличением высоты над уровнем моря уменьшается теплообеспеченность; на склонах разного профиля и разной высоты не совпадают даты последних и первых заморозков, неодинакова и длительность безморозных периодов (табл. 2.1). Все это существенно влияет на направление и интенсивность процессов почвообразования. Кроме того, рельеф играет важную роль в перераспределении продуктов почвообразования. В результате делювиальных и пролювиальных процессов и коллювия нижние части склонов обогащаются продуктами почвообразования и выветривания горных пород за счет верхних частей склонов. Поэтому в нижних частях к нормальному процессу почвообразования добавляется рост почвенного профиля вверх, за счет сноса вещества с верхних частей склона. В связи с этим основоположник научного почвоведения В. В. Докучаев (1948) отмечал, что в горах рельеф является вершителем почвенных судеб.

На территориях с ровным рельефом баланс почвообразования положительный, и

только в степной зоне с активным ветровым режимом почвы подвергаются дефляции.

Территория Северной Осетии имеет сложное строение поверхности. Здесь в разное время, в зависимости от границ территории республики и обследуемой части республики, выделялись разные геоморфологические районы. Так, А. Л. Рейенгард (1917) на территории республики выделял следующие геоморфологические районы: 1) Кабардино-Сунженская возвышенность; 2) Терско-Сунженская наклонная равнина; 3) Горная область (северные склоны Центрального Кавказа).

И. С. Щукин (1926) на рассматриваемой территории выделил: Терско-Сунженскую возвышенность; флювио-гляциальную Владикавказскую равнину и частично Кузестовую область северного склона Большого Кавказа. Е. В. Рубилин в пределах этих трех геоморфологических районов выделил: 1) отроги и шлейфы северного склона передовых Черных гор; 2) Северо-Осетинскую наклонную предгорную равнину; 3) Кабардино-Сунженскую возвышенность; 4) Цалыкскую депрессию; 5) Эльхотово-Змейскую наклонную равнину; 6) Силтанукскую возвышенность (Рубилин, 1956).

Более детальное геоморфологическое районирование территории Северной Осетии в пределах современных ее административных

Высота над уровнем моря, м	Дата последних заморозков			Дата первых заморозков			Длительность безморозного периода, дни		
	на склонах выпуклого профиля	на склонах прямого профиля	на склонах выпуклого профиля	на склонах выпуклого профиля	на склонах прямого профиля	на склонах выпуклого профиля	на склонах выпуклого профиля	на склонах прямого профиля	на склонах выпуклого профиля
500	18 IV	15 IV	12 IV	15 X	19 X	24 X	178	186	194
600	19 IV	15 IV	13 IV	14 X	19 X	23 X	176	185	192
700	20 IV	16 IV	13 IV	13 X	18 X	22 X	174	183	191
800	22 IV	17 IV	14 IV	12 X	16 X	21 X	171	180	189
900	24 IV	19 IV	15 IV	10 X	15 X	20 X	167	177	187
1000	27 IV	20 IV	16 IV	8 X	10 X	18 X	162	174	184
1200	5 V	26 IV	18 IV	3 X	9 X	15 X	148	164	178
1400	16 V	2 V	22 IV	28 IX	5 X	11 X	132	153	170
1600	25 V	10 V	28 IV	22 IX	1 X	7 X	118	141	160
1800	5 VI	19 V	6 V	17 IX	26 IX	3 X	102	127	147
2000	16 VI	29 V	13 V	10 IX	20 IX	29 IX	85	112	136
2200	26 VI	8 VI	22 V	4 VIII	15 IX	24 IX	70	98	123
2400	7 VII	17 VI	31 V	29 VIII	9 IX	19 IX	54	80	109

границ сделано В. В. Агибаловой, Л. В. Черновой, В. Б. Цоговым (1969). Территория республики разделена ими на две орографические части: горную на юге и равнинную на севере, в пределах которых выделены следующие геоморфологические области:

А. Осевая высокогорно-ледниковая область, сформировавшаяся на складчато-глыбовых структурах доюрского возраста, усложненная альпийскими и новейшими тектоническими движениями;

Б. Область моноклинальных куэстовых хребтов, сформировавшихся на морфоструктурах альпийской складчатости, усложненная новейшими тектоническими движениями;

В. Область наклонных равнин и низкогорных хребтов, сформировавшихся на Терском краевом прогибе.

В этих геоморфологических областях выделены следующие геоморфологические районы: Главный (Водораздельный), Боковой, Скалистый, Пастбищный и Лесистый хребты, Южная внутригорная и Северная юрская внутригорная депрессии, речные долины, Северо-Осетинская наклонная равнина, район передовых низкогорных хребтов и примыкающих к ним возвышенностей, Сунженский и Терский хребты, Алханчуртская и Акбашская долины, Аргуданская возвышенность и Терско-Кумская равнина.

В данной работе при рассмотрении рельефа республики в основном принято геоморфологическое районирование, приведенное В. В. Агибаловой, Л. В. Черновой и В. Б. Цоговым, хотя и с некоторыми изменениями. В частности, не рассматривается рельеф Алханчуртской и Акбашской долин и Аргуданской возвышенности. В то же время Силтанукская возвышенность рассматривается как самостоятельный геоморфологический район. Нами на территории республики выделены следующие геоморфологические районы (рис. 2.1), рельеф которых играет существенную роль в почвообразовании:

- 1) Терско-Кумская равнина;
- 2) Северо-Осетинская предгорная наклонная равнина;
- 3) Кабардино-Сунженская возвышенность;

- 4) Терский хребет;
- 5) Силтанукская возвышенность;
- 6) Лесистый хребет;
- 7) Пастбищный хребет;
- 8) Скалистый хребет;
- 9) Боковой хребет;
- 10) Главный (Водораздельный) хребет;
- 11) Южная и Северная юрская внутригорные депрессии.

Рассмотрим основные черты геологического строения и рельефа каждого геоморфологического района, оказывающие непосредственное влияние на почвообразование.

Терско-Кумская равнина находится в северной части республики в пределах Моздокского административного района. Она сложена континентальными отложениями, представленными лессовидными суглинками и глинами; в пойме и террасах р. Терек — аллювиальными песчаными и супесчаными отложениями. Рельеф имеет сглаженный, местами нарушаемый террасами р. Терек. К югу притеречная равнина довольно резко переходит в крутые, густо изрезанные балками и временными водотоками (оврагами), склоны Терского хребта, который состоит из горных пород неогеновой и палеогеновой систем, представленных глинами, песчаниками, известняками, мергелями и конгломератами.

Северо-Осетинская предгорная наклонная равнина заключена с юга и юго-востока передовой цепью Черных лесистых гор, с севера и северо-запада — Кабардино-Сунженской возвышенностью, имея, таким образом, котловинный характер. В геоморфологическом отношении она представляет собой тектоническую депрессию — восточную часть синклинали предкавказской впадины (Захаров, 1939). Современный вид этой равнины, как утверждает Е. В. Рубилин (1956), явился следствием аккумуляции четвертичных аллювиальных и флювиогляциальных валунно-галечниковых отложений в замкнутой Владикавказской котловине.

Примерно аналогичной точки зрения придерживается В. Б. Цогов (1969): «...В основании равнины находится глубокая, медлен-

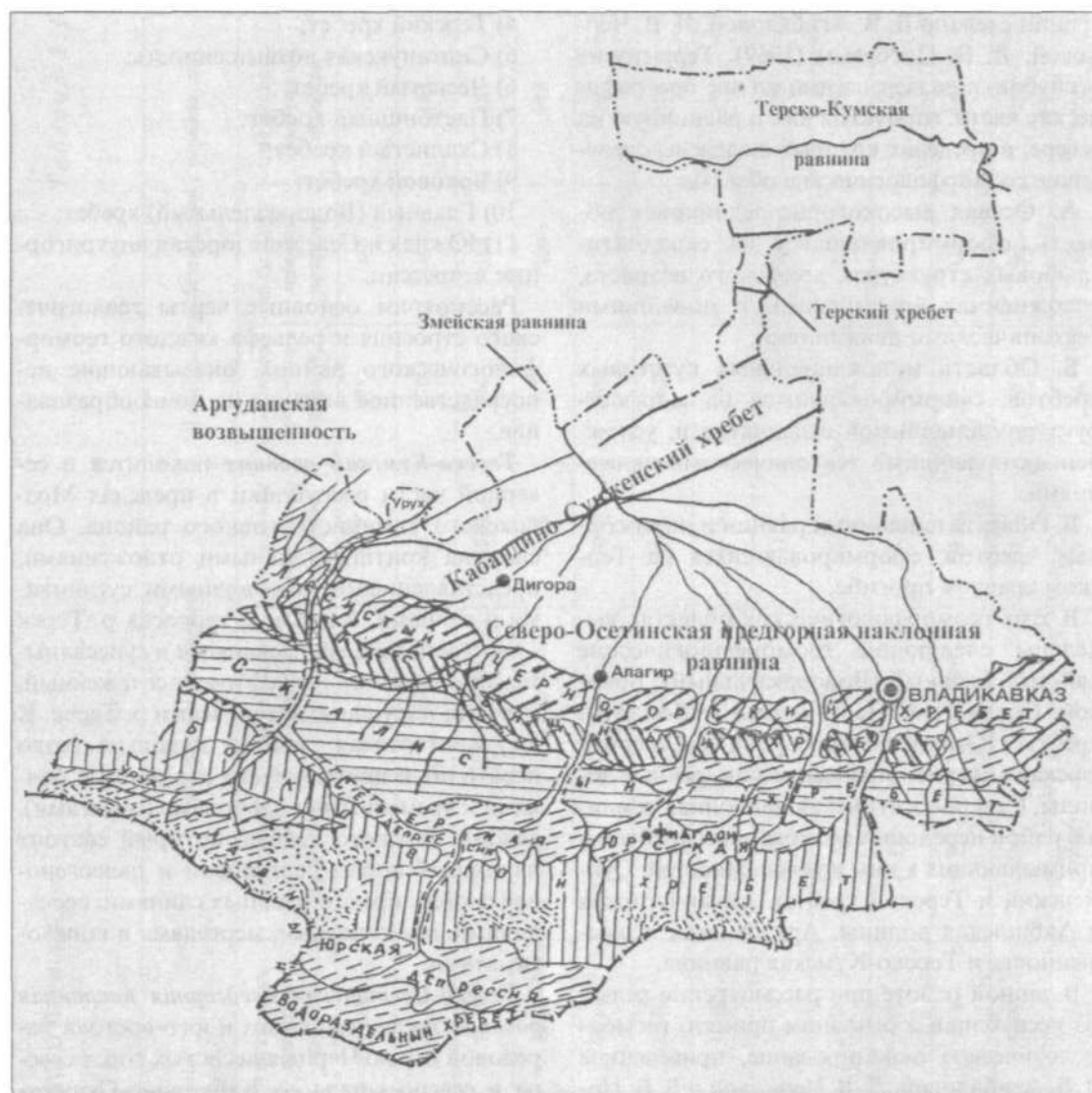


Рис. 2.1. Схематическая геоморфологическая карта РСО-А

но прогибающаяся мульда, заполненная четвертичными валунно-галечниковыми отложениями, лежащими на породах неогенового возраста, погружающихся к северу. Наклонный облик равнины формировался в условиях предгорного тектонического опускания и сопутствующей ему длительной аккумуляции аллювиальных и ледниковых отложений, выносимых с юга — со стороны вздымающейся горной страны». Поверхность равнины имеет общий наклон к се-

веру и северо-востоку в западной части, к северу и северо-западу — в восточной. Наклонная равнина наиболее низкое место (около 320 м н. у. м.) имеет в районе Эльхотовского прорыва р. Терек на Кабардино-Сунженскую возвышенность.

Плоская поверхность Северо-Осетинской наклонной предгорной равнины расчленена террасами многочисленных горных рек. Мезорельеф междуречных пространств состоит из плавных повышений и понижений с

падением в направлении общего понижения равнины. Местами, например в районе ОПХ «Михайловское», четко выделяется древнее русло р. Терек.

На юге Северо-Осетинская наклонная равнина постепенно переходит в шлейфы северных склонов Черных лесистых гор, а на севере и северо-западе — в Кабардино-Сунженскую возвышенность.

Кабардино-Сунженская возвышенность — это северный и северо-западный борт Северо-Осетинской наклонной предгорной равнины, вытянутый с юго-запада на северо-восток. В орографическом отношении он представляет собой хребет с максимальной высотой над уровнем моря в 926 м, а в тектоническом — антиклиналь. Кабардино-Сунженская возвышенность, а также шлейфы и отроги северного склона передовых Черных лесистых гор сложены породами неогенового, палеогенового возраста, мелового и юрского периодов. Они представлены здесь, главным образом, глинами, известняками, мергелями, песчаниками, глинистыми сланцами, туфопесчаниками, мергелистыми известняками и конгломератами. Известняки характеризуются следующим химическим составом: CaCO_3 — 97,50—98,12; MgCO_3 — 1,06—1,29; $\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$ — 0,39—0,64; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ — 0,08—0,14; CaSO_4 — 0,11—0,12; P_2O_5 — 0,008%.

Эти породы местами прикрыты четвертичными желто-бурыми делювиальными глинами.

Рельеф Кабардино-Сунженской возвышенности имеет округлые формы с постепенным понижением к северо-востоку. На западе постепенно сливается с Черными горами, а на юге — с Силтанукской возвышенностью; южные склоны у нее более пологие, чем северные. Оба склона изрезаны глубокими балками. Северные склоны заросли дубово-буково-грабовым лесом, а южные, несмотря на крутые склоны, распахиваются и подвергаются водной эрозии.

Терекский хребет тянется от р. Терек до г. Грозного. В пределы Северной Осетии входит лишь небольшая (6—7 км) западная часть его. Абсолютные отметки Терского хребта

достигают в районе станицы Вознесенской 703 м и постепенно снижаются в восточном направлении до 435 м. Хребет сложен в основном валунно-галечниковыми и песчано-глинистыми отложениями палеоген-неогенового возраста. Склоны хребта довольно крутые, изрезаны многочисленными балками и глубокими оврагами. Часто рельеф усложняется оползнями и линейной эрозией. Северный склон хребта зарос лесом, а южный — травянистой растительностью.

Силтанукская возвышенность является как бы продолжением Змейского хребта, однако, как указывает Е. В. Рубилин (1956), генетически не связана с ним. Эта возвышенность сложена мощным слоем вюрмских галечников, прикрытых делювием, смытых с передовых хребтов северного склона Центрального Кавказа и со Змейского хребта. Делювиальные желто-бурые глины ближе к Черным лесистым горам являются более мощными, чем на северо-востоке, где мощность их не превышает 1,5—2 м; ниже подстилаются несцементированные галечники, что отчетливо видно на обрыве между селениями Дур-Дур и Сурх-Дигора, на левом берегу р. Хусфарак (левый приток р. Дур-Дур).

Рельеф Силтанукской возвышенности волнистый. Сухие балки, довольно широкие, с пологими склонами и плоскими днищами, составленными из делювиальных глин, вытянуты с запада на восток. В настоящее время благодаря мягким формам рельефа Силтанукская возвышенность полностью распахивается.

Лесистый хребет. Северо-Осетинская наклонная предгорная равнина постепенно переходит в лесистые Черные горы с высотами в пределах 600—1600 м н. у. м. Лесистый хребет сильно расчленен поперечными долинами на отдельные части. Это, по существу, цепь изолированных высоких холмов, сложенных неогеновыми песчаниками, глинами, конгломератами и мореноподобными отложениями. Лесистый хребет имеет мягкие, плавные очертания, сравнительно пологие склоны и сглаженные вершины. В. В. Агибалова, Л. В. Чернова, В. Б. Цогоев (1969)

предполагают, что сглаженные вершины Лесистого хребта представляют собой до-четвертичные поверхности, косо поднятые новейшими тектоническими движениями; они в свое время подвергались нижнечетвертичному оледенению, оставившему здесь моренные отложения. В последующее время имели место вздымание зоны Лесистого хребта и одновременное врезание рек. Последние сформировали сравнительно глубокие ущелья, обособив отдельные массивы наиболее молодой куэсты северного склона, т. е. Лесистого хребта. Продольные долины, расположенные между куэстовыми хребтами, также выражены в рельефе очень отчетливо.

Пастбищный и Скалистый хребты. К югу Лесистый хребет сменяется Пастбищным, с вершинами до 1800 м н. у. м., затем Скалистым, с вершинами до 3000 м. Хребты представляют собой куэсты — они круто обрываются к югу и полого спускаются к северу, имея вид слабонаклоненных плато с холмистой пересеченной местностью. Здесь господствуют денудационно-эрозионные формы рельефа, представленные на южном склоне эскарпами, эрозионными балками, оврагами, ложбинами, а в гребневой зоне и на северном склоне развиты карстовые формы рельефа — воронки, провалы, пещеры и т. д.

На нижних частях южных склонов Скалистого и Бокового хребтов четко выделяются антропогенные формы рельефа в виде террас.

Боковой и Водораздельный хребты. Далее к югу, параллельно Скалистому хребту, располагаются Боковой хребет, состоящий из самых высоких вершин Кавказа — горы Казбек (5047 м) и Джимарай-хох (4776 м), и Главный (Водораздельный). Склоны этих хребтов имеют глубоко расчлененный рельеф с большими колебаниями абсолютных и относительных (1500 — 2000 м) высот; они крутые, с острыми, игольчатыми гребнями. В гребневой части господствуют ледниковые формы рельефа, представленные пикобразными вершинами, каррами и др. В нижней части склонов рельеф формируется

под влиянием осыпей, отрогов, устьевых ступеней, конечных и береговых морен. Склоны гор часто и глубоко прорезаны речками и ручейками, спускающимися с ледниковой зоны, а также временными водотоками. В формировании микрорельефа большую роль играют также осыпи и конусы выносов.

Южная и Северная юрская внутригорные депрессии. Южная внутригорная депрессия расположена между Главным (Водораздельным) и Боковым хребтами. Она состоит из двух продольных котловин: Харесской и Туалетской, разделенных высокими контрфорсными гребнями — перемычками высотой 2834 м (Мамисонский перевал) и 3149 м (Трусовский перевал). По определению В. В. Агибаловой, Л. В. Чернової, В. Б. Цогоева (1969), продольные котловины приобрели современный облик благодаря регрессивной эрозии рек и деятельности древних ледников. Детали рельефа сформировались в результате речной эрозии в зоне распространения неустойчивых пород. Здесь развиты широкие и довольно глубокие в низовьях отроги, врезанные в древние выположенные долины с мягкими, сравнительно пологими склонами, покрытыми плитчатыми осыпями. В дно отрогов продолжают регрессивно врезаться наиболее молодые послеледниковые долины. Реки в пределах этих котловин меандрируют среди отложенных ими аллювиальных и флювиогляциальных образований и выдвинувшихся из боковых ущелий конусов выноса. Рельеф отличается сравнительной плавностью и сглаженностью контуров. Часто можно наблюдать хорошо выраженные в рельефе поверхности выравнивания.

Северная юрская внутригорная депрессия выработана регрессивной эрозией горных рек в области распространения легко поддающихся денудации и размыву песчано-сланцевых толщ средней юры. Здесь господствуют эрозионно-аккумулятивные формы рельефа. Депрессия загромождена мощной толщей рыхло-обломочного материала различного происхождения. В формировании рельефа принимают участие оползни,

осыпи, конусы выноса, моренные и флювиогляциальные отложения, грязекаменные сели и оплывины.

Высокими контрфорсными перемычками Северо-Юрская депрессия разделяется на ряд изолированных котловин: Канийская, Даргавская, Лацкая, Садоно-Унальская и Донифарс-Фаснальская. В их поперечном профиле четко улавливается выровненное днище широкой долины, в которое врезано более узкое верхнечетвертичное (виормское) ущелье. Тальвег ее зафиксирован в современном рельефе линией наиболее низких перевалов, расположенных на перевалах, соединяющих Боковой и Скалистый хребты.

2.2. Почвообразующие породы как фактор почвообразования

2.2.1. Почвообразующие породы горной зоны

Центральный Кавказ, куда входит и Республика Северная Осетия-Алания, является полигенетическим образованием. В водораздельной части его в строении принимают участие древние кристаллические сланцы и гнейсы, а также палеозойские гранитоиды. Параллельно Главному Кавказскому хребту, севернее, проходит Боковой хребет, сложенный аспидными и кристаллическими сланцами и гранитоидами. Скалистый, Пастбищный и Лесистый хребты сложены известняками, песчаниками, глинистыми сланцами верхнеюрского и мелового периодов.

Сложное геологическое строение и разнообразие минералогического и петрографического составов обуславливает пестроту почвообразующих пород, представленных в горной части Северной Осетии вулканогенно-осадочными и метаморфизованными толщами разного возраста. Это — слюдяные и кварцевые сланцы докембрия (возраст их — 520 млн. лет), глинистые сланцы, песчаники, известковистые песчаники, серые песчаники палеозоя (возраст 6 — 10 млн. лет), аспидные сланцы нижнего и среднего лейаса, известняки юрского и мелового периодов (возраст 215 млн. лет) (Кузнецов, 1947; Обручев, 1947).

Местами они прорваны гранитами, грани-

тоидами и кристаллическими сланцами, что еще больше усложнило неоднородность почвообразующих пород. Элювий, элювио-делювий и четвертичные коры выветривания этих пород служат здесь почвообразующими породами. Разнообразие литологического и минералогического составов горных пород способствует образованию пестрого почвенного покрова как по морфологическим признакам, так и по физико-химическим свойствам.

Доминирующее место в составе основных почвообразующих пород занимают аспидные сланцы, известняки, глинистые и кристаллические сланцы, песчаники и граниты. Рассмотрим их физические свойства, химический и минералогический составы (табл. 2.2.1, 2.2.2).

Аспидные сланцы имеют темный, почти черный цвет, многочисленные блестящие слюды, местами с шелковистым блеском, обладают хорошей слоистостью и раскалываются на крупные тонкие (2 — 3 см) плиты. Они состоят в основном из кварца, полевых шпатов, лейкоксена, циркона и др. Аспидные сланцы богаты кремнеземом и полуторными окислами, но бедны фосфором, калием, марганцем и кальцием. Отношение в них кремнезема к алюминию и полуторным окислам узкое (2,94 — 2,29), а к окиси железа значительно шире — 10,4.

Известняки как почвообразующая порода широко представлены на Скалистом, Пастбищном хребтах и передовых Черных горах. Они, как правило, слоисты, имеют белый и серо-бурый цвет. Содержат до 95% углекислого кальция.

Минералогический анализ обнаружил в них большое количество лимонита, кварца и полевых шпатов. По данным химических анализов, в известняках много кремнезема, алюминия и железа, богаты они марганцем и калием, но бедны фосфором. Отношение кремнезема к железу и полуторным окислам небольшое (0,3 — 0,4).

Песчаники обычно имеют зеленовато-серый, буровато-серый цвет. Они сильно уплотнены; сложены зернами кварца с значительным количеством мусковита и много-

Минералогический состав почвообразующих пород горных почв

Таблица 2.2.1

Порода	Тяжелая фракция, г														Легкая фракция, г									
	пирит	малгешит	ильменит	лимонит	лешкоксен	гр. шпинели	гранит	широкс	рутил	турмалин	биотит	зел. слюда	мусковит	амфиболы	ниозит	эпидиот	карбонаты	глаукофанит	кварц	полевые шпаты	мусковит	карбонаты	обломочные породы	
Аспидные сланцы	0,1	2,0	1,0	8,0	37,0	1	1	28	13,4	3	0,1	5	0,1	0,1	0,1	—	0,1	—	—	55	23	1	1	20
Известняки	—	0,1	—	86	1	0,1	0,1	3	3	2	—	—	3	0,1	—	—	—	—	—	29	10	1	0,1	65
Песчаники	—	0,1	0,1	83	1	0,1	—	3	7	3	—	—	3	—	1	1	—	1	1	30	—	30	1	80
Серпентиниты	—	3	—	5	1	—	—	1	1	1	0,1	—	83	—	1	1	—	1	1	30	—	3	1	9
Элювио-делювий карбонатов	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	1	2	—	5	—	—	91	—	0,1	—	—	20	15	20	—	0,1	45
Элювио-делювий аспидных сланцев	0,1	5	—	40	10	0,1	0,1	15	15	2	—	1	0,1	8	1	2	0,5	—	30	10	0,1	—	0,1	60

Примечание: сфен, корунд, апатит, берит, силлиманит, ставрелит, андалузит, диастен, хлорит, гипс, стекло, углестые вещества, псидолиты в породах не обнаружены.

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД ГОРНЫХ ПОЧВ

Таблица 2.2.2

Порода	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Потери при прокаливании		CO ₂	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂	R ₂ O ₃
															Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
Аспидные сланцы	59,30	20,20	0,91	5,70	0,18	0,04	0,66	1,80	1,88	1,27	0,20	6,54	8,00	0,50	2,94	10,4	2,29	2,29
Известняки	58,0	19,10	0,95	7,30	0,13	0,11	1,33	1,80	2,25	1,00	0,13	1,84	4,30	0,50	3,04	7,94	2,20	2,20
Песчаники	75,0	11,0	0,70	4,75	0,12	0,04	0,56	0,40	0,56	0,40	1,65	1,84	4,30	—	6,82	1,60	4,77	4,77
Серпентиниты	69,00	20,05	0,05	0,70	0,03	0,01	0,35	0,65	4,17	0,14	0,13	4,30	4,14	0,50	3,44	9,85	1,32	1,32
Граниты	68,80	15,00	0,49	1,37	0,16	0,09	2,56	1,16	3,51	0,20	0,12	3,60	4,14	—	—	—	—	—
Элювио-делювий карбонатов	54,20	13,65	0,90	7,40	0,45	0,08	5,74	7,00	3,17	2,87	0,13	4,14	4,14	1,76	3,98	7,32	2,57	2,57
Элювио-делювий сланцев	60,40	17,95	0,85	6,30	0,20	0,06	2,03	1,25	2,70	1,20	0,14	6,36	6,36	0,50	3,36	9,59	2,49	2,49

численными блестками слюды; цементированы серецито-кварцевым цементом; состоят в основном из лимонита и кварца. В песчаниках значительно участие полевых шпатов, рутила, циркона, мусковита и турмалина. Песчаники богаты кремнеземом, значительно беднее полуторными окислами и абсолютно бедны калием, фосфором и марганцем, по сравнению со сланцами и известняками. Отношение кремнезема к железу очень высокое (16), а к алюминию и полуторным окислам — немного ниже.

Серпентиниты как почвообразующая порода не имеют большого распространения в Северной Осетии. Они, как правило, встречаются локально в местах прорыва древнего фундамента Кавказа на дневную поверхность. Почти в чистом виде обнаружены выходы серпентинита у с. Донифарс. Они состоят в основном из мусковита и кварца. Доля участия в них магнетита и лимонита значительная. Содержание кремнезема и алюминия в серпентинитах также высокое. Богаты они калием, но бедны фосфором, окисью железа и марганцем.

Граниты представлены серыми и розовыми массивнокристаллическими разной крупности зернистыми породами. Они состоят из полевых шпатов, роговой обманки, кварца и слюды. Полевые шпаты представлены ортоклазом и плагиоклазом, слюдо-биотитом или мусковитом, которые иногда находятся и вместе.

Минералогический анализ показал, что в них имеется хлорит, серицит, анартит, циркон, ортит, рутил, магнетит, сфен и пирит. Граниты содержат много кремнезема, значительно меньше алюминия и калия. Окисью железа они бедны, низко в них и содержание фосфора.

Элювио-делювий известняков и сланцев представлен рыхлым мелкозернистым материалом, к которому примешаны обломки породы разной крупности. Количество обломков (скелета) по разным элементам рельефа неодинаковое. Верхние части склонов более скелетны, чем нижние, где накапливаются продукты выветривания и намыва мелкозема. В процессе выветривания и переот-

ложения мелкозема изменяются его минералогический и валовой химический составы. Кремнезем, например, приобретает подчиненное значение по сравнению с непереотложенной породой.

Элювио-делювий известняков в основном состоит из амфиболов, в которых значительное место занимают глауконит, полевые шпаты и биотит, а элювио-делювий сланцев — из лимонита, глауконита, циркона и рутила.

В химическом составе элювио-делювия сланцев и известняков в процессе их переотложения и выветривания существенных изменений не произошло, за исключением содержания фосфора, калия, магния и кальция, количество которых увеличилось в продуктах выветривания.

2.2.2. Почвообразующие породы предгорной и равнинной зон Северной Осетии

Почвообразующие породы рассматриваемых частей Северной Осетии довольно однообразны, что говорит об общности их происхождения. Они представлены в основном лессовидными карбонатными суглинками и глинами, желто-бурыми, сильновыщелоченными суглинками и глинами, аллювиальными супесчаными и легкосуглинистыми отложениями. Генезис их связан со сложными экзогенными процессами, интенсивно протекавшими в чрезвычайно сложных климатических и орографических условиях в третичный и четвертичный периоды образования современного лика земли рассматриваемой территории.

Северо-Осетинская предгорная наклонная равнина со всех сторон ограничена горами: с юга и юго-востока — лесистыми, с северо-запада — Кабардино-Сунженской и Дзагепбарзской возвышенностями. Коренные породы, которые слагают эти хребты, принадлежат к третичной системе и по своим петрографическим признакам могут быть разделены на следующие группы по М. С. Шевцову (1928):

а) наиболее новым (верхним) коренным образованием является 700 — 800-метровая толща акчагильского возраста, представляющая многократное чередование грубых га-

лечников и песков, в одних случаях плотно цементированных, в других — рыхлых и пористых; плотных, хорошо цементированных твердых брекчей вулканического материала, с пластами, мощностью до нескольких метров; суглинков и мергелистых глин с прослоями твердого мергеля. Представляя отложение континентальное, пласты этой свиты отличаются большим непостоянством: на коротких расстояниях они выклиниваются или вздуваются в мощные линзы; сильно изменяется, несомненно, и степень их цементации;

б) акчагильская свита подстилается в лесистых Черных горах сарматскими, спаниодонскими, чокрокскими и майкопскими вязкими глинами, среди которых встречаются 1 — 5-метровые прослои песков. Мощность этой толщи составляет около 600 — 700 м. В районе Сунженского хребта между двумя описанными свитами вклинивается еще одна, также очень мощная, песчано-глинистая толща. Как акчагильские породы, так и пласты подстилающей ее свиты изогнуты в складки, в верхних частях местами размыты и покрываются недислоцированной, горизонтально залегающей толщей новейших желто-бурых суглинков и глин.

Делювий и элювио-делювий этих глин (а местами и элювий) являются почвообразующими породами Силтанукской, Дзагепбарзской, Сунженской возвышенностей, а также нижних частей и контакта перехода лесистых Черных гор в предгорную равнину.

Аналогичную точку зрения на происхождение желто-бурых глин Силтанукской и Сунженской возвышенностей имеют А. Л. Рейенгард и Е. В. Рубилин. В частности, А. Л. Рейенгард (1912) толщу желто-бурых глин Силтанукской возвышенности относит к делювию, смытому с передового хребта лесистых Черных гор и со Змейского хребта (Дзагепбарз).

Е. В. Рубилин (1956) указывает, что желто-бурые глины, прикрывающие собой Кабардино-Сунженскую возвышенность и Цалыкскую депрессию, представляют собой монофациальное, но полигенетическое образование.

Предгорная наклонная равнина, имея кот-

ловинный характер, выстлана желто-бурыми глинами, смытыми со склонов окружающими ее ледниковыми водами при отступлении ледника, покрывавшего в четвертичный период всю предгорную равнину, а также речными потоками и водами ливневых дождей. Кроме того, в формировании почвообразующих пород (северных периферийных частей Северо-Осетинской наклонной равнины, равнинной части республики особенно), которые имеют больше лессовидный характер (палево-желтая окраска, рыхлое, пористое сложение, способность раскалываться в вертикальном направлении, малая пластичность, богатое содержанием карбонатов), принимали участие фены, образовавшиеся над ледником и освобожденной от ледника поверхностью. Нисходящие феновые ветры быстро прогревались (на каждые 100 м снижения н. у. м. температура воздуха повышается на 1°C), иссушали освобожденную от ледника поверхность и выдували из моренных масс пыль, откладывая ее у ветропрепятствий и в местах затишья ветра.

Из этой пыли и делювиальных глин слагались почвообразующие породы предгорной равнины. Е. В. Рубилин (1950) также указывает, что в отдельных местах, в частности в области Цалыкской депрессии, возможно, имело место застаивание вод, и из взвесей спокойной воды шло отложение глинистого наноса, прикрывающего эту часть Северо-Осетинской равнины более мощной толщей. Поэтому от центральной части предгорной равнины к периферии, особенно в замкнутых депрессиях, мощность желто-бурых глин увеличивается, доходя до 15 м и более.

Центральная же часть равнины сложена мощными валуно-галечниковыми отложениями, прикрытыми небольшим слоем желто-бурых глин, имеющих преимущественно флювиогляциальный генезис. Мощность этих глин меняется на близких расстояниях и колеблется от 25 до 80 — 100 см. Местами галечник выходит на дневную поверхность.

В связи с малой мощностью глин, покрывающих галечник, а в предгорной полосе — низких температур, большого количества

осадков, создающих промывной водный режим, желто-бурые глины выщелочены. Карбонаты вымыты за пределы почвенного профиля. К северу, по мере повышения температуры воздуха и уменьшения количества атмосферных осадков, карбонатность почвообразующих пород и другие присущие лесам свойства сохранились. Таким образом, различия в карбонатности и механическом составе почвообразующих пород, имеющие монофациальное происхождение, зависят в основном от современных рельефных и климатических условий.

В Северо-Осетинской наклонной равнине в поймах и террасах многочисленных горных рек выделяются почвообразующие породы алювиального происхождения. Они слоисты, часто груботекстурны, хотя по генезису исходных кор выветривания идентичны желто-бурым глинам. От последних отличаются меньшей выветренностью и сортированностью, а по химическому и минералогическому составу они имеют много общих черт с желто-бурыми глинами.

По данным Е. В. Рубилина (1956), «главными компонентами минералогического состава почвообразующих пород территории предгорий Северной Осетии служат, как обычно, легкие минералы, т. е. с удельным весом < 2,75» (табл. 2.2.3).

Из данных таблицы 2.2.3. видно, что акцессорные минералы (рутил, гранат, турмалин, сфен и эпидот) подверглись большому выветриванию в образцах почвообразующих пород, взятых с северного склона передовых низких гор и Кабардино-Сунженской возвышенности. При этом наименьшее количество их находится во фракции 0,25 — 0,01 мм. Эти же минералы больше сохранились во всех фракциях в почвообразующих породах, взятых в Цалыкской депрессии.

Во всех почвообразующих породах содержится значительное количество роговой обманки, циюзита, мусковита, биотита, слюды выветрелой, лимонита и ильменита, т. е. минералов, устойчивых к выветриванию в данных условиях. Но можно предположить, что, по-видимому, часть этих минералов является вторичным образованием. Так, по

данным А. А. Полякова (1931), на первых стадиях выветривания группы пироксенов образуется более стойкий промежуточный минерал эпидот. По этому поводу Е. В. Рубилин (1956) пишет, что «очевидно, процесс выветривания пироксенов у глин северного склона низких гор происходил преимущественно до стадии эпидота, чего не наблюдается у других пород этой местности, а возможно, частично и до конца с образованием окислов железа».

Значительное количество ильменита и лимонита в тяжелой фракции в почвообразующих породах северного склона передовых низких гор является, по-видимому, преимущественно вторичного происхождения. Таким образом, минералогический состав почвообразующих пород находится в состоянии постоянного разрушения одних минералов и синтеза — других. При этом между этими процессами создается динамическое равновесие, а интенсивность и глубина химического выветривания находятся в прямой зависимости от гидротермических условий. Например, по данным Е. В. Рубилина (1956), в почвообразующих породах Северной Осетии в больших количествах содержатся роговые обманки, пироксены и полевые шпаты, выветрелых же слюд и лимонита значительно меньше. Это зависит как от возраста их, так и от климатических особенностей.

Результаты исследований М. И. Овчаренко, С. Н. Алешина, А. И. Курбатова позволили составить следующую схему превращения минералов в верхних горизонтах солонцовых почв:



Химический состав почвообразующих пород Северной Осетии, так же как и минералогический, показывает большое сходство между всеми почвообразующими породами,

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЕХАНИЧЕСКИХ ФРАКЦИЙ ДИАМЕТРОМ 0,25 — 0,01 мм ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД (в % от общего количества фракций с удельным весом < 2,75) (Е. В. Рубилин, 1956)

Таблица 2.2.3

Минерал	Северный склон передовых низких гор, 265 - 275 см		Кабардино-Сунженская возвышенность, 140 - 150 см		Силтанукская возвышенность, 145 - 155 см		Цалыкская депрессия, 137 - 147 см	
	Диаметр фракций, мм							
	0,25 - 0,10	0,10 - 0,01	0,25 - 0,10	0,10 - 0,01	0,25 - 0,10	0,10 - 0,01	0,25 - 0,10	0,10 - 0,01
Рутил	нет	нет	1,0	1,0	1,5	1,0	0,5	1,5
Гранат	нет	0,5	нет	1,5	нет	2,5	1,0	1,5
Циркон	0,5	3,0	нет	4,0	1,5	4,0	1,0	2,5
Турмалин	нет	нет	нет	нет	1,5	нет	нет	нет
Сфен	нет	нет	нет	1,0	нет	0,5	нет	1,0
Роговая обманка	7,0	10,0	1,5	12,5	2,5	14,0	0,5	8,5
Пироксены	нет	нет	3,5	1,0	4,5	4,0	3,0	1,0
Эпидот	нет	2,0	нет	нет	нет	нет	0,5	нет
Циозит	0,5	12,5	нет	1,5	5,5	6,0	4,5	1,5
Апатит	нет	0,5	нет	0,5	1,5	нет	0,5	нет
Мусковит	2,0	нет	36,5	2,0	37,0	10,0	35,0	18,0
Слюда	0,5	нет	5,0	2,0	6,5	3,5	5,0	4,0
Биотит	5,5	3,0	6,0	0,5	11,0	10,0	16,0	17,0
Слюда выветр.	50,5	31,0	2,5	15,5	6,5	16,0	3,0	8,0
Глауконит	нет	0,5	нет	1,0	нет	3,0	1,0	1,0
Лимонит	16,0	12,0	17,5	35,0	1,5	6,5	6,0	13,5
Ильменит	17,5	23,0	6,0	9,0	8,0	11,0	6,5	9,0

взятыми из различных мест предгорий (табл. 2.2.4).

Из данных таблицы 2.2.4 видно, что почвообразующие породы северного склона передового хребта низких гор более выщелочены, поэтому содержат меньше оксидов кальция и магния, значительно меньше в них и фосфорной кислоты (0,06%) по сравнению с почвообразующими породами дру-

гих мест республики (0,10 — 0,26%); в то же время в них больше оксида кремния и оксида железа. Все остальные элементы во всех почвообразующих породах, взятых в разных местах, содержатся примерно в одинаковых количествах, что еще раз говорит об их монофациальности.

Результаты рентгеноскопических и термических анализов пылевой фракции (< 0,01 мм),

Место взятия образца	В % на прокаленную навеску									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₄	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
Северный склон передового хребта низких гор	69,12	15,23	8,63	не опр.	1,54	1,84	не опр.	не опр.	0,06	0,84
Кабардино-Сун- женская возвышенность	66,04	15,07	7,56	0,06	6,25	2,80	2,86	2,07	0,19	0,63
Силтанукская возвышенность	62,89	18,01	6,64	не опр.	6,54	2,84	не опр.	не опр.	0,10	1,28
Цалыкская депрессия	61,78	18,56	6,27	не опр.	6,47	3,07	не опр.	не опр.	0,26	0,94

а также отношение оксида кремния к полуторным окислам показывает, что во всех почвообразующих породах основными глинистыми минералами являются минералы монтмориллонитовой группы, представленные бейделлитом с химической формулой $4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, при характерном молярном отношении $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4$.

Минералы монтмориллонитовой группы имеют трехслойную подвижную кристаллическую решетку. В межпакетное пространство их легко проникает вода, и минералы сильно набухают. Они обладают значительной липкостью и низкой водопроницаемостью, а в сухом состоянии уплотняются и растрескиваются. Помимо бейделлита в почвообразующих породах имеются минералы каолиновой группы с общей формулой $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и молярным отношением $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2$. Каолинит не набухает, расстояние между пакетами постоянно. Дисперсность его невысокая, поэтому емкость поглощения не превышает 20 мг/экв на 100 г почвы, в то время как у минералов монтмориллонитовой группы высокая дисперсность. Они содержат до 60% коллоидных частиц и до 80% меньше 0,001 мм. В связи с этим, а также благодаря особой структуре кристаллической решетки, они обладают высокой емкостью поглощения

катионов (80 — 120 мг/экв на 100 г почвы).

Кроме этих минералов в почвообразующих породах предгорий Северной Осетии имеется небольшое количество слюд и аморфных веществ (SiO_2 , R_2O_3).

Исходя из условий выветривания и синтеза вторичных минералов, наибольшее количество каолинита находится в почвообразующих породах Цалыкской депрессии. По мере продвижения на юг и увеличения увлажненности количество минералов группы каолинита уступает место группе монтмориллонита и аморфных веществ.

Минералогический состав почвообразующих пород, состояние их выветрелости и химизм наследуются почвами, которые формируются на них. Поэтому почвы предгорной полосы обладают неблагоприятными водно-физическими свойствами. Они содержат большое количество воды (до 30%), недоступной растениям.

2.3. Климат как фактор почвообразования

Основные показатели климата (тепло- и влагообеспеченность) территории РСО-Алания, участвующие в образовании почв, формируются под воздействием как макроциркуляционных процессов в атмосфере, так и горной системы Большого Кавказа с ее барьерным влиянием на пути воздушных потоков, наличием вечных ледников на юж-

ной окраине и Терско-Кумской полупустыни — на северной.

Макроциркуляционные процессы в атмосфере Центрального Кавказа, куда входит и Северная Осетия, в зимний период складываются, по Ш. Ш. Народецкой (1980), под влиянием юго-восточного и восточного потоков континентального воздуха, в котором сформирован отрог Сибирского антициклона. В это время в предгорье выпадают осадки, температура воздуха понижается до 20 — 25°. Большая роль в зимнем увлажнении осадками предгорий Северной Осетии принадлежит циклонической деятельности, развивающейся над Средиземным и Черным морями, а также над Атлантическим океаном.

В начале весеннего периода антициклон, сохраняющийся над Казахстаном, обуславливает восточный перенос континентального воздуха, вызывающего (преимущественно в апреле) суховеи и пыльные бури. В мае и июне массы морского воздуха, перемещающиеся в тылу циклонов, приносят осадки, часто ливневого характера.

Переход к летней циркуляции атмосферного воздуха происходит в связи с усилением притока солнечной энергии, и воздух трансформируется в тропический. Однако, как указывает Ш. Ш. Народецкая (1980), этот тип воздушной массы часто сменяется массами морского воздуха атлантического происхождения, западные вторжения которого приносят водяные пары, и продукты конденсации последних обильно увлажняют северные склоны гор. В начале же лета поступает воздух из субполярных областей Атлантики, увлажняя главным образом предгорья.

Циркуляционные процессы в начале осени имеют много общих черт с циркуляцией лета, и сентябрь не является типичным осенним месяцем. Преобладание осенью над бассейном континентального воздуха умеренных широт, иногда значительно прогретого, обуславливает преимущественно сухую и теплую погоду. Этими макроциркуляционными процессами в атмосфере и близостью вечных ледников определяются

термические условия и режим увлажнения в горной и предгорной частях Северной Осетии. Например, в предгорной зоне, по мере приближения к горам и повышения высоты местности над уровнем моря, понижается температура воздуха, а количество осадков возрастает от 450 до 900 мм у подножия лесистых гор. В горах же, по мере поднятия над уровнем моря и приближения к вечным ледникам, климат трансформируется в арктический.

Существенное влияние на климат республики оказывает также близость Терско-Кумской полупустыни и Ставропольских степей. Северо-восточные сухие ветры, приходящие с этой части Северного Кавказа, летом иссушают почву, а зимой увеличивают ветровой режим и количество выпадающих (часто с пылью) твердых осадков. Так, в 1964 г. со снегом выпало около 200 кг/га пыли, принесенной со Ставропольских степей, где в это время свирепствовали пыльные бури.

Наличие Кабардино-Сунженского хребта также оказывает влияние на климат (в основном предгорной Северо-Осетинской наклонной равнины) и соответственно на почвообразование (рис. 2.3.1), хотя он имеет небольшую высоту (926 м) и не полностью изменяет макроциркуляционные процессы в атмосфере над территорией республики.

Северо-западные воздушные потоки, наталкиваясь на своем пути на Кабардино-Сунженскую возвышенность, приобретают восходящее направление на поветренном и нисходящее — на подветренном склонах.

В восходящем потоке воздух адиабатически охлаждается, содержащиеся в нем пары воды приближаются к условиям конденсации в капельно-жидкое состояние и в конечном итоге выделяются в виде облаков и дождя или снега; в нисходящем же потоке обезвоженный воздух нагревается и отдален от точки насыщения. Он становится сухим. Кроме того, южный склон получает больше тепла, чем северный, и все это вместе обуславливает формирование здесь более сухого, по сравнению со всей остальной территорией предгорной зоны Северной

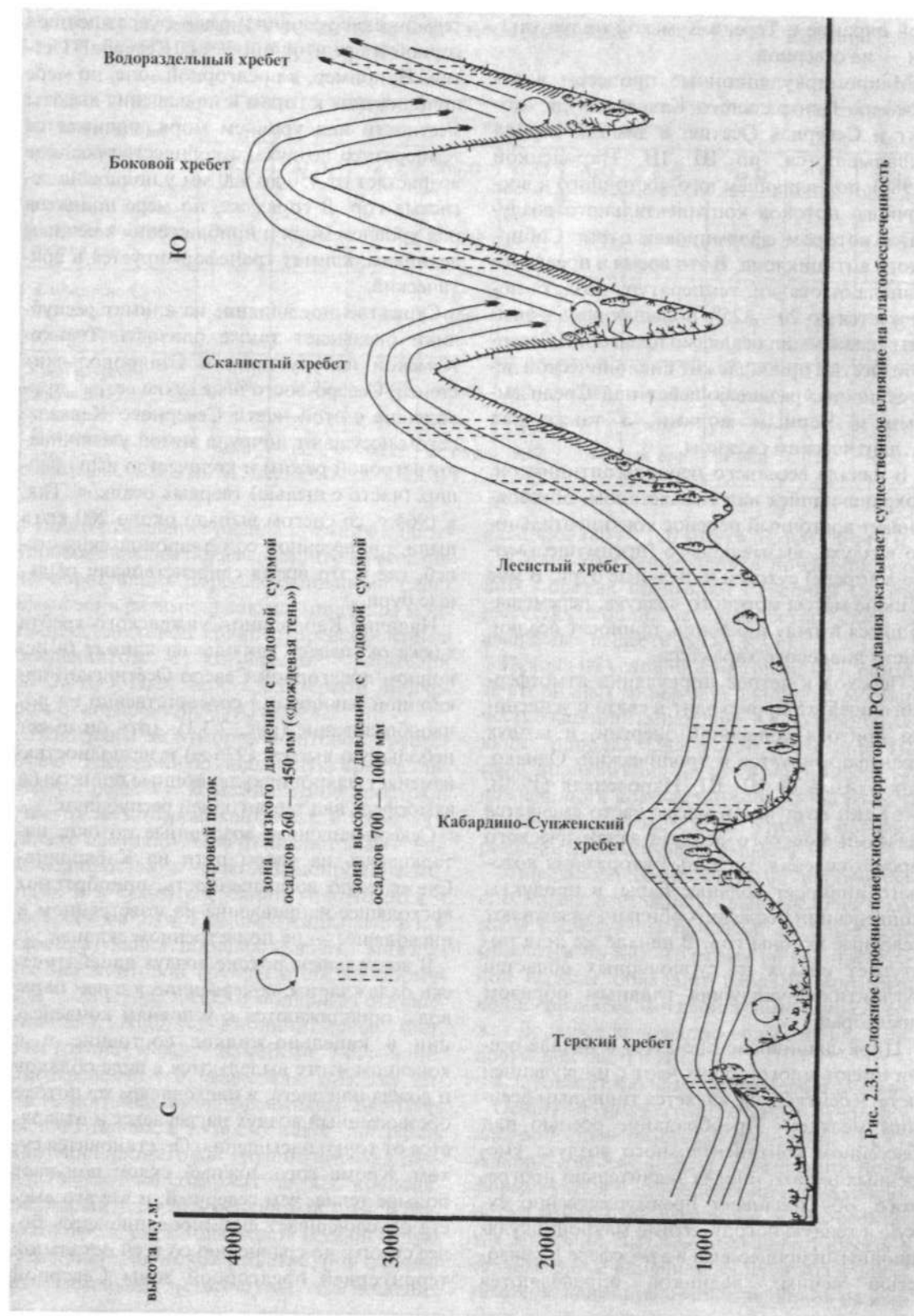


Рис. 2.3.1. Сложное строение поверхности территории РСО-Алания оказывает существенное влияние на влагообеспеченность.

НЕКОТОРЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

Таблица 2.3.1

Метеостанция, геоморфологический район	Высота над уровнем моря, м	Количество осадков за год, мм	Сумма тепла выше		Продолжитель- ность безморозного времени, дни
			5°	10°	
Моздок, Терско-Кумская равнина	150	452	3881	3602	190/188*
Заманкул, Южный склон Кабардино-Сунженского хребта	420	502	3419	3200	187/181
Михайловское, Северо- Осетинская предгорная наклонная равнина	510	670	3314	3000	185/175
Владикавказ, подножие Черных лесистых гор	688	814	3272	2942	180/162
Тагардон, Черный лесистый хребет	780	891	2710	2600	160/151
Унал, южный склон Скалистого хребта	900	372	2700	2500	210/160
Даргавс, южный склон Скалистого хребта	1450	540	2341	1798	200/129
Зарамаг, южный склон Бокового хребта	1731	644	2061	1430	108/210
Цей, северо-восточный склон Бокового хребта	1910	1003	1716	1154	91/164
Мамисонский перевал, Главный (Водораздельный) хребет	2850	892	634	нет	83/нет

* Числитель — безморозный период, знаменатель — количество дней с температурой выше 10°C.

Осетии (и особенно с северным склоном), континентального степного климата. Однако, по мере отдаления от Кабардино-Сунженского хребта в сторону гор и одновременно повышения местности над уровнем моря, влияние хребта уменьшается.

В этом направлении увеличивается количество осадков от 502 до 814 мм, а сумма температур выше 10°C уменьшается от 3200 до 2942°C (табл. 2.3.1). По мере увеличения осадков и одновременно уменьшения суммы положительных температур меняются направление и интенсивность процесса почвообразования. В пределах Северо-Осетин-

ской предгорной наклонной равнины черноземы обыкновенные предкавказские сменяются черноземами типичными, выщелоченными, оподзоленными серыми лесными и бурыми лесными почвами.

Еще разнообразнее выражено влияние климата гор на почвообразование. Следует отметить при этом, что климату горной части Северной Осетии суровостью уступает даже климат восточного и западного Кавказа, поскольку здесь находятся самые высокие на Кавказе вершины, покрытые вечными ледниками, крутые же склоны гор ориентированы на юго-восток. Высокие горные

хребты, являясь барьером для холодных влагоносных северо-восточных и северо-западных, а также южных теплых ветров, коренным образом меняют ход макроциркуляционных процессов в атмосфере. Теплые южные ветры не проникают на Северный Кавказ, а холодные и влажные северо-западные и северо-восточные наполняют Северо-Осетинскую наклонную предгорную равнину, и обильные осадки орошают северные склоны гор. Наличие ледников создает резкие колебания температуры дня и ночи. Даже в самое теплое время года в горах ночи прохладные.

Склоны разной экспозиции и крутизны получают неодинаковое количество тепла: южные склоны крутизной в 10° весной на 3 — 4, а осенью на 5 — 6° теплее северных, а крутизной в 20° соответственно — на 7 — 8 и 11 — 13° (Гольцберг, 1961). Это создает местные циркуляционные процессы в атмосфере внутренних гор. Поэтому здесь в течение дня погода может меняться несколько раз. Даже при ясной погоде на высоте 2000 м н. у. м. за день несколько раз может выпасть кратковременный крупнокапельный холодный дождь. В результате неравномерного нагрева южных и северных склонов возникают горно-долинные ветры, дующие при этом днем вверх по долине, а ночью со склонов вниз.

Характерной особенностью для гор являются фены — непериодические нисходящие теплые ветры со скоростью 15 — 20 м/сек, а иногда 25 — 30 м/сек, которые значительно повышают температуру воздуха. Зимой это приводит к бурному таянию снежного покрова, особенно южных склонов, и тогда в горах наблюдаются обвалы и снежные лавины, а летом — к иссушению почвы, и растительность выгорает.

Распределение осадков и тепла во внутренних горах крайне неравномерно, что в основном зависит от экспозиции склона, высоты над уровнем моря и в связи с этим от местной циркуляции атмосферы. По мере поднятия над уровнем моря количество осадков увеличивается, а сумма активных температур уменьшается. Северные склоны

получают больше осадков и меньше тепла, чем южные. Например, на северном склоне Скалистого хребта в год выпадает 891 — 1000, а на южном — 372 мм. Поэтому южный склон носит характер луговой степи или горной полупустыни со скудной растительностью на каштановидных почвах. Северный же склон представлен субальпийским высокогорьем, богатыми органическими веществами горно-луговыми типичными или черноземовидными почвами.

Однако по мере поднятия над уровнем моря экспозиционный эффект снижается, а на высоте 2500 — 3000 м вообще исчезает, и процесс почвообразования протекает в одинаково суровых климатических условиях. Все это отражается на однообразии почвенного покрова, который представлен в основном горно-луговыми торфянистыми и дерново-торфянистыми маломощными почвами.

Для определения направления и интенсивности почвообразовательного процесса, а также рационального использования каждого конкретного однородного участка важно знать сумму активных температур и продолжительность безморозного периода. Наибольшее количество активных температур и продолжительность безморозного периода наблюдается на южных склонах, особенно под эскарпами Скалистого хребта на высоте 900 — 1800 м н. у. м.

В середине июня на северном склоне Боккового хребта (высота 2000 м) почва на глубине 20 см еще бывает мерзлой, вегетация растений не наступает, а на южном склоне в это же время она уже полностью оттаивает, и травостой набирает массу. Начинаются интенсивные процессы почвообразования. На северном склоне раньше наступают заморозки, раньше закрепляется устойчивый снежный покров, а на южном даже в середине зимы снежный покров неустойчив.

Продолжительность сезонов года в горах и в предгорьях значительно отличается. В горах, по мере поднятия над уровнем моря, продолжительность зимы и весны увеличивается, а лета и осени уменьшается. Так, если на высоте 150 м зима начинается 7 декаб-

ря, то на высоте 1800 м — в середине ноября и заканчивается в конце марта.

Весна ($0 — 15^\circ$) на высоте 1000 м начинается в середине марта и заканчивается в начале июня, а на уровне 1800 м — в конце марта. Выше 1800 м устойчивого перехода температуры через 15° не бывает, т. е. весна начинается при более низкой температуре.

Лето (выше 15°) на высоте 1000 м начинается в июле и заканчивается в начале сентября. На уровне 1800 м оно длится всего несколько дней, а выше 1800 м лета не бывает.

Осень ($15 — 0^\circ$) на высоте 1000 м начинается в начале сентября и заканчивается в конце ноября. На высоте 1800 м она начинается в начале августа и заканчивается в середине ноября.

В целом горная часть Северной Осетии по сравнению с другими горными системами, и даже с восточным и западным Кавказом, отличается большей увлажненностью, продолжительностью зимнего периода и меньшей теплообеспеченностью, коротким летом. Все это отразилось на почвенном покрове, который в целом характеризуется малой мощностью, скелетностью, большим содержанием грубого гумуса, кислой реакцией почвенного раствора, слабой насыщенностью почвенного поглощающего комплекса основаниями, низким плодородием.

2.4. Растительность как фактор почвообразования

Формирование растительного покрова, влияние его на почвообразование на территории Северной Осетии, начиная с кайнозойской эры, особенно неогенового периода, шло сложным путем. С изменением орографических (в этот период возникли Кавказские горы и приобрели современные очертания) и экологических условий (произошло оледенение континентов и горных систем, которое периодически повторялось в четвертичном периоде) (Якушова, Хаин, Славин, 1988) менялся и растительный покров. Теплолюбивая вечнозеленая растительность мезозойской эры юрского периода в четвертичном периоде, в периоде наибольшего оледенения Кавказа и похолода-

ния климата, сохранилась только в отдельных местах, свободных от ледника и защищенных от холодных ветров. Широко распространенный в настоящее время буковый лес на северных склонах передовой цепи Черных лесистых гор, по А. Н. Криштофовичу (цит. по Е. В. Рубину, 1956), является дериватом третично-меловой листопадной Тургайской флоры.

И. П. Герасимов (1948) пишет по этому поводу, что широколиственные (буковые) леса и бурые лесные почвы, им свойственные, с этой точки зрения можно рассматривать как более или менее непосредственных и преуспевающих в настоящее время наследников третично-меловых Тургайских географических ландшафтов. «Во всяком случае, — пишет Е. В. Рубин, — совершенно несомненно то, что прилегающие к Северо-Осетинской наклонной равнине с юга северные горные склоны покрыты растительностью, несущей следы предшествующих геологических эпох, в частности вечнозеленой и листопадной растительности».

Отступление ледника и освобождение суши из-под воды сопровождалось формированием новой формации растительности. По мере отступления ледника незатопляемые приледниковые участки заселялись растительностью, состоящей из представителей арктической и альпийской флоры. В начале послеледникового периода Северо-Осетинская предгорная наклонная равнина была еще слабо дренирована, местами оставаясь затопленной. В этих условиях здесь могла развиваться в основном лугово-болотная растительность, лесная же формировалась на более дренированных участках суши.

В четвертичном периоде экологические условия были нестабильными. Сухие теплые периоды сменялись холодными и более влажными (Берг, 1922; Герасимов, 1939; Щукин, 1924 и др.). В сухие периоды лугово-болотная растительность сменялась луго-степной. По этому поводу Е. В. Рубин пишет, что «в послеледниковый период вверх по склонам кое-где поднималась степь. Об этом... свидетельствуют встреченные нами в районе с. Дуд-Дур под современными

оподзоленными почвами букового леса погребенные гумусовые горизонты. Исследование состава гумуса этих горизонтов методом И. В. Тюрина показало существенное отличие его от состава гумуса современных почв. В составе гумуса погребенных горизонтов преобладают гуминовые кислоты и особенно вторая фракция, т. е. фракция гуминовой кислоты, связанной с кальцием. Это свойственно степным и лесостепным почвам» (Е. В. Рубилин, 1956, с. 43).

При смене сухого периода влажным вся предгорная равнина и северные склоны гор заселялись лесной растительностью. О более широком распространении леса в предгорной равнине указывается в трудах многих специалистов, изучавших Северный Кавказ. Например, Н. И. Кузнецов (цит. по Е. В. Рубилину, 1965) в 1890 году так описывает Северо-Осетинскую (Владикавказскую) равнину: «Детальное исследование этой местности убедило меня, однако, что еще не в столь отдаленные времена почти вся Владикавказская равнина была занята лесом, и нынешняя степная растительность заселила эту равнину лишь недавно, после уничтожения лесов местным населением». Правильность этого утверждения доказывается морфологическими и физико-химическими свойствами современных почв, в профилях которых запечатлены признаки общей стадии процессов почвообразования, протекающих под древесной растительностью. Это, во-первых, накопление полуторных окислов в иллювиальном горизонте, а кремниевой кислоты — в элювиальном; во-вторых, перемещение илстой фракции вниз по профилю и утяжеление механического состава нижних горизонтов; в-третьих, ореховая, или призмовидная, структура иллювиального (переходного) горизонта; в нижних горизонтах связь гумуса с илстой фракцией обуславливает желто-бурый цвет с красноватым оттенком, неоднородную окраску от наличия темных и ржавых пятен. В то время как материнская порода, например, оподзоленного чернозема имеет желто-бурую окраску и практически не имеет структуры.

О наличии в Северо-Осетинской предгорной равнине в прошлом лесных массивов свидетельствуют названия отдельных населенных пунктов. Например, Моздок — «дремучий лес», Толдзгун — «дубовый лес», Кадгарон — «у леса», Суадаг — «черная балка», т. е. «балка, поросшая лесом», Кодахджин — «где много пней», Разбун — «где дикоплодовые». В настоящее время леса от этих населенных пунктов отступили на 2 — 3 км.

В западной части с. Дур-Дур, на конусе выноса, по словам старожилы селения Бясова Дриса, в 1912 году еще рос дубовый лес с участием дикоплодовых. В настоящее время только кое-где сохранились одинокие косточковые деревья. В юго-восточной части этого же села лес отступил на 1,5 — 2 км. В результате обезлесения и распахивания почвы лугово-болотная растительность сменилась луговой, а в некоторых местах — степной.

Таким образом, хозяйственная деятельность человека, сложное строение поверхности, близость, с одной стороны, Терско-Кумской полупустыни, с другой — вечных ледников Центрального Кавказа создают условия для формирования пестрого растительного покрова (рис. 2.4.1). В то же время надо отметить, что естественный растительный покров сохранился в основном в горной части республики. В предгорной и равнинной частях он полностью уничтожен. Здесь он уцелел лишь на участках, неудобных для распахивания. Схематично на территории республики выделяются следующие естественные растительные группировки: злаковая и полынно-злаковая, ковыльно-бородачово-злаковая, пырейно-разнотравная, лесостепная, лесная, лесолуговая, горная лугово-степная, субальпийская, альпийская, субнивальная.

В равнинной зоне на каштановых почвах расположилась злаковая и полынно-злаковая степь. В настоящее время удобные для обработки массивы (участки) распаханы. Естественная растительность сохранилась только в неудобных для распахивания местах. Она представлена дерновинными злаками, удельный вес которых колеблется от 79 до 98% от общей растительной массы

(Шифферс, 1953). Из злаков наибольшее распространение получают ковыли, типчак, бородач, овсяница бороздчатая, мятлик живородящий, тонконог стройный. На более дренированных участках и на склонах, а также на выбитых пастбищах произрастают пырей ползучий, полыни австрийская и таврическая, молочай, осока степная и др. Во влажные годы или сезоны в травостое появляются многочисленные эфемеры, такие как различные виды гусиного лука и веснянок, пестроокрашенные тюльпаны и др.

В степях основная масса корней растений сконцентрирована в верхних горизонтах почвы. Так, в верхнем 12 см слое почвы сосредоточено от 37 до 70% всей корневой массы, а на глубине до 52 см размещено 80 — 96% массы корней (Шифферс, 1953). В профиле почвы, в соответствии с распределением массы корней, накапливается гумус. В почвах степной зоны 80 — 90% гумуса накапливается в слое 0 — 30 см.

В предгорной зоне, в подзоне неустойчивого увлажнения, на нижних частях склонов Кабардино-Сунженской возвышенности, Цалыкской депрессии, на землепользованиях селений Старый Батако, Раздзог, Заманкул, Цалык, Хумалаг, Зильги, Дарг-Кох, Карджин и Эльхотово, на обыкновенных черноземах распространена ковыльно-бородачово-разнотравная степь, которая здесь полностью распахана. Она сохранилась лишь на крутых склонах Кабардино-Сунженской возвышенности. Однако и здесь из-за интенсивной пастбы скота флористический состав ее меняется. В наиболее сохранившихся участках ковыльно-бородачово-разнотравная степь представлена следующими основными видами растений: бородачом и ковылем, которые занимают 70 — 80% общей растительной массы; из разнотравья встречаются шалфей дикий, тысячелистник, подмаренник желтый, вероника колосистая, молочай, выюнок, колокольчик, зверобой продырявленный, чабрец, девясил германский; из бобовых — астрагал, люцерна желтая, вязель; на крутых южных склонах произрастают полынь ромашколистная, солодка, по балкам и оврагам встречаются кусты крушины.

В предгорной зоне, в подзоне достаточного и повышенного увлажнения на выщелоченных и оподзоленных черноземах, серых лесных почвах распространены пырейно-разнотравные луговые степи и влажные луга. Они практически полностью распаханы и сохранились лишь в неудобных для распахивания участках и на выгонах около населенных пунктов. Поэтому первоначальный состав травостоя изменился, но в менее затронутых местах он представлен следующими видами трав: из злаков — пырей средний, пырей ползучий, типчак, мятлик узколистный, тонконог, овес луговой, костер безостый, костер полевой, трясунка, тимopheevka степная и др.; из бобовых — лядвенец, вязель, вика посевная, клевер непостоянный, клевер посевной, люцерна железистая, люцерна хмелевидная, козлятник восточный, донник и др.; из разнотравья — подорожник средний, девясил иволистный, марьянник, душица, шалфей, подмаренник желтый, подорожник ланцетный, вероника широколистная, колокольчик, чистец прямой, герань красная, гвоздика, василек, мытник, погребок и др.

2.4.1. Горная зона, лесной пояс

В лесном поясе с преобладанием дуба, бука, граба, ильмовых, в подлеске — лещины, бузины, кизила, а в осветленных участках (на Кабардино-Сунженской, Дзагепбарзской, Змейской, Силтанукской возвышенностях) — высокотравья формируются серые, темно-серые лесные почвы и оподзоленные черноземы. Под сомкнутым лесом в почвообразовании принимает участие в основном опад, ежегодное количество которого составляет около 9 т/га с содержанием зольных элементов более 300 кг/га.

В прогалинах и редколесье в почвообразовании значительное участие принимает травяной покров, который состоит из папоротника, шалфея клейкого, овсяницы гигантской, коротконога лесного, язвенника душистого, колокольчика, козлятника восточного и др.

Под буковыми и буково-грабовыми лесами формируются бурые и темно-бурые лесные почвы. Эти леса состоят в основном из

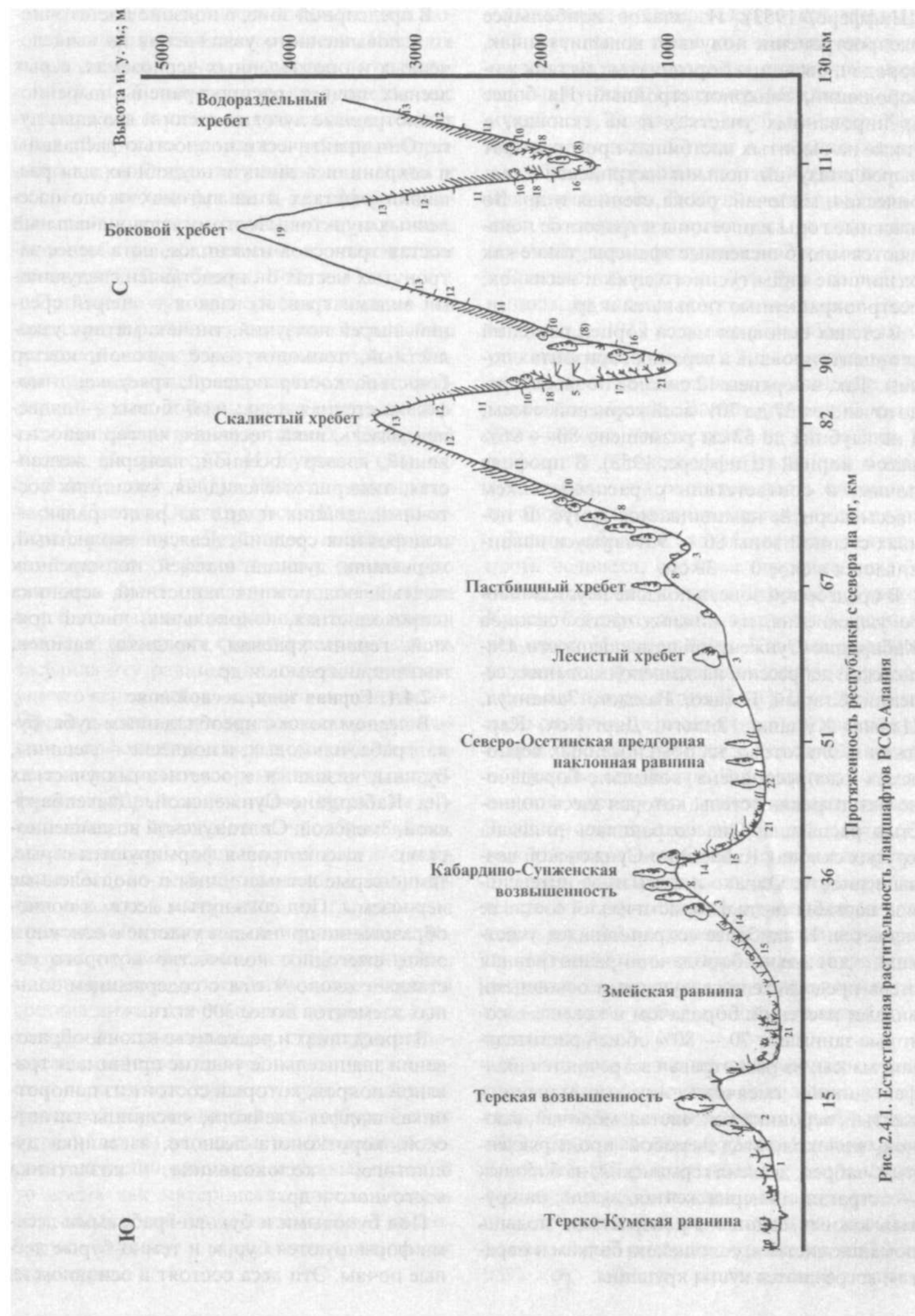


Рис. 2.4.1. Естественная растительность ландшафтов РСО-Алания

бука. Ближе к нижней границе леса (к Северо-Осетинской предгорной равнине) к буку примешиваются граб, ольха серая, в подлеске — лещина, бересклет, бузина, дикоплодовые (алыча, яблоня, груша). Под буковым лесом практически нет травянистой растительности и только по прогалинам и по краям дорог встречаются папоротники, полевика, ежевика, овсяница и др., которые на почвообразование не оказывают значительного влияния.

Во внутренних горах, в основном на северных склонах и V-образных ущельях, в процессе почвообразования принимает участие древесная растительность, которая состоит из сосны, ели, березы, рододендрона кавказского, лещины, барбариса, можжевельного стланика.

На нижних частях южных склонов в процессе почвообразования наряду с изреженным сосновым лесом принимают участие заросли можжевельного стланика и некоторых лиственных кустарников, таких как барбарис, шиповник, астрагал, а из трав — чабрец, полынь Маршалла и др. Под ними формируются темноцветные лесные почвы. На северных склонах под еловым лесом с значительным участием мхов формируются горно-лесные оподзоленные почвы.

На северных пологих склонах Скалистого хребта до высоты 3000 м распространяется рододендрон кавказский. Он ежегодно откладывает значительный слой листвы, медленно разрушающейся в условиях холодного альпийского климата. Поэтому под ним образуются кислые плохо аэрируемые почвы с полуразложившимся торфом мощностью до 50 см.

2.4.2. Горная зона, субальпийский, альпийский и субнивальный пояса формируются под влиянием сложного комплекса природных факторов: характера горных пород, рельефа, почвенного покрова, гидроресурсов, климата и др. Особенно сильное влияние оказывает высота местности над уровнем моря, экспозиция и крутизна склонов. От этих факторов зависят также степень увлажнения и теплообеспеченность.

Различные сочетания природных факто-

ров вносят известную пестроту в растительный покров описываемого района. Тем не менее, здесь четко проявляется вертикальная поясность распределения травянистой растительности, усложненная экспозиционным эффектом склонов. В целом растительность распределяется по следующим природным вертикальным поясам: нивальный, субнивальный, альпийский, субальпийский, лугово-степной.

Растительность субальпийского пояса занимает большую площадь по сравнению с другими природными поясами гор Центрального Кавказа. Она распространена на высоте (900) 1800 — 2400 (2500) м н. у. м. Здесь сосредоточены основные сенокосы и наиболее продуктивные (15 — 20 ц/га сухой массы) и удобные в использовании пастбища. В субальпийском поясе выделяются следующие основные ассоциации растительности: злаково-разнотравные луга, разнотравные луга, пестро-овсянцево-разнотравные луга и др. Под этими растительными ассоциациями ежегодно в процесс почвообразования поступает 60 т/га растительных остатков.

Злаково-разнотравные луга распространены на северных экспозициях склонов. Они среднепродуктивны, дают 10 — 15 ц/га сухой массы. В травостой этих лугов входят: злаковые — костер пестрый, тонконог кавказский, колосок душистый, полевика обыкновенная, типчак; бобовые — клевер седой, вика Баланзы и др.; разнотравье — буквица крупноцветковая, погребки, ромашки, чабрец, лютик, чемерица Лобеля, мытники и др.

Разнотравные луга распространены на разных экспозициях склонов. Они состоят из манжетки, ветреницы пучковатой, буквицы крупноцветковой, герани, девясилы железистого, чемерицы Лобеля, овсеца азиатского, тимopheевки горной, овсяницы пестрой, клевера альпийского, козлородника, эспарцета Биберштейна, горлеца розового и др. Продуктивность этих лугов составляет 15 — 20 ц/га сухой массы.

Пестроовсянцево-разнотравные луга расположены на южных склонах преимущественно Скалистого и Бокового хребтов, за-

нимая там верхнюю границу субальпийского пояса. Основным эдификатором этих лугов является пестрая овсяница, но в состав травостоя входят также: злаковые — тимфеевка горная, мятлик альпийский, колосок душистый, овсец азиатский, овсяница овечья и др.; бобовые — клевер розовый, клевер белый, клевер волосистоголовый, вика альпийская, лядвенец реснитчатый; разнотравье — лютик горный, тонконог кавказский, мытники и др. Продуктивность этих лугов составляет 16 ц/га сухой массы. Под этой растительностью формируются горно-луговые дерновые темноцветные субальпийские почвы.

Растительность лугово-степного пояса распространяется в пределах высот 900 — 1800 м н. у. м. Внутри этого пояса выделяются два подпояса: остепненных лугов и сухостепных лугов.

Подпояс остепненных лугов развивается на южных склонах Скалистого и Бокового хребтов в пределах высот 1500 — 1800 м н. у. м. Основным эдификатором этих лугов является эспарцет Биберштейна. Кроме него в состав их входят: злаковые — костер пестрый, тимфеевка и др.; бобовые — клевер альпийский, клевер непостоянный, клевер желтый крупноголовый, лядвенец реснитчатый и др.; разнотравье — чистец прямой, подорожник скальный, вязель пестрый, лютик горный и др. Эти луга считаются лучшими сенокосами с продуктивностью 15 — 20 ц/га сухой массы. Под этой растительностью, преимущественно на карбонатных породах (на элювио-делювии известняков) формируются горно-луговые черноземовидные почвы и горные черноземы.

Сухостепные луга формируются в межгорных котловинах, на нижних частях южных склонов в пределах высот 900 — 1500 м н. у. м. Основными эдификаторами их являются ковыльно-бородачовые и полынно-типчаково-злаковые растительные группировки. Наиболее типичными они являются в районе селений Донифарс-Задалеск Ирафского района, Унал и Тиб — Алагирского.

В состав этих лугов входит: полынь белая и таврическая, астрагалы, трагаканты, бо-

родач, чабрец, типчак, манжетка серебристая, тонконог, осока низкая, тимфеевка степная. Продуктивность их невысокая — 2 — 5 ц/га сухой поедаемой массы. Под этими лугами формируются горные лугово-степные и горные каштановидные почвы.

Растительность альпийского пояса распространена в области, недавно освобожденной из-под ледника. Пояс расположен в пределах высот 2400 — 3200 м н. у. м. Здесь часты выходы скал, их осыпей и россыпей. Суровый климат и литогенность субстрата наложили отпечаток на растительный покров. Прежде всего для него характерна удивительная миниатюрность разбросанных по субстрату растений, прижимающихся к земле или едва возвышающихся над нею, но несущих на укороченном стебельке крупные яркие цветы. Например, шиповник и дриада кавказская, едва образовав побеги длиной 2 — 3 см, дают крупные цветки: первый — ярко-розового, вторая — белого цвета.

Из-за суровых условий мест обитания флористический состав растений альпийского пояса весьма разнообразен. На россыпях, осыпях и маломощном литогенном субстрате поселяются формы растений преимущественно вегетативного размножения: подушечные — гипсолюбка, минуарции и др.; розеточные — хомесциадидум бесстебельный, примулы, молодило кавказское, очитки и др. На мелкоземлистых осыпях встречаются также некоторые мелкие рыхлокустовые и корневищно-рыхлокустовые злаки, осоки и ситниковые. С появлением их на склонах и осыпях образуется дернина, начинают смыкаться растительный и почвенный покровы, т. е. появляются альпийские ковры, которые формируются на гребнях хребтов, сильно обдуваемых ветром местами и в условиях физиологической сухости — на склонах северной и северо-западной экспозиции. Они характеризуются невысоким, но густым травостоем, куда входят злаковые — тимфеевка альпийская, лисохвост опушенный, щучка, овсяница, мятлик кавказский, осока траурная, кобрезия и др.; бобовые — клевер Елизаветы, астрагал альпийский, ви-

ка кавказская, вика альпийская; разнотравье — примула Рупрехта, минуарция кавказская, гречиха живородящая, вероника и др.; кустарники — брусника, черника, водяника, карликовая ива; повсеместно встречаются мхи и лишайники. Продуктивность этих лугов небольшая — 4—6 ц/га сухой поедаемой массы. Под этими лугами формируются альпийские торфянистые почвы.

Альпийские низкотравные луга формируются преимущественно на верхних выпуклых частях склонов северной экспозиции. Они представлены осочково-разнотравными и разнотравно-осочковыми лугами. Основными дернообразователями и ценными в кормовом отношении растениями на них являются: осока траурная, осока Мейнгаузена и осока Тюэста. В состав низкотравных лугов входят также злаки — овсяница овечья, овсец, душистый колосок; бобовые — клевер непостоянный; разнотравье — подорожник скальный, манжетка, незабудка альпийская, гречиха альпийская, лютик, мытник, мхи и др. Эти луга создают высокую проективную покрытость (80 — 90%), благодаря этому урожайность их составляет 6 — 10 ц/га при поедаемости 60 — 80%. В них содержится 10,5% протеина, жира — 2,2%, золы — 7,8%, клетчатки — 26,8% и безазотистых экстрактивных веществ — 52,7% (Шифферс, 1953).

Под альпийскими низкотравными лугами формируются влажные альпийские дерново-торфянистые почвы.

Пустошные луга формируются преимущественно на северных крутых приснеженных участках. На рассматриваемой территории выделяются: пустошно-луговой кобрезник, травяно-кустарниковые и сиббальдиевые пустоши и гераниево-пустошные луга. Пустошно-луговой кобрезник встречается в Бадском ущелье. Он характеризуется развитием мохового покрова мощностью до 30 — 40 см, с небольшим участием овсяницы овечьей, осоки траурной, валерьяны альпийской и др. Под этими фитоценозами развиваются горно-луговые торфянистые почвы.

Травяно-кустарниковые пустоши отмечены в Куртатинском ущелье. Они во многом похожи на вышеописанные, но отличаются учащением кустарников черники, брусники, водяники и др. Урожайность и кормовые достоинства этих лугов невысокие. Под этими растительными сообществами развиваются горно-луговые дерново-торфянистые (местами горно-луговые торфянистые) почвы. Имея непрочную дернину, травяно-кустарниковые пустоши легко разрушаются при использовании их в качестве выпаса для крупного рогатого скота (особенно когда почвы влажные; тогда они подвергаются сильным эрозионным процессам).

Сиббальдиевые пустоши распространены в приснеженных участках Мамисонского перевала. Они занимают здесь пологие склоны и платообразные вершины. В состав их, кроме сиббальдии, входят одуванчик Стевена, мятлик альпийский, белоус, осока траурная, минуарция и др. Здесь же, но на крутых склонах, формируются гераниевые пустоши. В состав травостоя последних входят приснеженные герани, овсяница овечья, мятлики, белоус, осоки и др. Они так же, как и сиббальдиевые пустоши, малопродуктивны, характеризуются низким травостоем. Это в основном овечьи пастбища. Под ними формируются горно-луговые дерновые маломощные почвы.

Пестроовсянецевые луга распространены на южных склонах Скалистого и Бокового хребтов в пределах высот 2400 — 2800 м н. у. м. Они в основном состоят из пестрой овсяницы, но в их состав входят также овсяница овечья, осока траурная, манжетка, подорожник скальный, гречиха альпийская, тимфеевка степная, овсец азиатский, щавель, лисохвост и др. Высота растений первого яруса — 25—30 см, урожайность — 10—15 ц/га сухой массы среднего кормового достоинства до цветения. После цветения растительный покров быстро грубеет и плохо поедается скотом. В связи с этим значительное количество надземной биомассы превращается в старик. Ежегодно в малый биологический круговорот поступает большое количество надземных частей растений и корневой сис-

темы, которые в относительно благоприятных экологических условиях принимают участие в почвообразовании. Под пестрой овсяницей формируются темноцветные горно-луговые альпийские почвы.

Растительность субнивального пояса распространена в области физического выветривания на высоте 3000—3500 м н. у. м. Это пояс каменных нагромождений, лишенных растительности.

В трещинах скал и углублениях горных пород поселяются миниатюрные «альпийцы», представленные видами растений, способных переносить низкие температуры, физиологическую сухость и имеющих короткий вегетационный период. К ним относятся: лисохвосты, кобрезия, камнеломки, фиалки, горечавки, крупки, луковичные, очиток, манжетка, водяника, крестовник, мхи, лишайники и др.

Растения субнивального пояса не имеют кормового значения, но играют большую роль в почвообразовании. Они разрушают горные породы в процессе жизнедеятельности и вовлекают элементы минерального питания в малый биологический круговорот, тем самым создавая условия для начала образования почвы.

Растительность нивального пояса распространена в области современного оледенения. Этот пояс в Центральном Кавказе расположен выше 3500—3700 м н. у. м. Из-за сурового климата высшие растения здесь отсутствуют. Это царство водорослей, покрывающих лед. На лишенных снега обнажениях встречаются лишайники, преимущественно корковые, тонкими корочками прикрывающие обнажившиеся из-под снега участки.

2.5. Гидрологические условия формирования почв

Воде принадлежит важная роль в перераспределении химических элементов на земной поверхности и участии их в почвообразовании. Циркулируя по поверхности коры выветривания и просачиваясь в ее толщу, вода растворяет и выщелачивает наиболее подвижные элементы и их соединения, образуя растворы различной концентрации.

Северная Осетия-Алания — горная страна, и реки ее, с их стремительным течением, обладают большой разрушительной способностью. Они несут огромное количество взвеси, содержание которой колеблется в пределах 22—340 г/л и зависит от характера водного потока, состава горных пород водосборного бассейна, а также наличия в воде стабилизаторов и органического вещества. Таким образом, реки Северной Осетии играют большую роль в денудации страны и аккумуляции осадков, при использовании их в орошаемом земледелии — в процессе почвообразования и пополнении почв основаниями, некоторыми макро- и микроэлементами. Достаточно сказать, что с одним кубометром поливной воды в почву попадает от 22 до 340 кг твердых частиц, т. е. при норме полива 1500 м³/га в пахотный слой поступает около 5 т минеральных частиц.

Взвеси рек представлены очень тонким материалом, поэтому богаты химическими элементами, оказывающими существенную роль в почвообразовании. Кроме того, химические элементы вместе с поливными водами поступают в почву орошаемых участков, частично поглощаются почвой, а частично используются для создания урожая сельскохозяйственных культур.

Поверхностные воды, циркулируя по поверхности коры выветривания и просачиваясь в ее толщу, определяют химизм подземных вод, в том числе гидроминеральных источников.

2.5.1. Поверхностные воды

Территория Северной Осетии изрезана густой сетью рек, берущих начало в горной части Кавказа (рис. 2.5.1). Устремляясь по направлению общего понижения территории, они в самой низкой точке Северо-Осетинской наклонной равнины (Эльхотовские ворота) впадают (кроме рек Урух и Сунжа, впадающих в р. Терек за пределами РСО-А) в Терек, который стремительно несет свои воды в Каспийское море.

Реки Северной Осетии имеют сложный режим питания, складывающийся под влиянием участия в нем вод нескольких категорий. Реки, берущие начало в области вечных лед-

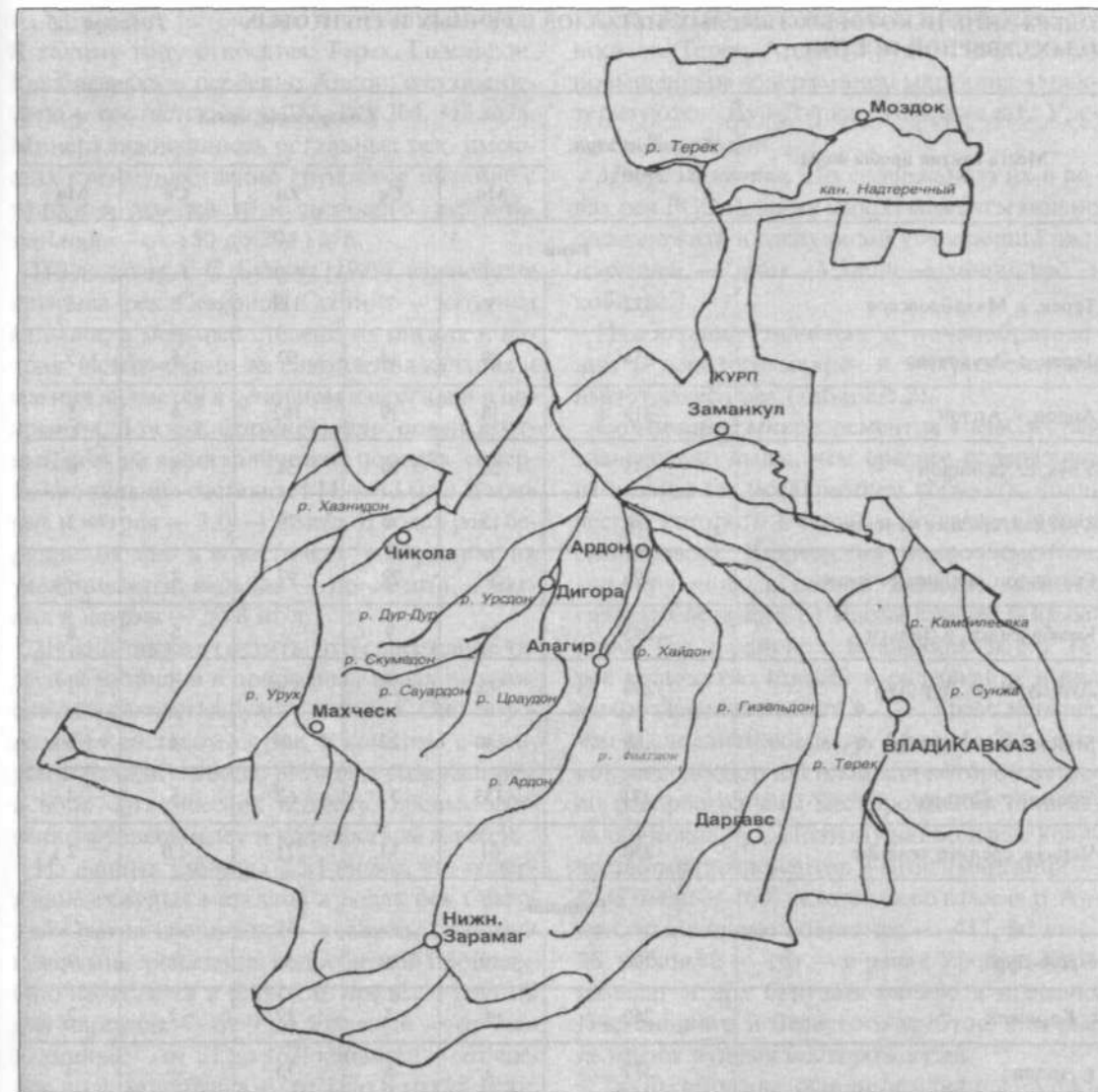


Рис. 2.5.1. Территория РСО-А изрезана густой сетью рек

ников, которые местами покрывают Центральный и Боковой хребты, имеют преимущественно ледниковое питание. Кроме того, ниже они получают грунтовое, атмосферное — снеговое и дождевое — питание. К рекам такого режима питания относятся: Терек, Урух, Ардон, Гизельдон, Фиагдон и Геналдон. Они характеризуются низким уровнем воды в зимние месяцы, когда таяние ледников практически прекращается, грунтовое питание постепенно иссякает, а осадки выпадают в твердом виде.

В весенне-летнее время уровень воды в реках поднимается за счет таяния ледников и активности других факторов питания. В частности, если зимой выпадает наименьшее количество осадков, то весной — наибольшее, и они, во-первых, способствуют таянию снега и льдов, во-вторых, пополняют запасы грунтовых вод, в-третьих, увеличивают поверхностный сток со склонов.

Реки, берущие начало в пределах Пастбищного и Лесистого хребтов, почти лишенных вечных ледников, тоже имеют сме-

Место взятия пробы воды	Сухой остаток, мг/л	Содержание, мкг/л				
		Mn	Cu	Zn	Co	Mo
Реки						
Терек, с. Михайловское	232	9	7	119	1	3
Терек, с. Эльхотово	254	29	14	93	5	5
Ардон, г. Ардон	313	18	19	162	4	5
Урух, с. Хазнидон	175	23	21	51	5	6
Фиагдон, среднее течение	180	12	8	79	—	3
Гизельдон, среднее течение	290	241	22	97	2	5
Камбилеевка, с. Зильги	265	23	9	—	5	8
Дур-Дурка, с. Дур-Дур	204	508	22	130	9	2
Майрамадаг, среднее течение	160	280	27	107	4	6
Урсдон, г. Дигора	171	353	33	63	5	1
Черная, среднее течение	150	61	12	71	1,0	2
Родники						
с. Дур-Дур	286	10	10	31	1	2
с. Карджин	250	4	5	29	1	2
г. Ардон	377	3	5	13	—	1
с. Михайловское	190	9	7	95	—	2
с. Цалык	540	2	1	29	—	8
с. Хумалаг	400	4	4	29	—	3

шанное (с преобладанием дождевого) питание и летний сток. К этому типу относится р. Урсдон.

Преимущественно грунтовое питание (с участием дождевого и снегового) с преобладанием весенне-летнего стока имеют реки: Дур-Дурка, Камбилеевка, Майрамадаг, Цраудон, Суадаг, Сунжа и др.

Несмотря на повышенное содержание взвешенных частиц, минерализованность рек Северной Осетии, как это свойственно горным рекам, незначительная (табл. 2.5.1) и не оказывает существенного влияния на химический состав почв.

Наиболее минерализованными являются реки, в питании которых значительное мес-

то занимают источники минеральных вод. К такому типу относятся: Терек, Гизельдон, Камбилеевка и особенно Ардон, с сухим остатком соответственно 253, 290, 264, 313 мг/л. Минерализованность остальных рек, имеющих преимущественно грунтовое питание с участием дождевого и снегового, незначительная — от 150 до 204 мг/л.

По данным А. С. Будуна (1989), важнейшие катионы рек Северной Осетии — катионы кальция, в меньшей степени — магния и натрия. Источниками же накопления кальция и магния являются в основном известняки и доломиты. В реках, формирующих поверхностный сток на кристаллических породах, содержание кальция составляет 11 — 13 мг/л, а магния и натрия — 1,0—1,5 мг/л. В водах рек, берущих начало в известняках, содержание их увеличивается: кальция — до 44 мг/л, а магния и натрия — до 8 мг/л.

Нужно также отметить, что содержание тяжелых металлов в природных водах не зависит от количества сухого остатка. Оно определяется составом пород, в контакте с которыми находится вода, pH воды, содержанием в воде органических веществ, преимущественно фульвокислот и количеством взвесей.

Из данных таблицы 2.5.1 видно, что содержание тяжелых металлов в водах рек Северной Осетии неодинаково и зависит от источников минерализации водосборной площади. Оно колеблется в широких пределах (мкг/л): для марганца — от 9 до 508; меди — от 7 до 33; цинка — от 51 до 162; кобальта — от следов до 9; молибдена — от 1 до 8 мкг/л. Реки, на водосборной площади которых имеются месторождения полиметаллических руд и источники минеральных вод, содержат повышенное количество тяжелых металлов, за исключением марганца, количество которого значительно выше в водах рек, берущих начало в пределах Пастбищного и Лесистого хребтов и имеющих преимущественно дождевое и грунтовое питание. Повышенное содержание марганца в реках, берущих начало в пределах Пастбищного и Лесистого хребтов, связано с высокой подвижностью этого элемента в почвах кислого значения pH среды.

К рекам, имеющим повышенное содержа-

ние меди, цинка, кобальта и молибдена, относятся: Терек, Ардон, Урух и Гизельдон, а повышенным содержанием марганца характеризуются: Дур-Дурка, Майрамадаг, Урсдон и Гизельдон.

Микроэлементы. По содержанию их в водах рек РСО-Алания микроэлементы можно расположить в следующий убывающий ряд: марганец → цинк → медь → молибден → кобальт.

Наибольшее значение в почвообразовании и переносе макро- и микроэлементов имеют взвеси рек (табл. 2.5.2).

Содержание микроэлементов в взвесах рек значительно выше, чем среднее содержание их в почве (за исключением кобальта, количество которого в почве и во взвесах почти одинаковое). Количество микроэлементов, мигрирующих в состав взвесей, зависит, главным образом, от массы взвесей и их состава. Так, в районе г. Владикавказа в р. Терек количество взвесей и содержание в них микроэлементов почти в 2 — 3 раза меньше, чем после слияния его с р. Ардон (с. Эльхотово), на водосборной площади которой широко распространены месторождения полиметаллических руд. Поэтому наибольшее количество микроэлементов в мкг/кг (марганца — 5248, меди — 160) находится во взвесах р. Ардон, наименьшее (марганца — 417, меди — 26, кобальта — 16) — в реках Урсдон, Майрамадаг и др., берущих начало в пределах Пастбищного и Лесистого хребтов, которые не имеют рудных месторождений.

Таким образом, основное влияние на процессы почвообразования оказывают взвеси речных вод при их использовании в орошаемом земледелии. Вместе со взвесями орошаемые земли получают значительно больше микроэлементов, чем их выносятся с урожаем сельскохозяйственных культур.

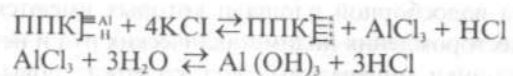
В целом же годовой вынос микроэлементов с твердым стоком выражается довольно высокими показателями в тоннах: марганца — от 0,8 до 5646; меди — от 0,05 до 310; кобальта — от 0,02 до 51. В ионной форме этих элементов выносятся значительно меньше. Так, марганца — всего 0,1 — 7 т, меди — 0,03 — 2,9 т, кобальта — 0,01 — 1,0 т.

Река, место взятия пробы	Взвесь, г/л	Mn	Cu	Co
Терек, с. Михайловское	340	750	45	23
Терек, с. Эльхотово	89	2455	135	22
Ардон, г. Ардон	120	5448	160	23
Фиагдон, среднее течение	26	646	50	22
Гизельдон, среднее течение	22	668	45	23
Камбилесвка, с. Зильги	64	724	126	25
Дур-Дурка, с. Дур-Дур	—	692	57	22
Майрамадаг, среднее течение	—	708	48	23
Урсдон, г. Дигора	140	417	26	16
Черная, среднее течение	—	477	141	30

Важное значение в почвообразовании играют грунтовые, местами поверхностно застойные воды. Как в первом, так и во втором случае создаются анаэробные условия, при которых трехвалентное железо восстанавливается до двухвалентного состояния с образованием растворимых солей: FeCO_3 , $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ и FeSO_4 , которые доступны растениям, но высокие концентрации которых токсичны для них. В анаэробных условиях четырехвалентный марганец, неподвижный и недоступный растениям, восстанавливается до легкоподвижной двухвалентной формы, в результате чего концентрация его повышается и становится токсичной для сельскохозяйственных культур, особенно люцерны, клевера, ячменя, гороха, картофеля и других культур (Палавеев, Тотев, 1983).

Как правило, анаэробные процессы сопровождаются повышением кислотности почвы. В почвах же с кислой реакцией по-

чвенной среды появляется обменный алюминий, представляющий собой очень подвижную и токсичную для растений форму. В повышенных концентрациях, порядка 3—7 мг на 100 г почвы, ион Al^{3+} токсичен для многих растений. Кроме того, наличие в почвенном поглощающем комплексе обменного алюминия способствует подкислению почвы. Например, при внесении в такие почвы калийных удобрений обменная реакция протекает по уравнению:



Это влечет за собой грунтовое и временное переувлажнение почв, которое приводит к существенным изменениям направления процесса почвообразования. В результате этого химические элементы, подвижные в условиях кислой реакции почвенной среды, выщелачиваются в нижние горизонты почвы, часто — за ее пределы.

Территория Северной Осетии-Алании поистине является природным музеем почв. На почвенной карте республики (1990) выделено 28 типов и 108 подтипов почв. Такое разнообразие связано с резко выраженной вертикальной зональностью и изменением экологических условий. От северной границы республики до южной, на расстоянии всего 130 км, высота местности над уровнем моря изменяется от 110 до 5047 м. В этом же направлении осадки увеличиваются от 350 до 900 мм в предгорье и более 1000 мм — в горах; сумма активных температур ($>10^\circ$) уменьшается от 3500 $^\circ\text{C}$ до условий Арктики. Сухостепная растительность сменяется степной, лесостепной, лесной (широколиственной) на передовых хребтах и хвойной — на северных склонах межгорных котловин; в горах — луговой, а в субнивальном поясе — первичной.

Не менее разнообразны и почвообразующие породы. В равнинной части они представлены лессами и лессовидными суглинками, в предгорной наклонной равнине — флювио-гляциальными валунно-галечниковыми отложениями, перекрытыми небольшим чехлом аллювиально-делювиальных суглинков и глин. На стыке перехода предгорных равнин в шлейфы Черных лесистых гор аллювий прикрыт мощными делювиальными желто-бурыми глинами.

В высокогорье почвообразующие породы еще разнообразнее. Они представлены элювием и элювио-делювием коренных горных пород (известняков, глинистых и кристаллических сланцев, песчаников, гранитов и др.), а в межгорных долинах — груботекстурными аллювиальными отложениями.

Такое разнообразие экологических условий создало исключительно пестрый почвенный покров. Поэтому во все времена, начиная с открытия В. В. Докучаевым Кавказа для русских почвоведов, здесь работало несколько поколений почвоведов, оставивших глубокий след в изучении почв Северного Кавказа, в частности Северной Осетии.

Первые сведения о почвах Северной Осетии мы находим в трудах основоположника генетического почвоведения В. В. Докучаева (1948), который, прибыв в 1878 году во Владикавказ, писал: «На всем 400-верстном расстоянии между Кавказской станцией и Владикавказом железная дорога шла по очень волнистой местности, то весьма близко подходя к Кубани и притокам Кумы, то извиваясь среди довольно высоких холмов, то пробегая по сравнительно весьма ровным местностям. К югу от Кубани, примерно до Невинномысска, подпочва, видимо, была сильноглинистой, — отсюда до Минеральных Вод она сделалась рухляковой, на-

конец к Владикавказу поверхностный грунт состоял, главным образом, из сильно окатанной гальки; только местами, как, например, у последнего пункта, этот галечник покрывался нетолстым слоем синевато-бурой глиной.

Столь же разнообразна была здесь и растительность, но преобладал все-таки бурьян.

Понятно, при таком непостоянстве условий рельефа, подпочвы и растительности, и сами почвы не могли быть тождественными... Северо-восточнее Дарг-Коха и северо-западнее Владикавказа они были темно-серые при толщине 30 — 61 см, близ других — серые и не толще 30 — 45 см».

В. В. Докучаев отобрал один образец почвы «степь, в версте-двух от гор» и охарактеризовал его мощностью 64 см с содержанием гумуса 9,266% и гигроскопической воды 3,543%. Посетив горные части Дагестана и Северной Осетии, далее он пишет: «Еще могущественнее, еще невыгоднее влияет на почвы рельеф местности самих Кавказских гор... и далее некоторым добавлением к моей поездке по Дагестану может служить небольшая пешеходная экскурсия, сделанная мною из Владикавказа по Военно-Грузинской дороге до станции Балта (в 13 км от г. Владикавказа. — К. Б.). Впрочем, как на пути сюда, так и во время осмотра ближайших окрестностей Балты я увидел то же, что и в Дагестане и в самой южной части Крыма: бесконечный лабиринт горных цепей, скал и ущелий, горные склоны, часто в 45 — 90° падения, местами покрытые девственным лесом, необыкновенно быстрое течение горных потоков и полное отсутствие почв; только в совершенно замкнутых котловинах можно было видеть иногда темно-серые массы, представлявшие механическую смесь камня, древесных и травянистых остатков и мелкой пыли или ила». И далее В. В. Докучаев заключает: «Итак, значит, ни о каких нормально лежащих почвах ни в гористой части Крыма, ни в Центральном Кавказе не может быть и речи» (В. В. Докучаев, 1947, с. 347 — 351).

В результате проведенных почвенных ис-

следований в Дагестане и Осетии В. В. Докучаев установил закон вертикальной зональности почв. В процессе изучения почвенного покрова гор он пришел к выводу, что «рельеф местности в горных странах является вершителем почвенных судеб».

Аналогичную точку зрения о горных почвах высказал и Г. Вертепов, который, побывав в горах Северной Осетии в 1892 г., писал: «В горах Осетии плодородной почвы почти нет, а если она создается искусственно, то ничто не может застраховать ее от обвалов, осево и ливней, нередко смывающих и саму почву» (Вертепов, 1892).

После этих довольно общих сведений почвы Северной Осетии долгое время в научной литературе не упоминались, и только в 1924 и 1925 годах профессор С. А. Захаров, используя имеющиеся литературные данные, слегка коснулся их (Захаров, 1924, 1925).

Первые маршрутные почвенные исследования плоскостной части Северной Осетии были проведены агрономами агросети «Севосредсельсоюза» под руководством Н. П. Слепушкина, который обобщил полученные материалы и опубликовал их в «Известиях Осетинского научно-исследовательского института краеведения».

Н. П. Слепушкин, с позиций учения В. В. Докучаева о факторах почвообразования, дал довольно подробную характеристику климата, почвообразующих пород и растительности. Он, насколько ему позволили маршрутные почвенные обследования, провел, без учета общей вертикальной зональности, почвенное районирование, т. е. выявил локальное распределение почв в плоскостной части республики. Тогда впервые почвам Осетии были даны научные названия, во многом соответствующие современной номенклатуре почв. Некоторым подтипам почв дана морфологическая, краткая механическая, физическая и химическая характеристики, которые представляют определенный интерес при изучении динамики свойств почв в связи с их хозяйственным использованием в течение 70 лет.

Некоторые данные о почвах Северной

Осетии имеются в работе «Почвы Моздокской степи» С. С. Неуструева и Е. Н. Ивановой (1920), которые в Моздокском районе выделили и описали темно-каштановые карбонатные почвы, первыми подметив провинциальные особенности этих почв и указав, что они «в малой степени напоминают каштановые почвы востока».

Одновременно с этими исследованиями (и большей частью опираясь на их результаты) профессор ГСХИ А. М. Панков составил почвенную карту бассейна Терека в масштабе 10 верст в 1 дюйме, а распределение почв рассматривал с позиций общей вертикальной зональности Северного Кавказа. Так, по А. М. Панкову, в правобережной части Северной Осетии смена почвенных зон происходит следующим образом: «От деградированных серых вторично подзолистых почв через темно-серые вторично подзолистые почвы и выщелоченные черноземы, через карбонатные черноземы склонов, большей частью слабо- или сильноскелетного характера, нередко смытые, к средним (обыкновенным) черноземам Брутовской равнины, которые и продолжают почти до р. Камбилеевки, где они сменяются мощными выщелоченными черноземами Терско-Камбилеевской равнины. Отсюда, к юго-западу мощные черноземы сменяются узкой полосой (пятнами) выщелоченных черноземов, которые при движении к Владикавказу сменяются деградированными почвами (вторичными темно-серыми лесными почвами). Вдоль гор, в предлесной полосе, в южной части области проходят почвы подзолистые, нередко с признаками заболачивания (лугово-подзолистые почвы), с пятнами луговых недоразвитых, грубоскелетных (галечниковых) почв и почв болотных» (Панков, 1928).

К этому же периоду исследования почв Северной Осетии относятся работы М. М. Рыбакова (1927), которые посвящены изучению лесных вторично подзолистых почв Кабардино-Сунженской возвышенности и выщелоченных черноземов на галечнике, а также болотных почв в районе селений Дарг-Кох и Карджин.

Первый этап исследования почв Северной Осетии завершается составлением почвенной карты бассейна Терека под руководством Р. И. Аболина и С. В. Зонна (1933), на которой вершина и значительная часть склонов Кабардино-Сунженской возвышенности заняты горно-лесными почвами в комплексе с выщелоченными черноземами, юго-восточные склоны — горными черноземами различного механического состава, а Цалыкская депрессия — средними черноземами, местами с долинными (балочными) черноземами.

А. И. Троицкий (1947) впервые на территории горной части республики выделил и описал горно-степные почвы, указав, что они формируются в условиях засушливого климата с годовым количеством осадков в 300 — 400 мм, высокой дренированности, под изреженной ксерофитной растительностью.

Второй этап исследования почв Северной Осетии начался с появлением работ профессора ГСХИ Е. В. Рубилина. Под его руководством коллективом кафедры почвоведения института были проведены детальные исследования почв предгорных равнин и прилегающих к ним возвышенностей, на основе которых были составлены схема эволюции почвенного покрова и систематический список почв. В последнем выделено 8 типов и 14 подтипов почв, которым даны подробные морфологическая, гранулометрическая, химическая и минералогическая характеристики. Особенно ценным в этих исследованиях является изучение наиболее мобильной части почвы — запасов и состава органического вещества (Рубилин, 1938, 1939, 1941, 1945, 1947, 1954, 1956, 1960). Е. В. Рубилин совместно с В. Н. Мина провел исследования динамики некоторых свойств оподзоленных почв (Мина, Рубилин, 1939).

Значительный вклад в изучение почв Северной Осетии внесла профессор К. И. Трофименко, составившая продольный профиль почв и грунтов правобережья р. Терек (1947), почвенную карту и карту природных зон Северной Осетии в масштабе 1:200000 (1959, 1960). В соавторстве с профессором Е. В. Ру-

билиным (1947, 1951), а позже с сотрудниками кафедры Н. И. Калоевой и М. И. Сикорским она исследовала свойства основных типов почв республики. Результаты этих исследований нашли отражение в научных статьях (24), в том числе в томе III монографии «Агрохимическая характеристика почв СССР», вышедшей в издательстве «Наука» в 1964 г.

Доцентом кафедры почвоведения и агроэкологии Горского сельскохозяйственного института Н. И. Калоевой проведено изучение происхождения основных типов и подтипов почв западной части республики. В результате исследований были выявлены особенности почвообразования бурых лесных, серых лесных, дерновых, в различной степени оподзоленных и оглеенных почв, черноземов выщелоченных и оподзоленных. Были даны их подробные физико-химическая и агропроизводственная характеристики (1964, 1965, 1967, 1968).

Значительное место в почвоведении заняли ее работы по динамике свойств почв сортоучастков (1983, 1984). Одновременно она, совместно с М. И. Сикорским, явилась составителем республиканской почвенной карты (1963), карты агропроизводственных групп почв и почвенной карты РФ в масштабе 1:25000 (1988).

Н. И. Калоева принимала также участие в составлении Государственного доклада по части «Земельные ресурсы Северной Осетии и пути рационального их использования» (1994, 1995).

Доцент ГСХИ М. И. Сикорский провел исследования водно-физических свойств основных типов почв Северной Осетии (1965) и установил, что дерново-подзолистые почвы с глубины 30 — 40 см имеют плотный водонепроницаемый слой, который и является причиной формирования поверхностного переувлажнения.

Третий этап исследования почв республики начался в 60-х годах, когда институт «Росгипрозем» приступил к детальному и сплошному обследованию почв в масштабе 1:10000 в плоскостной части и 1:25000 — в горной. В результате первого тура (1960 — 1965) были составлены почвенные кар-

ты по хозяйствам для плоскостной части республики.

Второй тур почвенных обследований проводился в 1970 — 1976 гг. Почвенные обследования плоскостной части республики проводились силами почвоведов «Росгипрозем», под методическим руководством Э. Н. Молчанова, а горной — отделом почвоведения Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного сельского хозяйства под руководством К. Х. Бясова (1978). В результате для каждого хозяйства были составлены почвенные карты, карты эрозии и агропроизводственных групп почв. На основании этих материалов под редакцией Э. Н. Молчанова и К. Х. Бясова были составлены республиканская почвенная карта в масштабе 1:100000 и пояснительная записка к ней (рис. 3.1). В этот же период были проведены первые работы по изучению микроэлементного состава почв (Уртаев, 1967; Бясов, 1969а, 1969б).

Вопросам диагностики, классификации, картографирования и защиты почв от эрозии посвящены работы профессора СОГУ К. Х. Бясова (1985, 1986, 1987).

Важную роль в почвоведении играют агрохимические исследования, обеспечивающие наблюдение за динамикой изменения свойств почв, так как по мере интенсификации земледелия увеличивалась антропогенная нагрузка на почвы, особенно на пахотный горизонт. Внедрение интенсивных технологий, орошения и высокоурожайных сельскохозяйственных культур ухудшили физические свойства почв, создали отрицательный баланс гумуса, азота, фосфора, калия и микроэлементов. Вследствие этого существенно изменились агрохимические свойства этого горизонта.

Проблемой изучения агрохимических свойств почв республики и применения удобрений, начиная с 60-х годов, занималась кафедра агрохимии Горского сельскохозяйственного института (ГСХИ), ныне Горский государственный аграрный университет (ГГАУ), которая (профессора Г. Г. Джанаев, С. Х. Дзанагов, А. В. Газданов; доценты Ц.А. Хекилаев, А. Л. Уртаев, Б. К. Кцоев,

А. У. Газданов, В. С. Гизоев, З. Г. Джанаев) изучала запасы гумуса, азота, фосфора и калия в метровом слое почвы и в гумусово-аккумулятивном горизонте (А + В). Большое внимание было уделено балансу гумуса, степени обеспеченности почв доступными питательными веществами (азот, фосфор, калий) и микроэлементами (бор, марганец, цинк, молибден, медь, кобальт).

На основании исследований этих ученых были составлены картограммы запасов гумуса, азота, фосфора, калия, кислотности почв, а также доступных элементов пищи (NPK), включая микроэлементы. Во всех почвенно-климатических зонах республики проводились полевые опыты в целях изучения эффективности применения удобрений.

В результате проведенных исследований были разработаны модели плодородия почв республики, технология эффективного применения удобрений в севооборотах, позволяющая получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур с хорошими экологическими показателями продукции; установлены пути сохранения и повышения почвенного плодородия, предотвращения возможного загрязнения почв нитратами, агрохимикатами и тяжелыми металлами.

С. Х. Дзанаговым, А. В. Газдановым, Ц.А. Хекилаевым, А. У. Газдановым, В. С. Гизоевым были проведены глубокие исследования по изучению динамики параметров плодородия основных типов почв РСО-Алания, включающие кислотность, содержание и баланс основных питательных элементов и гумуса, вопросы известкования кислых почв.

Кандидат сельскохозяйственных наук К. Е. Сокаев занимался изучением динамики влажности и пищевого режима каштановых почв в зависимости от орошения и применения минеральных удобрений. Под его руководством было проведено два тура (1987 — 1990 и 1991 — 1995 гг.) сплошного агрохимического обследования почв республики, в результате которых установлена тенденция снижения плодородия почв, связанная в основном с резким сокращением (в 10 раз) внесения удобрений и полным прекращением известкования кислых почв.

Первые исследования физических свойств почв РСО-А еще в 1947 г. были начаты профессором И. С. Грабовским, доцентами А. И. Мешковой и Н. А. Лавровой, которые охватили тогда черноземы карбонатные (обыкновенные), выщелоченные, деградированные (оподзоленные) и серые лесные почвы Силтанукской возвышенности, а также Предкавказский карбонатный (обыкновенный) глинистый чернозем (номенклатура почв авторов сохранена, в скобках дается современная номенклатура. — К. Б.), балочный (долинный) карбонатный чернозем и предкавказский карбонатный тяжело-суглинистый чернозем «плато» Цалык. Для этих почв по генетическим горизонтам были определены общие физические свойства, микроагрегатный и механический составы, содержание гумуса и процент водопроходной структуры, рассчитаны скважность и влагоемкость почв.

Так, по их данным, содержание гумуса в горизонте А черноземов примерно одинаковое и колеблется в пределах от 6,14% до 6,84%, а процент водопроходной структуры в нем понижается от карбонатного и выщелоченного чернозема (85,4 — 86,9%) к деградированному чернозему и серой лесной подзолистой почве (77,1 — 78,9%).

Аналогичный вывод был сделан ими и в отношении содержания микроагрегатов. Для черноземов «плато» Цалык ученые, кроме того, рассчитали коэффициент фильтрации. В результате исследований они пришли к выводу, что карбонатный чернозем широких водоразделов и пологих склонов Цалыка способен впитать в себя без потерь на сток осадки даже ливневого характера. Верхние горизонты его в минуту пропускают от 2,0 до 3,7 мм, при максимальной интенсивности осадков в этом районе 2 мм в минуту. Что касается балочного чернозема, то его верхние горизонты обладают меньшим коэффициентом фильтрации, но обеспечивают усвоение осадков значительной интенсивности (20 — 25 мм/час) (Грабовский, Мешкова, 1947).

Второй этап исследований водно-физических свойств основных типов почв предгор-

ных равнин Северной Осетии связан с работами М. И. Сикорского, изучавшего водопроницаемость почв с поверхности и каждого генетического горизонта в отдельности и в результате исследований установившего, что дерновый горизонт дерново-оподзоленных почв имеет высокую водопроницаемость (3,51 мм/мин), а бесструктурный оподзоленный — низкую (1,11 мм/мин). Дерново-глеевые почвы также имеют низкую водопроницаемость (1,18 мм/мин), а черноземы выщелоченные и карбонатные — высокую (1,93 — 28,9 мм/мин). М. И. Сикорским было установлено также, что каштановые карбонатные почвы отличаются меньшей водопроницаемостью, чем черноземы.

Третий этап исследований физических свойств почв Республики Северная Осетия-Алания начали сотрудники и аспиранты кафедры общего земледелия Горского государственного аграрного университета (В. А. Майсурадзе, С. К. Костик, Р. К. Годжиев и А. А. Козырь) под руководством профессора Э. Д. Адиньяева. На кафедре в течение 1994 — 1995 гг. проводились исследования по изучению водно-физических свойств выщелоченных и обыкновенных черноземов, лугово-черноземных и каштановых почв на орошаемых землях, в результате которых было установлено, что в орошаемых условиях соотношение капиллярных и некапиллярных пор приобретает исключительное значение, так как ими, главным образом, обуславливаются скорость фильтрации воды при поливах и высота поднятия воды в случае неглубокого залегания уровня грунтовых вод, а также воздухообмен почв.

Общая пористость рассматриваемых почв довольно высокая (47 — 58%) при отсутствии сильных колебаний по профилю, а капиллярная скважность находится в пределах 32 — 43%, обеспечивая хорошую полевую влагоемкость почв. Кроме того, было выяв-

лено, что величина максимальной гигроскопичности (МГ) находится в прямой зависимости от наличия в почве коллоидов как органического, так и минерального происхождения. Именно гигроскопичность определяет нижний предел доступной для растений влаги. Если на лугово-черноземных почвах величина МГ составляет 9,9 — 9,3%, что приближает эти почвы к черноземам карбонатным (11,5 — 8,5%), то на каштановых почвах, и особенно на выщелоченных черноземах, отмечено резкое уменьшение величины МГ (5,4 — 3,5%). Установлено также, что каштановые почвы имеют самое лучшее сочетание воды и воздуха. По всему профилю воздух в них занимает от 19,5 до 29,5% от объема почвы. Удовлетворительное и хорошее сочетание воды и воздуха также отмечается в лугово-черноземных почвах. В карбонатных и выщелоченных черноземах в подпахотном горизонте содержание воздуха низкое (8,8 — 11,0%), что, видимо, объясняется образованием «плужной» подошвы. Для усиления аэрации этих почв предложены агротехнические мероприятия.

В рассматриваемых почвах накапливается значительное количество продуктивной влаги. Установлено, что в метровом слое обыкновенных черноземов количество ее составляет 122 мм, в лугово-черноземных почвах — 95 мм, каштановых — 89 мм, а на выщелоченных черноземах до глубины залегания галечника (0 — 83 см) — 86 мм. Если учесть, что среднесуточный расход влаги большинством сельскохозяйственных культур на орошаемых землях за вегетацию в среднем составляет 4 мм/сутки, то указанный запас продуктивной влаги достаточен соответственно на 30, 24, 22 и 21 день. Поэтому, по сравнению с другими почвами, на выщелоченных черноземах, ввиду близкого залегания галечника, рекомендуется размеры поливных норм уменьшать до 300 — 500 м³/га.

Сложное строение поверхности территории Республики Северная Осетия-Алания, наличие на ее южной окраине одной из высочайших вершин Кавказа с его вечными ледниками, Терско-Кумской полупустыни — на северной, а также перепады высот от 110 до 5047 м на расстоянии 130 км создают неодинаковые условия почвообразования и пестрый почвенный покров, усиливающийся сложным строением мезо- и микрорельефа, которые способствуют формированию среди зональных почв интразональных (лугово-черноземных, лугово-болотных, лугово-каштановых и др.). Тем не менее, распределение почв на территории республики подчиняется закону вертикальной зональности, при котором четко выделяется ряд почвенных зон (рис. 4.1). Правда, стройный ряд распределения почв по вертикальным природным поясам в предгорной зоне нарушается наличием Кабардино-Сунженской возвышенности, на склонах которой создается свое собственное вертикальное микрозональное распределение факторов почвообразования и почвенного покрова.

В горной зоне еще сильнее проявляется влияние рельефа на распределение почв. Здесь склоны Лесистого, Пастбищного, Скалистого, Бокового и Водораздельного хребтов густо изрезаны древними эрозионными балками, составляя склоны второго

порядка, усложняющие распределение факторов почвообразования. В результате всего этого создается пестрое сочетание почвенного покрова. При этом один подтип или тип почвы внедряется в зону другого. Поэтому при районировании основного типа почв попадают почвы, не свойственные основной почвенной зоне. Например, горные лугово-степные, горно-луговые черноземовидные почвы и горные черноземы по южным склонам второго порядка поднимаются в зону горно-луговых почв.

В поясе горных лугово-степных почв, в верхних частях северных и северо-восточных склонов второго порядка отдельными массивами встречаются горно-луговые черноземовидные почвы и черноземы горные. Из-за мелкой контурности и ограниченности по площади их практически невозможно выделить в самостоятельную зону. Поэтому они включены в зону горно-степных почв, описание же их дается отдельно.

Аналогичная картина складывается и с горно-луговыми субальпийскими, альпийскими неполноразвитыми и лугово-лесными почвами. Хотя эти подтипы почв четко выделяются по морфологическим признакам, химизмам и биологической активности, они создают настолько пеструю структуру почвенного покрова, что отделить их друг от друга на мелкомасштабной карте исключи-

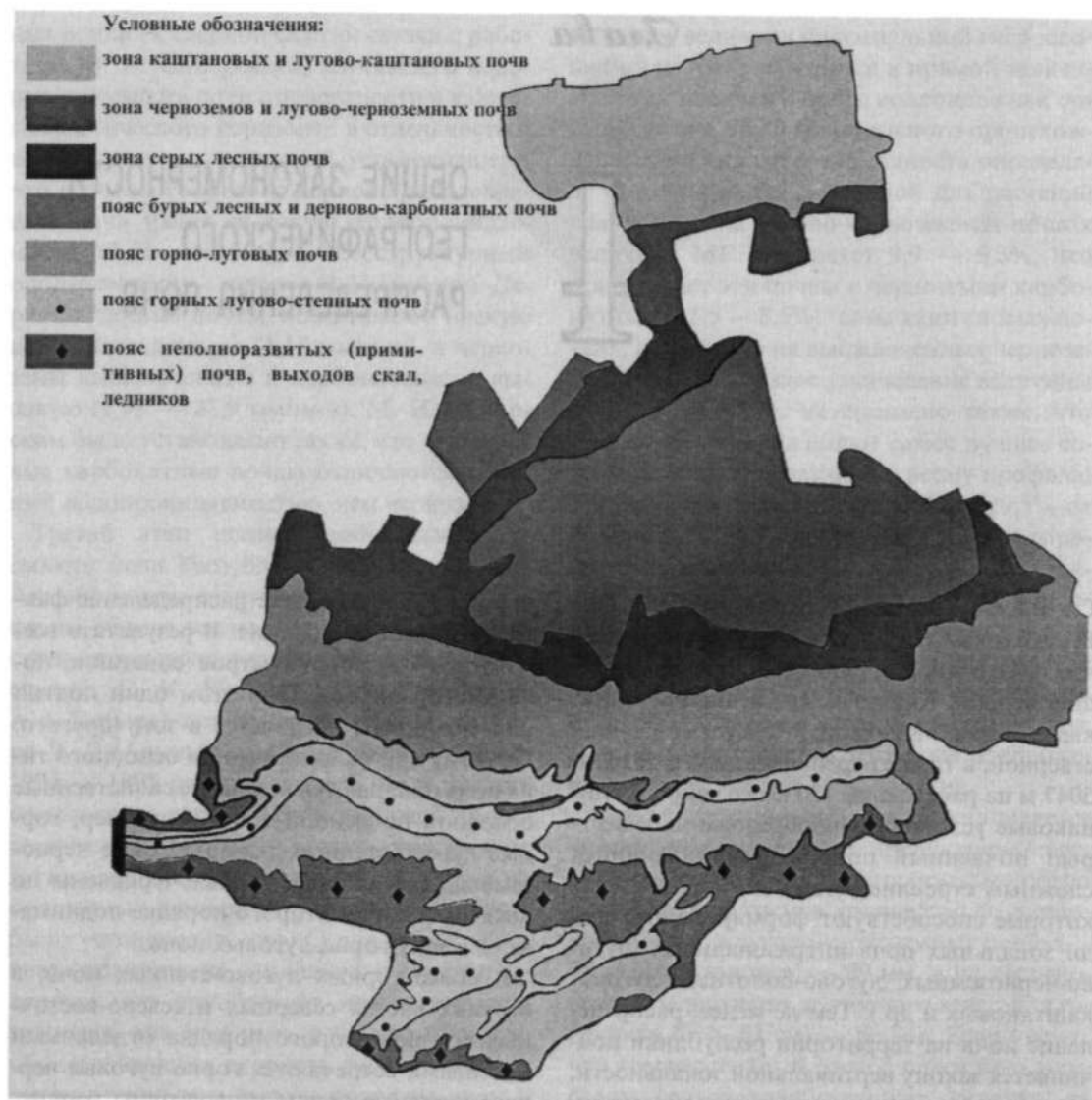


Рис. 4.1. Почвенные зоны и пояса РСО-А

тельно сложно. Поэтому целесообразнее показать их в поясе типа горно-луговых почв. Описание же других встречающихся почв дается по подтипам (поясам), т. е. почвенная зона определяется как ареал определенного типа почвенных сочетаний, в состав которых, наряду с одними или несколькими основными, входят и другие типы и подтипы почв, развивающихся в интразональных условиях.

В соответствии с условиями почвообразо-

вания на северной окраине республики — в Моздокском административном районе — распространены каштановые, темно-каштановые, лугово-каштановые, аллювиально-дерновые почвы, черноземы южные и обыкновенные.

Каштановые почвы имеют распространение на площади 21 тыс. га, в основном в северо-восточной части района. Они представлены комплексом каштановых карбонатных, каштановых орошаемых карбонат-

ных, каштановых орошаемых карбонатных-солонцеватых по роду. Каштановые почвы рассматриваемой зоны маломощные ($A + B$ — 20—30 см), среднемощные ($A + B$ — 30—50), среднесуглинистые. Вся площадь, занимаемая ими, распахивается.

Темно-каштановые почвы распространены на площади 18,3 тыс. га, в северо-западной части левобережья и юго-восточной части правобережья р. Терек. В левобережье они представлены в чистом виде (без комплексов) карбонатными орошаемыми и лугово-каштановыми орошаемыми карбонатными засоленными и солонцеватыми среднемощными тяжелосуглинистыми разностями. Вся площадь темно-каштановых почв также распахивается.

Зона аллювиально-дерновых почв распространена на площади 8,2 тыс. га в пойме р. Терек. Она проходит довольно широкой полосой. Среди аллювиально-дерновых почв выделяется комплекс аллювиально-дерновых насыщенных и аллювиально-дерновых насыщенных карбонатных почв. Рассматриваемые почвы среднемощные, мало- и среднегумусные. Значительная их часть в этой зоне распахивается. Большая доля площади занята лесом. Практически все населенные пункты района находятся именно в рассматриваемой зоне, в том числе и г. Моздок.

Зона черноземов. Темно-каштановые почвы к подножию северного склона Терского хребта сменяются черноземами южными. Они распространены сплошной неширокой полосой в комплексе с луговато-черноземными орошаемыми выщелоченными и карбонатными почвами площадью 3,9 тыс. га. Черноземы южные — слабо- и среднегумусные, среднемощные, тяжелосуглинистые. Местами слабосмытые.

Обыкновенные черноземы занимают площадь 42,9 тыс. га, на склонах Терского хребта закономерно сменяя южные черноземы и переходя в Алханчуртскую долину и Цалыкскую депрессию. Рассматриваемые почвы на склонах Терского хребта и на южном склоне Кабардино-Сунженской возвышенности средне- и сильноэродированы, мало-

мощны. По механическому составу они являются тяжелосуглинистыми. Они карбонатны с поверхности, слабо- и малогумусные (4—6%). Удобные для обработки массивы распаханы. Только на крутых склонах сохранилась естественная лугово-степная растительность. В предгорной наклонной равнине граница зоны обыкновенных черноземов тянется сплошной полосой от г. Беслана по правую сторону железной дороги до 1/3 высоты южного склона Кабардино-Сунженского хребта и Эльхотовских ворот. Она переходит в левобережье р. Терек, где занимает нижние части юго-восточного склона Змейского хребта.

В центральной части Северо-Осетинской предгорной наклонной равнины обыкновенные черноземы сменяются черноземами типичными (16,3 тыс. га) и выщелоченными (41,9 тыс. га), а в междуречьях, в пониженных элементах рельефа — лугово-черноземными почвами (45,6 тыс. га). Типичные черноземы распространены на приподнятых северо-западной и восточной частях предгорной равнины, в районах селений Чермен, Майское, а также восточнее г. Дигоры в междуречье рек Урсдон, Дур-Дурка и западнее с. Эльхотово. Кроме того, они узкой полосой расположены на Кабардино-Сунженской возвышенности и Змейском хребте, где сменяются серыми лесными почвами. Типичные черноземы — тяжелосуглинистые, среднемощные ($A + B$ — 40—80 см), среднегумусные (6—9%), на склонах они слабо- и среднеэродированные.

Выщелоченные черноземы встречаются отдельными массивами по всей предгорной Северо-Осетинской наклонной равнине, где сменяются черноземами типичными. В центральной части равнины они подстилаются галечником на глубине 25—80 см, поэтому местами маломощны, часто они бывают каменистые, глинистые и тяжелосуглинистые. В западной части республики выщелоченные черноземы формируются на делювиальных желто-бурых глинах, поэтому они более мощные. Выщелоченные черноземы в основном среднегумусные, хотя встречаются и малогумусные виды.

Лугово-черноземные почвы встречаются значительными массивами среди выщелоченных черноземов, где занимают пониженные элементы рельефа в междуречьях многочисленных горных рек. Ближе к слиянию горных рек с Теремом распространены лугово-черноземные почвы грунтового увлажнения, а в среднем течении их — преимущественно поверхностного увлажнения. Лугово-черноземные почвы имеют много общего по строению профиля и химическим свойствам с выщелоченными черноземами, среди которых они формируются, особенно в засушливые годы. Они, как и выщелоченные черноземы — тяжелосуглинистые, среднегумусные, в основном среднемощные, часто — каменистые. Отличительной особенностью их по сравнению с выщелоченными черноземами является наличие в профиле слабых признаков переувлажнения — сизых пятен.

Зона серых лесных почв. Выщелоченные черноземы Северо-Осетинской предгорной наклонной равнины и Силтанукской возвышенности к югу постепенно сменяются черноземами оподзоленными и серыми лесными почвами. Последние сплошной широкой полосой проходят по нижним частям шлейфов Черных лесистых гор и стыку перехода их в предгорную наклонную равнину. В западной части территории республики они соединяются с полосой серых лесных почв Кабардино-Сунженской возвышенности, и почвы Северо-Осетинской предгорной наклонной равнины оказываются в кольце серых лесных почв. Серые лесные почвы, формирующиеся на горных склонах, преимущественно под лесно-луговой растительностью, бывают, как правило, маломощные, часто скелетные, в отличие от развивающихся на делювиальных глинах — мощных, тяжелосуглинистых, среднегумусных. Серые лесные почвы, которые формируются на стыке перехода северных склонов Черных лесистых гор в предгорную равнину, часто носят признаки поверхностного и грунтового переувлажнения, иногда — оподзоленности.

Ранее эти почвы относились к дерновым в разной степени оглеенным и оподзоленным.

Так, на контакте перехода северных склонов лесистых гор к предгорной равнине Е. В. Рубилин (1965) выделял дерново-глеевые почвы, которые по его схеме переходили в черноземы выщелоченные. Однако, как показывает классическая схема формирования почвенных зон на северо-западе, дерново-глеевые почвы сменяются серыми лесными, а затем уже черноземами. В условиях Центрального Кавказа, как фациальная особенность, зона дерново-глеевых почв выпадает, и черноземы оподзоленные постепенно переходят в серые лесные почвы. Те же в свою очередь — в бурые лесные. На это указывал впоследствии и сам Е. В. Рубилин. В частности, он писал: «В предгорьях Северного Кавказа и Крыма серые лесные почвы имеют сходство с бурыми лесными, в которые они постепенно переходят» (Е. В. Рубилин, В. А. Долотов, 1970, с. 15).

Зона бурых лесных почв. Серые лесные почвы на склонах передовой цепи Черных лесистых гор переходят в бурые лесные. Рассматриваемые почвы формируются на передовой цепи лесистых гор в пределах высот 600 — 1600 м н. у. м. В результате антропогенного воздействия (в частности, вырубки) ранее занятые лесом территории подвергаются остепнению и буроземные почвы под буковым лесом сменяются лугово-лесными и лесостепными. В итоге на месте бывших бурых лесных почв формируются серые лесные почвы и черноземы оподзоленные и выщелоченные.

В зоне распространения бурых лесных почв складываются два подтипа их — темно-бурые и оподзоленные. Темно-бурые почвы формируются на осветленных участках, где луговая растительность принимает существенное участие в почвообразовании, а оподзоленный подтип — на выравненных или пониженных элементах рельефа. Последние часто носят признаки поверхностного или грунтового переувлажнения.

Бурые лесные почвы, формирующиеся на элювии плотных горных пород, маломощны, а на делювиальных глинах — мощные.

Азональные почвы. В поймах многочисленных горных рек формируются аллювиаль-

но-луговые слабогумусные и маломощные, луговые и влажно-луговые выщелоченные и карбонатные почвы, основные площади которых сконцентрированы в нижнем течении рек Ардон, Фиагдон, Гизельдон, на правом берегу Камбилеевки и в пойме Терека. Площадь их составляет 26,3 тыс. га, которые большей частью распахируются. Они мало- и среднемощные, среднесуглинистые, слабогумусные, в разной степени каменистые и щебнистые.

Горно-луговые почвы распространены в пределах высот 900 — 3500 м н. у. м. Здесь выделяется четыре природных пояса: субальпийский, альпийский, субнивальный, нивальный, которые отличаются друг от друга разными условиями факторов почвообразования. В результате в них формируются почвы, отличающиеся друг от друга как по морфологическим, так и по химическим и физико-химическим свойствам, а также скоростью биологического круговорота веществ и интенсивностью процесса почвообразования.

Пояс субальпийских почв располагается на склонах Пастбищного, Скалистого и Бокового хребтов в пределах высот 900 — 2400 м н. у. м. Здесь субальпийские почвы формируются под пышной луговой растительностью на элювии и элювио-делювии гранитов, сланцев, известняков, при сумме активных температур 1000 — 1700°C и годовой сумме осадков 700 — 900 мм. Площадь их составляет 39,8 тыс. га.

На склоне южных румбов формируются темноцветные, а на северных — типичные горно-луговые субальпийские почвы.

Рассматриваемые почвы имеют плотную дернину, которая защищает их от эрозии. Мощность гумусовых горизонтов (А + В) колеблется от 20 до 60 см. Как правило, на элювии плотных горных пород и крутых склонах почвы менее мощные, чем на их элювио-делювии. Горно-луговые субальпийские почвы мелкохрящеватые, легкосуглинистые на гранитах, а сформировавшиеся на известняках и сланцах — средне- и тяжелосуглинистые.

Почвы, сформировавшиеся на выпуклых элементах рельефа, эродированы и поэтому

они менее мощные, а в местах с затрудненным дренажем они имеют признаки переувлажнения.

На рассматриваемых почвах сконцентрированы основные сенокосные и пастбищные угодья.

В субальпийском поясе, в так называемой «зоне дождевой тени», в пределах высот 900 — 2000 м н. у. м. формируются горные каштановидные, горные лугово-степные, горно-луговые черноземовидные почвы и черноземы горные.

Каштановидные почвы формируются в пределах высот 900—1400—1700 м н. у. м. под сухо-степной растительностью, состоящей из полыни ромашколистной, лядвенницы рогатой, гвоздики, вики, осоки, свинороя и др. Рассматриваемые почвы сильно-скелетные, малогумусные, эродированные. На площадях с такой почвой расположены основные населенные пункты, сконцентрированы пахотные угодья. В связи с переселением горцев на плоскость бывшие пахотные земли заброшены и превращены в малопродуктивные пастбища (выгоны).

Горно-луговые и черноземовидные почвы и черноземы горные распространены в пределах высот 1700 — 2000 м н. у. м. на южных, юго-восточных и юго-западных склонах второго порядка Скалистого хребта.

Черноземы горные встречаются преимущественно в районах селений Унал, Дони-фарс, Лезгор, Кобан на площади 8,4 тыс. га.

Горные лугово-черноземные почвы более широко распространены, но и они не создают сплошную полосу, а встречаются повсеместно на южном склоне Скалистого хребта отдельными массивами на площади 13,4 тыс. га, являясь как бы переходным типом от черноземов горных к горно-луговым субальпийским темноцветным почвам.

Черноземы горные и горные лугово-черноземные почвы несмотря на то, что они формируются на крутых склонах, не подвержены эрозии. Это обусловлено наличием водопроходной структуры и почти полной покрытостью поверхности почвы травянистой растительностью и образованием вследствие этого плотной дернины. Несмотря на высо-

кое плодородие, рассматриваемые почвы используются в основном как сенокосные угодья, потому что находятся на крутых склонах.

Пояс альпийских почв расположен на склонах Скалистого, Бокового и Водораздельного хребтов в пределах высот 2400 — 3000 м н. у. м. Он составляет сплошную полосу площадью 34,4 тыс. га. На южных склонах формируются темноцветные, а на северных — дерново-торфянистые и торфянистые почвы: маломощные (А + В — 20 — 40), сильносkeletalные. Каменистая часть почвы доходит до 90% всей почвенной массы. В зоне распространения горно-луговых альпийских почв температура воздуха не поднимается выше 10°C, поэтому они холодные со слабой биологической активностью. Кислые и малоплодородные, они используются как летние отгонные пастбища.

Пояс первичных (примитивных) почв распространен в субнивальной зоне на площади 18,2 тыс. га в пределах высот 3000 — 3500 м н. у. м. Они не составляют сплошной почвенный покров, а отдельными пятнами формируются среди осыпей и россыпей скал, а также приледниковой зоне. Мощность этих почв не превышает 10 см. Продуктивность их небольшая, поэтому (а также в связи с мозаичностью) хозяйственного значения они не имеют. Тем не менее, они представляют определенный интерес при изучении первичного процесса почвообразования.

Нивальный пояс — царство вечных ледников, который расположен выше 3500 — 3700 м н. у. м. на площади 14,5 тыс. га и играет огромную роль как климатообразующий и водорегулирующий фактор. Почвенный покров отсутствует.

Глава

5

КЛАССИФИКАЦИЯ
ПОЧВ

Почва, как самостоятельное природное тело, в процессе саморазвития накапливает в каждом конкретном случае совокупность тех или иных свойств, связанных с разным количественным соотношением факторов почвообразования. На поверхности суши образуется большое количество типов, подтипов, родов, видов и разновидностей почв, отличающихся между собой как по физико-химическим свойствам, так и по производственным признакам. В приведении этого многообразия почв в определенную систему с учетом внутренних свойств, морфологических признаков, условий их формирования и специфики сельскохозяйственного использования большое теоретическое и практическое значение имеет классификация почв.

Научно-обоснованная классификация дает возможность не только глубоко понять природу и сущность почв, основные процессы, протекающие в них, но и обосновать наиболее рациональные способы их улучшения, повышения производительной способности. Вместе с накоплением знаний о почвах появляется необходимость систематизировать результаты исследований с целью однозначного восприятия конкретного почвенного индивидуума и единого учета земель. С введением новых методов исследования и углублением знаний о свой-

ствах почв в классификацию их постоянно вносятся дополнения и изменения, вводятся новые термины в номенклатуру. Так, дополнение, например, классификации почв РСФСР связано с появлением новых таксономических единиц почв на слабоизученных в почвенном отношении горных и предгорных территориях, с углублением изучения генетических, агрохимических и физических их свойств, с изменением направления процесса почвообразования в результате антропогенного воздействия на них (осушение, орошение, распашка целинных земель и др.).

Первые попытки составления классификации и систематического списка почв Северной Осетии были осуществлены профессором Е. В. Рубилиным (1956). В предгорьях и предгорных равнинах он выделил девять типов и шестнадцать подтипов почв: бурые лесные, серые лесные, дерново-глеевые, черноземы, лугово-черноземные, каштановые, лугово-каштановые, аллювиальные и торфяно-болотные. В этом систематическом списке не выделены типы горных бурых и серых лесных почв, а равнинные серые лесные почвы не подразделены на подтипы. В типе чернозема не выделены подтипы типичных и южных черноземов. К. И. Трофименко (1966) вслед за Е. В. Рубилиным дополнила классификацию почв республики

двумя типами: аллювиально-лугово-болотными и аллювиально-болотными.

Из-за отсутствия данных по горным почвам как Е. В. Рубилин, так и К. И. Трофименко не приводят классификацию горных почв, не нашли отражение и почвы мелиоративного фонда, и вновь осваиваемые земли.

В последнее время проведенные сплошные крупномасштабные почвенные обследования всей территории республики дали возможность составить более полную классификацию почв, в которой выделены 24 типа и 49 подтипов (табл. 5.1).

В систематическом списке почв впервые выделены в типе чернозема подтипы — типичные и южные. В составе лесных почв выделены, кроме бурых и серых лесных почв, горные бурые и горные серые лесные почвы. Кроме того, в зоне бурых лесных почв выделен тип дерново-карбонатных почв.

Впервые выделены на уровне рода почвы орошаемых массивов, в которых произошли изменения физических и химических свойств, в частности распыление структуры, переуплотнение и вторичное засоление, оказывающие существенное влияние на их свойства и сельскохозяйственное использование.

Составленная нами классификация почв республики приведена в соответствии с общероссийской в следующих определениях:

Типы — большая группа почв, развивающихся в однотипно-сопряженных биологических, климатических и гидрогеологических условиях и характеризующихся ярким направлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами. Характерные черты почвенного типа определяются:

— однотипностью поступления органических веществ, а также процессов их превращения и разложения;

— комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных новообразований;

— однотипным характером миграции и аккумуляции веществ;

— однотипным строением почвенного профиля;

— однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв, а также сходством агротехники и состава сельскохозяйственных культур.

Подтипы — группы почв в пределах типа, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающихся процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. Мероприятия по повышению и поддержанию плодородия почв в пределах каждого подтипа более однородны по сравнению с таковыми для типа. При выделении подтипов учитываются почвенные процессы и режимы, связанные как с подзональной, так и с фациальной сменой природных условий.

Роды — группы почв в пределах подтипа, качественные генетические особенности которых обусловлены влиянием комплекса местных условий: основными литологическими и химическими особенностями почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод и т. д., включая свойства почвообразующего субстрата, приобретенные в процессе предшествующих фаз выветривания и почвообразования (аллитизированные субстраты и реликтовые горизонты — гумусовые, оподзоленные, слитые, — не отвечающие современному почвообразованию).

Виды — группы почв в пределах рода, отличающиеся по степени развития основного почвообразовательного процесса (степени оподзоленности, глубине и степени гумусированности и т. д.).

Кроме того, в систематическом списке предусматривается выделение подвидов, разновидностей, разрядов и фаз почв как подразделений, необходимых для детальных почвенных исследований, проводимых с мелиоративными целями.

Подвиды — группы почв внутри вида, различающиеся по количественным градациям родовых признаков (например, слабо-, средне-, сильносолонцеватые, слабо-, средне-, сильносолончаковые и т. д.).

Разновидности — группы почв по особенностям механического состава, дополняющие родовые подразделения.

Разряды — группы почв, или по некото-

рым важным в почвенно-генетическом и агрономическом отношении, литологическим и генетическим особенностям почвообразующих пород, дополняющие родовые подразделения, или по особенностям соленакопления, торфонакопления и т. д.

Фазы — группы почв по выраженности воздействия водной эрозии (дефляции) и делювиального намыва.

Вопросы классификации почв очень сложны. Они требуют большое количество информации. Особенно сложна классификация горных почв, которые отличаются исключительным разнообразием, обусловленным сложным сочетанием природных факторов почвообразования, часто и резко меняющихся в зависимости от высоты над уровнем моря, экспозиции и крутизны склонов, типа растительности, водного режима и почвообразующих пород. Все это обуславливает развитие очень разнообразных и своеобразных почв. «Здесь все так казалось перепутано, перемешано, перевернуто, смыто или намывто, что не могло быть и речи о нормальных почвах, лежащих *in situ* своего образования», — писал В. В. Докучаев (1947).

В горных условиях формируются почвы, которые не имеют аналогов среди равнинных. Это, в первую очередь, относится к горно-луговым почвам альпийского и субальпийского поясов, горно-степным и горным лугово-степным почвам нижних частей южных склонов. Главными отличительными особенностями горных почв от равнинных являются: 1) скелетность (каменистость) почвенной массы, достигающая часто до 95%; 2) непрерывное поступление вещества с верхних частей склонов в нижние, ведущее к омоложению почв; 3) укороченный почвенный профиль, часто с профилем АС; 4) более высокое содержание органического вещества и менее равномерное распределение его по профилю; 5) своеобразие минералогического состава, химических и водно-физических свойств, связанное с характерными особенностями элювио-делювия горных пород (обилие первичных минералов, высокая фильтрационная способность в соче-

тании с хорошей дренированностью; 6) щелочность почв даже на карбонатных породах с высоты 1800 м и отсутствие вторичных карбонатов в профиле. Своеобразие горного почвообразования нашло свое отражение и в классификационных разработках С. А. Захарова (1916), В. В. Акимцева (1928), И. П. Герасимова (1948), В. М. Фрилланда (1950), Г. А. Алиева (1971), С. У. Керимханова (1976) и др.

На основе факторно-генетического подхода С. А. Захаров среди горно-луговых почв выделяет горно-луговые альпийские, субальпийские, вторичные перегонные, черноземовидные, торфянистые и торфянисто-щебневатые, торфянисто-дерновые под зарослями рододендрона. По отрицательным элементам рельефа им выделены болотные, полуболотные и оглеенные почвы речных долин. Затем, с накоплением фактического материала, он пересмотрел ранее составленные классификации и составил для горных почв Кавказа новую. В ней выделено пять типов высокогорных почв: субальпийские, лугово-лесные, развивающиеся в парковых лесах; субальпийские кустарниковые, развивающиеся под зарослями рододендрона и стелющиеся арчой; субальпийские горно-луговые, разделяющиеся по степени мезофильности и включающие вторичные горно-луговые почвы; лугово-степные почвы, развивающиеся в более сухих нижних частях южных склонов; альпийские горно-луговые почвы с подразделением на дерновые и дерново-торфянистые в более влажных условиях.

Дальнейшее изучение и разработка систематики и классификации горных почв связаны в основном с внесением изменений и дополнений в уже существующую классификацию С. А. Захарова.

Так, М. Н. Сабашвили (1955) предложил выделить среди горно-луговых почв примитивные; О. Н. Михайловская (1930) — горно-луговые черноземовидные; Г. А. Алиев — окультуренные и сильносмытые; А. М. Мамытов (1974) среди горных почв выделил орошаемые, богарные и целинные, причем эродированность он рассматривает на уров-

Тип	Подтип	Род	Вид	Подвид*	Разновидность
Горные бурые лесные	оподзоленные	остаточно-карбонатные	среднегумусные (5—8% гумуса)	по степени эродированности	глинистые
	поверхностно-глееватые оподзоленные	обычные	среднегумусные (7—10% гумуса)	—	глинистые
Бурые лесные глеевые	глеевые	обычные	среднегумусные (4—8% гумуса)	—	глинистые
	вторично-дерновые	обычные	многогумусные (> 10% гумуса)	по степени эродированности	глинистые
Дерново-карбонатные	выщелоченные	обычные	многогумусные (> 10% гумуса)	по степени эродированности	глинистые
	серые лесные	обычные	среднемошные ($A_1 + A_2 = 20-40$ см)	по степени эродированности	глинистые
Серые лесные	темно-серые лесные	остаточно-карбонатные	мошные ($A_1 + A_2 > 40$ см)	по степени эродированности	глинистые
	горные серые лесные	остаточно-карбонатные	маломошные ($A_1 + A_2 < 20$ см)	по степени эродированности	тяжелосуглинистые каменные
Горные серые лесные	горные темно-серые лесные	остаточно-карбонатные	маломошные ($A_1 + A_2 < 20$ см)	по степени эродированности	тяжелосуглинистые каменные
	серые лесные поверхностно-глееватые	слитые	среднемошные ($A_1 + A_2 = 20-40$ см)	—	глинистые
Серые лесные глеевые	темно-серые лесные грунтово-глееватые	слитые	мошные ($A_1 + A_2 > 40$ см)	—	глинистые
	оподзоленные	бескарбонатные (слитые)	мошные ($A + B = 60-90$ см) среднегумусные (6—10%)	по степени эродированности	глинистые

* Здесь и далее параметры степени эродированности приведены в разделе «Эрозия почв».

Продолжение

Черноземные	выщелоченные	обычные остаточно-луговые	мошные ($A + B = 70-90$ см) среднегумусные (6—8%)	по степени эродированности	глинистые
		террасовые (на галечнике орошаемые)	маломошные ($A + B = 25-40$ см) среднегумусные (6—7%)	—	глинистые
	типичные	— обычные — остаточно-луговые — орошаемые остаточно-луговые	мошные ($A + B = 80-120$ см) среднегумусные (9%)	по степени эродированности	глинистые
		— карбонатные — орошаемые карбонатные — остаточно-луговые — орошаемые остаточно-луговые	среднемошные ($A + B = 60-70$ см) малогу́мусные (4—6%)	по эродированности	тяжелосуглинистые
Каштановые	южные	— карбонатные остаточно-луговые — орошаемые карбонатные остаточно-луговые	маломошные ($A + B = 60-70$ см) малогу́мусные (3—5%)	по эродированности	тяжелосуглинистые
		— карбонатные — орошаемые карбонатные	мошные ($A + B = 50$ см) малогу́мусные (3,5—5%)	по эродированности	тяжелосуглинистые
	каштановые	— карбонатные — орошаемые солонцеватые	среднемошные ($A + B = 30-50$ см) слабогумусные (2,5—3,5%)	по эродированности	тяжелосуглинистые
		— карбонатные — орошаемые карбонатные засоленные	маломошные ($A + B = 20-30$ см) светлые малогу́мусные (4% гумуса)	—	тяжелосуглинистые
Лугово-каштановые	лугово-каштановые	— карбонатные — орошаемые карбонатные	среднемошные ($A + B = 30-50$ см) светлые малогу́мусные (4% гумуса)	—	тяжелосуглинистые
		— карбонатные — орошаемые карбонатные	мошные ($A + B = 60-90$ см) среднегумусные (6—8%)	по степени эродированности	глинистые

Лугово-черноземные	луговато-черноземные	— выщелоченные — карбонатные — орошаемые	среднемошные (A + AB — 60 — 90 см) среднетумусные (6 — 9% гумуса)	—	тяжелосуглинистые
	лугово-черноземные карбонатные	— выщелоченные — орошаемые выщелоченные — карбонатные — орошаемые карбонатные	среднемошные (A + B — 50 — 80 см) малотумусные (4 — 6% гумуса)	—	тяжелосуглинистые
Луговые	луговые	— выщелоченные — карбонатные — орошаемые выщелоченные	среднемошные (A + B — 50 — 80 см) среднетумусные (6 — 9% гумуса)	—	глинистые, суглинистые
	влаго-луговые	— выщелоченные — карбонатные	среднемошные (AB — 50 — 80 см) среднетумусные (6 — 9% гумуса)	—	глинистые, тяжелосуглинистые
Лугово-болотные перелуги	перелуги	—	мошные и среднемошные	—	тяжелосуглинистые
	— насыщенные — слоистые — примитивные	галечниковые слаботумусные	маломошные (20 — 40 см) (2 — 4%)	—	легкосуглинистые
Аллювиальные дерновые	— насыщенные — слоистые	обычные	среднемошные (40 — 80 см) среднетумусные (7 — 9%)	—	глинистые
	— насыщенные — слоистые	галечниковые	среднемошные (40 — 80 см) малотумусные (4 — 7%)	—	легкосуглинистые
Аллювиальные луговые	— насыщенные — слоистые — примитивные — карбонатные	обычные	—	—	легкосуглинистые
	— насыщенные — слоистые — карбонатные	слитые	—	—	глинистые
	— насыщенные — карбонатные	засоленные	—	—	легкосуглинистые
	лугово-болотные	карбонатные	—	—	глинистые

Горно-луговые	альпийские	неполноразвитые	торфянистые очень маломошные (< 10 см)	по степени эродированности	легкосуглинистые каменные
		обычные	торфянисто-дерновые маломошные (A + B < 20 см) среднетумусные (A + B — 20 — 40 см)	по степени эродированности	легко- и среднесуглинистые каменные
		темноцветные	плотнoderинные среднемошные (A + B — 20 — 40 см)	по степени эродированности	среднесуглинистые
	субальпийские	обычные	плотнoderинные среднемошные (A + B — 20 — 40 см), мошные (A + B — 41 — 80 см)	по степени эродированности	средне- и тяжелосуглинистые
Горные лугово-луговые	оподзоленные	темноцветные	плотнoderинные среднемошные (A + B — 20 — 40 см), мошные (A + B — 41 — 80 см)	по степени эродированности	средне- и тяжелосуглинистые
		обычные	плотнoderинные глееватые мошные (A + B — 41 — 80 см)	по степени эродированности	тяжелосуглинистые
	перелуги	обычные	торфянистые маломошные (A + A ₂ < 20 см)	по степени эродированности	легкосуглинистые
Горные лугово-степные	темно-коричневые	темноцветные	перелуги маломошные (A + B — 20 см)	по степени эродированности	среднесуглинистые
		обычные (некарбонатные породы)	плотнoderинные мошные (A + B — 41 — 80 см)	по степени эродированности	легкосуглинистые
	серовато-коричневые	на породах, обогащенных карбонатами	рыхлoderинные среднемошные (A + B — 20 — 40 см)	по степени эродированности	легкосуглинистые
Горно-луговые черноземовидные	типичные	обычные	плотнoderинные мошные (A + B — 41 — 80 см)	по степени эродированности	среднесуглинистые
	выщелоченные	мергельные	плотнoderинные мошные (A + B — 41 — 80 см)	по степени эродированности	тяжелосуглинистые

Горные черноземы	выщелоченные	на делювиальных карбонатных глинах	плотнoderнинные мошые (A + B — 41—80 см)	по степени эродированности	глинистые
	типичные	обычные	плотнoderнинные мошые (A + B — 41—80 см)	по степени эродированности	тяжелосуглинистые
Горные каштановидные	типичные	обычные	рыхлoderнинные	по степени эродированности	среднесуглинистые
	оподзоленные	типичные	слабо- и среднеоподзоленные	по степени эродированности	среднесуглинистые
Горно-лесные (под сосновыми лесами)	темноцветные	на элювио-делювии карбонатных пород	псевдоподзолистые	по степени эродированности	тяжелосуглинистые
	перетнойные	обычные	среднемошые	по степени эродированности	тяжелосуглинистые
Горные лугово-болотные	иловатые	карбонатные	мошые	по степени эродированности	тяжелосуглинистые
	слоистые дерновые	обычные	маломошые	по степени эродированности	супесчаные
Горные аллювиальные	луговые слабообразованные	—	маломошые	по степени эродированности	супесчаные
	почвы намытых и искусственно аккумулятивных террас	обычные	среднемошые маломошые	по степени эродированности	среднесуглинистые
Антропогенные					

не рода. Ю. А. Ливеровский (1945) среди горно-луговых выделил альпийские и субальпийские. Альпийские почвы он подразделил на молодые маломощные перегнойно-щебневатые и торфянисто-дерновые; субальпийские — на дерновые адсорбционно-насыщенные, остаточнокорбонатные (черноземовидные), адсорбционно-ненасыщенные, развитые на элювии бескарбонатных пород, и вторичные дерново-луговые (последельные).

С. У. Керимханов (1976) привел довольно подробный систематический список почв Дагестана, в котором предложил выделить антропогенные почвы и снять из подтипового определения горно-луговых почв альпийские и субальпийские. Значительно расширил, т. е. детализировал номенклатуру почв степного типа почвообразования, выделив среди них три типа: горно-долинные лугово-каштановые, горно-долинные каштановые и горно-каштановые, а среди горно-долинных — горно-долинные луговые и горно-долинные лесолуговые.

Э. Н. Молчанов (1973) на Центральном и Восточном Кавказе предложил выделить три основных типа высокогорных почв: горно-луговые, горно-луговые черноземовидные и горные лугово-степные. В горно-луговых и горных лугово-степных типах почв он выделил альпийские и субальпийские подтипы, а в горно-луговых черноземовидных — выщелоченные, типичные и карбонатные.

Наибольшей полнотой отличаются систематика и номенклатура горных почв в работах В. М. Фридланда (1950, 1968), который среди высокогорных почв Кавказа предложил выделить следующие 6 типов: горно-луговые, которые подразделяются на типичные под субальпийскими лугами и торфянистые под альпийскими; горные лугово-степные, подразделяющиеся на плотнoderнинные и рыхлoderнинные группы; горно-кустарниковые; горно-луговые черноземовидные, которые подразделяются на карбонатные, содержащие обломки карбонатной породы во всем профиле, и выщелоченные, в которых обломки карбонатной породы обнаружива-

ются только в нижней части профиля; горные лесолуговые, формирующиеся под парковыми лесами и высокотравьем на границе лесной и луговой зон.

Они представлены в основном субальпийскими лесолуговыми почвами; горно-торфянистыми с тремя подтипами: типичными, одернованными и оподзоленными.

На основе большого фактического материала, полученного нами при крупномасштабном картировании высокогорных почв северного склона Центрального Кавказа в пределах Северной Осетии составлена классификация, которая является продолжением ранее высказанных предложений, но содержит и принципиально новые положения (табл. 5.1).

Разработанная нами классификация и номенклатура почв основана на идее о специфике горного почвообразования, связанной с резко выраженным трансэлювиальным потоком и характером антропогенного воздействия, обуславливающими специфические свойства почв, от которых зависит их плодородие и которые позволяют отнести их к различным таксономическим уровням.

В предлагаемой классификации горных почв Северной Осетии по-новому решаются следующие вопросы:

1. Выделены в качестве особого типа каштановидные почвы, формирующиеся преимущественно на склонах южной и юго-западной экспозиции в пределах высот 900 — 1500 м н. у. м. в условиях сухого климата под изреженной степной растительностью на элювио-делювии известняков, песчаников и аспидных сланцев, реже — на серпентинитах и гранитах.

2. Выделены следующие подтипы: неполноразвитые (первичные), торфянистые, глееватые, темноцветные (под пестрой овсяницей), по Захарову — черновато-бурые черноземовидные почвы под сухими альпийскими лугами с большим участием овсяницы пестрой.

Разными авторами они рассматриваются на самых разных таксономических уровнях.

3. Предлагается подразделить тип горных лугово-степных почв на следующие два подтипа: темно-коричневые и серовато-коричне-

вые. Первые формируются под более сомкнутой дерниной, вторые — под изреженной.

4. Вводится тип дерново-карбонатных почв, которые формируются в зоне широколиственных (буковых) лесов на участках, освобождаемых из-под леса.

5. Своеобразие почвообразовательного процесса (интенсивное торфонакопление, оподзоливание), кислая реакция почвенной среды, слабая насыщенность основаниями и связанные с этими факторами особенности морфологического строения и химизма дают основание выделить почвы, формирующиеся под азалией понтийской и рододендрона кавказским в самостоятельный тип — горные лесо-луговые, — который, в свою очередь, имеет два подтипа: оподзоленные, формирующиеся в альпийском поясе под рододендрона кавказским, и перегнойные (насыщенные), формирующиеся в субальпийском поясе под азалией понтийской.

В прежних классификациях эти подтипы относились к разным типам.

6. Во внутренних горах выделены антропогенные почвы, которые сформировались в результате хозяйственной деятельности человека. Это почвы намытые и почвы искусственно аккумуляированных террас.

В целом при разработке классификации и составлении систематического списка почв Северной Осетии мы исходили из того, что предметом классификации является конкретная почва, как самостоятельное тело и основное средство сельскохозяйственного производства; критериями для классификационного подразделения почв являются их внутренние, достаточно устойчивые и повторяющиеся в пространстве свойства, доступные для количественного определения физико-химическими методами и коррелирующие с факторами почвообразования.

Природные факторы почвообразования (климат, растительность и почвенная биота, почвообразующая порода, рельеф местности и время) в естественных условиях в процессе длительного развития достигают равновесия в конкретных природных условиях. Образовавшиеся почвы приобретают определенные устойчивые морфологические признаки и комплекс физических и химических свойств. Однако это устойчивое состояние сохраняется до тех пор, пока в результате эндогенных и экзогенных процессов, саморазвития экосистемы, а также хозяйственной деятельности человека не изменятся параметры факторов почвообразования (или хотя бы один из них). Изменение параметров влечет за собой изменение направления и интенсивности процесса почвообразования. При этом почва проходит новые стадии развития, вновь достигая устойчивого состояния, при котором образуется новая почва с новыми морфологическими признаками, физическими и химическими свойствами.

Важнейшими факторами стадий развития и эволюции почв являются тектонические поднятия или опускания земной коры, и в связи с этим глобальные изменения климата и растительности. Хотя и менее контрастно, но все же достаточно активно на направление развития и эволюции почв влияет хозяй-

ственная деятельность человека. В результате ее уничтожается естественная растительность и заменяется культурной, осуществляется осушение заболоченных почв. Так, за последние 50 лет произошло существенное остепнение почв. Этому способствовала чрезмерная рубка леса на передовых лесистых горах, усилившая поверхностный сток атмосферных осадков, а также осушение переувлажненных почв и освоение предгорных земель под пашню. В результате всех этих мероприятий значительно снизился уровень грунтовых вод в предгорной наклонной равнине, у подножий склонов уменьшилось количество родников и заболоченных участков.

В дочетвертичный период в истории развития и эволюции почв Центрального Кавказа имели место сложные эндогенные и экзогенные процессы. В мезозойскую эру поднятия земной коры сменялись ее опусканием, и тогда море сменялось сушей, суша — морем (Обручев, 1947). Свидетельство этих процессов — наличие на рассматриваемой территории пластов осадочных пород, поднятых позже вулканами и поэтому залегающих под разным углом к горизонту. В этих условиях следы почвенного покрова дочетвертичного периода не сохранились.

Во второй половине четвертичного периода поверхность территории Центрального

Глава

6

ОБЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ

СЕВЕРНЫЕ СКЛОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА И ПРИЛЕГАЮЩИЕ
ПЕРЕДОВЫЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ (КАБАРДИНО-СУНЖЕНСКАЯ,
СИЛТАНУКСКАЯ, ДЗАГЕПБАРЗСКАЯ)

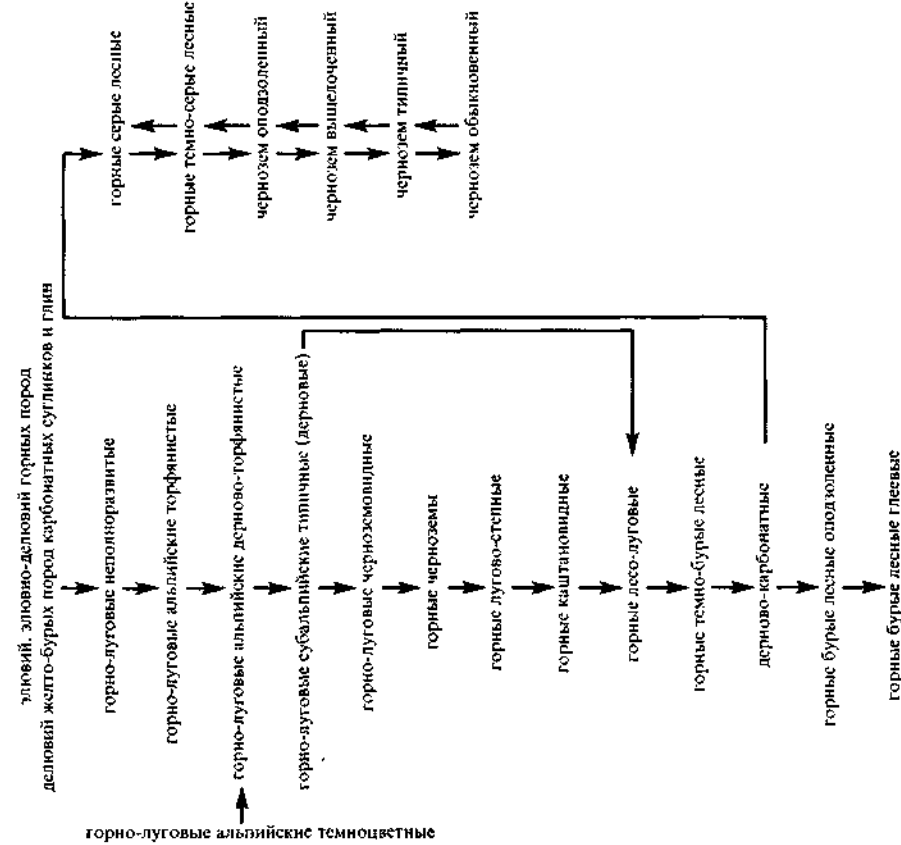
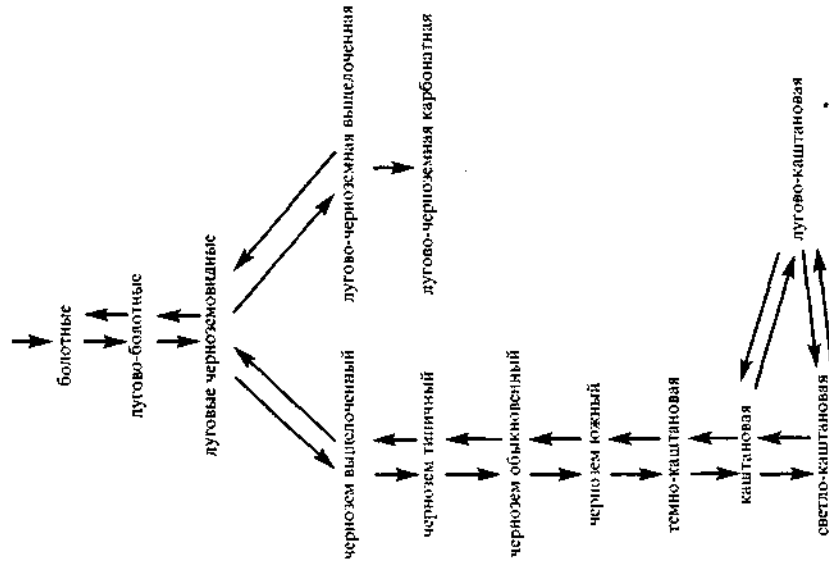


Рис. 6.1. Схема эволюции почвенного покрова Центрального Кавказа в пределах РСО-А

СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ПРЕДГОРНАЯ НАКЛОННАЯ
И ТЕРСКО-КУМСКАЯ РАВИНЫ, ЛЕССЫ,
ЛЕССОВИДНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ СУГЛИНКИ И ГЛИНЫ



Кавказа приобрела современные формы (Агибалова, Чернова, Цогоев, 1969). Образовались высочайшие горные вершины Европы, вызвавшие похолодание климата и мощное оледенение Центрального Кавказа, предгорий и Предкавказья в целом. При этом холодные периоды сменялись теплыми. В межледниковый период формировался почвенный покров, который уничтожался в ледниковый. Поэтому развитие современного почвенного покрова следует рассматривать как процесс, который начался после последнего оледенения. В связи с этим В. Р. Вильямс (1947) указывает, что Кавказ подвергался сложному оледенению, и почвообразовательный процесс, так же как и на равнине европейской части России, начался здесь после отступления ледника.

На рассматриваемой территории четко сформировалось три орографических комплекса:

— горный с пятью параллельными хребтами (Водораздельный, Боковой, Скалистый, Пастбищный и Лесистый) и межгорными долинами (Туалетская, Харесская, Донифарс-Фаснальская, Даргавская, Садино-Унальская и Лацкая);

— Северо-Осетинская предгорная наклонная равнина с передовыми хребтами (Кабардино-Сунженский, Силтанукский, Дзагепбарзский и Терский);

— равнинный.

На этих орографических комплексах в разное время, в разном направлении и с разной интенсивностью проходил процесс почвообразования.

В горной зоне ледник существовал значительно дольше, чем в предгорье и равнинной части. Поэтому, во-первых, в горах почвы более молодые; во-вторых, можно считать, что здесь тундровый период почвообразования был начальным и сопровождался формированием неполноразвитых почв (рис. 6.1). В настоящее время аналогичная стадия первичного почвообразования проходит в приледниковой зоне в субнивальном поясе северного склона Центрального Кавказа.

По мере потепления климата и отступле-

ния ледника тундровая стадия почвообразования сменялась дерново-луговой с формированием торфянистых, дерново-торфянистых и дерновых горно-луговых альпийских и субальпийских почв, на средних частях южных склонов — дерново-степных с образованием горно-луговых темноцветных альпийских и субальпийских горно-луговых черноземовидных почв и черноземов горных, а на нижних — горных лугово-степных и каштановидных почв.

На передовой цепи гор (Лесистом хребте) процесс развития растительного и почвенного покровов существенно менялся в ледниковый и межледниковый периоды. В холодные периоды, в периоды оледенения, лесная растительность отступала в укрытые места и уступала место луговой растительности арктического, альпийского и субальпийского типов. Последующее потепление климата вновь способствовало расселению леса и налаживанию лесного процесса почвообразования. При этом расселение леса не ограничивалось горными склонами, а распространялось и на предгорные равнины.

На этом основании Е. В. Рубилин делает вывод, что на северных склонах передовой цепи низких гор изначально протекал процесс образования бурых лесных почв, которые к северу, в предгорной наклонной равнине, сменялись дерновым процессом почвообразования с формированием дерново-глеевых оподзоленных почв. Нам же представляется, что на передовой цепи низких (Черных) гор процесс почвообразования начался на элювии, элювио-делювии, массивно-кристаллических и осадочных породах под луговой растительностью. По мере отступления ледника и потепления климата луговая растительность сменялась лесно-луговой с формированием темно-бурых лесных почв. С развитием лесной растительности уменьшался дерновый процесс почвообразования, но усилился подзолообразовательный процесс. В результате этого на ровных и слабopокатых склонах сформировались бурые лесные оподзоленные почвы, а на пониженных элементах рельефа с затрудненным дре-

нажем — бурые лесные с признаками переувлажнения. На шлейфах лесистого хребта, по мере отступления леса и появления на его месте травянистой растительности, начался дерновый процесс почвообразования.

Процесс образования подзолистых почв постепенно переходил в процесс образования дерновых. Менялись и морфологические, и физико-химические свойства бурых лесных почв, т. е. они приобретали морфологические и физико-химические свойства серых лесных почв. При этом необходимо отметить, что, если на северо-западе переход дерново-подзолистых почв в серые лесные происходил через светло-серые лесные почвы, то на Северном Кавказе бурые лесные почвы непосредственно переходят в серые лесные. На такую фациальную особенность перехода бурых лесных почв в серые лесные указывают в более поздней работе Е. В. Рубилин, В. А. Долотов (1970). В частности, они отмечают, что «в предгорьях Северного Кавказа и Крыма серые лесные почвы имеют сходство с бурыми лесными, в которые они постепенно переходят». Аналогичную точку зрения на непосредственный контакт бурых и серых лесных почв высказывает Ю. А. Ливеровский (1987), который пишет, что в ряде мест на Северном Кавказе бурые лесные почвы непосредственно соприкасаются с серыми лесными. Таким образом, по результатам наших исследований и литературным источникам на Центральном Кавказе, в пределах Северной Осетии, бурые лесные почвы переходят в серые лесные непосредственно, а не через стадию дерново-подзолистого процесса почвообразования.

Далее к северу, с усилением остепнения и дернового процесса почвообразования, при уже полном отсутствии лесной растительности, серые лесные почвы переходят сначала в черноземы оподзоленные, затем — в выщелоченные.

Разница в стадиях развития почв на контакте перехода Лесистого хребта в Северо-Осетинскую предгорную наклонную равнину и Силтанукскую, Кабардино-Сунженскую и Дзагепбарзскую возвышенности заключается в том, что в первом случае

процесс почвообразования проходит в условиях повышенного поверхностного, иногда грунтового, переувлажнения, при которых формируются бурые и серые лесные глеевые и глееватые почвы. На Кабардино-Сунженской, Силтанукской и Дзагепбарзской возвышенностях процесс почвообразования проходит в более ксероморфных условиях, но при промывном водном режиме. Поэтому здесь в профилях почв признаки переувлажнения отсутствуют, но признаки оподзоленности имеются. Особенно четко они проявляются при подсыхании почвы, выявляются и валовым химическим анализом.

История же развития и эволюции почв предгорных равнин началась после освобождения их от флювио-гляциальных вод, которые затопили их в результате таяния ледников. В этот период процесс почвообразования шел по двум направлениям: в предгорных равнинах это был пойменно-болотный, а на возвышенностях, свободных от флювио-гляциальных вод — дерново-степной. Увеличение дренированности, снижение уровня грунтовых вод и уничтожение лесной растительности, при одновременном потеплении климата и увеличении дернового процесса почвообразования, привело к остепнению рассматриваемых территорий. В результате на передовых хребтах черноземы прошли лесную стадию почвообразования. По этому поводу Е. В. Рубилин (1956) пишет: «Хорошо выраженный красно-бурый горизонт у многих черноземов Силтанукской возвышенности и в других местах, при отсутствии признаков остаточного оподзоливания в верхних горизонтах, скрытым последующим усилением развития дернового процесса, рассматривается нами как реликтовый признак, оставшийся от почвообразования, протекавшего здесь в прошлом под пологом леса». Возможность перехода лесных почв в черноземы отмечается и другими авторами — В. В. Гулисашвили (1942) и С. В. Зонном (1940, 1950).

Итак, на Силтанукской, Дзагепбарзской и Кабардино-Сунженской возвышенностях черноземы прошли лесную и дерновую стадию почвообразования. Эволюция почв

этих возвышенностей шла от бурых лесных почв к серым лесным и далее — к черноземам оподзоленным и выщелоченным. Почвообразование происходило здесь на делювии желто-бурых суглинков и глин.

В предгорных равнинах почвы развивались в условиях избыточного увлажнения, связанного с заполнением их флювио-гляциальными водами, по мере освобождения территории которых, а также понижения уровня грунтовых вод появились условия для развития болотных почв. Дальнейшее усиление дренированности и остепнения предгорной равнины привело к эволюции болотных почв и превращению их в лугово-болотные и луговые черноземовидные. С высыханием территории и развитием дернового процесса почвообразования в плакорных условиях черноземовидные почвы все более приобретали черты выщелоченного чернозема, а в пониженных элементах рельефа и территориях с близким залеганием грунтовых вод переходили в лугово-черноземные.

По мере остепнения территории выщелоченные черноземы переходили в типичные, а они в свою очередь — в обыкновенные и южные черноземы.

Таким образом, несмотря на существование гипотезы гидроморфной стадии, как обязательном условии для формирования черноземов, выдвинутой В. А. Ковда (1965), они могут, по нашему мнению, минуя ее, проходить и стадию подзолистого процесса почвообразования, как, например, это имеет место на Силтанукской возвышенности.

Аналогичный дуалистический подход к образованию черноземов был и у В. Р. Вильямса (1951), который допускал возможность их образования как из болотных, так и из подзолистых почв.

При всем при том обязательным условием формирования черноземов является прохождение ими дернового процесса почвообразования.

На Терско-Кумской равнине процесс остепнения пошел еще дальше, и южные черноземы сменялись темно-каштановыми почвами, а те в свою очередь — каштановыми. В пойменных террасах р. Терек и пониженных элементах рельефа с временным поверхностным переувлажнением и близким залеганием грунтовых вод среди каштановых почв сформировались лугово-каштановые.

7.1. Почвы равнинной зоны

В равнинной зоне формируются в основном каштановые и лугово-каштановые почвы.

Условия формирования. Каштановые почвы на территории Северной Осетии распространены в Моздокском административном районе, который занимает крайнюю, северную, часть Терско-Кумской равнины. Они занимают площадь в 47,8 тыс. га, в том числе 40,9 тыс. га пашни, и формируются на надпойменных и высоких древних террасах р. Терек.

Рельеф рассматриваемой территории выровненный, местами, ближе к р. Терек, нарушаемый уступами террас.

Почвообразующие породы в основном представлены буровато-палевыми лессовидными карбонатными суглинками, а в пойме и надпойменных террасах — аллювиальными отложениями супесчаного и легкосуглинистого механического состава. Поэтому местами они суглинисты, супесчаны, засолены легкорастворимыми солями. Имеют полигенетическое происхождение. Местами связаны с флювио-гляциальными водными потоками, современными аллювиальными отложениями и отложениями Каспийского моря (Кузнецов, 1923). Сухой осадок водной вытяжки составляет 1,4 — 1,5%. Засоление обусловлено главным образом сульфатами

магния, количество которых доходит до 4,2 мг/экв на 100 г почвы. Что касается кальциевого засоления, то оно незначительное. Содержание сульфата кальция не превышает 2,9 мг/экв на 100 г почвы.

Рассматриваемые почвообразующие породы имеют высокую щелочность, особенно засоленные, что обусловлено исключительно бикарбонатом натрия. В составе водной вытяжки сумма натрия и калия составляет 15 — 16% от веса сухого остатка.

Растительность. Каштановые и лугово-каштановые почвы сформировались под изреженными злаково-ковыльными и злаково-полынными растительными ассоциациями. В настоящее время 85,6% территории распаивается. Естественная растительность сохранилась только на неудобных для обработки участках.

Климат. Каштановые и лугово-каштановые почвы формируются в условиях засушливого климата с коэффициентом увлажнения (КУ) 0,18 — 0,22 и гидротермическим коэффициентом увлажнения (по Селянинову) 0,92. За год выпадает 452 мм осадков, а за вегетационный период — 320. Сумма температур выше 10°C колеблется от 3440° до 3620°C. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2°C. Абсолютный минимум температуры воздуха в 5% зим опускается до минус 34°C, а в 40% зим — до минус 20°C.

Абсолютный максимум температуры воздуха поднимается до 41,1°C. Безморозный период длится 190 дней, а с температурой > 10°C — 188. В году 180 часов дуют ветры со скоростью выше 15 м/сек. В течение 83,4 дней в году наблюдаются суховеи. Чаще всего они бывают в июне, июле и августе, соответственно — 15,9, 22,8 и 20,8 дней (Иванченко, Народецкая, Токов, 1980).

В этих условиях в равнинной зоне формируются темно-каштановые, каштановые и лугово-каштановые почвы.

В связи с высокой распаханностью (85,6%) и интенсивным механическим и химическим воздействием в рассматриваемых почвах нарушается малый биологический круговорот веществ. В результате этого, хотя и сохраняется основное направление сухостепного процесса почвообразования, изменяются темп накопления и природа органического вещества, нарушается соотношение содержащихся биогенных элементов, качество и количество почвенной биоты и микроорганизмов. Кроме того, при интенсивных механических обработках почвы разрушается ее структура.

Пахотный горизонт у каштановых почв, как правило, распылен, и при поливе или после ливневого дождя на поверхности образуется плотная почвенная корка. Распылению почвенной массы каштановых почв также способствуют влагозарядковые поливы, когда почва в зиму уходит в переувлажненное состояние. При этом в структурных отдельностях почвенных пор вода замерзает и распирает их стенки, и структура почвы распыляется, разрушается. Неумеренные поливы заполняют водой почвенные капилляры, и они смыкаются с солончатым горизонтом. В результате каштановые почвы вторично засоляются.

Замена естественной растительности культурной, особенно пропашными культурами, приводит к эрозии рассматриваемых почв. Поэтому в зоне каштановых почв значительные площади подвержены ветровой и водной эрозии.

7.1.1. Темно-каштановые почвы

Распространены в северо-западной части левобережья и юго-восточной правобережья р. Терек в пределах Республики Се-

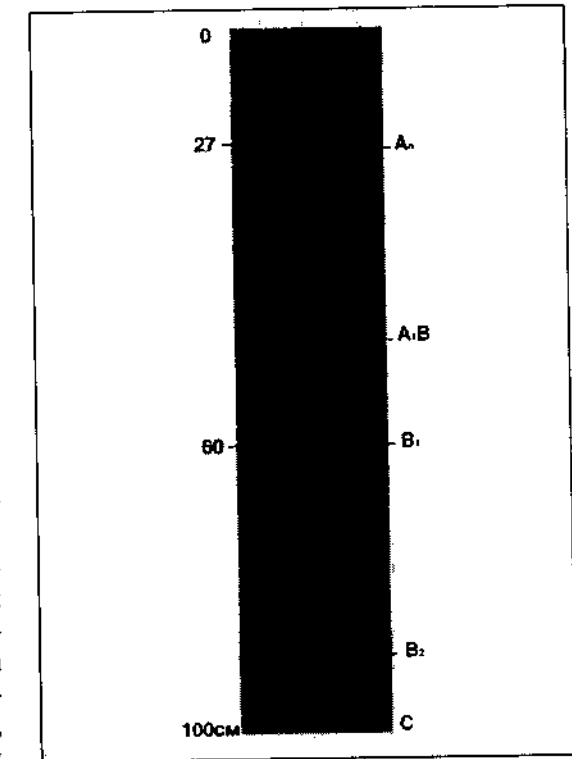


Рис. 7.1.1.1. Профиль темно-каштановой почвы

верная Осетия-Алания. Занимают площадь 18,6 тыс. га, в том числе — 16,1 тыс. га пашни. Распаханность территории составляет 86,6%. Формируются на древних террасах р. Терек, где занимают наиболее возвышенные равнинные пространства.

Морфологические признаки. Профиль их характеризуется бурой окраской с серовато-бурым оттенком горизонта А, мощность которого колеблется в пределах 25 — 27 см (рис. 7.1.1.1).

Мощность гумусовых горизонтов А + В составляет 60 см. Переходный горизонт В, как правило, растянут, и в профиле выделяются несколько его подгоризонтов (В₁, В₂, В₃). В профиле переходы генетических горизонтов и подгоризонтов постепенные. С глубиной по профилю почвы, по мере уменьшения содержания гумуса, коричневые и буроватые тона почвенной массы переходят в желто-палевые. Зернисто-комковатая или комковато-пылеватая структура горизонта А с глубиной, в горизонте В, при-

обретает крупнокомковатую структуру, а в горизонте ВС и С превращается в бесструктурную массу. В нижней части горизонта В₁ появляется карбонатная плесень, а в горизонте ВС и С карбонаты бывают в виде белоглазки. На глубине 200 — 250 см появляются новообразования гипса.

Орошаемые темно-каштановые почвы от неорошаемых отличаются большей распыленностью почвенной массы пахотного горизонта и наличием корки с поверхности, более плотным сложением.

Для характеристики морфологических признаков темно-каштановых почв приводим описание разреза, заложенного на землях совхоза «Терек» Моздокского района (поле озимой пшеницы; состояние — хорошее; микрорельеф — ровный):

$A_{\text{п}} \frac{0-27}{27} \text{ см}$

Буровато-темно-серый*; порошисто-непрочно-комковатый; слабоуплотненный; тонкопористый; тяжелосуглинистый; вскипает от 10% HCl; переход в следующий горизонт заметный по цвету и плотности.

$B_1 \frac{24-47}{20} \text{ см}$

Серо-коричневый; комковатый; среднеуплотненный, тонкопористый, тяжелосуглинистый, выделение карбонатов в виде плесени в нижней части горизонта, переход постепенный.

$B_2 \frac{47-60}{13} \text{ см}$

Серый с буроватым оттенком, комковатый, тяжелосуглинистый, рыхлый, пористый, много карбонатной плесени, переход заметный.

$BC \frac{60-120}{60} \text{ см}$

Желто-бурый, крупнокомковатый, среднеуплотненный, тяжелосуглинистый, тонкопористый, карбонаты в виде белоглазки, переход заметный.

* Цвет верхнего генетического горизонта является важнейшим показателем состояния почвы. Он, кроме содержания гумуса, определяется состоянием увлажнения, распыленностью почвенной массы и степенью дефлированности, навейности или смывности. Так, во влажном состоянии верхний горизонт (А) темно-каштановых почв приобретает темно-бурый (каштановый, коричневый) цвет, а в сухом — серо-бурый.

$C \frac{120-140}{20} \text{ см}$

Буровато-палевый, бесструктурный, рыхлый, тяжелосуглинистый, пористый, карбонаты в виде белоглазки.

По мере же увеличения степени эродированности или навейности почва приобретает цвет либо горизонта или смеси горизонтов, вышедших на дневную поверхность, либо навейного слоя.

Цвет почвы определяет не только ее внешние признаки, но и внутренние свойства. Достаточно указать на то, что по цвету тип каштановых почв подразделяется на подтипы: темно-каштановые, собственно каштановые и светло-каштановые. Цвет почвы определяет количество гумуса в почве, а следовательно — содержание в ней биоэлементов в необходимых для нормального роста и развития растений соотношениях и количествах. Содержание же гумуса определяет наличие в почве водопроходной, ветроустойчивой, агрономически ценной структуры и, наконец, обуславливает физические и водно-физические свойства. В темно-каштановых почвах объемная масса почвы колеблется в пределах 1,0 — 1,3 г/см³, что благоприятно для распространения корневой системы основных сельскохозяйственных культур. В этих же почвах наименьшая полевая влагемкость и порозность находятся в оптимальных пределах (соответственно — 70—75 и 55—65%).

Однако, к сожалению, в России цвет почвы определяют не по конкретным количественным показателям, как это принято, например, в США или Японии, где ему по цветовой шкале Манселла путем сравнения цвета почвы и шкалы эталонов дается количественная характеристика.

В России количественная оценка цвета почвы дается при помощи спектрофотометра (Обухова, Орлов, 1964; Карманов, 1973) и фотоэлектрического люксметра с набором фильтров (Добровольский, Чупахина, 1969). Однако из-за трудности использования приборов, которых к тому же нет, этот способ недоступен при полевых почвенных исследованиях. Определение цвета каштановых почв проводится, как правило, на глаз, что

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Таблица 7.1.1.1

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см ³			Объемная масса, г/см ³			Пористость, %		
		1970	1980	1992	1970	1980	1992	1970	1980	1992
A'	0 — 10	2,51	2,65	2,65	1,12	1,24	1,12	55,0	53,2	51,6
A''	10 — 20	2,53	2,63	2,65	1,18	1,31	1,32	54,0	50,2	48,7
B ₁	20 — 30	2,57	2,63	—	1,22	1,28	—	53,0	51,0	48,9
BC	40 — 50	2,55	2,70	—	1,19	1,36	—	54,0	49,6	—
C	120 — 130	2,61	2,75	2,74	1,42	1,45	—	46,0	39,3	—

Примечание: данные общих физических свойств за 1970, 1980 гг. взяты из рукописи Н. И. Калоевой (1982), а 1992 г. — из технического отчета по крупномасштабному почвенному обследованию земель совхоза «Терек» Моздокского района (1993).

несьма субъективно, и у разных авторов он, естественно, разный. Так, К. И. Трофименко (1966) окраску горизонта А характеризует как темно-бурый, Н. И. Калоева (1982) верхние 3 — 4 см — как светло-серые, ниже, до 25 см, — бурые, а Г. Г. Джанаева (1978) они представляются серыми, с каштановым оттенком.

Физические свойства. Темно-каштановые почвы имеют благоприятные физические свойства. Несмотря на ежегодное интенсивное механическое воздействие на них и распыленность структуры верхнего (пахотного) горизонта, объемная масса их находится в пределах оптимальной для всех возделываемых сельскохозяйственных культур (табл. 7.1.1.1).

Из данных таблицы 7.1.1.1 видно, что, во-первых, темно-каштановые почвы в верхнем (пахотном) горизонте имеют благоприятные физические свойства; во-вторых, за 22 года, несмотря на механическое воздействие на почвы, физические свойства изменились незначительно.

Так, удельная масса за 1970, 1980 и 1992 гг. составила соответственно 2,51, 2,65 и 2,65. Практически не изменилась и объемная масса. Она в верхнем 10 см слое за вышеприведенные годы осталась на уровне 1,12 г/см³, а пористость — в пределах 51,6 — 55,0%. В то

же время с глубиной по профилю четко обнаруживается закономерность увеличения удельной и объемной массы. Так, если удельная масса в верхнем горизонте по годам составила 2,51 — 2,65 г/см³, то в почвообразующей породе уже 2,61 — 2,75 г/см³.

С глубиной меняются также параметры объемной массы. В верхнем горизонте по годам объемная масса колеблется в пределах 1,12 — 1,14 г/см³, а в почвообразующей породе — 1,42—1,45 г/см³. Что касается пористости, то, наоборот, с глубиной процент ее уменьшается от 51,6 — 55,0 до 39,3 — 46,0%. Из этих данных видно, что рассматриваемые почвы в верхних горизонтах характеризуются хорошей аэрацией. Нормальная пористость обеспечивается даже при поливах высокими поливными нормами и в период ливневых дождей. Изменение общих физических свойств с глубиной по профилю в основном связано с уменьшением содержания гумуса и снижением структурности почвенной массы.

Водно-физические свойства рассматриваемых почв также благоприятны для протекания интенсивных процессов почвообразования и получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур (табл. 7.1.1.2).

Из данных таблицы 7.1.1.2 видно, что

Глубина взятия образца, см	Физическая глина, %	Максимальная гигроскопичность, %	Влажность завядания, %	Наименьшая полевая влагоем- кость, %	Наибольший запас усвояемой воды, мм
0 — 10	60,5	6,8	10,3	30,0	41,0
20 — 30	—	7,2	10,9	26,6	18,0
30 — 40	61,0	7,6	11,4	24,1	18,0
40 — 50	—	7,2	10,8	24,5	18,0
50 — 60	—	7,1	10,7	25,7	17,0
60 — 70	—	6,8	10,1	24,4	17,0
70 — 80	60,0	6,6	9,8	24,0	17,0
80 — 90	—	6,6	9,9	23,0	17,0
90 — 100	60,0	6,3	9,5	23,0	17,0

максимальная гигроскопичность, а следовательно, и влажность завядания в корнеобитаемом слое (0 — 40 см) темно-каштановых почв довольно большая (10,3 — 11,4%).

Наименьшая полевая влагоемкость с глубиной, по мере уменьшения содержания гумуса, уменьшается.

Темно-каштановые почвы благодаря сво-

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ (К. И. Трофименко, 1956, 1964)

Таблица 7.1.1.3

Генетический горизонт	Глубина, см	Гигрос- копич. вода, %	Потери от обработ- ки HCl	Содержание фракций, %; диаметр частиц, мм						
				1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01
A ¹	0 — 10	3,51	8,12	0,21	7,60	34,87	12,09	9,82	35,41	57,32
A ^{II}	20 — 30	3,60	10,86	0,02	9,06	32,60	12,74	14,57	31,01	58,32
B	40 — 50	3,27	11,88	0,01	8,27	34,54	10,40	12,64	34,14	37,18
C	200 — 210	2,27	11,43	0,01	12,66	35,88	12,86	8,91	29,68	51,45
A ¹	0 — 10	3,8	7,6	0,9	11,2	27,4	26,5	13,4	20,6	60,5
A ^{II}	30 — 40	3,5	8,9	0,8	10,4	27,8	24,6	14,5	22,9	61,0
B	70 — 80	3,1	15,5	0,6	7,8	27,7	25,2	12,8	25,9	63,9
BC	90 — 100	2,9	15,5	0,6	8,9	28,4	24,8	11,9	25,2	61,9
C	160 — 170	2,0	18,6	0,3	7,9	30,6	26,8	11,1	22,6	60,5

му тяжелосуглинистому механическому составу и хорошей пористости обладают возможностью иметь значительный запас усвояемой воды. Так, в первом полуметровом слое наибольший запас ее составляет 87 мм, а в метровом — 155 мм.

Эти водно-физические свойства темно-каштановых почв могут быть положены в основу при расчете норм поливной воды. Так, для увлажнения почвы до глубины 50 см норма полива должна быть 870 м³/га, а для увлажнения слоя в 1 м — не более 1550. При превышении указанной нормы полива почвы могут подвергнуться вторичному засолению, так как на определенной глубине имеют солевой пояс, а при смыкании поливной воды с капиллярной каймой засоленных грунтовых вод они поднимаются и соли накапливаются в верхних горизонтах почв.

Механический состав. В основном зависит от механического состава почвообразующей породы, которая в зоне распространения их, как правило, средне- и тяжелосуглинистая. Поэтому механический состав рассматриваемых почв также колеблется в пределах от средне- до тяжелосуглинистого (табл. 7.1.1.3).

Из данных таблицы 7.1.1.3 видно, что в составе механических фракций преобладают крупнопылеватые (0,05 — 0,01 мм — 27,4—34,87%), пылеватые (0,01 — 0,005 мм — 12,9—26,5%) и иловатые (0,001 мм — 20,6—35,41%) частицы. Изменение механического состава в профиле темно-каштановых почв, включая и почвообразующую породу, не наблюдается.

Наличие в составе минеральной части почвенной массы большого количества пылеватых частиц (40,3 — 61,37%) создает высокую пористость и хорошую проницаемость, а большое содержание илистой фракции обеспечивает значительную влагоемкость и связность — липкость. Поэтому пашня темно-каштановых почв в сухом состоянии бывает глыбистой, а во влажном — заплывает и становится липкой.

При высыхании влажной почвы на поверхности образуется плотная корка.

По результатам крупномасштабных почвенных обследований, проведенных в 1992 г., степень агрегированности рассматриваемых

почв высокая. В пахотном слое она составляет 45,8%, в переходном горизонте (B) — 64,2%. При сухом просеивании почвенной массы пахотного слоя в нем содержится 40,5% агрегатов, размером более 10 мм в диаметре. С глубиной агрегированность уменьшается, и в переходном горизонте (B) агрегаты составляют всего 23,0%.

При мокром просеивании в пахотном и переходном горизонтах преобладают структурные агрегаты, диаметр которых не достигает 0,25 мм.

Физико-химические свойства. Несмотря на значительное содержание (0,37 мг/экв на 100 г почвы) натрия, в поглощающем комплексе темно-каштановые почвы имеют благоприятные физико-химические свойства. Формируясь на лессовидных карбонатных суглинках, а местами на легких глинах в условиях выпотного водного режима, почвенные горизонты не теряют кальций и магний, а, наоборот, накапливают их в поглощающем комплексе верхнего горизонта (табл. 7.1.1.4).

Из данных таблицы 7.1.1.4 видно, что сумма поглощенных катионов в верхнем горизонте темно-каштановых почв высокая — 33,4 мг/экв на 100 г почвы. Поглощающий комплекс полностью насыщен основаниями. В составе поглощенных катионов основное место занимают кальций (81,47 — 89,24%) и магний (10,08 — 17,43%), содержание же в нем натрия не превышает 0,68 — 1,10%. Из-за большого количества щелочноземельных металлов в поглощающем комплексе рассматриваемые почвы имеют слабощелочную реакцию почвенного раствора (рН 7,2 — 7,3). При наличии в нем больших количеств натрия реакция почвенной среды приобретает среднюю и даже высокую щелочность (рН 8,1 — 8,5).

Содержание карбоната кальция увеличивается с глубиной по профилю почвы, но это не связано с перемещением сверху вниз в процессе почвообразования, а объясняется богатством почвообразующей породы этих соединений.

Результатами исследований установлено также, что воднорастворимых солей в почвенных горизонтах описываемых почв мало, главным образом это бикарбонаты

Генетический горизонт	Глубина, см	мг/экв на 100 г почвы				В % от емкости			pH	CaCO ₃
		Ca	Mg	Na	Сумма	Ca	Mg	Na		
A'	0 — 10	27,21	5,82	0,37	33,40	81,47	17,43	1,10	7,2	6,84
A''	20 — 30	29,50	3,11	0,21	30,83	89,24	10,08	0,68	7,3	7,01
B	40 — 50	25,10	3,93	0,19	29,22	85,90	13,45	0,65	7,2	8,68

кальция и магния. В материнской породе на глубине 200 — 250 м в составе солей преобладают сульфаты.

Валовой химический состав. Профиль темно-каштановых почв слабо дифференцирован по валовому химическому составу (табл. 7.1.1.5). Содержание кремниевой кислоты в верхних горизонтах имеет тенденцию к увеличению, что, по-видимому, связано с процессами дефляции почв, при котором более крупные (песчаные) частицы остаются на месте, а пылевая часть сдувается.

В содержании алюминия и железа существенных изменений не происходит по генетическим горизонтам, хотя наблюдается тенденция уменьшения алюминия в гумусово-аккумулятивном горизонте, а железа — в переходном и почвообразующей породе, т. е. отмечается незначительное биологическое накопление железа.

Из данных таблицы 7.1.1.5 также видно, что коэффициент биологического накопления фосфора существенный. Если в почвообразующей породе количество фосфора не превышает 0,10%, то в гумусово-аккумулятивном горизонте его содержится 0,17 — 0,19%.

Содержание марганца в почвенных горизонтах значительно меньше, чем в почвообразующей породе. Например, если в почвообразующей породе марганца содержится 0,40%, то в горизонтах А и В — около 0,18%. По-видимому, снижение содержания марганца в горизонтах А и В связано с вы-

носом его с урожаем сельскохозяйственных культур.

Генетические горизонты и почвообразующая порода по содержанию магния, калия и натрия существенно не отличаются. Например, в верхнем горизонте содержится магния 3,71%, а в породе — 3,61%, калия — соответственно 2,01 — 1,8, натрия — 1,61 — 1,58%.

Что касается серы, то нужно было ожидать, что она будет накапливаться в гумусово-аккумулятивном горизонте, однако в данном случае коэффициент биологического накопления затушевывается наличием гипса в почвообразующей породе. Поэтому содержание серы в почвенных горизонтах (А и В) составляет 0,3 — 0,4%, а в почвообразующей породе — 0,80%.

По результатам валового химического анализа также установлено, что алюминий, железо и фосфор содержатся больше в илистой фракции, чем в почвах в целом. Так, если алюминия, железа и фосфора в верхнем горизонте почвы содержится соответственно 16,31, 7,22 и 0,19%, то в илистой фракции количество их составляет соответственно 26,5, 9,6 и 0,28%.

Оксида кремния, марганца и кальция, наоборот, в илистой фракции рассматриваемых почв значительно меньше, чем в почвах в целом. Так, если в верхнем горизонте содержится оксида кремния 63,7%, марганца 0,17 и кальция 4,72%, то в илистой фракции содержание их составляет соответственно 57,3%,

Таблица

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ
(К. И. Трофименко, 1966)

Генетический горизонт	Глубина, см	В % на прокаленную почву									
		SO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
A'	0 — 10	0,30	63,7	16,31	7,22	0,17	4,72	3,71	2,01	1,61	0,19
A''	20 — 30	0,35	62,9	16,92	7,10	0,19	5,12	3,31	1,92	1,52	0,17
B	40 — 50	0,40	62,0	17,71	6,10	0,18	6,03	3,12	2,08	1,72	0,12
C	140 — 150	0,80	61,1	19,82	6,91	0,40	7,32	3,61	1,80	1,58	0,10
То же, фракция < 0,001 мм											
A'	0 — 10	0,52	57,3	26,50	9,55	0,02	1,11	3,21	2,64	1,41	0,28
A''	20 — 30	0,48	56,2	26,91	9,81	0,01	1,30	2,92	2,51	1,09	0,29
B	40 — 50	0,45	55,5	27,01	10,10	0,01	1,41	2,90	2,10	0,95	0,19
C	140 — 150	0,33	57,7	27,72	8,4	0,02	1,32	3,10	2,42	0,94	0,18

0,02 и 1,11%. Эти данные указывают на то, что алюминий, железо и фосфор концентрируются в илистой, а кремний, марганец, кальций и сера — в песчаной фракции почв.

7.1.2. Каштановые почвы

Собственно каштановые почвы распространены на северо-восточной части территории Моздокского административного района. Они занимают площадь 21 тыс. га, в том числе 17,9 тыс. га пашни. Формируются в более континентальных условиях, чем темно-каштановые. Гидротермический коэффициент в зоне распространения их составляет 0,12. Растительный покров более ксерофильный, с меньшей годовой продуктивностью биомассы. Здесь естественная растительность сохранилась только в неудобных для обработки участках. Распаханность территории зоны распространения каштановых почв составляет 85,2%. Поэтому в процессе почвообразования принимают участие в основном культурные растения. В связи с этим

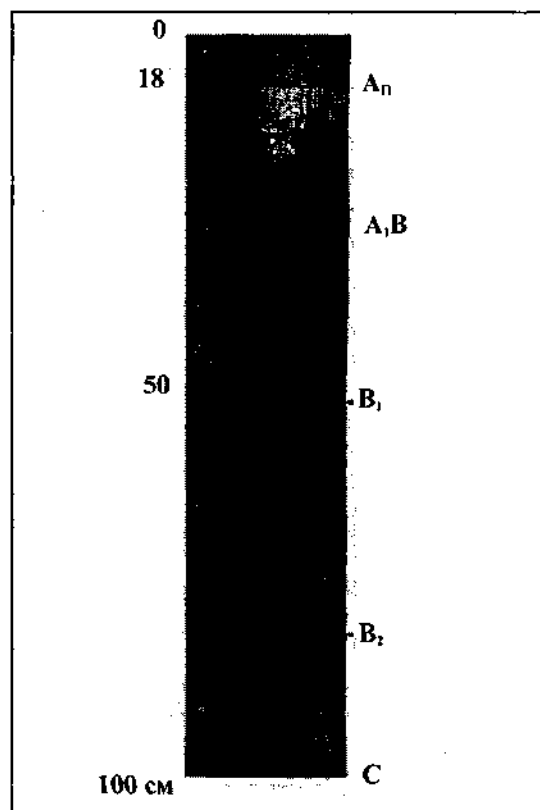


Рис. 7.1.2.1. Профиль каштановой почвы

структура посевных площадей и чередование культур в севооборотах играют важную роль в формировании свойств рассматриваемых почв, особенно их органического вещества, но эти вопросы пока слабо изучены.

Морфологические признаки собственно каштановых почв. Профиль собственно каштановых почв характеризуется более светлой окраской верхнего горизонта, чем темно-каштановых (рис. 7.1.2.1). Мощность горизонта А не превышает 25 — 26 см, а А + В — 50 см. Карбонаты в виде белоглазки появляются на глубине 70 — 100 см. Переходы одного генетического горизонта в другой постепенные. Из-за слабой дифференцированности профиля здесь выделяются подгоризонты В₁, В₂, ВС переходного горизонта. С глубиной по профилю почвы бурые тона почвенной массы постепенно сменяются желто-палевыми тонами. Структура из комковато-глыбистой переходит в горизонте В в комковато-пылеватую и бесструктурную в почвообразующей породе.

Главной отличительной особенностью собственно-каштановых почв, кроме меньшего содержания гумуса, является более близкое расположение новообразования гипса и большая солонцеватость по сравнению с темно-каштановыми почвами.

Для характеристики морфологических признаков каштановых карбонатных почв приводим описание разреза, заложенного Н. И. Калоевой на землях Моздокского сортоучастка (посев кукурузы; состояние удовлетворительное):

$A_n \frac{0-25}{25}$ см. Верхние 3 — 4 см светло-серого цвета, листоватой структуры (почвенная корка), а ниже — бурый, комковато-глыбистый, пылеватый, с 11 см более темный, плотней, постепенно переходит в горизонт В₁.

$B_1 \frac{27-31}{4}$ см. Темно-бурый, свежий, комковато-пылеватый, рыхлый, сильно перерываемый земляными, дождевыми червями. По ходам землян и корневищам ясно видны налеты карбонатов в виде плесени, переход заметный.

$B_2 \frac{39-48}{9}$ см. Намного светлее горизонта В₁ с заметным желтоватым оттенком, плотнее него, комковато-пылеватый, по ходам землян — карбонатная плесень, переход в следующий горизонт постепенный.

$BC \frac{49-70}{21}$ см. Светлее горизонта В с палевым оттенком, плотнее него, пористый, крупно-комковато-пылеватый. Сильно перерываемый земляными, от чего неоднородно окрашен с гумусовыми затеками по ходам, переход в материнскую породу ясный.

$C \frac{70 \text{ см и ниже}}$. Палево-желтый, тонкопористый, пылеватый, карбонаты в виде белоглазки появляются с глубины 80 см, а с глубины 150 см — прожилки гипса. Вскипание от 10% HCl бурное с поверхности.

Аналогичную характеристику морфологических признаков каштановых почв дает К. И. Трофименко (1966). По ее описанию типичный разрез каштановой почвы имеет следующее строение:

$A_n \frac{0-25}{25}$ см. Серо-бурый, глыбисто-комковато-пылеватый, незаметно переходит в горизонт В₁.

$B_1 \frac{25-55}{30}$ см. Бурый, комковатый, пористый, сильно перерываемый земляными и дождевыми червями, переход в следующий горизонт постепенный.

$BC \frac{55-120}{65}$ см. Светлее горизонта

В₁, бурый с палевым оттенком. Крупнокомковато-пылеватый, также сильно перерываемый земляными, сухой, ясно переходит в горизонт С.

С 120 см и глубже. Желто-бурый карбонатный лессовидный суглинок со скоплением карбонатов в форме белоглазки. С 150 см переходит в более легкий и светлый суглинок, с глубины 170 см обнаруживаются прожилки гипса. Бурное вскипание отмечается с поверхности.

Из этих двух описаний видно, что морфологические признаки каштановых почв, описанные разными авторами, весьма близкие. На это же указывает и К. И. Трофименко, которая детально исследовала каштановые почвы. В частности, она отмечает: «Многочисленные разрезы, заложенные на территории Моздокского района, весьма однородны и по профилю близки между собой» (К. И. Трофименко, 1964).

Физические свойства каштановых почв. Каштановые карбонатные почвы имеют благоприятные физические свойства.

Из данных таблицы 7.1.2.1 видно, что как объемная масса, так и общая скважность горизонтов А_n и В₁ находятся в пределах оптимальных величин. С глубиной по профилю до почвообразующей породы сохраняются эти показатели, в почвообразующей же породе резко увеличивается объемная масса — от 1,23 г/см³ в пахотном горизонте до 1,52 г/см³ в почвообразующей породе. Общая скважность также меняется — от 55,4 г/см³ в па-

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Таблица 7.1.2.1

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Общая скважность, %
A _n	0 — 20	2,76	1,23	55,4
B ₁	30 — 40	2,69	1,25	53,6
B ₂	50 — 60	2,72	1,26	53,2
BC	80 — 90	2,80	1,31	53,3
C	110 — 120	2,93	1,52	48,2

Глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см³	Объемная масса, г/см³	Общая пористость, %	Соотношение фаз при ППВ		
				Твердая	Жидкая	Газообразная
Неорошаемый участок						
0 — 10	2,70	1,18	56,3	43,7	32,4	23,9
10 — 20	2,73	1,21	56,0	44,0	30,7	25,3
20 — 30	2,65	1,23	54,0	46,0	29,3	24,7
30 — 40	2,65	1,37	49,3	50,7	34,4	14,9
40 — 50	2,73	1,30	52,4	47,6	34,2	18,2
60 — 70	2,70	1,26	53,3	46,7	35,9	17,4
80 — 90	2,73	1,22	55,3	44,7	28,3	27,0
100 — 110	2,80	1,37	56,1	49,0	35,0	16,0
120 — 130	2,73	1,23	55,0	45,0	30,0	25,0
Орошаемый участок						
0 — 10	2,65	1,24	53,2	46,8	33,7	19,5
10 — 20	2,63	1,31	50,2	49,8	32,5	17,7
20 — 30	2,63	1,28	51,0	49,0	32,0	19,0
30 — 40	2,70	1,42	47,4	52,6	43,9	34,9
40 — 50	2,70	1,36	49,6	50,4	34,0	15,0
60 — 70	2,70	1,31	51,5	48,5	34,8	16,7
80 — 90	2,73	1,25	54,0	46,0	32,8	21,2
100 — 110	2,75	1,34	51,0	49,0	32,5	18,5
120 — 130	2,35	1,45	39,3	60,7	37,5	18,0

хотном горизонте до 48,2 г/см³ в почвообразующей породе.

Орошение значительно изменяет общие физические свойства почв (табл. 7.1.2.2).

Из данных таблицы 7.1.2.2 видно, что в почвах орошаемых участков повышается объемная масса, снижается общая пори-

стость, изменяется соотношение твердой, жидкой и газообразной фаз. Но, несмотря на это, показатели общих физических свойств орошаемых каштановых почв остаются в пределах оптимальных величин.

Так, объемная масса неорошаемой каштановой карбонатной почвы в пахотном слое

Генетический горизонт	Глубина, см	Удельная масса, г/см ³		Объемная масса, г/см ³		Пористость, %	
		1970	1980	1970	1980	1970	1980
A'	0 — 10	2,51	2,65	1,12	1,24	55,0	53,2
A''	10 — 20	2,53	2,63	1,18	1,31	54,0	50,2
B ₁	20 — 30	2,57	2,63	1,22	1,28	53,0	51,0
B ₂	30 — 40	2,55	2,70	1,21	1,42	53,0	47,4
B ₃	40 — 50	2,55	2,70	1,19	1,36	54,0	49,6
BC	60 — 70	2,60	2,70	1,22	1,31	54,0	51,5
C	80 — 90	2,61	2,73	1,31	1,25	50,0	54,0

составляет 1,18 г/см³, а орошаемой — 1,24—1,28. Общая пористость орошаемой каштановой карбонатной почвы в пахотном слое снизилась от 56,3% неорошаемой почвы до 53,2—51,0% орошаемой. Как видно из этих данных, общие физические свойства сохраняются в пределах оптимальных величин.

Орошение также оказывает заметное влияние на соотношение твердой, жидкой и газообразной фаз почвы. В орошаемых почвах при ППВ объем твердой и газообразной фаз снижается, а жидкой — увеличивается. Так, объем твердой фазы почвы увеличивается от 43,7% неорошаемой почвы до 46,8% орошаемой, а газообразной фазы

— уменьшается от 23,9% неорошаемой почвы до 19,5% орошаемой. В переходном (B) горизонте эти изменения незначительны.

Объем жидкой фазы почвы, наоборот, по всему профилю орошаемой почвы выше (33,7%), чем неорошаемой (32,4%).

В связи с орошением и механическими обработками распыляется структура почвы, снижается содержание гумуса. В результате этого изменяются общие физические свойства (табл. 7.1.2.3).

Из данных таблицы 7.1.2.3 видно, что удельная масса почвы гумусово-аккумулятивного горизонта увеличилась от 2,51 до 2,65 г/см³, а объемная масса — от 1,15 до

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Диаметр частиц, мм; содержание, %						
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
A ₀	0 — 20	2,51	18,48	36,08	9,25	12,99	20,69	48,93
B ₁	30 — 40	1,83	16,82	35,18	9,64	13,35	23,18	46,17
B ₂	40 — 50	1,86	20,45	33,56	8,68	11,83	23,62	44,13
BC	60 — 70	1,62	22,10	30,69	10,83	12,71	22,15	45,69
C	80 — 90	1,75	28,70	29,90	9,98	10,27	20,40	40,65

Генетический горизонт	Глубина, см	Минералогический состав
A	0 — 10	В тонкой глинистой пористой массе распределены довольно однородные по величине обломки преимущественно полевых шпатов — плагиоклазов, немного кварца, амфиболов, эпидота, слюды, редко — окислов железа. В большом количестве — карбонаты.
AB	20 — 30	Тот же минералогический состав, но обломки минералов мельче. Много пор, очень много карбонатов в виде пыли, а также кристаллов размером меньше 0,25 мм в диаметре.
B	40 — 50	Тот же минералогический состав. Еще больше глинистых частиц. Полевые шпаты сильно пелитизированы. Карбонаты рассеяны в виде тонкой пыли и отдельных кристаллов.
C	200 — 210	Глинистая масса с включениями мелких обломков других минералов. Сильно пелитизирован. Есть зерна глауконита. Поры крупные. Карбонаты в виде тонкой пыли.

1,26 г/см³, пористость, наоборот, у орошаемых почв снизилась от 54,58 до 50,2%. С глубиной по профилю почвы изменения этих показателей незначительны и не носят закономерный характер. Несмотря на изменения общих физических свойств, за 10 лет они удержались на уровне оптимальных величин, но тенденция ухудшения их при этом сохраняется.

Механический состав. Каштановые карбонатные почвы по механическому составу относятся к тяжелосуглинистым крупнопылевато-иловатым (табл. 7.1.2.4).

В составе механических фракций в профиле каштановых карбонатных почв преобладают частицы крупной пыли (0,05 — 0,01 мм — 36,0%) и илистой фракции (< 0,001 мм — 20,69 — 23,18%).

Все механические фракции распределяются по профилю довольно равномерно, хотя обнаруживается тенденция увеличения содержания песка и крупной пыли в пахотном горизонте. Это связано с дефляционными

процессами, при которых илстая фракция и мелкая пыль выдуваются, а песок остается на месте. По этой же причине в пахотном горизонте содержание мелкой пыли и илистой фракции меньше, чем в переходном (B) горизонте.

Обнаруживается некоторое увеличение содержания пылеватых частиц и илистой фракции в переходном горизонте, что связано как с механическим перемещением пылеватых частиц (илистой фракции), так и образованием вторичных глинистых минералов типа каолинита в процессе почвообразования. Последнее предположение обосновывается разным качественным составом минералов в почвенных горизонтах и почвообразующей породе (табл. 7.1.2.5).

Наличие большого количества полевых шпатов и плагиоклазов обеспечивает высокое содержание калия в рассматриваемых почвах.

Химический состав. Химический состав каштановых карбонатных почв является до-

Генетический горизонт	Глубина, см	Гумус, %	мг/экв на 100 г почвы				% от емкости			pH	CaCO ₃
			Ca	Mg	Na	сумма	Ca	Mg	Na		
A _п	0 — 20	3,25	22,09	3,15	0,90	26,14	84,5	12,1	3,4	8,0	4,8
B	20 — 30	2,06	19,11	2,55	0,81	22,47	85,0	11,4	3,6	8,1	6,8
BC	40 — 50	0,7	17,00	2,05	0,75	15,94	85,6	10,4	3,8	8,5	9,7
C	100 — 110	—	13,65	1,80	0,49	15,94	85,6	11,3	3,1	8,7	10,2
Среднесуглинистые											
A _п	0 — 20	2,22	20,8	2,4	0,6	23,8	87,4	10,1	2,5	7,9	5,1
B	20 — 30	1,87	19,5	1,2	1,2	21,9	89,0	5,5	8,2	8,2	6,3
BC	40 — 50	0,5	17,4	1,0	1,6	20,0	87,0	5,0	8,0	8,5	8,7
C	100 — 110	—	17,9	1,0	1,5	20,0	86,5	4,6	9,0	8,4	9,0

вольно благоприятным практически для всех сельскохозяйственных культур, возделываемых в Предкавказье.

Содержание гумуса в зависимости от механического состава колеблется от 3,45% в тяжелосуглинистых почвах до 2,22% в легко- и среднесуглинистых. С глубиной по профилю почвы, независимо от механического состава, содержание гумуса постепенно уменьшается (табл. 7.1.2.6).

Важной характеристикой каштановых почв является состав гумуса. По данным Е. В. Суловой (1956), в составе гумуса каштановых почв Моздокского района преобладают гуматы кальция и вторая фракция гуминовых кислот, представленных полимерными комплексами с фульвокислотами, связанными с относительно устойчивыми гидратами полуторных окислов. В гумусово-аккумулятивном горизонте содержится больше гуминовых кислот, чем в переходном (B) горизонте. Содержание же фульвокислот, наоборот, больше в переходном горизонте. Гумус рассматриваемых почв сравнительно богат азотом, количество которого в гумусе пахотного горизонта составляет 5 — 6%, а в почвенной массе — 0,16—0,21.

Рассматриваемые почвы неодинаково обеспечены другими основными элементами минерального питания. Так, при высоком содержании валового фосфора в пахотном горизонте (0,20%) его подвижными формами каштановые почвы очень низко обеспечены (15 — 17 мг/кг почвы). Содержание же в них обменного калия, наоборот, достаточно высоко (201 — 282 мг/кг почвы).

Поглощающий комплекс каштановых карбонатных почв полностью (100%) насыщен основаниями. В составе поглощенных оснований основное место (84,5 — 85,9%) занимает кальций, отчасти — магний (10,4 — 12,1%). Количество же поглощенного натрия не превышает 3,4 — 3,8%. Поэтому, во-первых, это количество не вызывает солонцеватость, во-вторых, диспергирующее влияние натрия небольшое и рассматриваемые почвы имеют хорошо выраженную водопропрочную структуру. Повышенное содержание солей обнаруживается в основном в материнской породе или в подпочве, при этом содержание хлора не превышает 0,01 мг/экв. Количество сульфатов колеблется в пределах 0,786 — 0,916 мг/экв на 100 г почвы.

Среди рассматриваемого подтипа почв

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КАШТАНОВОЙ КАРБОНАТНОЙ ПОЧВЫ
(К. И. Трофименко, 1966)

Таблица 7.1.2.7

Генетический горизонт	Глубина, см	г/см ³									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
A ¹	0 — 10	68,8	14,61	6,68	0,16	2,27	1,31	1,98	1,68	0,20	0,23
A ^{II}	20 — 30	68,3	15,30	6,51	0,41	1,67	1,32	2,21	1,67	0,21	0,40
B	40 — 50	67,9	16,03	6,38	0,39	1,84	1,42	2,09	1,50	0,10	0,41
C	140 — 150	67,3	14,22	6,90	0,51	1,08	1,90	1,94	1,58	0,08	0,60

могут встречаться и засоленные варианты, связанные с неправильным расчетом норм поливной воды и, вследствие этого, характеризующиеся вторичным засолением, а также близким залеганием солевого пояса и высоким содержанием солей в почвообразующей породе.

Из-за высокой карбонатности (4,8 — 10,2% CaCO₃) почвенной массы, а также некоторого содержания натрия рассматриваемые почвы по всему профилю имеют щелочную реакцию почвенной среды. Щелочность почвенного раствора колеблется от pH 7,9 в пахотном горизонте до pH 8,7 в почвообразующей породе, т. е. с глубиной, по мере увеличения карбонатов, повышается и щелочность.

Валовой химический состав. По валовому химическому составу каштановые почвы близки к темно-каштановым. Содержание химических элементов в них соответствует среднему содержанию в почвах (табл. 7.1.2.7).

В профиле почвы химические элементы распределяются равномерно. Из данных таблицы 7.1.2.7 видно, что биологическое накопление основной массы их в профиле почвы не обнаруживается, за исключением оксидов фосфора, кальция и натрия.

Увеличение содержания фосфора в верхнем гумусовом горизонте связано с его биологическим накоплением. Накопление же кальция и натрия обусловлено выпотным водным режимом рассматриваемых почв, при котором легкорастворимые соли подтягиваются в составе почвенного раствора из нижних горизонтов.

Содержание марганца и серы повышается с глубиной по профилю почвы. Увеличение содержания серы с глубиной связано с наличием гипса в почвообразующей породе, а марганца — с богатством почвообразующей породы этим элементом.

7.1.3. Лугово-каштановые карбонатные почвы

Лугово-каштановые карбонатные почвы распространены в Моздокском административном районе на площади 8,5 тыс. га. Они формируются преимущественно в левобережье р. Терек, где занимают пониженные замкнутые элементы мезорельефа в надпойменных террасах, частично встречаются в правобережье, где также занимают блюдцеобразные понижения рельефа.

Они формируются в тех же климатических условиях, что и каштановые почвы, но в отличие от них — в условиях повышенного поверхностного увлажнения за счет временного скопления вод поверхностного стока и постоянного грунтового увлажнения, на аллювиальных отложениях разного механического состава и степени засоления. По физическим и химическим свойствам и морфологическим признакам они близки к каштановым почвам. Основным отличием их от каштановых почв является переувлажнение. По этому признаку тип лугово-каштановых почв подразделяется на подтипы: луговатые и собственно лугово-каштановые.

Луговато-каштановые карбонатные почвы распространены на площади 3,7 тыс. га (в том числе пашня — 2,2 тыс. га). Они форми-

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛУГОВО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Таблица 7.1.3.1

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	г/см ³		Общая порозность, %	Гумус, %	Содержание, мг/кг		pH H ₂ O	CaCO ₃ , %
		удельная масса	объемная масса			подв. P ₂ O ₅	обмен K ₂ O		
A _{II}	0 — 24	2,67	1,07	52,9	3,2	4,0	400	8,0	4,6
B _I	26 — 49	2,73	1,25	38,4	2,5	1,0	242	8,5	6,7

руются в пониженных замкнутых элементах рельефа в условиях повышенного временно-го поверхностного увлажнения. Поэтому признаки переувлажнения не проявляются в засушливые годы. Рассматриваемые почвы по физическим, химическим свойствам и морфологическим признакам максимально приближены к темно-каштановым почвам.

Лугово-каштановые карбонатные почвы распространены на площади 4,8 тыс. га, в том числе пашня — 4,7 тыс. га. Они формируются в условиях временного повышенного поверхностного и постоянного грунтового увлажнения.

Основными отличительными признаками подтипов лугово-каштановых почв от луговато-каштановых является наличие признаков переувлажнения — глееватости в горизонте BC и почвообразующей породе. Кроме того, в луговато-каштановых почвах в пахотном горизонте содержится больше гумуса, чем в лугово-каштановых почвах.

Лугово-каштановые почвы из-за малых площадей слабо изучены. В литературе практически нет сведений о них, и только в материалах крупномасштабных почвенных обследований, проведенных «Севкавгипроземом» в 1992 — 1994 гг. содержатся некоторые сведения, которые частично использованы в настоящей работе:

A_{II} 0—27 см

Серый с коричневым оттенком, пылевато-глыбисто-комковатый, среднесуглинистый, слабоуплотнен, тонкопористый, бурно вскипает от 10% HCl, переход в следующий горизонт заметный.

B_I 27—43 см

Темно-серый с коричневым оттенком, зернисто-комковатый, среднесуглинистый, сильноуплотнен, тонкопористый, бурно вскипает от 10% HCl.

B_{II} 43—60 см

Коричнево-серый, зернисто-непрочнокомковатый, выделение карбонатов в виде плесени, легкосуглинистый, тонкопористый, переход заметный.

BC 60—80 см

Неоднородно-коричневый с серовато-желтым оттенком, непрочнокомковатой структуры, редкие затеки гумуса, переход заметный.

C 80 и глубже.

Палево-желтый, легкосуглинистый, бесструктурный, пористый, слабовыраженные охристые пятна и примазки, а с глубины 150 см — глеевые пятна.

Из этого описания видно, что морфологические признаки лугово-каштановых почв отличаются от каштановых наличием охристых пятен с глубины 80 см, а также легкорастворимых солей с глубины 110 см.

Механический состав рассматриваемых почв меняется не только в пространстве, но и в профиле. Так, в пространстве механический состав может меняться от легко- и тяжелосуглинистого. В профиле же переходный (B_I) горизонт имеет более тяжелый механический состав, чем пахотный, и особенно почвообразующая порода. Из всех фракций гранулометрического состава в пахотном горизонте преоб-

ладает мелкая пыль (29,4%) и ил (26,8%).

Общие физические свойства рассматриваемых почв имеют оптимальные параметры (табл. 7.1.3.1).

Из данных таблицы 7.1.3.1 видно, что объемная масса корнеобитаемого слоя колеблется в пределах 1,07 — 1,25 г/см³, что позволяет корневой системе всех возделываемых здесь сельскохозяйственных растений укореняться нормально. Общая же порозность оптимальна только в пахотном горизонте (52,9%), а в переходном — неудовлетворительная (38,4%).

По содержанию гумуса и распределению его в профиле лугово-каштановые почвы сходны с каштановыми, т. е. с глубиной количество его постепенно уменьшается.

Лугово-каштановые почвы очень низко обеспечены подвижным фосфором (4 мг/кг), но высоко — обменным калием (400 мг/кг почвы).

В пахотном горизонте содержат 4,6% карбоната кальция. С глубиной по профилю количество его увеличивается в переходном до 6,7, а в материнской породе — до 17,5%.

Высокое содержание карбонатов в почве обуславливает щелочную реакцию почвенной среды по всему профилю, с тенденцией увеличения ее в почвообразующей породе от pH 8,0 до 8,5.

7.1.4. Черноземы южные

Черноземы южные распространены в правобережье р. Терек Моздокского района, занимая территорию между темно-каштановыми и обыкновенными черноземами. Формируются на склонах Терского хребта и подпойменных террасах р. Терек под разреженными типчаково-ковыльными растительными ассоциациями на лессовидных тяжелосуглинистых карбонатных, иногда засоленных почвообразующих породах. Они мало- и среднемощные, малогумусные (3 — 5%) (Кумахов, 1995). В связи с особенностями факторов почвообразования обладают специфическими морфологическими признаками, для характеристики которых приводим описание типичного среднемощного разреза, за-

ложенного на землях колхоза им. Димитрова Моздокского района:

$A_n \frac{0-25}{25} \text{ см}$

Темно-серый с коричневым оттенком; порошисто-зернисто-комковатая; слабоуплотнен; сухой; переход в следующий горизонт заметный.

$B, \frac{25-50}{25} \text{ см}$

Серый с коричневым оттенком; порошисто-комковатая; плотнее горизонта A_n ; сухой; переход в следующий горизонт заметный.

$B, \frac{50-75}{25} \text{ см}$

Серовато-коричневый; непрочно-комковатая; уплотнен; свежий; переход в следующий горизонт заметный.

$BC \frac{75-100}{25} \text{ см}$

Коричневый с серовато-желтым оттенком; обилие гумусовых затеков; непрочно-комковатая; переход в материнскую породу заметный.

С 100 см и ниже. Палево-желто-коричневый; бесструктурный; на глубине 170 см появляются выделения гипса.

Вскипание от 10% соляной кислоты отмечено с поверхности. Карбонаты в виде плесени выделяются с 30 см, а белоглазки — в почвообразующей породе.

Рассматриваемые почвы обладают благоприятными физическими свойствами. Объемная масса пахотного горизонта составляет 1,15 г/см³, к низу увеличивается, но остается в пределах оптимальных величин (1,3 г/см³). Общая порозность пахотного горизонта составляет 56 — 58%, а с глубиной по профилю, по мере уменьшения содержания гумуса, она уменьшается, но остается в пределах нормы.

По валовому химическому и механическому составам профиль рассматриваемых почв недифференцирован. Они тяжелосуглинистые.

В почвенном поглощающем комплексе основное место (80%) занимает кальций. В отличие от темно-каштановых почв, с которыми они близки по свойствам, в поглощающем комплексе черноземов больше натрия.

Карбонатность и наличие поглощенного

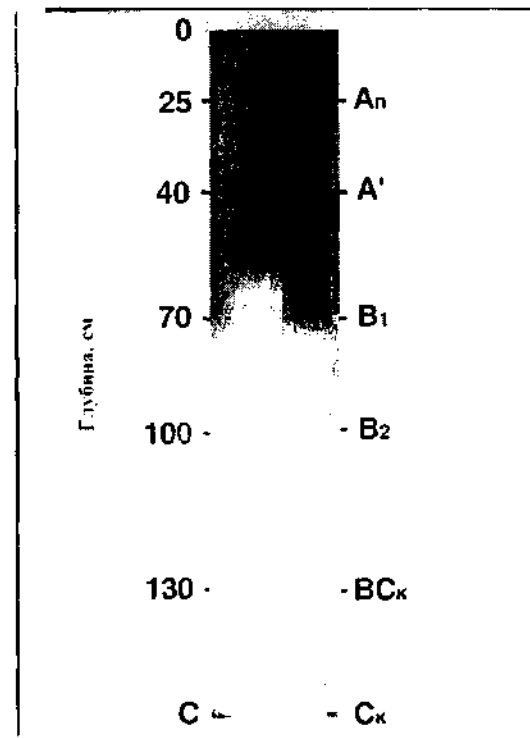


Рис. 7.2.1.1. Профиль чернозема обыкновенного предкавказского

натрия в поглощающем комплексе обеспечивают щелочную реакцию почвенной среды южных черноземов. При этом щелочность увеличивается с глубиной по профилю почвы.

Рассматриваемые почвы, несмотря на низкое содержание гумуса, достаточно обеспечены азотом, в первом минимуме в них находится подвижный фосфор, что объясняется высокой карбонатностью этих почв. Калием они также высоко обеспечены.

Для рационального использования южных черноземов необходимо осуществлять рыхление и почвозащитные противоэрозионные мероприятия, внесение фосфорных удобрений.

7.2. Почвы предгорной зоны

7.2.1. Черноземы обыкновенные предкавказские

Рассматриваемые почвы формируются в специфических условиях. Поэтому, в отличие от черноземов обыкновенных других ре-

гионов страны, они обладают особыми свойствами, что позволило отнести их в Общесоюзной классификации почв (1977) к фации очень теплых, периодически промерзающих.

Основными особенностями их являются малая гумусированность верхнего горизонта, большая мощность гумусовых горизонтов, высокая карбонатность с поверхности, отсутствие выделений гипса и пр. (рис. 7.2.1.1).

Условия формирования. Рассматриваемые почвы формируются в трех геоморфологических районах (Цалыкская депрессия, склоны Терского и Кабардино-Сунженского хребтов и Силтанукская возвышенность), которые примыкают друг к другу, но отличаются генезисом и факторами почвообразования. В частности, на Цалыкской депрессии основными почвообразующими породами являются желто-бурые лессовидные карбонатные суглинки и глины, на склонах Терского и Кабардино-Сунженского хребтов выходы материнских пород по механическому составу более легкие. На склонах же Силтанукской возвышенности почвообразующими породами являются делювиальные тяжелые карбонатные глины, на которых и сформировались под степной растительностью рассматриваемые почвы. В настоящее время практически все удобные для обработки массивы распаиваются, и процесс почвообразования происходит уже под культурной растительностью. В зоне формирования черноземов обыкновенных предкавказских климатические условия изменяются в зависимости от рельефных условий. На склонах, по мере увеличения высоты над уровнем моря, уменьшается сумма положительных температур, а количество осадков увеличивается. Поэтому сумма осадков колеблется от 325 до 450 мм в год, при сумме положительных температур воздуха выше 0°C от 3520 до 3790°C и выше 10°C от 3060 до 3320°C.

В этих условиях формируются своеобразные малогумусные черноземы обыкновенные, обладающие морфологическими, механическими, химическими и физико-химическими свой-

ствами, аналогичными приазовским черноземам, описанным Л. И. Прасоловым (1916), И. З. Имшнецким (1924), А. М. Панковым (1926), С. В. Зонном и И. П. Герасимовым (1946).

В Северной Осетии рассматриваемые почвы описаны Е. В. Рубиленным (1956).

Морфологические признаки. Черноземы обыкновенные предкавказские — очень теплые, периодически промерзающие, характеризуются своеобразными морфологическими признаками. Отличаются темно-бурым, с сероватым оттенком, цветом верхнего горизонта, пылевато-зернисто-комковатой структурой гумусово-аккумулятивного горизонта, карбонатностью с поверхности, наличием карбонатных выделений в виде плесени и белоглазки в переходном горизонте. Для них также характерна сильная перерывность землероями, много в них червотроин. Они являются пористыми, довольно рыхлыми, а в горизонте скопления карбонатной белоглазки — плотными. Незеродированные разности почв — в основном мощные, на склонах, в связи с эрозийными процессами, маломощные. Маломощные почвы распространены в основном на склонах Кабардино-Сунженской возвышенности.

Морфологическое описание чернозема обыкновенного предкавказского. (Разрез заложен в 3 км южнее центральной усадьбы совхоза «50 лет Октября». Пашня. Посев кукурузы; состояние растений хорошее.)

A_n 0—25 см

25 Темно-бурый с сероватым оттенком; пылевато-зернисто-комковатая; тяжелосуглинистый, свежий, рыхлый; переход в следующий горизонт постепенный.

A 25—42 см

17 Темно-бурый; зернисто-комковатая; плотнее горизонта A_n ; переход в следующий горизонт постепенный.

B_1 42—66 см

24 Светлее горизонта A ; комковатая; рыхлый; переход в следующий горизонт постепенный.

B_2 66—101 см

35 Бурый, с желтоватым оттенком; пестро окрашен от кроотовин и карбонатной плесени; рыхлый, пористый, комковатая; переход в следующий горизонт заметный.

BC 101—130 см

29 Желто-бурый; пестрый от карбонатной плесени, белоглазки, кроотовин и червотроин; комковатая; переход в следующий горизонт заметный.

C 130 см и глубже. Желто-палевая карбонатная лессовидная легкая глина с белоглазкой.

Весь профиль перерыв ходами землероев. Вскипание от соляной кислоты с поверхности.

Механический состав черноземов обыкновенных предкавказских. В связи с разнообразием генезиса почвообразующих пород сформировавшиеся на них почвы имеют разный механический состав (табл. 7.2.1.1).

На склонах Кабардино-Сунженской возвышенности основное количество механических фракций представлено крупной пылью (от 22,9 до 33,95%) и илстой фракцией (от 19,37 до 30,95%). В составе песчаной фракции преобладает мелкий песок (от 4,61 до 10,01%), крупного песка — мало (0,22 — 0,61%). В распределении в профиле почвы частиц песка и пыли нет определенной закономерности, что можно объяснить делювиальными процессами, при которых в разное время привносится разный по механическому составу материал и откладывается на поверхности почвы. В этом случае, надо полагать, развитие почвенного профиля происходит не только вглубь, но и вверх. Что касается илстой фракции, то здесь обнаруживается закономерное уменьшение ее содержания с глубиной в профиле почвы от 30,95% в верхнем горизонте до 19,37% в породе.

Из данных таблицы 7.2.1.1 также видно, что в связи с карбонатностью почв потеря от обработки соляной кислотой значительна: 14,31 — 22,63%. При этом с глубиной по профилю почвы увеличиваются карбонатность и потеря от обработки соляной кислотой.

Таблица 7.2.1.1

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРЕДКАВКАЗСКИХ

Генетический горизонт, № разреза	Глубина взятия образца, см	Потеря от обработки HCl, %	Диаметр частиц, мм; содержание, %						
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
1.									
A_n	0—20	14,31	0,32	4,61	26,71	8,79	14,31	30,95	54,05
A	30—40	18,35	0,26	10,01	33,95	10,68	5,81	29,94	46,43
B_1	50—60	21,53	0,30	6,49	22,90	13,28	8,69	26,81	48,78
B_2	78—85	21,04	0,22	1,06	29,34	9,73	11,80	26,81	48,39
BC	110—120	22,63	0,34	5,72	32,09	9,66	6,90	21,66	38,22
C	165—175	21,14	0,61	9,28	30,38	13,62	5,66	19,37	38,65
2.									
A_n	0—20	—	7,3	10,2	18,0	10,5	20,2	33,8	63,5
A	20—30	—	8,1	13,1	17,1	10,3	18,1	33,3	61,7
B_1	40—50	—	8,3	16,9	18,2	11,0	16,7	28,9	56,6
B_2	60—70	—	8,6	17,7	17,6	9,8	17,7	28,6	56,1
BC	90—100	—	8,9	19,3	16,0	9,1	19,2	27,5	55,8
3.									
A_n	0—20	—	0,4	1,5	15,6	13,0	23,0	46,5	82,5
A	20—30	—	0,4	1,4	16,0	13,4	23,2	45,6	82,2
B_1	40—50	—	0,3	1,3	16,5	13,7	22,3	45,9	81,9
B_2	60—70	—	0,3	1,1	16,1	14,2	22,2	46,1	82,5
C	200—210	—	0,1	0,5	18,6	13,6	26,2	41,0	80,8

В распределении физической глины, так же как и илистой фракции, обнаруживается закономерность уменьшения ее содержания с глубиной от 54,05% в верхнем горизонте до 38,65% в почвообразующей породе. Исходя из содержания механических фракций рассматриваемые почвы относятся к легко-суглинистым крупнопылевато-иловатым.

Черноземы обыкновенные предкавказские Цалыкской депрессии, формируясь на лессовидных карбонатных глинах, обладают более тяжелым механическим составом, чем почвы Кабардино-Сунженской возвышенности. Количество физической глины в профиле почвы колеблется в пределах от 63,5 в верхнем горизонте до 55,8% в почвообразующей породе. В составе механических фракций преобладают илистые частицы (27,5 — 33,8%) и мелкая пыль (16,7 — 20,2%). В отличие от черноземов Кабардино-Сунженской возвышенности почвы Цалыкской депрессии содержат больше частиц крупного песка (7,3 — 8,9%). Причем количество фракции песка увеличивается в почвообразующей породе, а пыли и илистой фракции больше содержится в верхних горизонтах.

Черноземы обыкновенные предкавказские, сформированные на делювиальных глинах Силтанукской возвышенности, обладают тяжелым механическим составом. Содержание физической глины по всему профилю изменяется незначительно и колеблется в пределах 80,8 — 82,5%. В составе механических фракций преобладают частицы мелкой пыли и илистой фракции. В верхнем горизонте количество их составляет соответственно 23,0 и 46,5%. Крупная и средняя пыль по содержанию уступает мелкой пыли и в верхнем горизонте составляет соответственно 0,4 и 1,5%. Распределение всех механических фракций по профилю довольно равномерное, что указывает на отсутствие внутрипочвенного перемещения механических фракций.

Высокое содержание физической глины (54,05 — 82,5%), и особенно илистой фракции (30,95 — 46,5%), в верхнем и практически во всех генетических горизонтах рас-

сматриваемых почв определяет ее физико-механические свойства. Так, при разрушении структуры во влажном состоянии почвы приобретают высокую липкость и пластичность, склонность к образованию плотной почвенной корки. В сухом же состоянии, наоборот, — глыбистость, и поверхность покрывается глубокими частыми трещинами.

Физические свойства. Несмотря на тяжелый механический состав, черноземы обыкновенные предкавказские обладают довольно благоприятными физическими свойствами для нормального роста и развития практически всех полевых культур, возделываемых в зоне их распространения (табл. 7.2.1.2).

В результате 23-летней обработки существенно меняются общие физические свойства рассматриваемых почв. Так, удельная масса верхнего 10 см слоя почвы увеличивается от 2,50 до 2,58 г/см³. Еще большие изменения произошли в нижних горизонтах. В слое 10 — 30 см удельная масса увеличивается от 2,48 до 2,65. Увеличение удельной массы почвы за 23-летний период обработки и с глубиной по профилю связано в основном с уменьшением содержания гумуса как в пахотном слое, так и в нижних горизонтах.

За 23 года обработки объемная масса хотя и увеличилась на 0,02 — 0,06 г/см³, но в целом осталась в пределах оптимальных величин — 1,10—1,18 г/см³. Объемная масса с глубиной в профиле почвы, по мере уменьшения содержания гумуса и ухудшения структурности, увеличивается. Если в верхнем 10 см слое почвы объемная масса была 1,04 г/см³, а спустя 23 года стала 1,06 г/см³, то в нижних горизонтах изменилась незначительно и на глубине 90 — 100 см за указанный период практически осталась прежней — на уровне 1,07 — 1,08 г/см³.

Общая пористость гумусовых горизонтов рассматриваемых почв колеблется от 58,4 до 60,5%. За 23-летний период обработки не произошло существенных изменений общей пористости, хотя и обнаружена некоторая тенденция ее увеличения.

Аналогичные данные приведены для черноземов Молдавии И. А. Крупенниковым

ДИНАМИКА ОБЩИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРДКАВКАЗСКИХ ОРОШАЕМЫХ ЗА 23 ГОДА (Н. И. Калоса, М. И. Сикорский, 1982) Таблица 7.2.1.2

Глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Общая пористость, %	Соотношение фаз при увлажнении почвы до ППВ		
				твердой	жидкой	газообразной
0 — 10	<u>2,50</u> 2,58	<u>1,04</u> 1,06	<u>58,4</u> 58,9	<u>41,6</u> 41,1	<u>39,9</u> 40,4	<u>18,5</u> 18,5
10 — 20	<u>2,48</u> 2,65	<u>1,10</u> 1,07	<u>55,7</u> 59,3	<u>44,3</u> 40,7	<u>34,8</u> 33,3	<u>20,9</u> 26,0
20 — 30	<u>2,48</u> 2,65	<u>1,14</u> 1,08	<u>54,1</u> 55,5	<u>45,9</u> 44,5	<u>33,9</u> 34,9	<u>20,2</u> 20,6
30 — 40	<u>2,55</u> 2,65	<u>1,16</u> 1,18	<u>54,6</u> 56,3	<u>45,4</u> 43,7	<u>35,8</u> 34,9	<u>18,8</u> 21,4
40 — 50	<u>2,62</u> 2,65	<u>1,14</u> 1,16	<u>56,5</u> 57,8	<u>43,5</u> 42,2	<u>35,7</u> 34,6	<u>20,8</u> 23,2
50 — 60	<u>2,61</u> 2,71	<u>1,10</u> 1,10	<u>57,9</u> 59,5	<u>42,1</u> 40,5	<u>33,7</u> 33,6	<u>24,2</u> 25,9
60 — 70	<u>2,68</u> 2,62	<u>1,06</u> 1,10	<u>60,5</u> 58,1	<u>39,5</u> 41,9	<u>31,8</u> 33,3	<u>28,2</u> 24,8
90 — 100	<u>2,55</u> 2,66	<u>1,07</u> 1,08	<u>60,4</u> 59,4	<u>39,6</u> 40,6	<u>31,6</u> 33,4	<u>28,8</u> 26,0

Примечание: в знаменателе — данные, полученные после 23-летней обработки почвы, в числителе — полученные 23 года тому назад.

(1974). По его сведениям, удельная и объемная массы, а также пористость верхнего 10 см слоя почвы составляют соответственно 2,62 и 1,16 г/см³ и 56%. С глубиной в профиле почвы показатели удельной и объемной массы увеличиваются, и на глубине 100 см они составляют соответственно 2,67 и 1,37 г/см³. Что касается пористости, то она снижена до 49%.

Соотношение твердой, жидкой и газообразной фаз чернозема обыкновенного предкавказского при увлажнении почвы до полной полевой влажности имеет в целом благоприятные величины по всему профилю. Хотя в верхнем 10 см слое почвы в результате распыления структуры снизилась доля газообразной фазы до 18,5%. Эта величина не изменилась за период обработки почвы. В этом слое жидкая фаза составляет 40%. С глубиной по профилю увеличивается доля

газообразной фазы. В средней части почвенного профиля складывается следующее соотношение твердой-жидкой-газообразной фаз: 43,5 — 35,7 — 20,8, что вполне благоприятно для основных сельскохозяйственных культур.

Определенный интерес представляет сравнение общих физических свойств старопахотного и целинного чернозема обыкновенного предкавказского (табл. 7.2.1.3).

Из данных таблицы 7.2.1.3 видно, что как удельная, так и объемная массы с глубиной по профилю почвы и по мере уменьшения содержания гумуса увеличиваются. При этом надо отметить, что объемная масса старопахотной почвы выше, чем целинной, хотя они и сохранились на уровне оптимальных величин: 1,14 г/см³ — в пахотном горизонте и 1,38 г/см³ — в горизонте скопления карбонатов (B₂). В целинной почве в гу-

Угодье	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Общая порозность, %
Пашня	A _п B ₁ B ₂ C	0 — 20	2,56	1,14	54,4
		40 — 50	2,56	1,15	55,1
		80 — 90	2,66	1,38	48,2
		140 — 150	2,82	1,37	51,5
Целина	A B ₂ BC C	0 — 20	2,58	0,93	64,0
		50 — 60	2,76	1,13	59,1
		90 — 100	2,73	1,12	59,0
		120 — 130	2,75	1,34	51,4

АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРЕДКАВКАЗСКИХ

Таблица 7.2.1.4

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Размер агрегатов, мм; содержание, %								Агрономически ценные агрегаты (0,25 — 3)
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	
A _п	0 — 20	32,4	15,6	8,9	6,1	8,9	16,3	6,6	5,2	43,1
B ₁	30 — 40	14,1	26	19,0	12,6	10,2	12,1	14,4	1,6	50,9

Примечание: в числителе — сухое просеивание, в знаменателе — мокрое.

МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРЕДКАВКАЗСКИХ

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Размер фракций, мм; содержание, %							Дисперсность, %
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	
A _п	0 — 20	25,9	16,7	20,1	12,3	18,1	6,9	37,3	14,8
B ₁	30 — 40	43,4	4,3	21,0	6,4	20,9	4,0	31,3	8,5

гумусово-аккумулятивном горизонте объемная масса составляет 0,93 г/см³, а в горизонте максимального скопления карбонатов — 1,13 г/см³.

Общая порозность пахотного горизонта ниже (54,4%), чем верхнего горизонта целинной почвы (64,0%). С глубиной, по мере уменьшения структурности, порозность как целинной, так и пахотной почвы снижается.

Агрегатный состав. Черноземы обыкновенные предкавказские, несмотря на многотimes интенсивное использование, содержат большое количество агрономически ценных агрегатов. При сухом просеивании как в пахотном, так и в переходном (B₁) горизонтах находится больше агрегатов крупной фракции (табл. 7.2.1.4). В пахотном горизонте агрегатов размером более 10 мм в диаметре содержится 32,4%, 5 — 10 мм — 15,6%. При мокром же просеивании, наоборот, как в пахотном, так и переходном горизонтах находится больше агрегатов меньшего размера. Так, агрегатов размером меньше 0,25 мм в диаметре в пахотном горизонте содержится 51,1%, а 0,5 — 0,25 мм — 24,0%. Содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном горизонте составляет 43,1%, в переходном (B₁) — 50,9%.

В связи с наличием в почвенной массе значительного количества физической глины и хорошей ее агрегированности дисперсность почв незначительная. В пахотном горизонте она составляет 14,8, а в переходном — 8,5%.

Гумусное состояние. Черноземы обыкновенные предкавказские очень теплые формируются в условиях продолжительного теплого периода, который длится 221 — 225 дней, средней суточной температурой воздуха выше 5°C — 3380—3630°C. За такое продолжительное время теплого периода с разной интенсивностью протекает процесс почвообразования. Органическое вещество (материал образования гумуса), поступающее в почву, в основном распадается до первичных продуктов. Поэтому в рассматриваемых горизонтах накапливается небольшое количество гумуса, при значительной мощности гумусового горизонта.

В гумусово-аккумулятивном горизонте черноземов обыкновенных предкавказских, в зависимости от механического состава, содержание гумуса колеблется в пределах от 4,82 до 5,85%, в то время как в этом подтипе почв других регионов оно варьирует в пределах от 5 до 8,0%. Такое гумусное состояние рассматриваемых почв является их провинциальной особенностью.

На своеобразие гумусного состояния черноземов обыкновенных предкавказских впервые обратили внимание Л. И. Просолов (1916) и С. А. Захаров (1939). Е. В. Рубинин (1956), исследуя их гумусное состояние, привел данные, которые также подтверждают их провинциальную особенность. По результатам его исследований, в гумусово-аккумулятивном горизонте рассматриваемых почв содержание гумуса колеблется от 4,61 до 6,70% (табл. 7.2.1.5).

Из данных таблицы 7.2.1.5 видно, что содержание гумуса в черноземах обыкновенных предкавказских значительно колеблется, что автор объясняет разной мощностью почв. В принципе это верно, но, по-видимому, разная мощность почв одного и того же района в большинстве случаев является следствием эрозии, при которой мощность почв действительно уменьшается за счет наиболее гумусированной части профиля. Поэтому один и тот же тип почвы, в данном случае черноземы обыкновенные предкавказские, в одних и тех же экологических условиях, но разной степени эродированности, в верхнем горизонте имеют неодинаковое количество гумуса. Как правило, средне- и сильноэродированные содержат мало гумуса, т. е. относятся к слабогумусированным.

Кроме того, содержание гумуса и общие запасы его зависят не только от мощности почвы, но и от ее механического состава, а также уровня хозяйственного использования. Так, в почвах более легкого механического состава содержится гумуса на 10 — 15% меньше, чем в почвах тяжелого механического состава.

На орошаемых массивах естественное гумусное состояние черноземов обыкновенных нарушается в результате планировоч-

ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРЕДКАВКАЗСКИХ

Таблица 7.2.1.5

Район распространения, мощность почвы	Горизонт и глубина взятия образца, см	Валовое содержание гумуса, %	Кол-во гумуса в % по отношению к содержанию его в верхнем 10 см слое
Слтанукская возвышенность; мощный	A 0 — 10	6,76	100
	A 20 — 30	4,63	68
	B 40 — 50	3,95	58
	B 60 — 70	3,35	49
	B 80 — 90	3,14	46
	BC 112 — 117	2,32	36
Слтанукская возвышенность; среднемощный	A 0 — 10	4,84	100
	A 20 — 30	3,70	76
	B 40 — 50	2,68	55
	B 60 — 70	2,18	45
	BC 80 — 90	1,84	38
Кабардино-Сунженская возвышенность; среднемощный	A 0 — 10	6,12	100
	A 10 — 20	5,83	95
	AB 20 — 30	4,70	76
	B 40 — 50	3,17	51
	B 60 — 70	2,10	34
	BC 80 — 90	1,63	26
Кабардино-Сунженская возвышенность; маломощный	A 0 — 10	4,01	100
	B 20 — 30	2,15	53
	BC 34 — 44	0,85	21

ных работ, при которых с выпуклых участков снимается верхний (часто значительный) слой и перемещается в пониженные элементы микрорельефа. Это приводит к изменению содержания гумуса в верхнем слое и понижению мощности гумусовых горизонтов. Таким образом, валовое содержание и общие запасы гумуса в рассматриваемых почвах находятся в прямой зависимости от этих условий.

Пестрота содержания гумуса в пахотном

горизонте также связана с разной культурой земледелия. При севооборотах, когда возделываются интенсивные культуры, но не вносятся удобрения, содержание гумуса снижается. Когда же в структуре посевных площадей значительное место занимают почвоулучшающие культуры (такие как многолетние травы, особенно бобовые), содержание его повышается.

В результате многообразия факторов, влияющих на содержание гумуса в чернозе-

ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРЕДКАВКАЗСКИХ

Таблица 7.2.1.6

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Пределы колебания содержания гумуса	Запасы гумуса, т/га	Запасы гумуса в слое 0 — 120 см, т/га
A'	0 — 20	4,82 — 5,85	96 — 117	302 — 352
A''	20 — 40	4,62 — 4,88	106 — 112	
B ₁	40 — 60	3,48 — 2,96	93 — 110	
BC	60 — 120	1,30 — 1,63	11 — 13	

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРЕДКАВКАЗСКИХ

Таблица 7.2.1.7

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	% на прокаленную навеску							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
A ₁₁	0 — 20	62,92	18,05	7,02	3,94	2,28	2,28	1,61	0,28
A	30 — 40	62,66	18,17	6,30	5,51	2,20	2,30	1,23	0,33
B ₁	50 — 60	62,98	16,67	6,42	6,56	2,24	2,13	1,36	0,14
B ₂	60 — 78	61,05	16,40	6,04	8,87	2,31	2,17	1,44	0,18
BC	110 — 120	59,89	18,93	6,57	8,43	2,90	2,03	1,31	0,19
C	165 — 175	62,59	17,78	7,11	7,53	2,95	1,98	1,04	0,17
A ₁₁	0 — 20	64,28	15,30	6,23	6,86	1,96	1,29	2,43	0,20
B	50 — 60	60,99	15,07	6,20	10,11	1,98	1,06	2,56	0,19
C	120 — 130	60,89	15,79	5,90	11,71	2,34	1,47	2,76	0,18

мах обыкновенных предкавказских, валовое содержание его в верхнем горизонте колеблется от 4,82 до 5,85%, а общие запасы его в гумусовых горизонтах — от 302 до 352 т/га (табл. 7.2.1.6).

Из данных таблицы 7.2.1.6 также видно, что содержание гумуса в профиле почв с глубиной уменьшается постепенно (свойство, характерное для черноземов в целом).

Благодаря карбонатности черноземов обыкновенных предкавказских гумусовые вещества в них образуют с кальцием маломобильные формы. Поэтому в составе гумуса между содержанием гуминовых и фульвокислот по генетическим горизонтам различий не наблюдается. На это указывал в свое время и Е. В. Рубилин (1956).

Валовой химический состав. Валовой химический состав рассматриваемых почв зависит от химического состава почвообразующих пород. В процессе почвообразования валовой химический состав отдельных генетических горизонтов изменяется незначительно (табл. 7.2.1.7). Изменения в основном относятся к калию, фосфору, содержанию которых увеличивается в верхнем, наиболее гумусированном, горизонте за счет биологического их накопления. Что касается натрия, то в мощных разностях почв он в результате выпотного водного режима на-

капливается в верхних горизонтах, а в маломощных разностях вымывается, и большее количество его находится в нижних. Аналогичная закономерность обнаруживается в содержании кальция и магния. Количество этих элементов увеличивается вниз по профилю. Например, если в верхнем горизонте окиси кальция содержится 3,94 — 6,86%, то в почвообразующей породе примерно раза в два больше (8,43 — 11,71%). Менее динамично содержание магния. В верхнем горизонте содержание его колеблется от 1,96 — 2,28% до 2,34 — 2,95%.

Содержание окиси кремния и полуторных окислов (R₂O₃) в профиле рассматриваемых почв практически не изменяется. Так, если в верхнем горизонте содержится двуокиси кремния 62,92 — 64,28%, то в почвообразующей породе она составляет 60,89 — 62,59%. Содержание окиси алюминия колеблется еще в меньших пределах: от 15,30 — 18,05 до 17,78 — 15,79%. Аналогично алюминию содержание окиси железа по генетическим горизонтам изменяется незначительно. В мощных разностях почв в верхнем горизонте содержится окиси железа 7,02%, а в почвообразующей породе — 7,11%. В маломощных разностях более заметны изменения содержания окиси железа, но и они незначительны. Так, если в верхнем горизонте

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	рН НО	Поглощенные основания, мг/экв на 100 г почвы				В % от их суммы		
			Ca	Mg	Na	Σ	Ca	Mg	Na
Кировский сортоучасток									
A'	0 — 10	7,1	39,7	4,8	1,4	45,9	86,5	10,5	3,0
A"	20 — 30	7,2	38,8	5,3	1,4	45,5	85,3	11,6	3,1
B ₁	40 — 50	7,5	33,9	5,8	1,6	41,3	82,1	14,0	3,9
B ₂	60 — 70	7,6	34,1	7,6	1,7	43,4	78,6	13,4	3,9
Цалыкская депрессия									
A	0 — 10	7,3	35,54	3,78	0,40	39,72	89,5	9,5	1,0
B	40 — 50	7,6	26,31	4,48	0,65	30,44	86,4	14,7	2,1
C	120 — 130	7,8	17,90	7,61	0,50	26,01	68,8	29,3	1,9
Силтанукская возвышенность									
A	0 — 10	7,2	55,32	19,50		74,82	73,9	26,1	—
B	40 — 50	7,3	57,52	20,30		77,82	73,9	26,1	—
Кабардино-Сунженская возвышенность									
A	0 — 10	7,2	40,15	16,73	0,30	57,18	70,2	29,3	0,5
B	40 — 50	7,4	44,52	18,24	0,30	63,08	70,6	28,9	0,5

содержится окиси железа 6,23%, то в породе количество его составляет 5,90%.

Несмотря на незначительные изменения валового состава разных генетических горизонтов черноземов обыкновенных предкавказских, необходимо отметить, что в результате почвообразования профиль их слабо дифференцирован по валовому химическому составу, что является их особенностью.

Физико-химические свойства. Черноземы обыкновенные предкавказские по всему профилю содержат большое количество илистой фракции, а в составе глинных минералов основное место занимает группа монтмориллонита, и в частности бейделита и каолинита. При этом, как указывает Е. В. Рубилин (1956), в содержании вторичных минералов монтмориллонитовой группы между почвой и породой нет различия. Минералов же каолининовой группы больше в почве, чем в породе. Это объясняется более

энергичным выветриванием полевых шпатов, протекающим здесь в условиях слабощелочной реакции. Поэтому черноземы обыкновенные предкавказские обладают высокой поглотительной способностью, которая в гумусово-аккумулятивном горизонте зависит не только от минеральных, но и органических коллоидов. Вот почему сумма поглощенных оснований снижается с глубиной по профилю по мере уменьшения содержания гумуса (табл. 7.2.1.8).

Из данных таблицы 7.2.1.8 видно, что в гумусово-аккумулятивном горизонте сумма поглощенных оснований составляет 45,9 мг/экв на 100 г почвы, а в переходном горизонте — 41,3—43,4 мг/экв на 100 г. В то же время надо отметить, что с глубиной по профилю содержание поглощенного кальция уменьшается, а магния и натрия увеличивается.

В составе поглощенных оснований основ-

ное место занимает кальций, количество которого в верхнем 10 см слое почвы составляет 86,5 мг/экв на 100 г почвы, магний и особенно натрия содержатся в небольших количествах (соответственно 10,5 и 3,1 мг/экв на 100 г почвы).

Черноземы обыкновенные предкавказские, сформированные на равнине (в районах селений Брут и Цалык), по всему профилю содержат меньше поглощенного кальция и магния, но больше натрия, чем почвы югов Силтанукской и Кабардино-Сунженской возвышенностей. В составе поглощенных оснований черноземов, сформированных на склонах, значительное место занимает магний (16,3 — 20,3 мг/экв на 100 г почвы), что составляет 26,1 — 29,3 мг/экв на 100 г почвы.

На склонах увеличение в составе поглощенных оснований кальция и магния в первую очередь зависит от химического состава почвообразующих пород, которые богаты кальцием и особенно магнием; во вторую — от степени эродированности, при котором нижние горизонты, более богатые кальцием, выходят вследствие смыва верхних горизонтов ближе к дневной поверхности. Во всех разностях почв обменного натрия содержится небольшое количество: 0,5 — 3,9 мг/экв на 100 г почвы. Поэтому он не оказывает существенного влияния на раскисляемость гумуса и диспергирования органической части почвы.

Высокая карбонатность рассматриваемых почв обуславливает слабощелочную реакцию (pH 7,1 — 7,8) почвенной среды. С глубиной по профилю почв щелочность увеличивается от pH 7,1 в верхнем горизонте до pH 7,8 в почвообразующей породе, что благоприятно практически для всех полевых культур.

7.2.2. Черноземы выщелоченные на галечнике

Рассматриваемые почвы в своем развитии прошли гидрогенную стадию формирования. В точку зрения в отношении приазовских черноземов впервые высказал Л. И. Прасолов (1916). Впоследствии она была поддержана С. А. Захаровым (1939), С. В. Зонном

(1946), Е. В. Рубилиным (1956) в отношении черноземов предгорных наклонных равнин Северного Кавказа. Аналогичные почвы описаны и в террасовой части Среднего Заволжья П. Е. Соловьевым (1939), который рассматривает их генезис как результат постепенного остепнения аллювиально-луговых почв.

Мы, исследуя рассматриваемые почвы, также пришли к выводу, что на террасах рек Терек, Камбилеевка, Ардон и других черноземы Северо-Осетинской предгорной наклонной равнины в своем развитии прошли болотную и луговую стадии развития, о чем более подробно сказано в главе 6 настоящей работы.

Условия формирования. Черноземы выщелоченные на галечнике формируются в Северо-Осетинской предгорной наклонной равнине на древних террасах горных рек в наиболее дренированных участках. На наклонной равнине они распространены в пределах высот 500 — 593 м н. у. м.

Почвообразующими породами рассматриваемых почв являются флювио-гляциальные (водно-ледниковые) карбонатные мелкоземистые отложения, которые чехлом небольшой мощности прикрывают валунно-галечниковые отложения. Мощность мелкоземистого чехла колеблется от 25 до 80 см, иногда галечник выходит на дневную поверхность. В большинстве случаев, особенно в массивах с небольшой мощностью мелкозема, весь мелкоземистый материал полностью вовлечен в почвообразовательный процесс. В таких случаях в профиле почвы практически отсутствует горизонт С, в лучшем случае выделяется горизонт ВС.

В пределах формирования черноземов выщелоченных на галечнике выпадает 635 — 670 мм осадков при сумме положительных температур воздуха выше 5°C — 3120°C и выше 10°C — 2920°C, с продолжительностью теплого периода соответственно 218 и 172 дня.

Рельеф формирования рассматриваемых почв — сглаженный, с общим понижением поверхности на северо-запад. С южной границы распространения черноземов выщелоченных на галечнике до северо-западной, на



Рис. 7.2.2.1. В предгорной зоне формируются черноземы выщелоченные на галечнике

расстоянии 25 км, высотные отметки понижаются на 178 м. Кроме того, на рассматриваемой территории четко вырисовываются древние русла рек.

Климатические и рельефные условия благоприятны для вовлечения рассматриваемых почв в пашню и возделывания практически всех полевых культур. Поэтому вся территория распространения черноземов выщелоченных на галечнике полностью распахана. Естественная лесостепная растительность заменена культурной.

В этих условиях и формируются черноземы выщелоченные на галечнике и имеют специфические морфологические признаки (рис. 7.2.2.1).

Для характеристики их морфологических признаков приводим описание типичного разреза (разрез 505. Чернозем выщелоченный (террасный) незероированный, подстилаемый галечником; заложен на землях ОПХ «Михайловское» НПО «Горное». Посев кукурузы; состояние растений хорошее):

$A_n \frac{0-22}{22}$ Темно-серый в сухом состоянии, почти черный — во влажном; плотный; комковато-пылеватая; тяжелосуглинистый, содержит много мелкой (d

от 1,0 до 1,5 см) гальки, редко — более крупной; переход в следующий горизонт по цвету постепенный, а по плотности, включениям гальки и структуре — ясный.

$A \frac{22-30}{8}$ Темно-серый с бурым оттенком; зернисто-комковато-пылеватая; тяжелосуглинистый, более плотный, больше гальки (d 1 — 3 см); переход в следующий горизонт более ясный по цвету, структуре и содержанию гальки.

$B, \frac{30-46}{16}$ Свежий; темно-бурый; зернисто-порошистая; среднеуглистый; более рыхлый; содержит много гальки; переход в следующий горизонт заметный по цвету, структуре и содержанию гальки.

$B, \frac{46-59}{13}$ Свежий; буровато-коричневый с желтоватыми пятнами; комковатая, содержит много гальки (d от 3 до 5 см); переход в следующий горизонт более ясный.

$BC \frac{59-92}{33}$ Бурый; легкосуглинистый; содержит большое количество гальки (d до 7 см), которая подвержена сильному разрушению. На поверхности

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Потеря от обработки HCl, %	Диаметр фракций, мм; содержание, %							
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	>1мм
A_n	0 — 20	5,7	11,1	9,2	20,3	9,6	18,8	25,3	53,7	5,3
A	23 — 30	6,3	14,8	5,3	21,7	12,4	18,7	23,8	54,9	8,4
B_1	33 — 43	5,6	15,8	1,3	26,7	10,2	17,4	23,0	50,6	9,6
B_2	47 — 57	6,1	21,8	4,2	25,0	4,2	18,8	20,0	43,0	15,9
BC	80 — 90	0,4	25,9	4,0	28,3	15,9	12,1	13,4	41,4	25

галечки (в нижней части горизонта) налет карбонатов. С глубины 80 см этот налет карбонатов вскипает от 10% соляной кислоты, переход в следующий горизонт ясный.

Д 92 см и глубже галька и песок разного диаметра. На поверхности гальки — белый налет карбонатов, песок при высыхании также белеет.

Механический состав. Механический состав верхних горизонтов рассматриваемых почв тяжелосуглинистый иловато-пылеватый. С глубиной в профиле он облегчается и в горизонте BC переходит в среднесуглинистый. В подпахотном горизонте отмечается увеличение физической глины на 1,2%, что соответствует почвам промывного водного типа, где илистая фракция перемещается в подпахотный горизонт.

В составе механических фракций основными занимают ил и пыль. При этом с глубиной по профилю почвы содержание ил-фракции (частиц меньше 0,001 мм в ре) уменьшается от 25,3% в пахотном горизонте до 13,4% — в переходном (BC). Заметная закономерность обнаруживается в содержании мелкой пыли (табл. 7.2.2.1). Из данных таблицы видно, что в пахотном горизонте мелкой пыли (частиц, в диаметре составляющих 0,005 — 0,001 мм) содержится 18,8%, а в горизонте BC — 12,1%. Содержание крупного песка (частиц диаметром 1 — 0,25 мм) и крупной пыли (частиц с диаметром 0,05 — 0,01 мм), наоборот, с глубиной в профиле почвы увеличи-

вается. Так, содержание крупного песка в пахотном горизонте составляет 11,1, а в нижнем — 25,9%. Содержание же крупной пыли увеличивается соответственно от 20,3 до 28,3%. Такое распределение механических фракций в профиле почв согласуется с увеличением каменистой части почвы с глубиной.

Так как в результате выветривания галечника мелкоземистая часть почвы обогащается продуктами выветривания, т. е. фракцией песка и крупной пылью, механический состав нижних горизонтов облегчается. В этой связи следует заметить, что на почвах на галечнике сказывается, кроме мелкоземистой почвообразующей породы, и влияние подстилающей породы, каковой является галечник, особенно в нижних горизонтах, где галечник подвергается наиболее интенсивному выветриванию.

Поэтому мелкозем, прикрывающий галечник, не всегда является в чистом виде почвообразующей породой рассматриваемых почв. Таким образом, черноземы выщелоченные на галечнике формируются как бы на двучленных почвообразующих породах, в основном на мелкоземистом чехле, с участием выветрелого галечника. Влияние галечника больше проявляется на контакте соприкосновения мелкозема с галечником.

Из данных таблицы 7.2.2.1 также видно, что при механическом анализе потери от обработки соляной кислотой значительны (5,7 — 6,3%). Это указывает на наличие в по-

Таблица 7.2.2.2

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Порозность, %		
				общая	капиллярная	некапиллярная
A'	0 — 10	2,49	1,12	57	39	18
A''	20 — 30	2,53	1,20	56	36	17
B ₁	30 — 40	2,67	1,28	48	33	15
B ₂	40 — 60	2,76	1,36	52	38	14

че неагрегированных почвенных частиц.

Физические свойства. Рассматриваемые почвы обладают оптимальными физическими свойствами. Удельная масса гумусово-аккумулятивного горизонта составляет 2,49 — 2,53 г/см³. С глубиной по профилю почвы, по мере уменьшения содержания гумуса, удельная масса увеличивается до 2,67 — 2,76 г/см³ (табл. 7.2.2.2). Объемная масса пахотного горизонта рассматриваемых почв находится в пределах оптимальных величин (1,3 г/см³) для основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в зоне распространения черноземов выщелоченных на галечнике. С глубиной по профилю почвы, параллельно с уменьшением содержания гумуса и ухудшением структуры почвы, увеличивается объемная масса почвы. Но по градициям уплотненности объемная масса даже подпахотного (наиболее уплотненного) горизонта относится к рыхлой (табл. 7.2.2.3).

Порозность рассматриваемых почв в гу-

мусово-аккумулятивном горизонте, как в пахотном, так и в подпахотном, находится в пределах оптимальных величин. Общая порозность в гумусово-аккумулятивных горизонтах составляет 56 — 57%, капиллярная порозность — 36—39%, некапиллярная — 17 — 18%. С глубиной по профилю почвы все виды порозности уменьшаются, но в переходном (B₁ и B₂) горизонтах остаются в пределах оптимальных величин.

Агрегатный состав. Черноземы выщелоченные на галечнике обладают хорошей водопроходной структурой. Хотя, по данным Н. И. Калоевой и М. И. Сикорского (1987), в результате многолетней распашки (20 лет) произошли существенные изменения агрегатного состава (табл. 7.2.2.4). Особенно изменилось содержание частиц крупной фракции. Так, за 20 лет содержание частиц фракции диаметром в 5 — 7 мм, при мокром просеивании, уменьшилось в верхнем 10 см слое в одном случае от 7,4 до 1,0%, в другом — от 6,1 до 0,8%; содержание же частиц диаметром 3

ГРАДИЕНТЫ УПЛОТНЕННОСТИ ПОЧВ ПО ВЕЛИЧИНАМ ОБЪЕМНОЙ МАССЫ

Таблица 7.2.2.3

Глубина, см	Степень уплотненности почв				
	Очень рыхлая	Рыхлая	Среднеплотная	Плотная	Очень плотная
0 — 20 (пахотный)	1,00	1,00 — 1,20	1,20 — 1,40	1,40 — 1,50	>1,50
20 — 50 (подпахотный)	1,20	1,20 — 1,35	1,40 — 1,48	1,48 — 1,60	>1,60
50 — 100	1,35	1,35 — 1,50	1,50 — 1,60	1,60 — 1,67	>1,67

Таблица 7.2.2.4

Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, %; размер частиц, мм						
	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
0 — 10	7,4	15,1	2,6	15,2	26,1	12,9	20,7
30 — 40	1,7	5,0	3,7	28,0	20,1	15,3	26,1
0 — 10	1,0	1,6	3,6	11,2	25,2	24,3	33,1
30 — 40	0,2	2,8	8,0	22,6	21,6	16,4	28,4
0 — 10	6,1	3,9	5,2	13,1	29,9	14,8	27,0
30 — 40	4,1	4,2	19,5	20,0	30,4	3,9	18,9
0 — 10	0,8	2,4	2,2	9,2	16,8	30,4	38,2
30 — 40	4,7	10,0	26,1	10,1	20,6	15,3	13,0

4 мм уменьшилось в одном случае от 15,1 до 1,6%, в другом — от 3,9 до 2,4%. Одновременно содержание более мелких частиц увеличилось. Наиболее существенные изменения произошли в содержании частиц разме-

ром 0,5 — 0,25 мм в диаметре. Содержание их за 20-летний период обработки почвы увеличилось в одном случае от 12,9 до 24,3%, а в другом — от 14,8 до 30,4%. Содержание агрономически ценных агрегатов (<0,25 мм в ди-

Таблица 7.2.2.5

Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, %; размер частиц, мм								
	10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
0 — 10	50,6	6,9	6,0	8,1	6,1	10,3	3,6	4,3	4,1
30 — 40	20,2	8,5	6,9	10,0	8,2	11,0	10,0	7,1	5,4
0 — 10	80,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0
30 — 40	35,0	9,0	7,0	11,0	10,0	12,0	7,0	6,0	3,0
0 — 10	25,7	9,0	6,0	7,4	6,0	15,7	10,2	11,6	8,4
30 — 40	32,7	11,2	8,2	11,4	13,2	10,3	3,8	6,3	2,9
0 — 10	38,0	10,0	7,0	10,0	18,0	11,0	9,0	4,0	3,0
30 — 40	36,0	11,0	8,0	12,0	8,0	10,0	6,0	5,0	4,0

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, %; размер части, мм				Кэффи- циент дисперсно- сти	Фактор структурности
		1-0,05	0,05-0,005	0,005-0,001	<0,001		
20	0 — 10	47,3	42,4	7,6	2,7	9,3	90,7
	30 — 40	51,2	39,4	7,4	2,0	8,8	91,2
25	0 — 10	45,3	42,5	9,8	2,4	8,3	91,7
	30 — 40	49,6	39,2	9,4	1,8	7,4	92,6

аметре) увеличилось в одном случае от 20,7 до 33,1%, в другом — от 27,0 до 38,2%.

На глубине 30 — 40 см произошли определенные изменения агрегатного состава почвы, но они менее масштабны и не всегда обнаруживают определенную закономерность.

Структурный состав черноземов выщелоченных на галечнике также показывает хорошую их оструктуренность. Кроме того, как при мокром просеивании, так и при сухом были выявлены значительные изменения структурности в период их 20-летней распашки (табл. 7.2.2.5).

Содержание частиц больше 10 мм в диаметре в верхнем 10 см слое почвы в результате 20-летней распашки увеличилось в одном случае от 50,6 до 80,0%, в другом — от 25,7 до 38,0%. Менее существенны изменения содержания этих частиц на глубине 30 — 40 см. Здесь в одном разрезе почвы количество частиц более 10 мм в диаметре увеличилось от 20,2 до 35,0% и от 32,7 до 36,0%. Содержание всех остальных структурных агрегатов, как в верхнем, так и на глубине 30 — 40 см, уменьшилось.

Таким образом, при существующей техно-

ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ
ПОДСТИЛАЕМЫХ ГАЛЕЧНИКОМ

Таблица 7.2.2.7

№ почвенного разреза	Генетиче- ский горизонт	Глубина взятия образца, см	Валовое содержание гумуса, %	Запасы гумуса по генетическим горизонтам, т/га	Общие запасы гумуса в почвах, т/га	Количество гумуса по отношению к содержанию его в верхнем горизонте, %
318	A	0 — 10	6,30	63,6	247,6	100
	A	10 — 20	5,37	54,2		85,2
	A	20 — 30	4,91	49,6		77,9
	AB	30 — 40	3,58	42,9		67,4
	B ₁	50 — 60	2,13	21,5		33,8
	B ₂	60 — 70	1,56	15,8		24,8
505	A	0 — 10	5,88	59,4	183,8	100
	A	10 — 20	5,80	58,6		98,6
	AB	30 — 40	2,99	35,8		60,3
	B	50 — 60	1,46	17,5		29,5
	BC	60 — 70	1,25	12,6		21,1
512	A	0 — 10	5,2	59,7	168,2	100
	A ₁	10 — 20	5,20	52,5		87,9
	AB	30 — 40	3,40	40,8		68,3
	BC	40 — 50	1,50	15,2		25,5

Глубина взятия образца, см	% на прокаленную навеску									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	
0 — 20	67,00	16,47	6,42	2,24	2,18	1,62	1,81	0,44	0,35	
23 — 30	66,31	17,06	6,55	2,77	2,36	1,48	1,77	0,51	0,32	
33 — 43	66,11	18,95	7,09	2,62	1,79	1,45	1,75	0,44	0,23	
47 — 57	69,32	18,93	6,65	2,49	2,04	1,95	1,60	0,32	0,35	
80 — 90	69,56	18,64	8,70	3,36	2,94	2,01	1,32	0,21	0,21	

нии использования черноземов выщелоченных на галечнике структура их распыля- ч. ухудшаются их общие физические свойства.

Результаты микроагрегатного анализа показывают, что, несмотря на интенсивное механическое воздействие, рассматриваемые почвы сохранили значительную структурность (табл. 7.2.2.6). Фактор структурности в верхнем 10 см слое почвы составляет 90,7 — 91,7%. С глубиной по профилю почвы, по мере уменьшения влияния механических обработок, увеличивается фактор структурности и в слое 30 — 40 см колеблется в пределах 91,2 — 92,6%.

Фактор дисперсности небольшой и колеблется в пределах 7,4 — 9,3%. Из механических фракций преобладают частицы 1,0 — 0,05 — 0,005 мм в диаметре. Причем количество частиц 1,0 — 0,05 мм в диаметре с глубиной увеличивается от 47,3 — 45,3 в верхнем горизонте до 49,8—51,2% — в нижнем. Мелкой пыли и илистой фракции, не входящей в структурные агрегаты, содержится незначительное количество: соответственно 7,6 и 2,7%. С глубиной по профилю почвы их уменьшается.

Гумусное состояние. Черноземы выщелоченные на галечнике относятся к среднегумусным*. В гумусово-аккумулятивном го-

ризонте рассматриваемых почв содержание гумуса колеблется от 5,2 до 6,30% (табл. 7.2.2.7). Как правило, мощные разности черноземов выщелоченных на галечнике содержат больше гумуса, чем маломощные. На обрабатываемых массивах содержание гумуса часто зависит от разбавления его в верхнем горизонте за счет припахивания нижнего, менее гумусированного горизонта. В целинных маломощных почвах из-за малой мощности и, вследствие этого, ограниченной влагоемкости и дефицита влаги растения формируют небольшую биомассу, которая является материалом для образования гумуса. Поэтому в маломощных разностях почв содержится меньше гумуса (5,2 — 5,9%), чем в мощных (6,30%).

В профиле рассматриваемых почв, независимо от мощности почв, гумус распределяется в соответствии с распределением корневой массы растений.

В соответствии с валовым содержанием гумуса запасы его по генетическим горизонтам с глубиной также уменьшаются от 59,4 т/га в верхнем 10 см слое до 12,6 — 15,2 т/га в нижнем горизонте, что составляет соответственно 5,5 — 25,5% количества гумуса по отношению к содержанию его в верхнем горизонте.

Общие запасы гумуса в почвах находятся в зависимости от мощности почв. В мощных разностях черноземов выщелоченных на галечнике (разрез 318) содержится больше гумуса (247,6 т/га), чем в среднемощных (183,8 т/га) и, тем более, в маломощных

* В России принята следующая классификация гумусного состояния почв: < 4 — низкогумусные, 4—6 — многогумусные, 6—9 — многогумусные, > 9 — очень гумусные.

Глубина взятия образца, см	Генетичес- кий горизонт	Поглощенные основания, мг/экв на 100 г почвы				pH KCl		Гидролитическая кислотность, мг/экв на 100 г почвы		Степень насыщенности основаниями, %	
		1962 г.		1982 г.							
		Ca	Mg	Ca	Mg	1962 г.	1982 г.	1962 г.	1982 г.	1962 г.	1982 г.
0 — 10	A ¹	26,9	6,5	17,6	2,4	5,7	5,1	3,5	4,1	91,0	83,0
20 — 30	A ¹	16,1	2,0	16,4	2,4	5,6	5,4	2,5	2,6	88,3	87,8
30 — 40	B ₁	—	—	13,8	3,0	—	5,8	—	1,3	—	92,8
50 — 60	B ₂	15,0	3,0	12,4	2,8	5,8	5,7	1,4	1,6	92,8	91,6
0 — 10	A ¹	27,4	2,5	18,0	1,4	5,2	4,9	2,1	4,6	93,5	80,8
20 — 30	A ¹	—	—	16,7	2,1	—	5,4	—	3,7	—	83,5
30 — 40	B ₁	20,3	2,5	15,2	1,9	5,7	5,6	1,2	2,8	95,0	85,9
50 — 60	B ₂	15,8	2,9	11,7	1,7	5,8	5,8	0,8	1,7	95,9	88,7

(168,2 т/га). В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. При этом, как указывает Е. В. Рубилин, у рассматриваемых черноземов гуминовая кислота представлена преимущественно в форме гуматов кальция, с незначительным участием фульвокислот. Поэтому минеральная часть почвы хорошо оструктурена в водопрочные агрегаты.

Валовой химический состав. Валовой химический состав рассматриваемых почв меняется незначительно по генетическим горизонтам, что свойственно в целом черноземам (табл. 7.2.2.8). В то же время четко обнаруживаются признаки промывного водного режима, проявляющегося в выщелачивании карбонатов кальция и магния в нижние горизонты, где находится максимальное их количество. Так, если в пахотном горизонте содержится окиси кальция 2,24%, а магния — 2,18, то в переходном к породе горизонте (BC) количество их составляет соответственно 3,36 и 2,94%. Что касается таких биоэлементов, как фосфор и сера, то они в результате биологической аккумуляции накапливаются больше в гумусово-аккумулятивном горизонте. Количество фосфора и серы в пахотном горизонте рассматриваемых почв составляет соответственно 0,44 и 0,38%, а в переходном к породе горизонте — по 0,21.

Содержание двуокиси кремния и полуторных окислов довольно равномерно — они распределены в пахотном и подпахотном горизонтах. Содержание их в пахотном горизонте составляет: окиси кремния — 67%, окиси алюминия — 16,47 и окиси железа — 6,42%. В переходном к почвообразующей породе горизонте (BC) за счет свежее выветрившегося галечника содержание этих элементов больше, чем в гумусово-аккумулятивном.

Валовое содержание калия также увеличивается с глубиной по профилю почв. В данном случае биологическое накопление калия маскируется высоким содержанием его в продуктах выветривания галечника, которые заключают в себе большое количество полевых шпатов. Аналогичная закономерность увеличения содержания полевых шпатов с глубиной по профилю почв обнаружена Е. В. Рубилиным (1956). В частности, он указывает, что если в гумусово-аккумулятивном горизонте содержание их составляет 19,17%, то в переходном к породе горизонте — 32,94%.

Физико-химические свойства. Физико-химические свойства являются важнейшим фактором плодородия, определяют генетические особенности почв. Поглощенные основания обеспечивают структурность и буферность почвы, определяют реакцию по-

чвенной среды. Так, при насыщенности почв основаниями реакция почвенной среды близка к нейтральной, а при насыщенности водородом она кислая.

В рассматриваемых почвах содержится значительное количество поглощенных оснований. В составе их основное место занимает кальций (26,9 — 27,4 мг/экв на 100 г почвы); магния значительно меньше (6,2 — 2,5 мг/экв на 100 г почвы). С глубиной по профилю, по мере уменьшения минеральных и органических коллоидов, содержание поглощенных оснований уменьшается (табл. 7.2.2.9).

В содержании поглощенных оснований за 20-летний период обработки почвы произошли существенные изменения в сторону их уменьшения. Так, содержание поглощенных кальция и магния в верхнем 10 см слое почвы за 20 лет обработки уменьшилось: кальция — от 26,9 и 27,4 до 17,6 и 18,0 мг/экв на 100 г почвы, магния — от 6,5 и 2,5 до 2,4 и 1,4 мг/экв на 100 г почвы. С глубиной по профилю почвы произошли аналогичные изменения. Уменьшение поглощенных оснований в выщелоченном черноземе на галечнике в основном связано с выносом их с урожаем и выщелачиванием за пределы почвенного профиля, так как увеличение содержания и кальция, и магния в профиле не обнаружено.

В рассматриваемых почвах уменьшение содержания поглощенных оснований привело к увеличению кислотности. Так, pH солевой вытяжки уменьшалась в верхнем 10 см слое от pH 5,7 до 5,1. Гидролитическая кислотность увеличилась за 20 лет от 3,5 — 2,1 до 4,1 — 4,6 мг/экв на 100 г почвы.

Уменьшение содержания поглощенных оснований и подкисление рассматриваемых почв привели к уменьшению степени насыщенности почв основаниями. За 20 лет степень насыщенности черноземов выщелоченных на галечнике в верхнем 10 см слое уменьшилась в среднем от 92,3 до 81,5%.

С глубиной по профилю почвы и кислотность, и степень насыщенности основаниями подверглись меньшим изменениям. Для предотвращения уменьшения содержания поглощенных оснований необходимо систе-

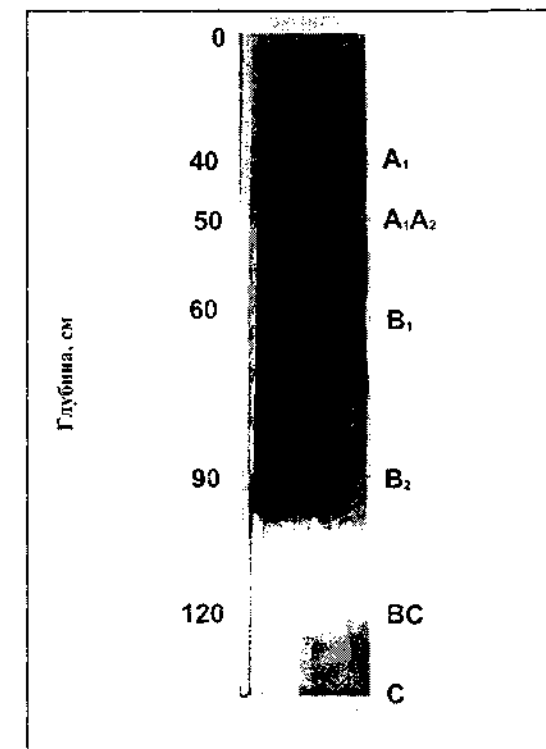


Рис. 7.2.3.1. Профиль чернозема выщелоченного, сформированного на глинах

матически вносить известковые удобрения, т. е. компенсировать ежегодные потери кальция.

7.2.3. Черноземы оподзоленные и выщелоченные на глинах

В Республике Северная Осетия-Алания черноземы оподзоленные и выщелоченные распространены на Силтанукской возвышенности, а также на южных, юго-восточных и юго-западных склонах Кабардино-Сунженского хребта и его отрогов, профиль их слабо дифференцирован (рис. 7.2.3.1).

Достаточно подробно генезис черноземов рассмотрен в работах Е. В. Рубилина (1956, 1957).

Оподзоленные черноземы на Силтанукской возвышенности распространены в южной и юго-западной ее части. Выщелоченные — северней и северо-восточней от оподзоленных. Формируются они в зоне умеренного увлажнения, с коэффициентом увлажнения около 1,0. Естественная пырейно-разнотравная растительность сохрани-

Горизонт, глубина образца, см	Гигроско- пич. влага, %	Потери при обработке HCl, %	Диаметр фракций, мм; содержание, %						
			1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	сумма <0,01
Чернозем оподзоленный (Кабардино-Сунженский хребет)									
A ₁ 0 — 10	4,11	4,43	0,32	7,66	17,24	49,02	8,51	17,25	74,78
A ₁ A ₂ 20 — 30	4,02	3,27	0,30	5,62	12,93	36,62	20,27	23,61	80,50
B ₁ 60 — 70	5,24	5,69	0,25	2,82	10,03	32,52	19,67	34,64	86,83
C 110 — 120	4,25	14,32	1,95	2,09	8,19	29,10	21,52	36,51	87,13
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)									
A ¹ 0 — 10	3,65	4,35	0,36	5,23	35,38	8,19	28,58	22,26	59,03
A ¹ 20 — 30	3,90	4,10	0,29	5,58	30,37	14,24	22,44	27,08	63,76
A ₁ A ₂ 30 — 40	2,16	3,14	0,35	5,21	33,78	16,00	18,06	26,60	60,66
B ₁ 57 — 67	5,31	4,88	0,65	3,11	25,96	10,67	16,96	42,65	70,28
B ₂ 90 — 100	5,58	6,29	0,04	1,79	26,54	9,15	16,29	46,19	71,63
C 190 — 200	4,83	15,25	0,02	1,54	24,61	7,02	22,60	44,21	73,83
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)									
A 0 — 10	4,27	4,25	0,19	7,66	28,65	14,74	22,38	26,38	63,50
A 20 — 30	4,71	4,48	0,14	5,02	30,78	15,86	20,46	27,74	64,06
A 30 — 40	4,87	4,58	0,08	4,95	27,41	17,73	18,72	31,11	67,56
B ₁ 40 — 50	5,82	5,01	—	2,64	25,72	16,28	16,26	39,10	71,64
B ₂ 70 — 80	5,65	11,02	0,05	2,47	25,99	10,21	17,25	44,03	71,49
C 155 — 165	4,18	14,54	0,04	6,27	28,55	11,93	16,46	36,74	65,03

лась лишь на неудобьях; материнскими породами являются желто-бурые лессовидные карбонатные глины. Ниже приводится описание типичного разреза оподзоленного чернозема (разрез заложен в южной части Силтанукской возвышенности в молодом саду):

A, 0 — 31 см. Темно-серый, почти черный; зернисто-комковато-пылеватый до 20 см (A₀); рыхлый; зернисто-комковатый и более плотный глубже 20 см переходит в следующий горизонт постепенно, но заметно.

A₁A₂ 30 — 50 см. Темно-серый с ясным сероватым оттенком при подсыхании; комковатый; уплотнен; на гранях комков при подсыхании кремнеземистая присыпка. Много ходов землероев. Переход в следующий горизонт постепенный.

B, 50 — 72 см. Темно-бурый, крупноком-

коватый, плотный, на комках кремнеземистая присыпка, крупные отдельные ходы землероев. Переход постепенный.

B₂ 72 — 103 см. Темно-бурый, красноватый, с бурыми, почти черными пятнами гумусовых затеков, крупнокомковатый, комки призматической формы, огранены, плотный переход постепенный.

BC 103 — 180 см. Темно-бурый с темными пятнами гумусовых затеков по граням структурных агрегатов; крупнокомковатый (призматический); очень плотный, с глубины 140 см появляются отдельные карбонатные конкреции. Переход постепенный.

C 180 — 200 см. Ярко-желтая с отдельными темными пятнами (гумусовые затеки по ходам землероев) и карбонатными конкрециями, бесструктурная глина.

Вскипание от 10% HCl с глубины 140 см.

Минералы	A'	A''	B	C
	0-10 см	20-30 см	50-60 см	145-155 см
1. Тяжелые минералы	0,56	0,88	0,37	0,43
2. Кварц	24,10	23,16	20,86	19,73
3. Полевые шпаты	19,17	18,53	22,37	32,94
4. Минералы монтморилл. группы	21,00	31,20	31,20	29,60
5. Минералы каолининовой	4,50	5,20	2,50	2,80
6. Аморфные вещества SiO ₂ , гумус, R ₂ O ₃	17,20	13,00	10,90	8,00
Прочие минералы	1,43	0,28	0,88	1,60

Описание типичного разреза чернозема сильновыщелоченного, расположенного в центральной части Силтанукской возвышенности (пашня, посев подсолнечника):

A 0 — 40 см. Черный во влажном состоянии, немного буроватый. Крупнокомковатый с большим количеством пыли до 30 см (A₀), глубже — мелкокомковатый, зернистый, рыхлый, в подпахотном несколько уплотнен. Переход постепенный.

B, 40 — 60 см. Темно-бурый, комковатый, уплотнен, много ходов землероев. Переход постепенный.

B₂ 60 — 88 см. Темно-бурый, ярче предыдущего (красновато-коричневый), крупнокомковатый, комки огранены, призматическая, по граням темные гумусовые потеки, более плотный, много ходов землероев, переход постепенный.

BC 88 — 125 см. Ярко-бурый с отдельными темными пятнами (гумусовые затеки), крупнокомковато-глыбистый, плотный, с глубины 120 см слабое вскипание от 10% HCl, переход постепенный.

C 125 — 175 см. Желто-бурый, бесструктурный, рыхлый, бурно вскипает от 10% HCl, появляются выцветы карбонатов.

Как это видно из описаний морфологических признаков, оба чернозема имеют ясно

выраженные иллювиальные горизонты красноватого оттенка, сильно уплотненные структурные агрегаты призматической формы.

Балочные черноземы сильновыщелоченные расположены на Силтанукской возвышенности в логах и балках и характеризуются большей мощностью гумусовых горизонтов (A + B более 100 см) более темной окраски, зернисто-комковатой структуры.

Описание типичного разреза чернозема оподзоленного, расположенного на юго-западном склоне Кабардино-Сунженского хребта (пашня, посев многолетних трав):

A, 0 — 12 см. Темно-серый, с буроватым оттенком, зернистый, рыхлый, переход заметный.

A₁A₂ 12 — 30 см. Темно-серый, немного светлей (при подсыхании сероватый), комковато-ореховатый, рыхлый, плотнее горизонта A₁. Белесый налет на поверхности комков. Ходы землероев. Переход ясный.

A₁B 30 — 40 см. Темно-серый, буроватый, ореховато-комковатый, на комках налет кремнезема; плотнее. Переход постепенный.

B, 40 — 62 см. Темно-бурый, с красноватым оттенком, пестрый от гумусовых затеков SiO₂ и оксидов железа. Комковатый, комки призматической формы. Плотный. Переход постепенный.

Горизонт, глубина образца, см	Вид анализа	Содержание фракций, %; диаметр фракций, мм						Коэффициент дисперсности
		1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01-0,005	0,005- 0,001	<0,001	
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)								
A ₁ 0 — 10	Механич.	0,36	5,23	35,38	8,19	28,58	22,26	9,3
	Микроагр.	13,44	27,38	38,95	8,00	10,16	2,07	
A ₁ A ₂ 20 — 30	Механич.	0,29	5,58	30,37	14,24	22,44	27,08	8,4
	Микроагр.	13,45	28,48	39,58	8,42	7,79	2,28	
A ₂ 30 — 40	Механич.	0,35	5,21	33,78	16,00	18,06	26,60	4,4
	Микроагр.	14,85	28,67	35,42	7,99	11,91	1,16	
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)								
A ⁱ 0 — 10	Механич.	0,19	7,66	28,65	14,74	22,38	26,38	5,2
	Микроагр.	4,10	38,16	36,48	12,59	7,30	1,38	
A ⁱⁱ 20 — 30	Механич.	0,14	6,02	30,78	15,86	20,46	27,74	8,7
	Микроагр.	11,05	33,35	35,92	9,92	7,16	2,60	
B ₁ 40 — 50	Механич.	0,08	4,95	27,41	17,73	18,72	31,11	2,3
	Микроагр.	18,37	21,23	34,61	11,09	13,97	0,73	

B₂ 62 — 90 см. Более пестрый; комковатый, плотный; переход заметный по ходам землероев.

BC 90 — 115 см. Желто-бурый; гумусовые затеки; ходы землероев; переход в C — ясный.

C 115 — 190 см. Желто-бурый бесструктурная карбонатная глина.

Вскипание от 10% HCl с глубины 90 см.

Механический, минералогический, микроагрегатный и структурный состав. Результаты механического состава приведены в таблице 7.2.3.1, из данных которой видно, что черноземы Силтанукской возвышенности относятся к легкоглинистым иловато-пылеватым, а черноземы оподзоленные Кабардино-Сунженской возвышенности — к среднеглинистым иловато-пылеватым.

В составе механических фракций преобладают пылеватые частицы, что указывает на лессовидный характер почв и материнских пород. Распределение илистой фракции по профилю свидетельствует о перемещении ила и накоплении его в иллювиальном горизонте рассматриваемых почв.

Характеристика минералогического состава, по данным Е. В. Рубилина (1956), говорит о преобладании во всех фракциях легких минералов с удельным весом менее 2,75, составляющих 97,5 — 99,5% от общего количества. Незначительно представлены минералы тяжелой фракции, среди которых преобладают слюды, мусковит и биотит (табл. 7.2.3.2).

Из легких минералов хорошо представлены кварц и полевые шпаты, причем количество последних с глубиной увеличивается, что свидетельствует об интенсивно протекавших процессах химического выветривания в прошлом, в период пребывания этих почв под лесами.

Илистые фракции представлены вторичными глинистыми минералами и аморфными веществами, преобладающими из них являются минералы монтмориллонитовой группы, количество которых увеличивается с глубиной по профилю.

Микроагрегатный анализ показывает, что прочность микроагрегатов черноземов Силтанукской возвышенности значительная,

Горизонт и глубина взятия образца, см	Структурный анализ, содержание фракций, %; диаметр фракций, мм						Агрегатный анализ, содержание фракций, %; диаметр фракций, мм					
	>10	10-5	5-3	3-1	1-0,25	<0,25	>5	5-3	3-1	1-0,25	<0,25	>0,25
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)												
A ₁ 0 — 10	48,36	22,19	15,39	9,31	4,12	0,63	—	18,22	10,34	21,08	50,46	49,54
A ₁ A ₂ 30 — 40	40,33	20,56	13,92	22,95	2,05	0,71	—	12,35	12,98	28,40	46,27	53,73
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)												
A ₁ 0 — 10	30,42	20,13	24,19	20,34	2,18	2,24	—	9,25	9,96	18,28	62,51	37,45
A ₁ A ₂ 30 — 40	25,65	23,19	18,21	26,06	6,31	0,58	—	8,12	10,36	13,16	68,33	31,67
Чернозем оподзоленный (Кабардино-Сунженский хребет)												
A ₁ 0 — 10	31,64	23,31	22,06	18,82	2,21	1,96	—	8,22	6,34	32,14	53,30	46,70
A ₁ A ₂ 20 — 30	33,18	23,82	24,32	13,02	5,16	0,50	—	5,32	9,43	29,35	55,90	44,10

коэффициент дисперсности в связи с этим — невысокий (табл. 7.2.3.3).

Результаты структурного анализа (табл. 7.2.3.4) свидетельствуют о зернисто-комковатой структуре описываемых черноземов

в горизонте A. Результаты агрегатного анализа также показывают, что наиболее прочной структурой обладают гумусовые горизонты; с глубиной прочность снижается. Наиболее прочные агрегаты — разме-

водно-физические свойства черноземов

Таблица 7.2.3.5

Горизонт и глубина взятия образца, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность, г/см ³	Объем пористость, %	Макс. гигроскопич. влажность, %	Влажность завядания (1,34 на коэф. гигр. влажн.)	Полевая влагосмкость от сухой почвы, мм	Водопроницаемость, мм/мин
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)							
A ₁ 0 — 10	2,43	1,20	50	8,40	11,25	38,6	2,81
A ₁ A ₂ 20 — 30	2,44	1,30	47	9,03	12,10	30,03	—
A ₂ 30 — 40	2,46	1,36	45	9,36	12,54	24,5	2,12
B ₁ 90 — 100	2,44	1,60	34	10,16	13,60	26,8	—
C 180 — 190	2,52	1,58	37	9,43	12,63	24,2	2,10
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)							
A ₁ 0 — 10	2,41	1,21	50	9,31	12,47	34,8	2,76
A ₁ A ₂ 10 — 20	2,43	1,31	46	10,02	13,42	31,6	—
A ₁ A ₂ 30 — 40	2,50	1,41	44	11,40	15,27	28,0	2,10
B ₁ 40 — 50	2,50	1,45	42	12,38	16,58	27,4	6,04
B 60 — 70	2,50	1,50	40	11,20	15,00	27,2	2,25
C 170 — 180	2,59	1,32	49	10,07	13,49	23,9	1,96

Подтип почвы	Генетический горизонт, глубина образца, см	Гумус, %	Азот, %	СО ₂ , %
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)	A ₁ 0 — 10	7,06	0,32	—
	A ₂ 30 — 40	4,12	0,26	—
	B ₁ 60 — 70	2,28	0,18	—
	B ₂ 90 — 100	1,06	0,06	—
	BC 180 — 190	0,96	0,4	8,14
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)	A ₁ 0 — 10	6,37	0,34	—
	A ₂ 30 — 40	3,47	0,22	—
	B ₁ 57 — 67	1,60	0,09	—
	B ₂ 90 — 100	1,35	0,07	—
	BC 190 — 200	1,08	не опр.	8,26
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)	A ^I 0 — 10	6,73	0,38	—
	A ^{II} 20 — 30	6,89	0,40	—
	A ^{III} 30 — 40	5,90	0,36	—
	B ₁ 40 — 50	4,04	0,22	—
	B ₂ 70 — 80	2,02	0,12	—
	C 155 — 165	0,31	не опр.	8,18
Чернозем выщелоченный балочный (Силтанукская возвышенность)	A ^I 0 — 10	8,36	0,47	—
	A ^{II} 20 — 30	8,28	0,42	—
	A ^{III} 50 — 60	5,32	0,32	—
	B 70 — 80	3,28	0,20	—
	BC 110 — 120	2,05	0,16	—

ром 1 — 0,25 мм. Наименьшая прочность агрегатов наблюдается у чернозема оподзоленного Силтанукской возвышенности, наибольшая — у сильновыщелоченного чернозема.

Водно-физические свойства. Результаты анализов водно-физических свойств приведены в таблице 7.2.3.5.

Плотность твердой фазы верхних горизонтов колеблется от 2,41 в черноземе выщелоченном до 2,43 в черноземе оподзоленном. С глубиной наблюдается заметное ее увеличение.

Значительно большие колебания наблюдаются по профилю в величине плотности. Гумусовые горизонты имеют плотность 1,20 — 1,21, с глубиной она увеличивается и в иллювиальном горизонте достигает 1,50 — 1,55. В этом горизонте общая пористость составляет всего 34 — 40% от объема почвы.

При такой плотности почвы труднопроницаемы для корней растений.

Водопроницаемость во всех горизонтах хорошая. Максимальная гигроскопичность и влажность завядания согласуются с механическим составом, т. е. они довольно высокие, соответственно 8,4 — 12,4% и 11,25 — 16,6.

Гумус, его запасы и состав. По содержанию гумуса черноземы выщелоченные и оподзоленные Силтанукской возвышенности относятся к среднегумусным (табл. 7.2.3.6). Количество гумуса в черноземе оподзоленном с глубиной заметно снижается, а в черноземе выщелоченном — снижение постепенное.

По запасам гумуса в т/га черноземы оподзоленный и сильновыщелоченный Силтанукской возвышенности сходны между собой.

СОСТАВ ГУМУСА. УГЛЕРОД ОТДЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ В ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ
РСО-А (в % от общего гумуса)

Таблица 7.2.3.7

Горизонт, глубина взятия образца, см	С общий в % от почвы	С спиртоб. выт.	С гуминовых кислот в разных фракциях				С фульвокислот в разных фракциях				С гум. к-т		С остатка	Сумма
			I	II	III	сумма	Ia	I	II	III	сумма	С фульв. к-т		
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)														
A' 0 — 10	3,91	2,05	8,18	23,27	10,99	44,50	5,88	4,21	2,30	2,81	20,20	2,20	41,41	48,72
A" 20 — 30	4,01	1,99	7,23	22,94	12,71	44,89	4,99	9,49	2,74	1,99	19,20	2,33	35,66	99,74
A" 30 — 40	3,43	1,45	6,12	20,69	11,37	39,65	5,24	12,24	2,91	1,45	21,86	1,81	29,73	91,25
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)														
A' 0 — 10	3,70	2,43	28,65	16,21	3,51	48,38	7,56	14,05	4,32	1,89	27,83	1,73	20,81	99,46
A" 20 — 30	3,85	2,58	27,79	16,36	3,01	47,27	7,89	14,53	3,63	1,29	27,27	1,73	21,29	98,44
A ₂ 30 — 40	2,02	0,99	4,95	27,72	8,41	41,09	11,88	18,31	3,96	1,48	35,64	1,15	19,31	97,03

Горизонт, глубина взятия образца, см	Гумус (C×1,72), %	Общее содержание, %			Гуминовые кислоты			Фульвокислоты			Остаток		
		C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C : N
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)													
A 0 — 10	6,73	3,91	0,38	10,29	1,74	0,12	14,5	0,79	0,14	5,6	1,58	0,12	13,1
A 20 — 30	6,89	4,01	0,40	10,02	1,80	0,12	15,0	0,77	0,15	5,1	1,43	0,13	11,0
A 30 — 40	5,90	3,43	0,36	9,47	1,36	0,10	13,6	0,75	не опр.	—	1,02	не опр.	—
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)													
A ₁ 0 — 10	6,37	3,70	0,34	10,88	1,79	0,16	11,2	1,03	0,14	7,3	0,77	0,04	19,2
A ₁ 20 — 30	6,63	3,85	0,38	10,13	1,82	0,17	10,7	1,05	0,16	6,6	0,82	0,05	16,4
A ₁ A ₂ 30 — 40	3,47	2,02	0,22	9,18	0,83	0,09	9,2	0,72	не опр.	—	0,39	не опр.	—

Расчеты запасов гумуса показывают, что в слое 0 — 20 см чернозема оподзоленного Силтанукской возвышенности его сосредоточено 153 т/га, а в слое 0—100 см — 448 т/га, в сильновыщелоченном — соответственно 164 и 560 т/га.

В слое 0 — 20 см чернозема оподзоленного сосредоточено 30% гумуса, выщелоченного — 29%.

Содержание валового азота во всех черноземах и распределение его по профилю соответствует содержанию в них гумуса.

Для состава гумуса в почвах Силтанукской возвышенности характерно превышение количества гуминовых кислот над фульвокислотами (табл. 7.2.3.7). Отношение между ними составляет у черноземов оподзоленных 1,7, а у черноземов выщелоченных — 2,2. Аналогичную картину отмечали И. В. Тюрин и Н. И. Болотина (1949) также для обыкновенных и оподзоленных черноземов Каменной степи.

С глубиной по профилю наблюдается снижение количества гуминовых кислот и соответственное повышение фульвокислот, что

является признаком, присущим почвам подзолистого типа.

В составе гуминовых кислот преобладает первая фракция — бурые гуминовые кислоты, как свободные, так и связанные с подвижными формами полуторных оксидов, значительно ниже содержание второй фракции — гуминовые кислоты, связанные с кальцием («гуматы кальция»).

Гуминовые кислоты третьей фракции, связанные с устойчивыми гидратами полутораоксидов, представлены незначительным количеством. Характер связей гуминовых кислот в черноземах оподзоленных подтверждает их генетическую связь с бурыми лесными оподзоленными почвами.

В черноземах выщелоченных в составе гуминовых кислот преобладает вторая фракция — «гуматы кальция», характерная для почв, насыщенных основаниями. Широко представлена здесь и третья фракция, связанная с относительно устойчивыми гидратами полутораоксидов, меньше — гуминовых кислот первой фракции.

Рассмотрение характера форм связи фуль-

Горизонт, глубина взятия образца, см	Гигроскопич. влага, %	Потери при прокалив. % от сухой почвы	В % на прокаленную навеску						
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃
Чернозем сильновыщелочный (Силтанукская возвышенность)									
A ₀ — 10	4,27	13,12	67,09	17,85	7,63	1,93	2,01	0,38	0,28
A ₃₀ — 40	4,87	10,62	70,53	16,03	7,71	1,88	2,37	0,28	0,34
B ₆₀ — 70	6,25	9,87	69,23	16,51	8,39	1,86	2,44	0,25	0,36
B ₇₀ — 80	5,65	9,96	67,04	16,24	8,74	1,86	2,60	0,23	0,39
BC ₁₅₅ — 165	4,18	12,77	64,00	14,54	7,04	11,49	2,70	0,14	1,31
Илистая фракция чернозема сильновыщелочного									
A ₀ — 10	8,56	14,18	52,24	23,56	14,21	3,04	3,72	0,41	0,84
A ₃₀ — 40	9,15	12,35	52,66	24,82	14,03	2,86	3,65	0,22	0,96
B ₆₀ — 70	10,13	8,24	51,83	25,06	13,73	1,73	3,68	0,18	0,92
BC ₁₅₅ — 165	9,36	6,42	54,46	26,22	14,54	0,32	3,95	0,17	0,74
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)									
A ₀ — 10	3,65	11,42	73,50	18,07	4,29	2,33	2,01	0,20	0,34
A ₃₀ — 40	2,16	7,65	74,62	16,51	5,18	1,74	2,16	0,25	0,29
B ₅₇ — 67	5,31	5,75	69,66	22,07	5,08	1,76	2,39	0,16	0,26
B ₉₀ — 100	5,58	5,57	64,72	16,11	6,78	2,09	2,42	0,13	0,29
C ₁₉₀ — 200	4,83	8,94	62,07	20,36	6,97	7,09	2,24	0,13	0,39
Илистая фракция чернозема оподзоленного									
A ₀ — 10	9,48	14,82	52,46	21,86	16,28	2,18	4,34	0,46	0,93
A ₃₀ — 40	8,34	8,19	53,22	22,04	15,65	1,96	3,86	0,49	1,06
B ₅₇ — 67	10,83	4,93	53,54	22,63	16,32	2,03	3,59	0,54	0,98
C ₁₄₀ — 150	9,12	5,78	54,09	20,61	18,18	1,91	3,94	0,38	1,12

вокислот в гумусе черноземов обнаруживает одинаковую закономерность. Преобладают фульвокислоты первой фракции, связанные в полимерные комплексы с гуминовыми кислотами и подвижными формами полутораксидов. Второе место занимают агрессивные фульвокислоты (Ia), находящиеся в свободном состоянии, и третье — фульвокислоты, связанные в полимерные комплексы с гуминовыми кислотами второй фракции — «гуматами кальция».

Соотношение C : N характеризует богатство почв азотом (табл. 7.2.3.8). Отношение C широкое — 10,88—10,29, с глубиной оно суживается до 9,18 — 9,47, что говорит об увеличении количества азота в гумусе.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ НА ГЛИНАХ РС0-А

В гуминовых кислотах чернозема выщелоченного соотношение углерода к азоту значительно шире, чем в гуминовых кислотах чернозема оподзоленного, т. е. чернозем оподзоленный богаче азотом. Соотношение C : N в фульвокислотах еще уже, чем в гуминовых кислотах, что также свидетельствует о богатстве их азотом.

Меньшее содержание азота в гуминовых кислотах чернозема выщелоченного, по сравнению с гуминовыми кислотами чернозема оподзоленного, объясняется различием в характере форм гуминовых кислот, преобладанием в гумусе первой фракции гуминовых кислот, наиболее богатой азотом.

Химический состав. Данные валового хи-

Таблица 7.2.3.10

Горизонт, глубина взятия образца, см	Обменные катионы, мг/экв на 100 г почвы					Обменные катионы, в % от их суммы					Гидролит. кислот., мг/экв 100 г почвы		pH	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	Сумма	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺				вод-ное	соле-вое
Чернозем оподзоленный (Силтанукская возвышенность)														
A ₀ — 10	36,18	11,10	0,01	0,13	47,42	76,29	21,29	0,02	0,27	4,70	5,9	4,7		
A ₁ 20 — 30	35,21	11,28	0,03	0,25	46,77	75,28	24,11	0,06	0,53	4,56	6,0	4,8		
A ₁ A ₂ 30 — 40	20,06	8,36	0,17	0,30	28,89	69,44	28,94	0,58	1,03	2,77	6,4	5,1		
B ₁ 57 — 67	33,23	12,64	0,15	0,16	46,18	71,95	27,15	0,32	0,34	1,83	6,4	4,9		
B ₂ 90 — 100	28,30	13,24	—	—	41,54	68,12	31,87	—	—	1,08	7,1	5,3		
Чернозем оподзоленный (Кабардино-Сунженский хребет)														
A ₁ 0 — 10	35,42	12,31	—	—	47,73	74,20	25,79	—	—	4,26	6,3	5,3		
A ₁ A ₂ 20 — 30	37,24	15,43	0,01	0,06	52,74	70,61	29,25	0,02	0,11	2,38	6,1	5,2		
B ₁ 60 — 70	32,96	13,36	—	—	46,32	71,16	28,84	—	—	2,10	5,9	5,2		
Чернозем сильновыщелоченный (Силтанукская возвышенность)														
A ¹ 0 — 10	37,12	12,13	0,02	0,15	49,42	75,21	24,55	0,04	0,30	2,40	6,5	5,4		
A ¹ 20 — 30	36,82	12,36	0,04	0,18	49,40	74,54	25,12	0,08	0,36	2,35	6,5	5,4		
B 70 — 80	32,16	13,98	0,03	0,15	46,32	69,43	30,18	0,06	0,32	0,89	7,0	5,7		

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ СИЛТАНУКСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ ЗА ПЕРИОД 1957 — 1995 гг.

Таблица 7.2.3.11

Глубина взятия образца, см	Горизонт	Содержание гумуса, %			
		1957	1993	1994	1995
Чернозем оподзоленный					
0 — 10	A ₁	6,37	4,83	4,84	4,79
20 — 30	A ₁	6,33	4,90	4,86	4,80
30 — 40	A ₁ A ₂	3,47	3,16	3,21	3,32
60 — 70	A ₂ B ₁	1,60	1,03	1,01	1,09
90 — 100	B ₂	1,35	1,02	0,98	1,02
Чернозем сильновыщелоченный					
0 — 10	A	7,06	5,66	5,68	5,71
30 — 40	A	4,12	3,32	3,35	4,42
50 — 60	B ₁	1,48	1,24	1,26	1,31
80 — 90	B ₂	1,06	1,00	0,98	1,03

мического анализа приведены в таблицах 7.2.3.9 и 7.2.3.10.

Результаты валового химического анализа свидетельствуют, что в профилях черноземов оподзоленных и выщелоченных происходит некоторое перераспределение химических элементов. В иллювиальном горизонте (B) накапливаются полуторные оксиды, а в элювиальном — кремний. Оксиды кальция имеют тенденцию накопления в гумусовых горизонтах, что в значительной степени объясняется их биогенным происхождением. Оксиды магния имеют некоторую тенденцию к продвижению вглубь.

Молекулярные отношения SiO₂ : R₂O₃ с глубиной становятся уже, что свидетельствует о перемещении R₂O₃ вглубь. Отношение оксидов кремния к оксидам алюминия и железа узкие, что говорит о своеобразном выветривании и почвообразовании, обусловленным влажным и теплым климатом, а отсюда — более энергичном распаде алю-

мосиликатов. Сравнительно равномерное распределение по профилю оксидов алюминия, большая растянутость профиля почвы, наряду с другими специфическими особенностями, приближает черноземы оподзоленные к лежащим вблизи серым лесным почвам.

В черноземах выщелоченных, которые морфологически не имеют ясно выраженной оподзоленности, данные валового анализа ясно проявляют скрытую оподзоленность: они имеют ту же историю лесного прошлого, которую, правда, прошли в более отдаленные времена. Дерновый процесс почвообразования наложил глубокий след и скрыл внешние признаки оподзоленности. Кальций и магний, возможно, накапливались биологическим путем, но алюминий и железо в верхних горизонтах таким путем полностью компенсироваться не могли.

Результаты анализа илстой фракции говорят о резком уменьшении содержания

кремнезема в илистой фракции и значительном увеличении гумуса, кальция, магния, фосфора и полуторных оксидов.

Черноземы оподзоленные и выщелоченные характеризуются высокой емкостью поглощения, что свидетельствует о тяжелом механическом составе и гумусированности их (табл. 7.2.3.10). Высокая емкость поглощения наблюдается по всему профилю.

В соответствии с тяжелым механическим составом и высоким содержанием гумуса в черноземах оподзоленных и выщелоченных наблюдается высокое содержание поглощенных оснований. Наибольшее их количество — в гумусовых горизонтах: от 47 до 49 мг/экв на 100 г почвы, с глубиной наблюдается постепенное их снижение. В составе обменных катионов преобладает кальций, на долю которого приходится около 75% от всей суммы. Второе место занимает поглощенный магний — 21—24%.

Все описанные черноземы содержат небольшое количество поглощенного водорода и алюминия. Величины гидролитической кислотности и рН водной и солевой вытяжки свидетельствуют о небольшой кислотности их.

Агропроизводственная характеристика. Черноземы Силтанукской возвышенности относятся к почвам высокого плодородия. Они обладают целым рядом положительных агрономических свойств: большой мощностью гумусовых горизонтов, хорошей гумусированностью, оптимальной для растений реакцией почвенного раствора, достаточным количеством питательных веществ. Все это в сочетании с благоприятными климатическими условиями является основой широкого использования их в сельскохозяйственном производстве.

Однако длительная эксплуатация черноземов оподзоленных и выщелоченных заметно снизила в них содержание гумуса (табл. 7.2.3.11) как основного носителя плодородия почв, о чем свидетельствуют результаты исследований 1959 — 1995 гг.

Результаты исследований показали также заметное снижение количества поглощенных оснований, особенно кальция, со-

держание которого снизилось на 8 — 10%.

Кроме того, произошло некоторое подкисление почвенного раствора, что связано с ежегодным применением физиологически кислых минеральных удобрений и выносом кальция с урожаем.

7.2.4. Лугово-черноземные почвы

Лугово-черноземные почвы распространены в Моздокском районе среди обыкновенных и южных черноземов, а также в среднем течении горных рек Северо-Осетинской предгорной наклонной равнины, среди черноземов выщелоченных на галечнике. Если в Моздокском районе они создают комплексы с обыкновенными и южными черноземами, то в предгорной наклонной равнине они встречаются самостоятельными контурами.

В типе лугово-черноземных выделяются два подтипа почв: луговато-черноземные и лугово-черноземные, а среди них — выщелоченные, карбонатные и глубоководные. Последние встречаются только в Моздокском районе.

Условия формирования. Луговато-черноземные почвы формируются в пониженных элементах мезорельефа, под влиянием временного избыточного увлажнения их водами поверхностного стока или паводкового затопления.

Собственно лугово-черноземные почвы формируются под влиянием смешанного периодического поверхностного или постоянного устойчивого грунтового увлажнения. При этом почвенный профиль находится в зоне постоянного грунтового увлажнения.

Свойства рассматриваемых почв близки к свойствам почв, в зоне которых они формируются и от которых отличаются большей гумусированностью и наличием оглеения; кроме того, для выщелоченных родов характерна более глубокая выщелоченность карбонатов, а в зоне распространения черноземов обыкновенных и южных — солонцеватость.

Лугово-черноземные почвы Моздокского района преимущественно малогумусные (2,9 — 3,5%), среднемощные, карбонатные с поверхности глубоководные (с глубины 170 см).

Механический состав лугово-черноземных почв легкоголистый, содержит 60 — 65% физической глины. Среди фракций гранулометрического состава в пахотном слое преобладает крупная пыль (40 — 42%). В распределении механических фракций в профиле почвы нет определенной закономерности.

Физические свойства луговато-черноземных карбонатных почв Моздокского района довольно благоприятны для растений и с глубиной по профилю изменяются мало. Так, если удельная масса верхнего горизонта составляет 2,65, то в переходном (B_1) — 2,70 г/см³, а объемная масса — соответственно 1,20 и 1,23 г/см³. Благодаря этому порозность рассматриваемых почв удовлетворительная и в профиле почвы колеблется незначительно; в пахотном горизонте несколько уменьшается и в переходном снижается до 54%. Величина фактора структурности в пахотном слое составляет 82,3%, что свидетельствует о довольно высокой водоустойчивости микроагрегатов в нем. С глубиной по профилю почвы величина фактора дисперсности уменьшается и в горизонте B_1 составляет 71,2%.

По данным структурного анализа, при сухом просеивании в пахотном слое преобладают микроагрегаты размером более 10 мм, которые составляют 32%. С глубиной по профилю почвы количество их падает до 24,2%. При мокром просеивании в пахотном слое и горизонте B_1 заметно преобладают агрегаты размером менее 0,25 мм — соответственно 62,5 и 56,8%.

Содержание гумуса в пахотном слое рассматриваемых почв составляет 3%. С глубиной по профилю почв содержание его снижается и в горизонте BC составляет 0,4%.

Физико-химические свойства лугово-черноземных почв Моздокского района довольно благоприятны. Так, емкость поглощения в гумусовых горизонтах их средняя и составляет 26,6 — 25,8 мг/экв на 100 г почвы.

С глубиной по профилю почвы емкость поглощения заметно падает (12,6 мг/экв на 100 г почвы), приближаясь к очень низкой,

что в основном связано с уменьшением содержания гумуса.

Реакция почвенного раствора щелочная ($pH_{1:0}$ 8,4 — 8,5), с глубиной она увеличивается до 8,6 — 9,6.

Лугово-черноземные почвы Северо-Осетинской предгорной наклонной равнины заметно отличаются от аналогичных Моздокского района. Основными отличительными признаками их является более высокая гумусированность (не только по сравнению с лугово-черноземными почвами Моздокского района, но по сравнению с черноземами, среди которых они формируются). Так, содержание гумуса в верхнем горизонте черноземов выщелоченных составляет 5 — 6%, а лугово-черноземных — 7—8%. С глубиной по профилю лугово-черноземных почв, так же как и у черноземов, содержание гумуса постепенно уменьшается.

На сходство черноземов выщелоченных и лугово-черноземных почв указывает и Е. В. Рубинин: «Сходными с черноземами являются и лугово-черноземные почвы, хотя последние имеют меньшую мощность гумусовых горизонтов и признаки оглеения в нижних горизонтах» (1956).

Отличительной особенностью лугово-черноземных выщелоченных почв предгорных равнин также является небольшое содержание в них поглощенного натрия — 0,35 мг/экв на 100 г почвы (0,7% от суммы) и слабощелочная реакция почвенного раствора pH_{KCl} — 5,8.

Таким образом, основным отличительным признаком лугово-черноземных почв от черноземов, среди которых они формируются, является оглеение, четко проявляющееся во влажные годы, в засушливые же исчезает, особенно в луговато-черноземных почвах.

7.2.5. Луговые почвы

Луговые почвы распространены на площади 25,7 тыс. га, из которых 11,0 — пашня. Они сформированы в предгорье, на первой надпойменной террасе многочисленных горных рек. Отдельными массивами встречаются на правом берегу р. Камбилеевки, в районе селений Камбилеевка и Куртат, а

также в западной части г. Беслана и вокруг селений Комсомольское и Ставд-Дорт Кировского района.

Луговые почвы формируются в условиях близкого залегания (1 — 3 м) грунтовых вод, при постоянной связи с ними, на древнеаллювиальных суглинистых, песчаных и песчано-галечниковых отложениях под луговой растительностью. Для рассматриваемых почв характерна сезонная изменчивость условий увлажнения. Весной они бывают обильно увлажнены за счет поверхностного стока и подъема грунтовых вод, а осенью получают меньше влаги, поэтому глубже опускаются почвенные и грунтовые воды.

В этих условиях чередуются нисходящий и восходящий токи воды. Продолжительность этих взаимоисключающих процессов определяют, во-первых, карбонатность или выщелоченность; во-вторых, степень гидроморфности рассматриваемых почв. Последний признак положен в основу деления луговых почв на два подтипа: собственно луговые и влажнолуговые, которые, в свою очередь, подразделяются на следующие роды: карбонатные, выщелоченные и орошаемые. Для характеристики морфологических признаков луговых почв приводим описание луговых карбонатных почв:

$A_n \frac{0-25}{25}$ см

Темно-серый с коричневым оттенком, порошисто-глыбистокоричневый, среднеуплотненный, среднесуглинистый, корни кукурузы, вскипает от 10% HCl, переход в следующий горизонт заметный.

$B_{sk} \frac{25-43}{18}$ см

Серый с коричневым оттенком с признаками переувлажнения в виде ржавых примазок, зернисто-ореховато-комковатый, тяжелосуглинистый, выделение карбонатов в виде плесени, сильноуплотненный, переход в следующий горизонт заметный.

$BC_{sk} \frac{43-56}{13}$ см

Неоднородный, серовато-коричневый с сизовато-ржавыми пятнами, ореховато-непрочно-комковатый со слабыми гранями на изломе, легкоглини-

стый, выделение карбонатов в виде прожилок и пятен, переход заметный.

C_{sk} 56 см и глубже. Беловато-желто-коричневый с сизовато-ржавыми пятнами, среднеуплотнен, бесструктурный, неоднородный, сложение тонкопористое, тяжело-суглинистый.

Морфологические признаки подтипа влажно-луговых почв аналогичны вышеприведенным луговым карбонатным почвам и отличаются от них лишь более темной окраской гумусового профиля, более высоким расположением грунтовых вод (на глубине 60 — 100 см) и в связи с этим большей увлажненностью и значительной оглеенностью с глубины 35 — 45 см.

Механический состав профиля луговых почв неодинаков на разных глубинах, что связано с разным механическим составом речных отложений в разное время. Так, механический состав верхнего горизонта луговых карбонатных почв среднесуглинистый (3,5% физической глины), в переходном горизонте (B) содержание физической глины увеличивается до тяжелосуглинистого механического состава (43%), в горизонте BC — до легкоглинистого (52,4%), а в почвообразующей породе снова облегчается до тяжелосуглинистого (48,2%).

Механический состав профилей другого подтипа и родов луговых почв может быть иным. Он полностью зависит от механического состава аллювиальных отложений.

Физико-химические свойства. Луговые почвы слабо изучены. В исследованиях Е. В. Рубилина (1956) и К. И. Трофименко они не охарактеризованы. Только крупномасштабные сплошные почвенные обследования территории РСО-Алания позволили выделить их в самостоятельный тип с разделением на более низкие таксономические единицы. Имеющиеся сведения о них использованы в настоящей книге (табл. 7.2.5).

Из данных таблицы 7.2.5 видно, что физические свойства по всему профилю почвы удовлетворительные, за исключением общей порозности, которая с глубиной уменьшается до неудовлетворительных параметров (29,1%).

Генетический горизонт	Глубина, см	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Общая порозность, %	Гумус, %	Содержание, мг/кг		pH H ₂ O	CaCO ₃ , %
						подв. P ₂ O ₅	обмен. K ₂ O		
A _n	0 — 25	2,64	1,12	53,5	3,5	20,0	282	8,0	4,1
B _{sk}	25 — 35	2,72	1,31	52,1	2,1	6,5	250	8,2	6,1
BC _{sk}	40 — 50	2,70	1,13	35,2	0,5	3,7	245	8,5	9,5
C _{sk}	60 — 70	2,66	1,10	29,1	—	2,15	—	8,8	145

Рассматриваемые почвы — малогумусные. Содержание гумуса с глубиной постепенно уменьшается от 3,5% в пахотном горизонте до 2,1% в переходном (B). Слабо обеспечены подвижным фосфором, количество которого в профиле почвы, параллельно с уменьшением гумуса, уменьшается от 20,0 в пахотном горизонте до 2,5 мг/кг в почвообразующей породе. Обменным же калием они очень высоко обеспечены по всему профилю.

Луговые карбонатные почвы в верхнем горизонте содержат небольшое количество (4,1%) карбоната кальция. С глубиной содержание его увеличивается до 14,5% в почвообразующей породе.

Реакция почвенной среды луговых карбонатных почв — щелочная (pH 8,0). С глубиной, по мере увеличения содержания карбонатов, щелочность увеличивается (до pH 8,8).

7.2.6. Аллювиальные почвы

Аллювиальные — это большая группа почв, формирующихся в поймах многочисленных горных рек и урочище Туаца (район выклинивания родниковых вод). Они распространены у селений Тарское, Карджин, Брут, пчелосовхоза «Беканский», юго-западнее с. Хумалаг, у г. Моздока и в других местах.

В разное время характеристике этих почв были посвящены работы Е. В. Рубилина (1956), К. И. Трофименко (1964). Позднее (1993) в Моздокском районе они были обследованы почвенной партией института

«Севкавгипрозем». Среди рассматриваемых почв выделяется несколько типов, подтипов и разновидностей. В частности, К. И. Трофименко выделяет следующие:

1) лугово-черноземные, вскипающие с 30 — 40 см; с мощностью гумусовых горизонтов (A + B) 70 — 90 см; тяжелосуглинистые на желто-буром карбонатном легком суглинке с галечником на глубине 1,5 м;

2) аллювиально-луговые почвы, вскипающие с 20 — 50 см; с мощностью гумусовых горизонтов 60 — 70 см; тяжелосуглинистые, часто с погребенными почвами, с галечником и грунтовой водой не глубже 1 м;

3) те же, что 2-й разновидности, но карбонатные с поверхности и с мощностью гумусовых горизонтов 40 — 50 см;

4) те же, что 3-й разновидности, но подстилающиеся галечником на глубине 50 — 70 см, часто с этой же глубины появляется грунтовая вода;

5) аллювиально-лугово-болотные с небольшими пятнами болотных почв; карбонатные; местами вскипающие с 20 — 50 см; с мощностью гумусовых горизонтов 25 — 40 см; от легко- до тяжелосуглинистого механического состава, часто с погребенными почвами; подстилающиеся галечником на глубине 1,0 — 1,5 м; с грунтовой водой на глубине 60 — 100 см;

6) те же, что 5-й разновидности, но с галечником и наличием грунтовой воды на глубине 30 — 70 см, местами галечник у самой поверхности;

7) аллювиально-болотные и лугово-болот-

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, %; размер частиц, мм							Потери от обработки HCl, %
		1,0 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01	
A	0 — 10	10,51	21,25	15,51	13,35	20,07	14,87	48,29	4,44
AB	20 — 30	10,29	22,64	17,75	13,75	18,67	13,49	45,89	3,43
B	40 — 50	9,61	23,35	23,17	10,81	19,67	10,03	40,50	3,36
C	100 — 110	70,81	9,75	8,54	2,49	2,90	2,35	7,74	3,16

ные карбонатные почвы с мощностью гумусовых горизонтов 20 — 30 см; различного механического состава, чаще тяжелосуглинистые, сильно измененные орошением; с грунтовой водой на глубине 40 — 60 см;

8) те же, что 7-й разности, но с грунтовой водой с самой поверхности;

9) маломощные неполноразвитые карбонатные, с пониженным вскипанием почвенной массы; тяжело- и среднесуглинистые, подстилающиеся галечником на глубине 30 — 50 см, пятнами галечник выходит к самой поверхности;

10) те же, что 9-й разности, но подстилающиеся галечником выше 30 см, пятнами галечник выходит к самой поверхности;

11) аллювиальные наносы, слабо затронутые почвообразованием; карбонатные; слабогумусированные; различного механического состава, чаще суглинистые и супесчаные, с галечником и грунтовой водой на глубине около 1 м. Иногда галечник и грунтовая вода находятся выше.

12) те же, что 11-й разности, но сильно измененные орошением; песчано-иловатые с галечником и грунтовой водой на глубине 0,5 — 1,0 м;

13) песчано-галечниковые наносы, местами слабо затронутые почвообразованием.

Среди аллювиальных почв выделяются три группы: дерновые, луговые и болотные.

Аллювиально-дерновые почвы развиваются в условиях кратковременного увлажнения паводковыми водами; грунтовые воды лежат глубоко; капиллярная кайма находится ниже почвенного профиля. Аллювиальные отложения довольно хорошо сортированы и имеют легкий механический состав.

Аллювиально-луговые почвы развиваются в условиях увлажнения паводковыми и грунтовыми водами. Последние залегают на глубине более 100 см, но весной могут подниматься до 60 см. Капиллярная кайма находится в пределах почвенного профиля. Значительную роль в формировании этих почв играет отложение тяжелых и богатых основаниями и органическим веществом наидков.

Аллювиально-болотные почвы развиваются

в условиях длительного паводкового и устойчиво избыточного атмосферно-грунтового увлажнения; характеризуются накоплением неразложившихся растительных остатков, а также веществ, приносимых паводковыми водами (Кумахов, 1971).

Кроме этих почв в низких аккумулятивных террасах и современных поймах распространены маломощные неполноразвитые почвы и аллювиальные наносы, слабо затронутые почвообразованием.

Рассматриваемая группа почв различается между собой как по морфологическим признакам, так и по механическому и химическому составу, а также использованию в сельском хозяйстве. Для них требуются неодинаковые мелиоративные мероприятия.

Для характеристики морфологических признаков рассматриваемых почв приводим описание наиболее характерных разрезов.

Морфологическое описание разреза аллювиально-луговой почвы, заложенного в 1 км к югу от с. Хумалаг, на выгоне:

A 0—17 см
17

Черный во влажном состоянии, при высыхании серый. Рыхлый; комковато-пороховидно-пылеватая, переход в следующий горизонт заметный.

B₁ 17—39 см
22

Темно-бурый; влажный; плотнее A, комковато-пороховидная; переход заметный.

B₂ 39—70 см
31

Светлее B₁ с сизоватым оттенком; комковато-пороховидная; переход в материнскую породу ясный.

C₁ 70 см и глубже. Светлее B₂, с ясным сизоватым оттенком; бесструктурный; мокрый; легкий суглинок с включением гальки; ниже 105 см — галечник с песком. Верхняя граница грунтовой воды — 105 см.

Морфологическое описание аллювиально-болотной почвы:

A 0—23 см
23

Темно-бурый; влажный; комковато-пороховидная; переход в следующий горизонт заметный.

B₂ 23—34 см
20

Светлее горизонта A, с сизовато-охристыми пятнами; плотнее A; мокрый легкий суглинок; переход в следующий горизонт резкий.

C₁ 34 см и глубже. Пестрый от бурых, сизых и охристых пятен; плотный, бесструктурный; мокрый; легкий суглинок. С глубиной 102 см — галечник и устойчивое стояние грунтовой воды.

Морфологическое описание наносов, слабо затронутых почвообразованием:

A₁ 0—23 см
23

Темно-бурый с сизоватым оттенком; влажный; карбонатный; легкий суглинок; ниже залегают оглеенные, не дифференцированные на генетические горизонты слои аллювия.

В Моздокском районе в пойме р. Терек аллювиально-луговые насыщенные почвы сформировались на аллювиальных отложениях в условиях периодического увлажнения паводковыми и грунтовыми водами, залегающими на глубине около 1,8 м.

Описание морфологических признаков аллювиально-луговых насыщенных почв приводим на примере разреза, заложенного на территории совхоза «Черноярский» (технический отчет по крупномасштабному обследованию земель совхоза «Черноярский», 1993):

A 0—23 см
23

Серый; непрочнокомковатая; уплотнен; среднесуглинистый,

тонкопористый; вскипает от 10% HCl; переход в следующий горизонт заметный.

B 23—63 см
40

Серо-бурый; комковатая; уплотнен; тонкопористый; среднесуглинистый; вскипает от 10% HCl; переход заметный.

BC₁ 63—78 см
15

Грязно-бурый; непрочнокомковатая; уплотнен; среднесуглинистый; вскипает от 10% HCl; пятна оглеения; переход заметный.

C₁ 78 см и ниже. Светло-бурый; бесструктурная; тонкопористый; среднесуглинистый.

В Моздокском районе на повышенных участках поймы р. Терек формируются аллювиально-дерновые насыщенные почвы при глубине залегания грунтовых вод более 3 м.

Морфологический профиль их состоит из пахотного слоя (AB₁) серого с буроватым оттенком цвета, непрочнокомковатой структуры. Горизонт B₂ — серовато-бурого цвета, комковатой структуры; BC₁ — бурокоричневого цвета с гумусовыми затеками, непрочнокомковатой структуры, переход в почвообразующую породу заметный.

C — желто-коричневый, с сизыми и охристыми пятнами; бесструктурный, тонкопористый, по всему профилю слабоувлажненный.

Мощность гумусовых горизонтов (A + B) 78 — 67 см при мощности A₁ 24 — 25 см. Почвенная масса вскипает с поверхности,

Глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см³	Объемная масса, г/см³	Скважность, % к объему		
			общая	капиллярная	некапиллярная
Аллювиально-луговая почва					
0 — 10	2,54	1,09	57,1	42,4	14,7
20 — 30	2,56	1,71	52,8	45,6	17,2
40 — 50	2,62	1,23	53,1	42,6	10,5
60 — 70	2,74	1,15	58,0	42,3	15,7
80 — 90	2,72	1,19	56,2	42,0	14,2
90 — 100	2,71	1,20	55,7	37,7	18,0
Аллювиально-лугово-болотная почва					
0 — 10	2,68	0,98	63,4	43,1	20,3
20 — 30	2,60	1,23	52,7	50,7	2,0
40 — 50	2,78	1,21	56,5	49,4	7,1
50 — 60	2,84	1,22	57,0	53,7	3,3
80 — 90	2,90	1,30	55,2	48,0	7,2

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ

Таблица 7.2.6.3

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	N общ., %	CaCO ₃ , %	Обменные основания, мг/экв на 100 г почвы			Сумма обменных оснований	pH KCl	P ₂ O ₅ подвиж., мг/кг	K ₂ O обмен., мг/кг
					Ca	Mg	Na				
A'	0 — 10	7,3	0,46	—	20,4	7,3	0,22	27,9	6,3	1,0	19
A''	20 — 30	3,5	0,22	—	16,8	7,3	0,19	24,3	6,4	2,0	20
B ₁	40 — 50	1,9	0,10	0,4	17,3	1,8	0,23	19,3	7,1	следы	20
B ₂	70 — 80	1,5	0,08	3,3	—	—	—	—	—	—	—
C	100 — 110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

сизые и охристые пятна появляются с 70 см.

Механический состав. Рассматриваемые почвы неоднородны по механическому составу не только в пределах типов, подтипов и разновидностей, но и в пределах профиля, что является характерной для них особенностью (табл. 7.2.6.1).

Из данных таблицы 7.2.6.1 видно, что среди механических фракций преобладают частицы мелкого песка (диаметр частиц 0,25 — 0,05 мм) и мелкой пыли (0,005 — 0,001 мм). Содержание рассматриваемых фракций в верхнем горизонте составляет соответственно 21,25 и 20,07%. С глубиной по профилю почвы оно меняется. При этом содержание мелкой пыли по профилю уменьшается и в почвообразующей породе, которая содержит ее всего 2,90%. Что касается частиц мелкого песка, то в средней части количество их наибольшее, в породе содержание их составляет 9,75%. Содержание крупного песка с глубиной по профилю почвы увеличивается. Так, если в верхнем горизонте оно составляет 10,51%, то в почвообразующей породе — 70,81%. Различия механического состава разных генетических горизонтов не является следствием почвообразования, а зависит от механического состава продуктов аллювиальных отложений.

Почвенная масса генетических горизонтов рассматриваемых почв среднесуглинистая, а почвообразующая порода — супесчаная.

Аллювиальные наносы, слабо затронутые почвообразованием по механическому составу, — супесчаные, каменистые.

Общие физические свойства. Аллювиально-луговые почвы в верхних горизонтах обладают благоприятными физическими свойствами (табл. 7.2.6.2).

С глубиной по профилю как объемная, так и удельная масса почвы увеличивается. Так, если в верхнем горизонте удельная масса составляет 2,68 г/см³, то на глубине 90 — 100 см — 2,71. Объемная масса также с глубиной увеличивается от 0,98 г/см³ до 1,30 г/см³ в почвообразующей породе. Что касается скважности, то общая и капиллярная скважность с глубиной уменьшаются, но ос-

таются в пределах оптимальных величин, соответственно 55,7 — 57,1% и 37,7 — 45,6%. Некапиллярная скважность адекватна объемной и капиллярной и с глубиной увеличивается от 14,7 до 18,0%.

Физико-химические свойства. Аллювиально-луговые почвы в гумусово-аккумулятивном горизонте обнаруживают значительное количество гумуса (7,3%), азота (0,46%), обменного калия (190 мг/кг почвы). Вниз по профилю содержание их резко снижается (табл. 7.2.6.3).

С глубиной, параллельно с уменьшением содержания гумуса, уменьшается и содержание общего азота: от 0,46 в гумусово-аккумулятивном горизонте до 0,08% в переходном (B₂).

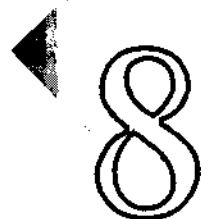
Карбонат кальция обнаруживается только в нижних горизонтах, т. е. рассматриваемые почвы выщелочены, что подтверждается данными реакции почвенной среды, которая в верхних горизонтах составляет pH 6,3 — 6,7, а в переходном (B₁) — pH 7,1.

В составе поглощенных оснований основное место занимает кальций (20,4 мг/экв на 100 г почвы), содержание же магния не превышает 7,3 мг/экв на 100 г почвы; что касается натрия, то содержание его составляет всего 0,22 мг/экв на 100 г почвы. Одним словом, рассматриваемые почвы не засолены.

С глубиной по профилю почвы, по мере уменьшения содержания гумуса и физической глины, уменьшается содержание поглощенных оснований.

Пути повышения плодородия аллювиальных почв. Рассматриваемые почвы формируются в разнообразных природных условиях и в связи с этим обладают разными физическими, водно-физическими свойствами и химическим составом.

Основными ограничивающими плодородие факторами почв являются близкое залегание (30 — 50 см) грунтовых вод, частое затопление поверхностными водами и обусловленные этим малая мощность и каменистость почвенного покрова. Поэтому для повышения плодородия рассматриваемых почв необходимо ограничить поступление в них поверхностных вод, понизить уровень грунтовых вод до 100 см и более.



8.1. Серые лесные оподзоленные почвы

Серые лесные оподзоленные почвы в Республике Северная Осетия-Алания распространены на Кабардино-Сунженской возвышенности, под широколиственными лесами из бука, граба, дуба с подлеском из лещины, калины, крушины и богатым разнотравьем. Почвообразующими породами являются желто-бурые карбонатные глины и суглинки, а почвообразовательный процесс протекает в условиях мягкого теплого и влажного климата.

Впервые серые лесные почвы были выделены в качестве самостоятельного типа в первых работах В. В. Докучаева (1947), который назвал их «серые лесные земли».

Относительно генезиса серых лесных почв существует несколько мнений: С. И. Коржинский (Коржинский, 1877; Завалишин, 1936) и др. указывали на образование их путем деградации черноземов под влиянием наступающих на степи лесов; В. Р. Вильямс (1936) рассматривал их как результат смены лесной растительности луговой, т. е. наложения степного процесса почвообразования на подзолистый.

Сегодняшние представления не отрицают предшествующие, но отмечают при этом современный почвообразовательный процесс, протекающий под пологом лиственного (преимущественно дубово-

го) леса (Розов, 1964; Пономарева, 1964).

В Республике Северная Осетия-Алания серые лесные оподзоленные почвы на Кабардино-Сунженском хребте были описаны А. М. Панковым (1923) как вторично подзолистые темные и темно-серые лесные почвы.

Е. В. Рубилин (1941, 1956, 1964) рассматривает серые лесные почвы Кабардино-Сунженской возвышенности как результат оподзоливания черноземов при заселении степи лесом и отмечает их сходство с бурыми лесными почвами Черных гор.

К. И. Трофименко (1946) считает, что серые лесные почвы Кабардино-Сунженского хребта пережили сложную историю развития, на протяжении которой неоднократно происходило чередование степной растительности с периодами облесения и деградации.

Н. И. Калоева (1967, 1969), исследуя почвы западной части Северной Осетии, где Кабардино-Сунженский хребет подходит, а затем и сливается с передовой цепью Черных гор, отмечает особенности почвообразовательного процесса в условиях более влажного и теплого климата. Серые лесные почвы западной части Северной Осетии более оподзолены и ближе стоят к бурым лесным почвам.

Серые лесные почвы Предкавказья, разви-

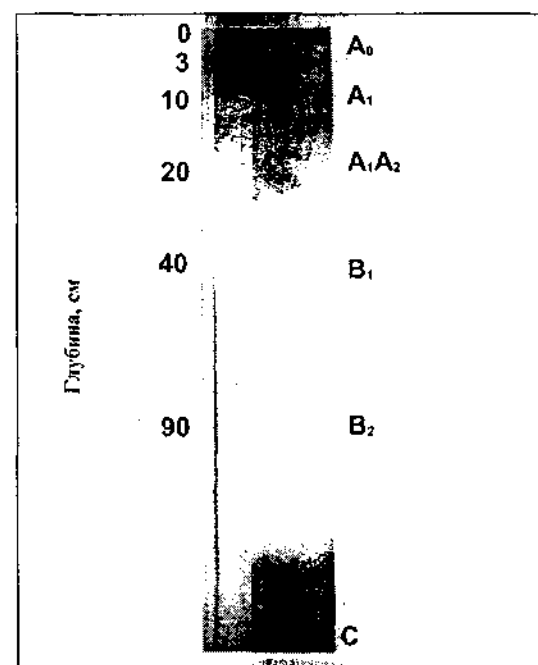


Рис. 8.1.1. Профиль серой лесной почвы

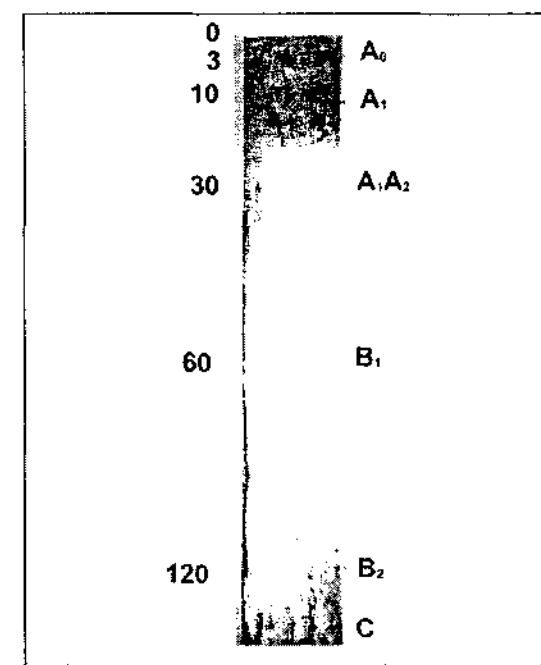


Рис. 8.1.2. Профиль темно-серой лесной почвы

вающиеся в условиях более мягкого и относительно влажного климата, несколько отличаются от серых лесных почв лесостепи европейской части России, которые формируются в более холодных условиях.

Н. И. Розов (1964) и Е. В. Рубилин (1964) предложили выделять в Молдавии, Крыму, Предкавказье и на Карпатах серые лесные почвы в особую южно-европейскую фацию, существенно отличающуюся от классических серых лесостепных почв по ряду морфологических, физико-химических и других признаков.

Почвообразование в Предкавказье характеризуется активным гумусово-аккумулятивным процессом, являющимся результатом совокупной деятельности широколиственной лесной и луговой травянистой растительности, наличием подзолообразовательного процесса — элювиального режима (биоклиматический фактор), а также и значительными процессами оглинивания. В более влажных условиях западной части Республики Северная Осетия-Алания следует отметить также наличие процессов лессиважа (о чем свиде-

тельствовали результаты анализа иллитных фракций).

В РСО-Алания представлены два подтипа серых лесных почв — темно-серые лесные оподзоленные (рис. 8.1.2) и серые лесные оподзоленные (рис. 8.1.1). Вершины, гребни и северные склоны Кабардино-Сунженского хребта покрыты широколиственным лесом, произрастающим на серых лесных оподзоленных почвах. Сглаженные вершины и верхние (а иногда и средние) трети склонов южной экспозиции покрыты изреженными лесами с густым травостоем и кустарниками на темно-серых лесных оподзоленных почвах. Кое-где леса полностью уничтожены, и освободившиеся территории активно используются в сельском хозяйстве. Развитие дернового процесса привело к формированию там темно-серых, хорошо гумусированных (8 — 9% гумуса) лесных почв со следами подзолообразования.

Темно-серые лесные почвы в прошлом имели распространение и на Силтанукской возвышенности. Сведение лесов, их отступление, климатический фактор, распахка террито-

рин, вовлечение почв в сельскохозяйственное производство — все это привело к образованию черноземов оподзоленных и сильновыщелоченных, а темно-серые лесные оподзоленные почвы сохранились на склонах и глубоких логах Силтанукской возвышенности под изреженными кустарниковыми лесами.

Приводим описание морфологических признаков серых и темно-серых лесных оподзоленных почв рассматриваемой территории.

Серые лесные оподзоленные почвы. Разрез №1 (сделан на северо-западном склоне Кабардино-Сунженского хребта в районе с. Илларионовское, под покровом леса, состоящего из бука, граба, дуба, отдельных диких яблонь и груш, с подлеском из орешника):

A₁ 0 — 9 см. Темно-бурого цвета, при высыхании становится серым; рыхлого сложения; пороховидно-зернистой структуры. Переходит в следующий горизонт отчетливо.

A₂ 9 — 19 см. Светлее предыдущего, при высыхании становится буровато-белесым; комковато-ореховатой структуры; поверхность структурных элементов покрыта серовато-белесым налетом. Переходит в следующий горизонт постепенно, но заметно.

B₁ 19 — 40 см. Красновато-бурый, неоднородная от гумусовых затеков окраска; ореховато-комковатая структура, комки призматической формы, по граням структурных элементов — налеты кремнекислоты и гумусовые потеки. Переход в следующий горизонт постепенный.

B₂ 40 — 94 см. Немного бурее лежащего выше, белесого налета нет, структура ореховато-комковатая. Переход в следующий горизонт резкий.

C глубже 94 см. Желто-бурая карбонатная глина; лессовидная, местами отмечаются гумусовые затеки.

Разрез № 2 (сделан на юго-восточном склоне Кабардино-Сунженского хребта, севернее с. Заманкул, под листовым лесом. На отдельных участках — разнотравье):

A₁ 1,5 — 10 см. Темно-бурый, при высыхании сereет. Сложение рыхлое, пороховидно-зернистая структура. Переходит в следующий горизонт отчетливо.

A₂ 10 — 20 см. Светлее предыдущего, при высыхании приобретает буровато-палевый оттенок, комковато-ореховатая структура. Переход в следующий горизонт отчетливый.

B₁ 20 — 44 см. Красновато-бурый, из-за гумусовых затеков окраска неоднородная; ореховатая структура. По граням структурных элементов — кремнеземистая присыпка. Переход в следующий горизонт постепенный.

B₂ 44 — 102 см. Бурый; структура ореховато-комковатая; в нижней части отмечается слабое вскипание. Переходит в следующий горизонт резко.

C 102 см и глубже. Желто-бурая карбонатная глина, местами заметны гумусовые затеки. Много новообразований карбонатов в форме белоглазки и пятен.

Темно-серая лесная оподзоленная почва. Разрез № 3 (сделан на нижней трети склона — юго-западной экспозиции — одного из отрогов хребта Дзагелбарз (западная часть Кабардино-Сунженского хребта), переходящего в Силтанукскую возвышенность; под изреженным лесом, состоящим из дуба, граба, дикоплодовых, в подлеске — лещина, травянистая растительность — пырейно-разнотравная):

A₁ 0 — 11 см. Незначительная лесная подстилка до 1 см, ниже — гумусовый горизонт буровато-темно-серого цвета (черный — во влажном состоянии); зернисто-пороховидная структура; рыхлый. Переходит в следующий горизонт постепенно, но заметно.

A₂ 11 — 28 см. Буровато-темно-серый (при подсыхании серовато-бурый); комковато-ореховатой структуры; комки угловатые, покрыты белесым налетом, несколько плотней. Переход в следующий горизонт ясный.

A₂B₁ 28 — 42 см. Темно-серый, с более сильным буроватым оттенком; ореховато-комковатый; на структурных отдельностях сильный налет кремнекислоты, плотный. Переходит в следующий горизонт постепенно.

B₁ 42 — 64 см. Темно-бурый, с красноватым оттенком, на изломе светлей, неодно-

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ОПОДЗОЛЕННЫХ ПОЧВ

Таблица 8.1.1

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Потеря от обработки, HCl, %	Диаметр фракций, мм; содержание, %						
			1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
Серая лесная оподзоленная почва Кабардино-Сунженской возвышенности									
A ₁	0 — 10	0,8	0,3	7,0	27,8	33,6	20,0	10,5	64,1
A ₂	20 — 30	0,5	0,6	2,4	23,8	37,2	25,0	10,2	72,5
B ₁	40 — 50	1,2	0,2	2,0	16,1	34,0	21,4	25,0	80,4
B ₂ C	60 — 70	0,8	0,3	2,2	15,0	33,5	24,8	24,0	82,3
BC	80 — 90	1,0	0,8	2,9	14,0	30,8	27,1	23,3	82,1
C	160 — 170	10,2	0,7	2,4	20,9	23,0	21,9	28,8	65,7
Темно-серая лесная оподзоленная почва Кабардино-Сунженской возвышенности (Дзагелбарз)									
A ₁	0 — 10	3,5	1,0	1,1	40,2	14,8	18,9	24,1	57,8
A ₁ A ₂	10 — 20	3,9	0,3	1,3	36,8	13,7	20,8	27,1	61,6
A ₂ B ₁	30 — 40	3,3	0,1	1,3	28,8	10,3	26,3	33,2	69,7
B ₁	50 — 60	3,6	нет	1,4	25,9	9,0	15,9	47,7	72,7
B ₂	70 — 80	4,3	0,1	2,1	27,2	8,2	16,7	47,7	72,6
B ₂ C	95 — 105	5,3	0,1	2,1	25,8	8,3	16,4	47,4	72,1
C	170 — 180	14,8	0,4	12,0	19,2	8,9	16,6	43,9	69,4

родно окрашен за счет гумусовых затеков, белесых налетов кремнекислоты; ореховато-комковатый; комки огранены; плотный. Переходит в следующий горизонт заметно.

B₂ 64 — 95 см. Красновато-бурый, еще более пестрый; ореховато-комковатый; плотный. Переходит в следующий горизонт заметно.

BC 95 — 110 см. Желто-бурый, неоднородно окрашен (гумусовых затеков меньше); комковатый; плотный — до 102 см, глубже — рыхлый. Переходит в C резко.

C 110 — 180 см. Желто-бурая бесструктурная карбонатная глина.

Вскипание от 10% HCl с глубины 104 см. Карбонатные конкреции с глубины 140 см.

Мощность серых и темно-серых лесных оподзоленных почв колеблется в очень широких пределах — от 75 до 20 см.

Механический, минералогический и структурный состав. Как видно из результатов анализа механического состава почв (табл. 8.1.1), серые и темно-серые лесные оподзоленные почвы легко- и среднеглинистые, иловато-пылеватые. С глубиной наблюдается утяжеление механического состава (в иллювиальных горизонтах B₁ и B₂), как это и свойственно почвам лесного типа почвообразования.

Темно-серая лесная оподзоленная почва отличается большей оглиненностью, в иллювиальных горизонтах соотношение между пы-

Минерал	Горизонт и глубина взятия образца, см					
	A ₁ 1 - 10	A ₁ A ₂ 20 - 30	A ₁ B 30 - 40	B ₁ 50 - 60	B ₂ 100 - 110	C 140 - 150
Минералы тяжелой фракции (уд. вес > 2,75)	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Кварц	30,3	22,5	23,6	18,8	16,8	21,4
Полевые шпаты	30,9	39,9	34,5	31,4	23,0	21,3
Минералы монтмориллонитовой группы	14,0	16,5	17,2	17,5	33,2	34,4
Минералы каолиновой группы	4,2	2,5	2,7	5,2	2,8	3,3
Аморфные вещества (SiO ₂ , R ₂ O ₃ , гумус)	3,6	5,3	5,4	5,4	6,5	1,7
Слюды	13,2	9,7	11,2	13,0	14,6	12,0
Гидрослюды	2,8	3,0	3,2	3,5	2,7	2,1
Прочие минералы (лимонит, серпентин, глауконит, карбон. зерна)	0,8	0,3	0,3	—	—	3,4

леватыми и илистыми частицами изменяется в сторону пылевато-иловатой, что можно объяснить и более высокой гумусированностью, и интенсивно идущими процессами внутрипочвенного выветривания в верхней части профиля, разрушением глинистых минералов и перемещением вглубь подвижных продуктов этого разрушения, а также и наличием лессиважа. Так как описываемые темно-серые лесные почвы расположены в западной части республики в месте слияния Кабардино-Сунженского хребта с передовой цепью Черных гор Большого Кавказа, в них протекают процессы, близкие (биолиматический фактор) к процессам в бурых лесных почвах.

Результаты анализов минералогического состава (табл. 8.1.2) свидетельствуют об интенсивном выветривании минеральной части серых лесных почв. Тяжелые минералы по профилю представлены незначительным количеством, из легких преобладают кварц и полевые шпаты.

Высокий процент минералов монтмориллонитовой группы приближает серые лесные почвы к бурым. Содержание минералов значительно выше в иллювиальных горизонтах и породе, что подтверждает вынос их из верхних горизонтов. Аналогичную тенденцию имеют и аморфные вещества. Такое распределение минералов монтмориллонитовой группы аморфных веществ по профилю приближает серые лесные почвы Республики Северная Осетия-Алания к почвам Европейской лесостепи, а наличие минерала лимонита в профиле сближает их с почвами более влажного и жаркого климата.

Результаты минералогического анализа подтверждают наличие в серых лесных почвах процессов оподзоливания и лессиважа.

Темно-серые лесные почвы, освобожденные из-под леса и расположенные на пологих склонах, вовлечены в сельскохозяйственное производство.

Результаты структурного анализа свиде-

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Структурный состав, %; диаметр фракций, мм					
		Агрегатный состав, %; диаметр фракций, мм					
		больше 10	10 - 5	5 - 3	3 - 1	1 - 0,25	меньше 0,25
A ₁	0 — 10	<u>32,12</u> нет	<u>23,61</u> нет	<u>21,58</u> 2,31	<u>20,18</u> 5,22	<u>1,08</u> 39,18	<u>1,43</u> 53,29
A ₂ B	30 — 40	<u>36,31</u> нет	<u>24,18</u> нет	<u>22,22</u> 3,15	<u>14,46</u> 7,33	<u>1,62</u> 33,56	<u>1,21</u> 55,96
A ₁	0 — 10	<u>23,08</u> нет	<u>10,70</u> 0,82	<u>8,86</u> 1,43	<u>19,64</u> 10,41	<u>24,83</u> 46,50	<u>12,89</u> 40,84
A ₂ B	20 — 30	<u>13,34</u> нет	<u>26,19</u> 0,76	<u>28,43</u> 3,92	<u>20,38</u> 18,43	<u>9,36</u> 26,33	<u>2,30</u> 50,56

Примечание: числитель — структурный состав, знаменатель — агрегатный.

тельствуют о зернисто-ореховатой структуре гумусовых горизонтов (табл. 8.1.3). Прочность структурных агрегатов невысокая. Наибольшей водопрочностью обладает фракция от 1 до 0,25 мм, на ее долю приходится около 40 — 50% в гумусовых горизонтах и до 20 — 30% — в оподзоленных. Очень высок процент распыленной части (частицы меньше 0,25 мм), особенно в оподзоленных горизонтах.

Такое структурное состояние свидетельствует о низкой водопрочности структурных агрегатов, что при интенсивном использовании их в сельскохозяйственном производстве неизбежно приведет к значительному ухудшению физических свойств темно-серых лесных почв и водно-воздушного режима.

Гумус, его запасы, состав. Серые лесные оподзоленные почвы по содержанию валовых запасов гумуса и характеру распределения его в профиле близки к серым лесным почвам Европейской лесостепи и бурым лесным почвам Предкавказья. Наибольшее содержание гумуса наблюдается в гумусовых горизонтах, резкое снижение — в оподзоленных и небольшое накопление — в иллювиальных (табл. 8.1.4).

В серых лесных оподзоленных почвах в слое 0 — 20 сосредоточено 40% гумуса, в темно-серых — более 45%.

Анализ содержания гумуса в илистой части почвы (Рубинин, 1956) говорит о том, что только 66% его связано с илистой фракцией в верхних горизонтах (A₁) серой лесной почвы Северной Осетии, а остальные 34% — с крупными минеральными частицами. В горизонте A₂ гумус илистой фракции составляет уже 74%, в горизонте B₁ — 82%, а глубже полностью связан с илистой фракцией. Это свидетельствует о меньшей степени разложивности органического вещества в серых лесных оподзоленных почвах.

Генетические особенности почвы можно проследить по составу гумуса. По соотношению двух групп гумусовых кислот (гуминовых и фульвокислот) в составе гумуса (табл. 8.1.5 — 8.1.7) серые и темно-серые лесные почвы Республики Северная Осетия-Алания имеют сходство с черноземами, что подтверждает их генетическую связь с черноземами. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами. Отношение С гуминовых кислот к С фульвокислот больше единицы. С глубиной это отношение расширяется, что характерно для серых лесных почв Европейской лесостепи. В составе гуминовых кислот преобладает вторая фракция — гуминовые кислоты, связанные с кальцием. Эта фракция является типичной для почв степного типа почво-

Таблица 8.1.4

Валовое содержание гумуса, %				Запасы гумуса, т/га		
Объект	Гори- зонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	В слое 0 - 100 см	В слое 0 - 20 см	В слое 0 - 20 см, % от слоя 0 - 100 см
Серая лесная оподзоленная почва						
Кабардино-Сунжен- ская возвышенность (Эльхотово)	A ₁	0 — 10	8,02	229	94	41
	A ₂	10 — 20	3,82	—	—	—
	B ₁	50 — 60	0,89	—	—	—
	B ₂	100 — 110	0,53	—	—	—
	C	140 — 150	0,48	—	—	—
Серая лесная оподзоленная почва						
Кабардино-Сунжен- ская возвышенность (Дзагелбарз)	A ₁	0 — 10	5,68	254	103	40
	A ₂	20 — 30	1,81	—	—	—
	B ₁	50 — 60	1,24	—	—	—
	B ₂	90 — 100	0,96	—	—	—
	C	160 — 170	0,59	—	—	—
Темно-серая лесная оподзоленная почва						
Кабардино-Сунжен- ская возвышенность (Карджин)	A ₁	0 — 10	9,62	291	139	47
	A ₂	10 — 20	5,14	—	—	—
	A ₂ B	20 — 30	3,00	—	—	—
	B ₁	60 — 70	0,83	—	—	—
	B ₂	80 — 90	1,48	—	—	—
	C	90 — 100	0,69	—	—	—
Темно-серая лесная оподзоленная почва						
Дзагелбарзская возвышенность (Чикола)	A ₁	0 — 10	8,27	377	166	46
	A ₂	10 — 20	4,56	—	—	—
	A ₂ B	30 — 40	2,33	—	—	—
	B ₁	50 — 60	2,28	—	—	—
	B ₂	70 — 80	1,66	—	—	—
	C	170 — 180	0,93	—	—	—

УГЛЕРОД ОТДЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРЫЙ
ЛЕСНОЙ ОПОДЗОЛЕННОЙ ПОЧВЫ (с. Эльхотово)

Таблица 8.1.5

Глубина взятия образца, см	Горизонт	С общий в % от почвы	С спиртобензолъ- ной вытяжки	С гуминовых кислот					С фульвокислот					С гуминовых кислот	С остатка	Сумма
				I		II	III	Сумма	Ia	I	II	III	Сумма			
0 — 10	A ₁	4,66	2,78	12,23	14,16	10,51	36,90	не определяли					30,47	1,21	25,39	96,44
10 — 20	A ₂	2,22	2,70	17,14	19,36	4,50	41,00	не определяли					28,82	1,42	25,66	98,18

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ГУМУСЕ И ГЛАВНЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЯХ ГУМУСА СЕРЫЙ ЛЕСНОЙ
ОПОДЗОЛЕННОЙ ПОЧВЫ (с. Эльхотово)

Таблица 8.1.6

Глубина взятия образца, см	Горизонт	Гумус, % (Cx1,72)	Общее содержание, %			Гуминовые кислоты, %			Фульвокислоты, %			Остаток, %		
			C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N
0 — 10	A ₁	8,02	4,66	0,53	8,8	1,71	0,14	12,2	1,42	0,25	5,7	1,01	0,14	7,2
10 — 20	A ₂	3,82	2,22	0,28	7,9	0,91	0,08	11,3	0,64	0,12	5,3	0,41	0,08	5,1

Глубина взятия образца, см	Горизонт	С общий в % от почвы	С спиртобен- зольной вытяжки	С гуминовых кислот				С фульвокислот				С гуминовых кислот	Сумма остатка	Сумма
				I	II	III	Сумма	Ia	I	II	III	С фульвоки- слот		
0 — 10	A ₁	4,81	2,91	12,46	18,74	7,64	38,87	7,69	15,80	4,57	2,28	30,35	23,28	95,63
10 — 20	A ₁ A ₂	2,65	3,02	17,36	21,50	6,79	45,66	4,53	17,73	4,15	2,26	28,67	16,60	93,96

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ГУМУСЕ И ГЛАВНЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЯХ ГУМУСА ТЕМНО-СЕРОЙ
ЛЕСНОЙ ОПОДЗОЛЕННОЙ ПОЧВЫ (с. Чикоба)

Глубина взятия образца, см	Горизонт	Гумус, % (CxI,72)	Общее содержание, %			Гуминовые кислоты, %			Фульвокислоты, %			Остаток, %		
			C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N
0 — 10	A ₁	8,27	4,81	0,56	8,59	1,87	0,14	13,3	1,46	0,28	5,2	1,12	0,14	8,0
10 — 20	A ₁ A ₂	4,56	2,65	0,31	8,54	1,21	0,10	12,1	0,76	0,14	5,4	0,44	0,07	6,3

образования — насыщенных основаниями. Гуминовые кислоты первой фракции, связанные с подвижными формами полутораоксидов, представлены также значительно, что приближает серые почвы к почвам лесного типа почвообразования.

Меньшим числом представлена третья фракция, особенно в темно-серой лесной почве — гуминовые кислоты, связанные с относительно устойчивыми гидратами полуторных оксидов, т. е. состав гуминовых кислот свидетельствует о связи серых лесных почв республики с прошлым степным и настоящим лесным почвообразовательными процессами. Это подтверждается и составом фульвокислот, среди которых значительно представлены I и Ia фракции — свободные агрессивные фульвокислоты и связанные с подвижными формами полуторных оксидов.

Состав темно-серой лесной оподзоленной почвы (табл. 8.1.7) отражает внутренние генетические особенности этих почв, совмещающих в себе признаки подзолистого и черноземного типов. Состав гумуса в значительной степени зависит от состава и характера разложения растительного опада. Лесная подстилка буково-дубово-грабового леса очень богата зольными веществами, причем на долю кальция, магния, калия приходится до 30 — 50% (Рубилин, 1956). Достаточно щедро представлены в ней также кремнекислота и полуторные оксиды.

При благоприятных (мягких) климатических условиях идет интенсивное разложение этого опада, минерализация его, а также интенсивная биологическая аккумуляция зольных элементов и азота в верхней части почвенного профиля.

Значительное содержание гуминовых кислот в составе гумуса объясняется тем, что в гумусовом горизонте A₁ гуминовые кислоты связываются с кальцием (гуматы кальция, фракция II) и закрепляются в нем, а подвижные и свободные фульвокислоты, как и связанные с полутораоксидом, движутся вниз.

Увеличение количества гуминовых кислот в горизонте A₂ можно объяснить отщеплением и выпадением гуминовых кислот, а фульвокислоты, связанные с железом, дви-

жутся вниз и формируют иллювиальные горизонты.

Отношение углерода к азоту (табл. 8.1.6 — 8.1.8) очень узкое, что свидетельствует о богатстве гумуса азотом. По соотношению C : N серые лесные почвы Северной Осетии ближе к бурым лесным почвам Черных гор, нежели к серым лесным почвам Европейской лесостепи.

Химический состав. Важным показателем, характеризующим генетические особенности почв, являются валовые химические анализы. Результаты валового химического состава серых и темно-серых лесных почв (табл. 8.1.9) свидетельствуют о заметном накоплении кремнезема в верхних горизонтах и выносе полуторных оксидов в иллювиальный. Перемещение оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов слабо выражено, что, несомненно, связано с биогенным накоплением и закреплением их в верхних горизонтах в виде гуматов кальция. Процесс биогенного их накопления в профиле почвы связан с богатым травянисто-растительным покровом лесов и остепняющихся (после сведения лесов) лугов.

Обеднение соединениями серы и фосфора верхних горизонтов темно-серой лесной почвы обусловлено активным вовлечением ее в сельскохозяйственное производство и выносом их с урожаем сельскохозяйственных культур. Результаты валовых анализов илистых фракций позволили установить (Рубилин, 1964) некоторые закономерности в химическом составе серых лесных почв Республики Северная Осетия-Алания. Сравнение результатов валового химического анализа показывает уменьшение содержания кремнезема в илистой фракции и увеличение в нем количества гумуса, алюминия, железа и фосфора по сравнению с почвой. Содержание кремнезема по профилю остается неизменным, что связано с отсутствием образования вторичного кварца.

Результаты минералогического анализа отмечают в профиле почвы крупные фракции вторичного кварца, а в оподзоленном горизонте — первичных полевых шпатов. Отсюда понятно наличие большого количе-

Гори- зонт	Глубина взятия образца, см	Гир. влага, в %	% на абсолютно сухую почву		% на прокаленную почву									
			Потери при прока- ливании	Гумус, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₂	
Серая лесная оподзоленная почва Кабардино-Сунженской возвышенности (с. Эльхотово)														
A ₁	0 — 10	5,3	11,3	5,8	70,8	12,8	5,6	2,55	2,87	1,97	2,06	0,55	0,45	
A ₁ A ₂	10 — 20	2,3	6,3	1,5	72,8	12,3	5,8	1,95	3,09	2,19	2,01	0,25	0,48	
A ₂ B	20 — 30	2,6	6,4	0,9	72,0	13,2	6,6	1,66	1,99	1,95	1,65	0,19	0,61	
B ₁	50 — 60	5,3	1,1	1,1	65,3	16,2	7,6	2,05	2,92	2,83	1,90	0,19	0,64	
B ₂	80 — 90	4,5	4,1	0,8	65,0	16,2	7,8	1,92	2,65	2,86	2,35	0,33	0,63	
BC	100 — 110	4,7	3,9	0,7	65,6	16,6	7,6	1,78	2,49	2,48	2,07	0,30	0,75	
C	140 — 150	5,2	3,3	0,7	66,0	15,1	7,5	2,45	2,89	2,86	2,07	0,19	0,63	
Темно-серая лесная оподзоленная почва Кабардино-Сунженской возвышенности (с. Чиколо)														
A ₁	0 — 10	4,4	13,2	8,3	68,0	15,8	4,6	4,14	2,23	не опр.	не опр.	0,10	0,13	
A ₁ A ₂	10 — 20	3,6	8,2	4,6	69,5	13,0	6,1	3,61	3,33	—	—	0,08	0,03	
B ₁	50 — 60	5,7	6,9	2,3	63,8	18,3	5,1	3,47	2,03	—	—	0,06	0,19	
B ₂	70 — 80	5,7	6,5	1,7	63,5	18,6	6,0	3,91	2,60	—	—	0,07	0,73	
BC	95 — 105	6,2	5,9	1,0	62,1	15,5	6,8	3,93	2,29	—	—	0,10	0,35	
C	170 — 180	5,0	12,6	0,9	60,9	14,5	8,2	9,03	2,59	—	—	0,09	0,05	

СОДЕРЖАНИЕ ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ И КИСЛОТНОСТЬ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ОПОДЗОЛЕННЫХ ПОЧВ РСО-А

Таблица 8.1.10

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Обменные катионы, мг/экв на 100 г почвы				Гидролитическая кислотность, мг/экв на 100 г почвы	pH		
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	АГ ⁺⁺		Сумма	Водный	Солевой
Серая лесная оподзоленная почва Кабардино-Сунженской возвышенности									
A ₁	0 — 10	21,5	5,9	0,2	0,3	27,9	3,5	6,7	4,2
AA ₂	20 — 30	14,0	2,9	0,1	0,3	17,1	4,5	5,5	4,0
B ₁	40 — 50	18,7	7,5	0,1	0,3	26,7	3,1	6,4	4,0
B ₂	60 — 70	19,1	8,7	0,1	0,0	27,9	2,7	6,6	4,0
BC	80 — 90	20,1	9,8	0,1	0,0	29,0	2,2	6,0	4,0
C	160 — 170	24,6	10,0	—	—	34,6	2,1	6,6	4,2
Темно-серая лесная оподзоленная почва Кабардино-Сунженской возвышенности									
A ₁	0 — 10	22,2	4,8	0,3	0,3	27,6	4,0	6,8	5,9
AA ₂	10 — 20	14,3	2,6	0,1	0,3	17,3	4,9	5,9	4,7
B ₁	50 — 60	17,6	6,7	0,1	0,1	24,5	3,5	6,3	4,6
B ₂	70 — 80	18,4	7,2	0,05	0,0	25,7	2,3	6,8	5,1
C	170 — 180	22,7	11,4	—	—	34,1	2,0	8,5	7,5

ства оксида кремния в общем валовом анализе и снижение его в илстой фракции.

Валовое содержание алюминия по профилю говорит о повышенном его содержании в иллювиальных горизонтах, в то время как в илстой фракции количество его не меняется по профилю. Распределение оксидов железа с глубиной меняется в сторону увеличения и в почве, и в илстой фракции, что подтверждается и наличием лимонита в профиле почвы.

Таким образом, валовые анализы почвы и илстой фракции подтверждают наличие в серых лесных оподзоленных почвах процессов оподзоливания и лессиважа.

Темно-серые лесные оподзоленные почвы по химическому валовому составу близки к серым лесным Европейской лесостепи и бореальными дерново-подзолистыми почвами.

В таблице 8.1.10 приведены результаты анализа обменных катионов и кислотность серых и темно-серых лесных почв Республики Северная Осетия-Алания.

Как видно из таблицы 8.1.10, в почвах наблюдается некоторая насыщенность обменными основаниями, в то время как количество обменного водорода невелико. Несколько выше содержание обменного алюминия. Кислотность серых лесных почв, судя по гидролитической кислотности и величине pH, невысокая, несмотря на внешние морфологические данные о ясно выраженном оподзоливании. Емкость поглощения невысокая, но с глубиной она заметно увеличивается, что связано с повышением содержания вторичных минералов в иллювиальных горизонтах. Снижение емкости поглощения наблюдается, как это и свойственно почвам лесного типа, в оподзоленных горизонтах.

Несмотря на ряд признаков, приближающих серые лесные почвы Республики Северная Осетия-Алания к почвам Европейской лесостепи, они имеют значительное сходство с бурыми лесными почвами.

8.2. Бурые лесные почвы

В Северной Осетии выявлен один подтип бурых лесных почв — оподзоленный. Он

формируется на северных склонах передовой цепи Черных гор в пределах высот 900 — 1600 м н. у. м. Развивается под буково-грабовыми мертвopoкpoвными лесами в условиях умеренно-влажного теплого климата.

Впервые термин «бурозем» был введен Раманном (1905), который считал «буроземы» наиболее распространенными почвами в Центральной Европе и характеризовал как продукт умеренно теплого климата и промывного водного режима, в результате воздействия которых все легкорастворимые соли (сульфаты и карбонаты) были вымыты из элювиального горизонта, а полутонкие окислы распределились по профилю довольно равномерно. Бурый цвет обусловлен присутствием в рассматриваемых почвах гидратов окиси железа и фульвокислот. Содержание гумуса в них высокое только в гумусово-аккумулятивном горизонте. Гумусовые вещества имеют характер модер.

В России выделение буроземов связано с именем К. Д. Глинки (1911). Впоследствии бурые лесные почвы в Советском Союзе были изучены и описаны Д. Г. Виленским (1926), Л. И. Прасоловым (1929, 1932, 1934, 1947), И. Н. Антиповым-Каратаевым (1932, 1934, 1947) — в Крыму, Л. И. Прасоловым и Н. Н. Соколовым (1933), О. Н. Михайловской (1936), Г. М. Тарасавили (1939 — 1956), Е. В. Рубиным (1941 — 1956), Ю. А. Ливеровским (1948), С. В. Зонном (1950) и др. — на Кавказе.

Самое глубокое генетическое толкование бурых лесных почв было предложено Л. И. Прасоловым и И. Н. Антиповым-Каратаевым в очерке «Буроземы Крыма и Кавказа». Они выделили два главных подтипа бурых лесных почв:

1) темно-бурые без признаков оподзоливания (рис. 8.2.1);

2) светло-бурые, или желтоватые, с дифференциацией горизонтов и признаками оподзоливания (рис. 8.2.2).

Впоследствии Л. И. Прасолов (1947) опубликовал отдельную работу по бурым лесным почвам Кавказа, в которой отметил следующие главные генетические особенности их:

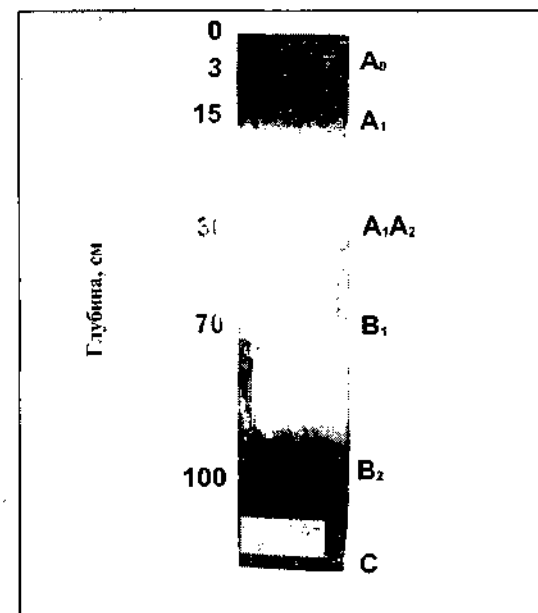


Рис. 8.2.1. Профиль темно-бурой лесной почвы

- 1) интенсивное выветривание первичных минералов и образование вторичных;
- 2) обогащенность железом и алюминием;
- 3) относительно слабое развитие оподзоливания;
- 4) обменная кислотность, обусловленная не только водородом, но и алюминием;
- 5) накопление хорошо разложившегося гумуса типа мулль;
- 6) накопление в нижних горизонтах глины (оглинивание);
- 7) высокая емкость поглощения.

На основании вышеизложенного ученый заключил: «Все эти признаки служат достаточным основанием для того, чтобы видеть в бурых лесных почвах тип, связанный с общими биоклиматическими условиями, переходными к влажным субтропическим областям...»

В конце 40-х годов во Франции Дюшафур (1951, 1953) предложил деление лесных почв на почвы лессиве (развитые под широколиственными лесами) и подзолистые (развитые под хвойными лесами). Под лессиважем он понимает выщелачивание ила, или процесс механического перемещения ила из верхних горизонтов в нижние без изменения его состава.

Предложение Дюшафура было поддержано в СССР рядом ученых, таких как В. М. Фридланд (1957, 1958), И. П. Герасимов (1960), Е. И. Парфенова и Е. А. Арилова (1930), Н. И. Горбунов (1961), В. В. Пономарева (1964), А. А. Роде (1964) и др., допускавших возможность процесса лессиважа в бурых лесных почвах одновременно с оподзоливанием. Наши исследования (Калоева, 1970), как морфологические, так и химические, подтвердили наличие в бурых лесных почвах западной части Северной Осетии процесса оподзоливания и оглинивания.

Бурые лесные оподзоленные почвы Республики Северная Осетия-Алания также характеризуются наличием небольшого оглеения. Особенно часто оно наблюдается на темно-бурых лесных почвах, распространенных на пониженных элементах рельефа, на верхней трети шлейфов Черных гор. Почвообразовательным процессом у бурых лесных оподзоленных почв затронута значительная толща породы, как это и свойственно почвам более влажных и теплых областей.

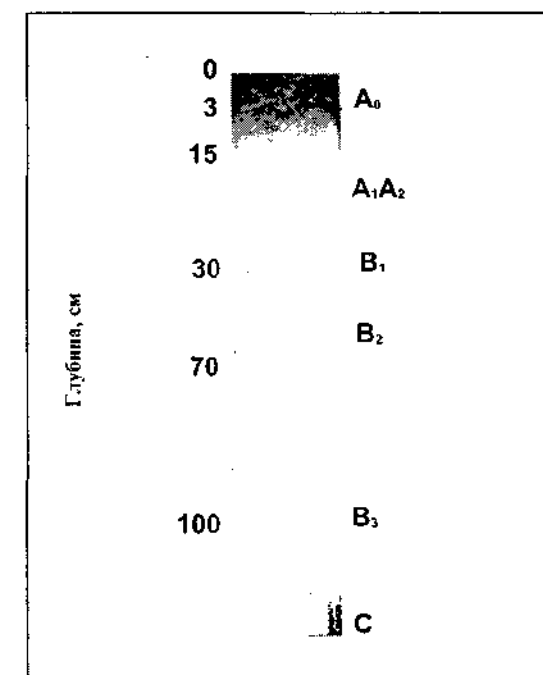


Рис. 8.2.2. Профиль бурой лесной почвы

Морфологические признаки бурых лесных почв. Приведем описание морфологических признаков профилей бурых лесных почв, расположенных в восточной, центральной и западной частях республики (разрез заложен на северном склоне Черных гор у г. Алагира, склон — пологий; буковый лес с примесью граба; травянистый покров представлен преимущественно папоротником):

A₁ 0 — 16 см. Сверху — лесная подстилка мощностью до 2 см, состоящая из буковых листьев, под которой обнаруживается почвенный горизонт темно-бурого цвета; рыхлый, комковато-пороховидной структуры; при высыхании значительно сереет. На отдельных комках ясно выступает кремнеземистая присыпка. Переходит в следующий горизонт отчетливо, особенно резко — при высыхании.

A₂ 16 — 29 см. Буровато-белесого цвета; комковато-ореховатой структуры, отдельные структурные элементы имеют угловатую форму. Переход в следующий горизонт постепенный, хорошо заметный только при высыхании.

A₂B 29 — 42 см. Буро-белесый, с отдельными желтовато-коричневыми пятнами-затеками; структура призмовидно-ореховатая, отдельные элементы ее очень плотные, по граням отчетливо белесые; при разламывании распадаются на более мелкие призмочки, по граням тоже белесые. Переход в следующий горизонт постепенный, но хорошо заметный.

B₁ 42 — 70 см. Желтовато-коричневый, отдельные участки имеют ясный красноватый оттенок, на вертикальном изломе структурных элементов — темно-бурые и белесые потеки. Структура — комковато-призмовидная, структурные элементы крупнее, чем в горизонте A₂B. Переход постепенный, но достаточно отчетливый.

B₂ 70 — 104 см. Желто-бурый, с красноватым оттенком, окраска неоднородная из-за наличия темных и ржавых пятен; сложение плотное; крупнокомковатая структура, комки имеют призмовидную форму. Переход в следующий горизонт постепенный.

BC 104 — 178 см. Светлее лежащего выше

горизонта, красноватый оттенок выражен еще отчетливей; влажный, бесструктурный, вязкий. Переходит в следующий горизонт постепенно.

С глубже 178 см. Желто-бурая бесструктурная глина. Вскипание не обнаружено (общая глубина разреза 320 см).

Разрез заложен на северном склоне Черных гор, у с. Майрамадаг. Склон средней крутизны, буково-грабовый лес с разнотравьем и папоротником:

A₁ 0 — 2 см. Лесная подстилка.

A₁ 2 — 7 см. Темно-бурый; рыхлый; мелкокомковато-пороховидной структуры; при подсыхании становится сероватым. На отдельных комках — присыпка SiO₂. Переход в следующий горизонт заметный.

A₂ 7 — 15 см. Темно-бурый, светлей горизонта A₁, белесоватый; ореховато-комковатая структура; при подсыхании отчетливо выражена присыпка кремнезема на гранях структурных агрегатов. Переход постепенный, но заметный.

A₂B 15 — 46 см. Бурый, с белесым оттенком, темно-коричневыми пятнами; ореховато-призмовидной структуры; плотный. По граням структурных агрегатов отмечаются белесые пятна-присыпки SiO₂. Переход в следующий горизонт постепенный, но заметный.

B₁ 46 — 90 см. Бурый, с желтоватыми и коричневыми пятнами, по граням структурных агрегатов — красноватые потеки; структура крупнокомковато-призмовидная. Переход постепенный, но заметный.

B₂ 90 — 110 см. Желто-бурый, красноватый, окраска неоднородная, ржавые и красноватые потеки; структура крупнокомковато-призмовидная, комки более крупные; сложение плотное, трещиноватое. Переход в следующий горизонт постепенный.

BC 110 — 124 см. Желто-бурый, более светлый; слабо оструктурен; влажный, в нижней части ржавые и сизые пятна. Переход постепенный.

С 124 — 139 см. Желто-бурая бесструктурная глина, влажная. Вскипание не обнаружено.

Разрез заложен на северном склоне Чер-

ных гор; склон — пологий, буковый лес с грабом, травянистого покрова нет:

A₁ 0 — 3 см. Лесная подстилка; состоит в основном из листьев и плодов бука; рыхлая; в нижней части — полуразложившаяся, темно-бурая, почти черная.

A₁ 3 — 10 см. Темно-бурого цвета, несколько сероватая; мелкокомковато-пороховидной структуры; рыхлый; при высыхании становится ясно-сероватым; видна кремнеземистая присыпка. Переход в следующий горизонт ясный.

A₂ 10 — 20 см. Буровато-серого цвета; ореховато-комковатой структуры; уплотнен. Переход в следующий горизонт во влажном состоянии постепенный, при высыхании — ясный.

A₂B 20 — 46 см. Несколько темнее предыдущего, более бурый цвет за счет коричневых затеков; крупнокомковато-ореховатая структура, комки призмовидной формы; сложение плотное, по граням комков и на изломе ясно выражены кремнеземистая присыпка, желтовато-коричневые пятна и затеки. Переход в следующий горизонт постепенный.

B₁ 46 — 75 см. Ярко-бурый, коричневатый, крупнокомковато-призматической структуры; более плотный, по трещинам и граням — гумусовые затеки, белесые потеки SiO₂, красноватые Fe₂O₃. Переходит в следующий горизонт постепенно, затеками.

B₂ 75 — 115 см. Желто-бурый, красноватый, очень пестрый за счет темных затеков гумуса, ржавых — оксидов железа, сизоватых затеков закиси железа; структура призматическая; плотный. Переходит в следующий горизонт постепенно.

BC 115 — 150 см. Желто-бурый, ярче предыдущего, более красноватый; плохо выражена крупнокомковатая структура; плотный; в нижней части рыхлей; со 148 см появляются отдельные выцветы карбонатов; переходит в материнскую породу постепенно (по сложению ясно).

С 150 — 180 см. Еще более светлый, желтый, с буроватым оттенком; бесструктурный; рыхлый, встречаются отдельные мелкие конкреции карбонатов.

Вскипание от 10% HCl с глубины 148 см.

Агрегатный и минералогический состав. Результаты анализа механического состава бурых лесных оподзоленных почв приведены в таблице 8.2.1.

Бурые лесные оподзоленные почвы Центрального Кавказа по механическому составу относятся к легкоглинистым иловато-пылеватым. По содержанию песчаных частиц отличаются бурые лесные почвы западной части — в них несколько выше содержание фракций 1 — 0,05 см в верхних горизонтах. По содержанию пылеватых фракций в материнской породе и генетических горизонтах заметных различий не наблюдается. Фракции физической глины (меньше 0,01) обнаруживают заметные изменения по профилю в связи с выносом их из верхних горизонтов и накоплением в нижних и в материнской породе.

Значительная оглиненность нижних горизонтов бурых лесных почв, как типичный их признак, была отмечена в свое время Л.И. Прасоловым (1947). Наблюдается значительное обогащение илистой фракцией (меньше 0,001) горизонта В и значительное обеднение ею горизонтов A₁ и A₂.

Накопление ила в горизонте В может происходить за счет выветривания и новообразования его из продуктов выветривания, поступающих из горизонтов А и вторичного синтеза глинных минералов.

Большое значение в познании происхождения и особенностей развития почв имеет минералогический состав различных механических фракций. В таблице 8.2.2 представлены результаты минералогического анализа всех фракций механического состава бурой лесной оподзоленной почвы. Из данных ее видно, что минералы тяжелой фракции с удельным весом более 2,75 представлены в небольшом количестве.

Содержание кварца выше — особенно в горизонтах A₁ и A₂.

Тенденцию к накоплению в верхней части профиля имеют и полевые шпаты. Слюды представлены биотитом, с глубиной его количество увеличивается, он легко выветривается и поэтому в илстых фракциях его не

(по Н. А. Качинскому)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Потеря от обработки, НСІ, %	Диаметр фракций, мм; содержание, %						
			1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
Бурая лесная оподзоленная (окрестности г. Алагіра)									
A ₁	0 — 8	0,8	0,2	5,6	29,7	12,7	27,3	23,7	63,7
A ₂	20 — 30	0,3	0,1	7,6	28,6	14,1	22,8	26,4	63,3
B ₁	60 — 70	0,9	0,0	1,7	22,8	10,6	15,9	48,1	74,5
B ₂	90 — 100	0,2	0,2	7,5	17,8	8,6	23,7	42,0	74,3
BC	183 — 193	0,3	0,1	2,8	23,6	11,5	18,5	43,4	73,4
C	265 — 275	0,2	2,0	11,6	21,4	10,1	18,2	36,3	64,7
Бурая лесная оподзоленная (окрестности с. Майрамадаг)									
A ₁	0 — 8	0,1	следы	4,5	26,9	16,9	21,8	29,9	67,7
A ₂	20 — 30	0,1	следы	5,5	27,3	17,9	22,8	26,4	67,0
A ₂ B	50 — 60	0,2	следы	1,3	20,7	11,3	14,1	52,4	77,7
B ₁	70 — 80	0,1	следы	0,7	21,5	12,9	15,5	49,3	77,7
B ₂	110 — 120	0,5	следы	0,9	21,2	13,8	15,7	47,9	77,4
BC	150 — 160	1,1	следы	0,0	19,3	11,5	16,0	52,0	79,6
C	300 — 310	0,1	следы	6,5	23,2	10,0	16,0	43,1	69,1

Продолжение

Бурая лесная оподзоленная (окрестности с. Чиколы)									
A ₁	0 — 10	5,64	0,59	14,07	24,11	12,81	18,08	30,37	61,26
A ₂	10 — 20	3,96	0,74	12,54	38,80	4,75	19,18	24,00	47,93
A ₂ B	20 — 30	3,98	0,56	8,04	30,44	9,74	19,22	32,00	60,96
B ₁	50 — 60	7,33	0,22	2,77	19,63	8,21	16,11	53,06	77,38
B ₂	80 — 90	8,72	0,10	3,32	17,95	7,94	15,39	55,30	78,63
C	160 — 170	17,53	0,37	0,27	22,33	10,17	19,42	48,04	77,63

обнаружили. Илистая фракция представлена преимущественно минералами монтмориллонитовой группы, небольшим количеством слюд и аморфных гидрофильных веществ. Сосредоточены они в иллювиальных горизонтах, в то время как минералы каолинитовой группы находятся в оподзоленных.

Значительное накопление в оподзоленных горизонтах аморфных веществ объясняется интенсивно идущими в них процессами почвообразования и выветривания, сопровождающимися дальнейшим разрушением глинистых минералов до аморфных окислов кремния, железа, алюминия.

Большую роль в накоплении аморфных веществ играют также и биогенные процессы. Результаты анализа минералогического состава подтверждают мнение Л. И. Прасолова и Ю. А. Ливеровского о необходимости выделения бурых лесных почв в особый генетический тип, в котором наблюдается сочетание энергичного глинообразования со следами аллитного выветривания в условиях умеренно теплого и влажного климата.

Подзолистый облик буроземов связан с наличием остаточных полевых шпатов и вторичного кварца, преимущественно биогенного происхождения. Еще одна характерная особенность бурых лесных почв — накопление окисных соединений железа в форме лимонита по всему профилю (что также присуще почвам влажных и теплых областей), приближающее их к желтоземам и красноземам.

Гумус, его запасы и состав. Содержание гумуса в бурых лесных оподзоленных почвах Северной Осетии-Алании высокое и колеблется от 7 до 11% (табл. 8.2.3). Максимальное его количество сосредоточено в верхнем гумусовом горизонте A₁, который обычно очень богат полуразложившимися органическими остатками и корешками. Резкое снижение содержания гумуса наблюдается в оподзоленном горизонте A₂, глубже происходит постепенное уменьшение содержания гумуса.

Запасы гумуса в метровой толще составляют 170 — 210 т/га, из них 46 — 50% сосредоточено в слое 0 — 20 см. Такой характер

Минерал	Горизонт и глубина взятия образца, см					
	A ₁ 1 - 8	A ₁ A ₂ 20 - 30	A ₂ B 60 - 70	B 90 - 100	BC 183 - 193	C 265 - 275
Минералы тяжелой фракции (уд. вес > 2,75)	0,7	0,9	0,1	0,2	0,3	0,9
Кварц	25,4	25,2	15,9	18,1	12,0	16,3
Полевые шпаты	14,5	16,0	9,5	9,2	11,8	14,5
Минералы монтмориллонитовой группы	10,3	10,3	33,0	33,0	35,2	30,8
Минералы каолиновой группы	11,5	10,6	5,8	7,0	4,8	2,8
Аморфные вещества (SiO ₂ , R ₂ O ₃ , гумус)	23,0	22,8	15,7	15,6	23,5	18,6
Слюды	10,1	10,0	13,7	13,0	11,3	13,5
Гидрослюды	2,3	2,3	3,0	3,0	—	—
Прочие минералы (лимонит, серпентин, глауконит, карбон, зерна)	2,2	1,9	3,3	0,9	1,1	2,6

распределения гумуса по профилю сближает бурые лесные почвы с лесными почвами лесостепи. Для установления генетической принадлежности почвы большое значение имеет состав гумуса.

В таблицах 8.2.4 и 8.2.5 приведен состав гумуса из бурых лесных оподзоленных почв Республики Северная Осетия-Алания.

Наиболее характерной по закономерному изменению относительного содержания в гумусе является группа гуминовых кислот, вторая важная составная часть — группа фульвокислот, изменение содержания которых в гумусе менее закономерно. Закономерности распределения гуминовых и фульвокислот иллюстрируются отношениями между углеродом гуминовых кислот и фульвокислот.

По соотношению этих двух групп гумусо-

вых кислот бурые лесные оподзоленные почвы очень сходны с подзолистыми почвами Европейской лесостепи, в которых фульвокислоты также преобладают над гуминовыми. Отношение С гуминовых к С фульвокислот составляет меньше единицы. В подзолистых горизонтах A₂ это отношение суживается, т. к. увеличивается количество фульвокислот. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты I фракции — свободные и связанные с подвижными формами R₂O₃, близкие к фульвокислотам. Это свойственно почвам подзолистого ряда почвообразования. В данном случае это обстоятельство дает основание отметить кислый характер гумуса, который становится еще более кислым в горизонте A₂ — за счет значительного повышения в нем количества кислот.

Валовое содержание гумуса, %				Запасы гумуса, т/га		
Местность закладки разреза	Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	0 - 100 см	0 - 20 см	Содержание в 0 - 20 см, % от слоя 100 см
Алагир	A	0 — 8	7,01	167	105	62
	A ₂	10 — 20	3,56			
	A ₂ B	40 — 50	0,85			
	B ₁	60 — 70	0,42			
	B ₂	90 — 100	0,36			
	BC	180 — 190	0,26			
Майрамадаг	C	265 — 275	0,15			
	A ₁	2 — 7	11,39	201	93	46
	A ₂	9 — 15	4,93			
	A ₂ B	40 — 46	1,03			
	B	99 — 105	0,85			
	C	124 — 130	0,74			
Чикола	A ₁	0 — 10	7,04	184	98	53
	A ₂	10 — 20	2,48			
	A ₂ B	20 — 30	2,38			
	B ₁	40 — 50	1,29			
	B ₂	80 — 90	1,08			
	C	160 — 170	0,68			
Сурх-Дигора	A ₁	0 — 8	8,34	210	102	50
	A ₂	8 — 18	3,22			
	A ₂ B	25 — 35	2,86			
	B ₁	50 — 60	1,64			
	B ₂	80 — 90	0,96			
	C	180 — 190	0,21			

Глубина взятия образца, см	Горизонт	С общих, % от почвы	С спиртосол- зольной вытяжки	С гуминовых кислот				С фульвокислот				С гуминовых кислот		С остатка	Сумма
				I	II	III	Сумма	Ia	I	II	III	Сумма	С фульвокислот		
0 — 10	A ₁	4,09	2,44	17,35	5,87	3,66	29,34	7,09	18,09	3,91	2,43	32,03	0,91	35,45	94,26
10 — 20	A ₂	1,44	2,77	23,61	5,55	4,16	33,33	6,25	25,00	7,64	3,47	42,36	0,78	18,75	97,22

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ГУМУСЕ И ГЛАВНЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЯХ ГУМУСА БУРОЙ ЛЕСНОЙ ОПОДЗОЛЕННОЙ ПОЧВЫ (с. Чикоба)

Глубина взятия образца, см	Горизонт	Гумус, % (Cx1,72)	Общее содержание, %			Гуминовые кислоты, %			Фульвокислоты, %			Остаток, %		
			C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N
0 — 10	A ₁	7,04	4,09	0,46	8,88	1,20	0,13	9,2	1,31	0,24	5,4	1,45	0,09	16,1
10 — 20	A ₂	2,48	1,44	0,18	8,00	0,48	0,06	8,0	0,61	0,09	6,8	0,27	0,03	9,0

**УГЛЕРОД ОТДЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА БУРОЙ
ЛЕСНОЙ ОПОДОЗЛЕННОЙ ПОЧВЫ (г. Алаштыр)**

Глубина взятия образца, см	Горизонт	С общий, % от почвы	С спиртобен- зольной вытяжки	С гуминовых кислот				С фульвокислот				С гуминовых кислот	С остатка	Сумма
				С гуминовых кислот				С фульвокислот						
				I	II	III	Сумма	Ia	I	II	III			
0 — 7	A ₁	4,96	2,82	19,17	5,44	4,02	28,63	не определяли				30,84	36,69	98,97
7 — 15	A ₂	2,65	4,15	20,00	4,52	5,65	30,17	не определяли				35,51	27,91	97,74

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ГУМУСЕ И ГЛАВНЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЯХ ГУМУСА
БУРОЙ ЛЕСНОЙ ОПОДОЗЛЕННОЙ ПОЧВЫ (г. Алагир)

Глубина взятия образца, см	Горизонт	Гумус, % (Cx1,72)	Общее содержание, %			Гуминовые кислоты, %			Фульвокислоты, %			Остаток, %		
			C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N	C	N	C:N
0 — 7	A ₁	8,55	4,96	0,50	9,9	1,42	0,17	8,4	1,53	0,21	7,2	1,39	0,12	11,6
7 — 15	A ₂	4,58	2,65	0,27	9,8	0,72	0,10	7,2	0,94	0,09	10,4	0,58	0,08	7,2

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гигроскопичес- кая влага, в %	% на абсолютно сухую почву		% на прокаленную почву											
			Потери при прокаливании	Гумус, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃		
Бурая лесная оподзоленная, Черные горы, г. Алагир																
A ₁	0 — 7	6,5	15,8	7,9	73,1	13,9	5,6	не опр.	1,97	1,31	1,57	2,21	0,42	0,52		
AA ₂	7 — 15	4,3	9,6	4,2	74,3	13,3	5,7	—	1,54	1,24	1,25	1,40	0,50	0,48		
A ₂	20 — 30	2,8	5,7	2,0	73,4	12,3	8,1	—	1,74	1,45	1,12	1,39	0,47	0,38		
AB	40 — 50	3,9	6,9	1,2	69,9	13,7	8,4	—	1,80	1,73	1,42	1,85	0,28	0,61		
B	90 — 100	4,5	8,9	2,3	68,8	13,2	9,6	—	2,16	1,77	1,62	2,14	0,18	0,40		
C	190 — 200	4,5	10,2	0,9	67,1	12,1	7,3	—	4,82	2,62	1,95	2,08	0,18	0,42		
Бурая лесная оподзоленная, Скалистый хребет, Тамиск																
A ₁	2 — 7	4,8	15,6	11,4	69,2	19,2	5,8	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.		
AA ₂	9 — 15	3,5	3,5	4,9	70,8	24,8	5,9	—	—	—	—	—	—	—		
AB	40 — 46	2,9	5,6	2,0	71,4	23,4	6,1	—	—	—	—	—	—	—		
B	99 — 105	4,5	4,9	0,8	66,3	22,4	7,5	—	—	—	—	—	—	—		
C	124 — 130	5,5	5,3	0,7	63,1	24,5	8,1	—	—	—	—	—	—	—		

Продолжение

Бурая лесная оподзоленная, Черные горы, с. Чиколы														
A ₁	0 — 10	2,6	10,2	7,0	72,8	11,6	7,8	не опр.	1,3	1,7	1,4	2,3	0,6	0,4
AA ₂	10 — 20	2,2	6,1	2,5	74,3	14,9	4,5	—	1,1	1,8	1,2	2,2	0,5	0,4
A ₂ B	20 — 30	2,1	5,7	2,3	72,9	14,6	4,1	—	1,1	1,5	1,1	2,2	0,6	0,4
B	50 — 60	4,4	6,7	0,9	64,2	15,8	6,7	—	1,8	2,1	1,2	3,4	0,4	0,2
B	80 — 90	5,0	7,1	1,1	63,3	14,1	6,8	—	1,9	2,3	1,3	3,2	0,3	0,3
C	160 — 170	3,8	10,9	0,7	66,7	17,9	6,2	—	8,0	2,4	1,7	3,5	0,3	0,3

Характер форм связи фульвокислот в бурых лесных почвах Северной Осетии приближает их к бурым лесным почвам Западного Кавказа, Крыма, Закарпатья, Чехословакии.

В таблицах 8.2.4 и 8.2.5 также представлено содержание углерода и азота в гумусе и в главных его составных частях. Величина соотношения C : N в почвах является показателем относительного богатства гумуса азотом. Самое широкое соотношение C : N наблюдается в мощных черноземах 10 — 12. В бурых лесных оподзоленных почвах Северной Осетии-Алании эти соотношения значительно уже, от 8,8 в районе Алагир до 9,9 в районе Чиколы. Содержание гумуса в западной части Северной Осетии выше на 15%, отсюда и более широкое отношение — 9,9.

Химический состав. Большое значение для характеристики генетических особенностей почвы имеют данные валового анализа почвы.

Таблица 8.2.6 отражает валовой состав бурых лесных оподзоленных почв Республики Северная Осетия-Алания.

Результаты валового анализа почвы наглядно показывают накопление оксидов кремния в оподзоленных горизонтах и вынос полутвердых оксидов в иллювиальные. Такой характер распределения их по профилю свидетельствует о наличии процессов оподзоливания в этих почвах. Наблюдается также вынос оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов.

Высокое содержание кальция в породе обусловлено ее карбонатностью и накоплением его за счет выноса из верхних горизонтов. Распределение фосфора по профилю тесно связано с минерализацией органических остатков, накапливающихся в почве (большая часть фосфора собирается в верхних горизонтах, с глубиной количество его значительно уменьшается). Из щелочных металлов выше всех % натрия, что связано со значительным содержанием в почвах слюдяных минералов.

Валовые анализы илистых фракций показали однородность состава ила по про-

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гигроскопичес- кая влага, в %	% на абсолютно сухую почву		% на прокаленную почву											
			Потеря при прокаливании	Гумус, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PP ₂ O ₅	SO ₃		
Бурая лесная оподзоленная, Черные горы, г. Алагир																
A ₁	0 — 7	6,5	15,8	7,9	73,1	13,9	5,6	не опр.	1,97	1,31	1,57	2,21	0,42	0,52		
AA ₂	7 — 15	4,3	9,6	4,2	74,3	13,3	5,7	—	1,54	1,24	1,25	1,40	0,50	0,48		
A ₂	20 — 30	2,8	5,7	2,0	73,4	12,3	8,1	—	1,74	1,45	1,12	1,39	0,47	0,38		
AB	40 — 50	3,9	6,9	1,2	69,9	13,7	8,4	—	1,80	1,73	1,42	1,85	0,28	0,61		
B	90 — 100	4,5	8,9	2,3	68,8	13,2	9,6	—	2,16	1,77	1,62	2,14	0,18	0,40		
C	190 — 200	4,5	10,2	0,9	67,1	12,1	7,3	—	4,82	2,62	1,95	2,08	0,18	0,42		
Бурая лесная оподзоленная, Скалистый хребет, Тамиск																
A ₁	2 — 7	4,8	15,6	11,4	69,2	19,2	5,8	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	
AA ₂	9 — 15	3,5	3,5	4,9	70,8	24,8	5,9	—	—	—	—	—	—	—	—	
AB	40 — 46	2,9	5,6	2,0	71,4	23,4	6,1	—	—	—	—	—	—	—	—	
B	99 — 105	4,5	4,9	0,8	66,3	22,4	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	
C	124 — 130	5,5	5,3	0,7	63,1	24,5	8,1	—	—	—	—	—	—	—	—	

Продолжение

Бурая лесная оподзоленная, Черные горы, с. Чиколы														
A ₁	0 — 10	2,6	10,2	7,0	72,8	11,6	7,8	не опр.	1,3	1,7	1,4	2,3	0,6	0,4
A ₁ A ₂	10 — 20	2,2	6,1	2,5	74,3	14,9	4,5	—	1,1	1,8	1,2	2,2	0,5	0,4
A ₂ B	20 — 30	2,1	5,7	2,3	72,9	14,6	4,1	—	1,1	1,5	1,1	2,2	0,6	0,4
B	50 — 60	4,4	6,7	0,9	64,2	15,8	6,7	—	1,8	2,1	1,2	3,4	0,4	0,2
B	80 — 90	5,0	7,1	1,1	63,3	14,1	6,8	—	1,9	2,3	1,3	3,2	0,3	0,3
C	160 — 170	3,8	10,9	0,7	66,7	17,9	6,2	—	8,0	2,4	1,7	3,5	0,3	0,3

Характер форм связи фульвокислот в бурых лесных почвах Северной Осетии приближает их к бурым лесным почвам Западного Кавказа, Крыма, Закарпатья, Чехословакии.

В таблицах 8.2.4 и 8.2.5 также представлено содержание углерода и азота в гумусе и в главных его составных частях. Величина соотношения C : N в почвах является показателем относительного богатства гумуса азотом. Самое широкое соотношение C : N наблюдается в мощных черноземах 10 — 12. В бурых лесных оподзоленных почвах Северной Осетии-Алании эти соотношения значительно уже, от 8,8 в районе Алагир до 9,9 в районе Чиколы. Содержание гумуса в западной части Северной Осетии выше на 15%, отсюда и более широкое отношение — 9,9.

Химический состав. Большое значение для характеристики генетических особенностей почвы имеют данные валового анализа почвы.

Таблица 8.2.6 отражает валовой состав бурых лесных оподзоленных почв Республики Северная Осетия-Алания.

Результаты валового анализа почвы наглядно показывают накопление оксидов кремния в оподзоленных горизонтах и вынос полуторных оксидов в иллювиальные. Такой характер распределения их по профилю свидетельствует о наличии процессов оподзоливания в этих почвах. Наблюдается также вынос оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов.

Высокое содержание кальция в породе обусловлено ее карбонатностью и накоплением его за счет выноса из верхних горизонтов. Распределение фосфора по профилю тесно связано с минерализацией органических остатков, накапливающихся в почве (большая часть фосфора собирается в верхних горизонтах, с глубиной количество его значительно уменьшается). Из щелочных металлов выше всех % натрия, что связано со значительным содержанием в почвах слюдяных минералов.

Валовые анализы илистых фракций показали однородность состава ила по про-

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Обменные катионы, мг/экв на 100 г почвы					Гидролитическая кислотность, мг/экв на 100 г почвы	рН	
		Ca	Mg	П	Al	Сумма		Водный	Солевой (КСИ)
Бурая лесная оподзоленная, г. Алагир									
A ₁	0 — 8	8,9	3,0	0,1	2,0	14,1	14,5	4,9	3,8
A ₁ A ₂	20 — 30	2,4	0,1	1,2	4,4	8,1	12,7	4,9	3,4
B ₁	60 — 70	15,0	6,8	4,1	4,9	30,8	14,8	4,9	3,5
B ₂	90 — 100	18,3	6,6	0,4	2,6	27,9	6,1	4,9	3,6
BC	183 — 193	24,9	5,9	0,1	0,0	30,8	1,3	4,9	3,9
C	265 — 275	27,8	6,9	0,1	0,0	34,7	1,0	5,0	4,0
Бурая лесная оподзоленная, с. Чикола									
A ₁	0 — 10	9,3	5,2	0,2	1,5	16,0	13,7	5,5	4,3
A ₁ A ₂	10 — 20	3,4	2,0	0,6	3,3	9,3	12,2	5,5	3,9
A ₂ B	20 — 30	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	12,2	5,3	3,9
B ₁	50 — 60	12,0	3,2	0,1	3,0	18,3	12,2	6,0	4,3
B ₂	80 — 90	14,3	6,2	0,4	2,0	22,9	7,6	6,8	5,2
C	160 — 170	23,8	8,3	0,2	0,6	32,9	1,7	8,4	7,4

филю, что подтверждает наличие в бурых лесных почвах процессов лесниважа.

В таблице 8.2.7 приводится содержание обменных катионов, отмечается кислотность бурых лесных оподзоленных почв Северной Осетии-Алании.

Бурые лесные почвы характеризуются высокой насыщенностью основаниями, особенно это касается оподзоленных горизонтов. Несколько большую насыщенность горизонта A₁ можно объяснить биологическим накоплением в нем щелочно-земельных металлов. В составе поглощенных катионов доминирующее положение занимает кальций, второе место — магний. По профилю наблюдается вынос обменных оснований. В значительной степени представлен поглощенный алюминий, что ука-

зывает на специфику бурых лесных почв, близких к желтоземам и красноземам.

Высокая кислотность бурых лесных оподзоленных почв обусловлена не столько поглощенным водородом, сколько поглощенным алюминием.

Емкость поглощения с глубиной значительно увеличивается и наибольшей становится в иллювиальных горизонтах, что связано с повышением содержания в них минералов монтмориллонитовой группы. Снижение емкости поглощения в верхних горизонтах связано с интенсивно идущими в них процессами выветривания и почвообразования, приводящих к разрушению вторичных минералов.

8.3. Дерново-карбонатные почвы

В земельном фонде республики дерново-

карбонатные почвы составляют 8,5 тыс. га. Они формируются в поясе широколиственных лесов, на полях, под разнотравно-злаковыми лугами. В Северной Осетии-Алании выщелоченный подтип этих почв обнаружен в урочищах Даргардоза и Калардоза Дигорского района и других местах.

Дерново-карбонатные выщелоченные почвы формируются на элювии известняков с профилем АС. Гумусовый горизонт хорошо сформирован: имеет темный, почти черный цвет, зернисто-пороховидную структуру. Он резко переходит в плотные породы известняка (рис. 8.3.1).

Рассматриваемые почвы многогумусны (16,5%), слабокислы (рН 6,3). В почвенном поглощающем комплексе большое место занимают Са и Mg — 34—58 мг/экв на 100 г почвы, поэтому степень насыщенности почв основаниями высокая — 85—90%.

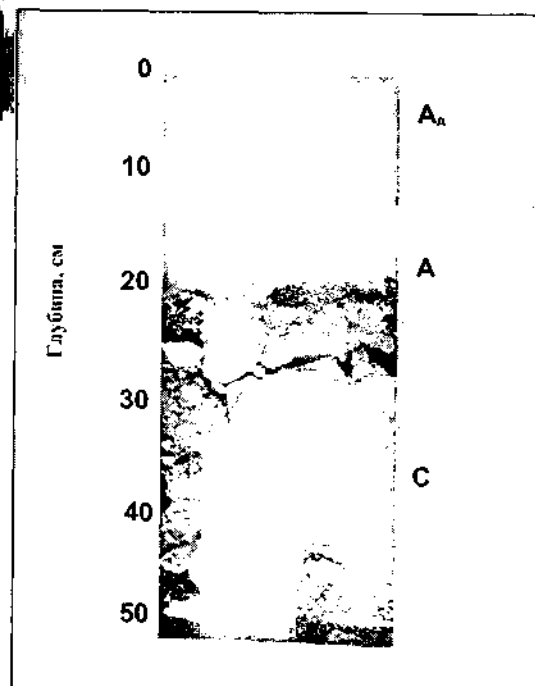


Рис. 8.3.1. Профиль дерново-карбонатной почвы

Дерново-карбонатные почвы богаты валовыми формами фосфора (0,35%), калия (1,6%), азота (1,6%), но слабо обеспечены подвижными формами этих элементов. Так,

содержание гидролизуемого азота не превышает 5,9 мг/кг. Обменным же катионами они обеспечены хорошо — 410 мг/кг почвы.

По валовому химическому составу профиль дерново-карбонатных почв четко дифференцирован. Наибольшее количество кремния (47%), окислов алюминия (14,7%) и железа (6%) находится в почве, в то время как в почвообразующей породе количество их не превышает окиси кремния — 3,6%, алюминия — 1,1% и окиси железа — 0,5%.

По механическому составу дерново-карбонатные выщелоченные почвы среднесуглинистые (27,3 — 33,2% физической глины). Из механических фракций в профиле преобладают частицы мелкого песка (32,7 — 53,8%) и крупной пыли (17,2 — 32,8%). В профиле почв от дернового горизонта к породе содержание песка уменьшается, а пыли и илистой фракции, наоборот, увеличивается.

Основная часть территории, занятая дерново-карбонатными почвами, находится под изреженным лесом с большим участием травянистой растительности и только 10% — на обезлесенных участках. Эти территории используются как сенокосы и пастбища.

В связи с бессистемным использованием сенокосов и пастбищ на рассматриваемых почвах, они подвергаются эрозионным процессам, зарастают кустарником и малоденными сорными травами, что, во-первых, снижает их продуктивность; во-вторых, ухудшает кормовую ценность трав. Исходя из состояния лугов и физико-химических свойств почв, для повышения их плодородия и увеличения продуктивности необходимо ввести сенокосо- и пастбищеобороты, применять азотно-фосфорные удобрения в дозах 60 и 90 кг/га и вносить органические путем разбрасывания их обычными навозоразбрасывателями в дозе 30 — 40 т/га. Организация переменных стойбищ овец способствует созданию малого биологического круговорота веществ, максимально приближенного к естественному.

В защите почв от эрозии основным мероприятием следует считать организацию нормированной нагрузки скота с учетом вида животных и продуктивности пастбища. Для

уже выбитых пастбищ в системе пастбищеоборота следует предусмотреть отдых — подряд 2 — 3-года.

8.4. Горно-лесные почвы хвойных лесов

На северных склонах Бокового и Водораздельного хребтов, а в узких ущельях и на южных склонах, под сосновыми лесами, формируются в первом случае подзоли-

стые, а во втором — темноцветные горно-лесные почвы.

Как на северных, так и на южных склонах они развиваются на грубо-текстурном элювио-делювии горных пород. На северном склоне основными почвообразующими породами являются элювио-делювий глинистых и кристаллических сланцев, базальтов

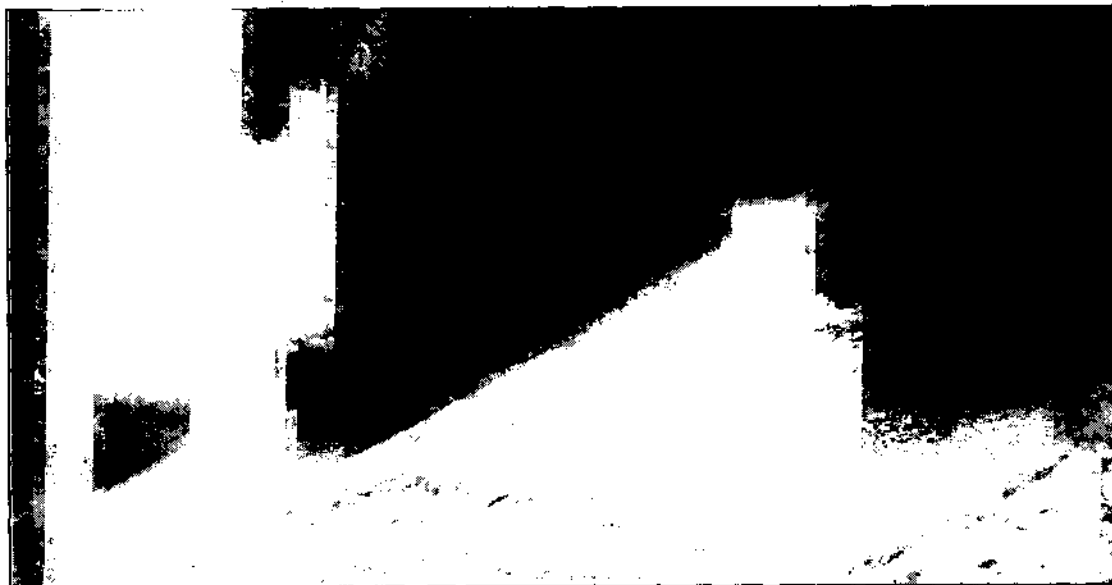


Рис. 8.4.1. На северных склонах под хвойными лесами формируются сильноскелетные горно-лесные оподзоленные почвы



Рис. 8.4.2. На южных склонах под хвойными лесами формируются горно-лесные темноцветные почвы

и гранитов. На этих почвообразующих породах в условиях повышенного увлажнения и недостатка тепла формируются маломощные сильноскелетные почвы (рис. 8.4.1). Несмотря на малую мощность и скелетность, в профиле этих почв четко проявляются признаки оподзоленности и наблюдается заметное накопление илистой фракции в иллювиальном горизонте. При этом оподзоливание начинается непосредственно под лесной подстилкой.

В связи с суровыми климатическими условиями под пологом хвойного леса практически отсутствует травянистая растительность. Здесь господствуют в основном мхи, которые и создают торфяной горизонт, местами достигающий мощности 20 — 50 см. Под ним залегает гумусово-аккумулятивный горизонт с содержанием гумуса 16,2%.

Рассматриваемые почвы имеют кислую реакцию почвенной среды, которая по всему почвенному профилю близка к pH 5,5. С глубиной кислотность увеличивается, что связано с увеличением содержания обменного алюминия. Сумма обменных катионов, наоборот, наибольшая (13,4 мг/экв на 100 г почвы) в верхнем горизонте, а в нижнем количество их значительно меньше (9,61 мг/экв на 100 г почвы).

На южных склонах, при недостатке влаги, под изреженным сосновым лесом и значительном участии лугово-степной растительности формируются на элювио-делювии карбонатных пород горно-лесные темноцветные почвы (рис. 8.4.2).

Формируясь в ксерофитных условиях, почвы обладают относительно невысоким содержанием гумуса (5,1%).

В составе обменных катионов на кальций и магний приходится до 87 — 91%, на водород — 9,5%. При этом содержание последнего увеличивается с глубиной. Все это указывает на начальные стадии почвообразования, под влиянием которых происходит выветривание первичных и образование вторичных минералов. Однако степень выраженности климатических условий незначительная.

Рассматриваемые почвы сельскохозяйст-

венного значения не имеют, но экологическую роль их нельзя переоценить. Они являются важным водорегулирующим, почво- и селезащитным фактором.

8.5. Горные лесо-луговые почвы

Оподзоленный подтип горных лесо-луговых почв распространен на площади 21,2 тыс. га, на северных склонах Скалистого, Бокового и Водораздельного хребтов, под азалией понтийской и рододендронам кавказским (рис. 8.5.1). При этом на контакте с лесной зоной и на северных затененных склонах субальпийского пояса они образуются под азалией понтийской, а под собственно рододендронам кавказским по затененным влажным местам поднимаются вы-



Рис. 8.5.1. Горные лесо-луговые почвы формируются под рододендронам кавказским

соко, вплоть до верхней границы альпийского пояса. В первом случае лесо-луговые почвы формируются в умеренно теплых влажных климатических условиях, во втором — в исключительно суровых, что наложило отпечаток на морфологическое строение их.

Лесо-луговые почвы, сформированные

под азалией понтийской, не имеют торфянистого горизонта, профиль у них слабо дифференцирован, они обладают мелкозернисто-пороховидной структурой, темно-бурой, с коричневым оттенком, окраской почвенной массы; под рододендромом кавказским, в сплошных зарослях, мощность торфянистого горизонта доходит до 20 — 30 см.

Профиль этих почв четко дифференцирован на торфянистый, гумусо-аккумулятивный, подзолистый и иллювиальный горизонты. Структура почвенной массы — пылевато-порошистая в гумусовых горизонтах; в нижней части торфянистого они имеют темно-бурый, с коричневым оттенком, цвет, а в подзолистом — серый. Это — почвы холодные, влажные, сильноскелетные. Под изреженным кустарником имеют дерновый горизонт, а в сплошных зарослях, несмотря на значительное участие травянистой растительности, он отсутствует.

Лесо-луговые почвы в торфянистом и гумусовом горизонтах содержат органического вещества соответственно 89,3 и 56,2%. Гумуса в них — 10—19%. С глубиной уровень содержания его снижается довольно равномерно.

Рассматриваемые почвы являются сильно-кислыми — pH 4,5 в горизонте A₁ и 3,8 — 3,9 — в горизонте A₂. Гидролитическая кислотность у них очень высокая — 22—31 мг/экв на 100 г почвы. В связи с сильной выщелоченностью и бедностью почвообразующих пород основаниями сумма поглощенных оснований (кальция и магния) в гумусово-аккумулятивном горизонте составляет 18,6 мг/экв на 100 г почвы, в подзолистом — 2,4, а в почвообразующей породе и того меньше — 1,0—0,8. Наибольшее количество оснований в поглощающем комплексе почвы при высокой гидролитической кислотности приводит к сильной ненасыщенности почв основаниями. Степень насыщенности горизонта A₁ составляет 37,0%, с глубиной она снижается до 3 — 8%.

Данные почвы при высоких валовых запасах азота (0,7%) и фосфора (0,29%) бедны доступными для растений формами этих элементов. Так, гидролизующего азота они содержат до 7, а подвижного фосфора — до

40 мг/кг почвы. Содержание же обменного калия высокое — 230—360 мг/кг почвы.

Валовой химический анализ показывает наличие признаков оподзоливания в горных лесо-луговых почвах. В подзолистом горизонте накапливается большое количество кремниевой кислоты — 63%, титана — 0,9%, но он беден полутормными окислами: Al₂O₃ — 1,0—15,0%; Fe₂O₃ — 1,5%.

Основным минералом данных почв является лимонит (50% — во фракции больше 0,1 мм и 17% — во фракции меньше 0,1 мм). Количество хлоритов и хлоритондов составляет 12 — 35%, ильменита — 3—20%. В составе легкой фракции преобладают полевые шпаты (25 — 40%), кварц (24 — 35%) и мусковит (1 — 5%). С глубиной по профилю почв однообразие минералогического состава их сохраняется с некоторыми колебаниями абсолютных величин.

Термографические исследования илистых частиц, выделенных из горной лесо-луговой почвы, свидетельствуют о накоплении в них гидрослюда и монтмориллонита.

Лесо-луговые почвы большого сельскохозяйственного значения не имеют, но кустарник, который произрастает на них, играет большую экологическую, водоохранную и почвозащитную роль.

Перегнойный (насыщенный) подтип горных лесо-луговых почв формируется под березовым криволесьем на северных экспозициях склонов, на высотах от 2000 до 2200 м н. у. м. Рассматриваемые почвы маломощны, но, несмотря на это, характеризуются хорошо развитым гумусовым (A) горизонтом со слабо выраженной комковатой структурой. Горизонт A переходит в горизонт BC, характеризующийся содержанием большого количества полувыветрившихся мелких обломков глинистых сланцев. Мелкоземистая масса этого горизонта имеет коричнево-бурый, а местами желто-бурый цвет.

Почвы всегда сильно увлажнены, с поверхности покрыты маломощной, сильно разложившейся подстилкой, которая характеризуется высокой насыщенностью основаниями; содержание обменного водорода в ней незначительно (до 1,7 мг/экв на 100 г по-

чвы). Гумуса в горизонте A — до 26%, содержание его резко падает с глубиной. По механическому составу рассматриваемые почвы являются глинистыми. Перемещения илистой фракции по профилю почвы не наблюдается. Наоборот, в небольшом количестве они собираются в горизонте A. С. В. Зонн объясняет это преобладанием процессов разложения первичных минералов и накоплением глинистых вторичных минералов.

Горные лесо-луговые перегнойные (насыщенные) темноцветные почвы, несмотря на насыщенность, имеют кислую реакцию почвенной среды (pH 4,5 — 5,0). Для них ха-

рактерно резкое увеличение обменного алюминия в подгумусовом горизонте, с чем и связано повышение кислотности этих почв с глубиной по профилю. Несмотря на кислый характер почв, морфологически оподзоленность их не выражена, маскируясь высоким содержанием гумуса.

В рассматриваемых почвах отмечается значительное накопление обменных оснований в гумусовом горизонте (52 мг/экв на 100 г почвы) и снижение их содержания с глубиной по профилю. Это указывает на биогенное накопление Ca и Mg в гумусово-аккумулятивном горизонте.

Горно-луговые почвы являются основным типом почв Центрального Кавказа. Встречаются они и в других горных системах. Впервые термин «горно-луговые почвы» был введен Н. А. Богословским (1897) для почв горных лугов Крыма. Позже они были описаны В. В. Докучаевым на Кавказе как почвы горных пастбищ. С. А. Захаров выделил горно-луговые почвы в самостоятельный тип, как не имеющий аналогов среди равнинных почв. В более поздних публикациях за почвами под горными лугами сохранился термин «горно-луговые», хотя в некоторых работах он детализируется.

А. М. Мамытов (1974) варианты почв альпийского и субальпийского поясов рассматривает на уровне самостоятельных типов, при этом он не использует термин «горно-луговые», а вводит «луговые», «дерново-луговые», «дерново-луговые (кобрезники)», «дерновые (под овсецом)», «дерновые слабообразованные (под беломятником)», «тундровые торфянистые полигональные (под дриадоцветом)».

Большая несогласованность между учеными отмечается при выделении подтипов горно-луговых почв. В. М. Фридланд (1966), например, среди горно-луговых почв выделяет два подтипа: горно-луговые торфянистые и горно-луговые типичные; Ю. А. Ливеровский (1987) — дерновые альпийские и дерновые субальпийские; Э. Н. Молчанов (1973) —

альпийские и субальпийские; А. М. Мамытов (1947) же почвы альпийского и субальпийского поясов вообще не подразделяет на подтипы.

С. У. Керимханов (1976) среди горно-луговых почв выделяет три подтипа: типичные, торфянистые и примитивные, а Л. Г. Горчаков (1977) подразделяет их на альпийские и субальпийские, куда входят: неполнообразованные (примитивные), типичные, остаточнокarbonатные, выщелоченные и торфянистоглееватые.

К горно-луговым мы относим преимущественно маломощные литогенные почвы, которые формируются под луговой растительностью в субальпийском, альпийском и субнивальном поясах и имеют дерновый, дерново-торфянистый и торфянистый горизонты.

В типе горно-луговых почв выделяют пять подтипов: неполнообразованные (примитивные), торфянистые (дерново-торфянистые), типичные, темноцветные и глееватые. Отличаются они друг от друга как по интенсивности проявления основного процесса почвообразования — поступления, превращения и разложения органического вещества и минеральной массы, так и налагающихся процессов — торфонакопления, глееобразования и др., а также по мероприятиям, направленным на повышение их плодородия. Ниже приводятся характеристики каждого из них.

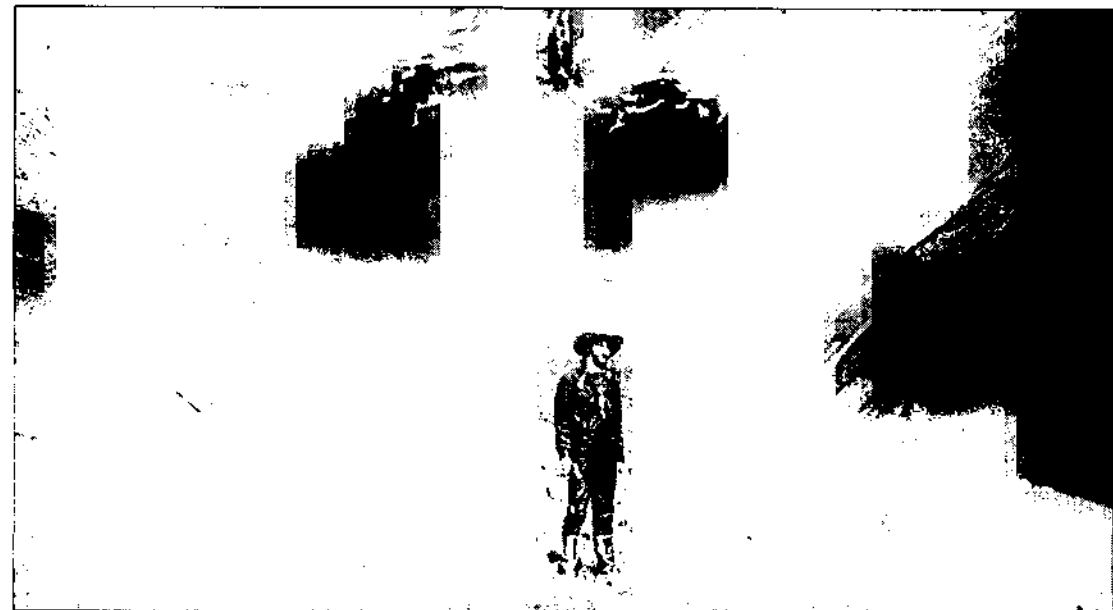


Рис. 9.1.1. Горно-луговые неполнообразованные почвы. Формируются в приледниковой зоне

9.1. Горно-луговые неполнообразованные (примитивные) почвы

В республике они занимают площадь 18,2 тыс. га. В отечественной и зарубежной литературе у неполнообразованных почв, т. е. у почв, которые находятся в начальной стадии развития, нет единой номенклатуры, хотя в разных горных системах по условиям почвообразования, строению профиля, химическим и физико-химическим свойствам они идентичны и находятся на единой стадии почвообразования — начальной (по терминологии Б. Б. Полюнова — «первичной»).

Первичная стадия почвообразования на скальных породах довольно подробно рассматривается в работе Б. Б. Полюнова (1956). Мы придерживаемся аналогичных взглядов на нее, рассматривая первичную стадию — превращение горной породы в мелкозем (рухляк) — не как стерильный процесс, поскольку происходит не только физическое, но и химическое выветривание, а также как синтез вторичных минералов, особенно их простых солей. Одновременно в процессе участвуют и организмы. У разных авторов рассматриваемые почвы именуются по-разному. Так, И. В. Александрова (1951) и С. У. Керимханов (1976) называют их примитив-

ными, К. П. Богатырев (1959) — фрагментарными, Кубиена (1953) — ранкерами, если они развиты на силикатных породах, и рендзинами, если на карбонатных.

Мы же эти почвы называем неполнообразованными (примитивными), поскольку в их профиле нет полного набора генетических горизонтов в связи с их молодостью и суровыми условиями почвообразования. Они занимают территорию, недавно освободившуюся из-под ледника, верхняя граница которой и сейчас примыкает к леднику (рис. 9.1.1).

Безморозный период здесь либо практически отсутствует, либо он очень незначительный. Низкие и резко меняющиеся температуры, холодные иссушающие ветры, высокая фильтрационная способность почв, частое осыпание грубофракционных продуктов выветривания с верхних частей склонов — все эти факторы создают для высшей растительности и микроорганизмов суровые условия жизни на этих почвах. Тем не менее, растительный покров здесь довольно разнообразный. Пионерами заселения скал, осыпей и россыпей являются водоросли, лишайники, мхи, которые постепенно подготавливают субстрат для поселения высших растений, приспособленных к суровым условиям каменистых мест обита-

ния. Это — подушечные формы растений, травянистые многолетники с зимующими листьями, луковичные, клубеньковые и розеточные, суккуленты с сочными мясистыми листьями, а также молодила, очитки и др. Встречаются и такие кустарнички, как дриада кавказская, черника, брусника и др.

Однако высшие растения не образуют в субнивальном поясе сколько-нибудь сомкнутые группировки, произрастая лишь по щелям и углублениям, а также в защищенных от холодных ветров местах, где и формируются маломощные (до 10 см) торфянистые сильноскелетные почвы, мозаично располагаясь среди осыпей и россыпей скал. Профиль их недифференцирован (в лучшем случае дифференцирован на Ат и АС).

Генезис горно-луговых неполноразвитых почв. Горно-луговые неполноразвитые почвы — самые молодые в горах. Они имеют два пути формирования: первый — задернение скал, осыпей и россыпей, морен и других сухих каменистых отложений; второй — задернение приледниковых влажных мест. По морфологическим признакам и химическим свойствам больших различий между ними нет, хотя на почвах приледниковых территорий в какой-то мере сказался промывной водный режим, обусловивший выщелачивание оснований и даже полуторных окислов и накопление их в нижней части профиля.

Для характеристики морфологических признаков неполноразвитых почв приведем описание нескольких профилей, сформированных на разных почвообразующих породах.

Разрез 3627. Горно-луговая неполноразвитая на элювио-делювии сланцев. Разрез заложен в Даргавском ущелье, на северном крутом склоне (35°) Бокового хребта, на высоте 2800 м н. у. м., где имеют место частые выходы горных пород. Растительность — осока печальная, кобрезия, мхи, сиббальдий, манжетка. Вскипание от 10% соляной кислоты отсутствует по всему профилю.

$A_7 \frac{0-4}{4}$ см. Влажный; темно-коричневый; полуразложившийся торф; переход в следующий горизонт ясный.

$A \frac{4-10}{6}$ см. Влажный; темно-бурый; пороховидно-непрочно-мелкозернистой структуры, густо пронизанной корнями; содержит включение сланца; переход в следующий горизонт резкий.

$C \frac{10-20}{10}$ см. Обломки сланца разной крупности; между ними — коричнево-бурый бесструктурный суглинок с отдельными корнями.

Разрез 3027. Горно-луговая неполноразвитая, заложен также в с. Даргавс, на 100 м ниже разреза 3627. Растительность — лишайники, зеленый мох, осока, кобрезия, брусника, сиббальдия, черника и др. Местами на дневную поверхность выходят коренные горные породы.

$A_7 \frac{0-4}{4}$ см. Влажный; темно-коричневый; включение сланцевого щебня, густо переплетен корнями; переход в следующий горизонт ясный.

$AC \frac{4-10}{6}$ см. Темно-бурый, с коричневым оттенком; влажный; легкосуглинистый; рыхлый; включение щебня (40%); бесструктурный, имеются отдельные корни; переход заметный.

$C \frac{10}{10}$ см и глубже. Щебень и дресва сланца.

Разрез 114. Горно-луговая неполноразвитая на элювио-делювии песчаников. Северный крутой (25°) склон горы, высота над уровнем моря 2700 м. Растительность — печальноосоковая. Угодье — пастбище. Вскипание от 10% соляной кислоты отсутствует по всему профилю.

$A_7 \frac{0-4}{4}$ см. Влажный; дерново-торфянистый; темновато-серый, с коричневым оттенком; уплотнен, мелкокомковато-пороховидный, густо переплетен корнями; суглинистый; переход в следующий горизонт ясный.

$A \frac{4-10}{6}$ см. Влажный; темно-бурый, с коричневым оттенком; уплотнен, комковато-порошистый, суглинистый,

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНО-ЛУГОВОЙ НЕПОЛНОРАЗВИТОЙ ПОЧВЫ

Таблица 9.1.1

Генетический горизонт, глубина взятия образца, см	Каменная часть, мм; содержание, %		Диаметр фракций, мм; содержание, %						
	> 3	1 - 3	1,0 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
At 0 — 4	нет мелкозема								
A 4 — 14	19,5	80,5	2,07	32,83	48,24	7,47	7,31	2,08	16,8
C 14 — 19	17,3	82,7	2,98	30,01	57,98	6,19	0,44	2,31	8,90

включение щебня (30%); переход в следующий горизонт ясный.

$C \frac{10}{10}$ см и глубже. Щебень песчаника с небольшой примесью мелкозема.

Из приведенного описания морфологического строения горно-луговых неполноразвитых почв видно, что для них характерны: профиль $A_7(A_{7n})$ АС; ясно выраженный горизонт торфа; темновато-бурый цвет горизонта А; сильная скелетность почвенной массы, а иногда и поверхности почвы; пылевато-пороховидная структура.

Механический состав горно-луговых неполноразвитых почв. Для характеристики механического состава горно-луговых неполноразвитых почв приведем данные анализов наиболее типичного разреза (3027). Они показывают, что в профиле рассматриваемых почв, в связи с их молодостью и наличием преимущественно физического выветрива-

ния, преобладают каменная часть и фракция крупного песка и крупной пыли (табл. 9.1.1).

С глубиной количество их увеличивается до 80 — 90% от всей почвенной массы. Поэтому рассматриваемые почвы, независимо от литологического состава почвообразующих пород, — супесчаные, иногда легко-суглинистые. Такой механический состав обуславливает высокую фильтрационную способность и, несмотря на высокую влажность, в них не проявляются признаки гидроморфизма.

Валовой химический состав горно-луговых неполноразвитых почв. Несмотря на молодость почв, суровые климатические условия, в которых они формируются, и слабую биологическую активность, химический состав первичных горных пород, являющихся материнской породой, в процессе почвообразования претерпевает существенные изменения.

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНО-ЛУГОВОЙ НЕПОЛНОРАЗВИТОЙ ПОЧВЫ (%)

Таблица 9.1.2

Генетический горизонт, глубина взятия образца, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
At 0 — 4	17,2	4,7	0,3	2,8	0,4	0,11	1,7	0,8	1,1	0,3	0,5
A 4 — 10	27,6	7,4	0,5	4,7	0,4	0,13	1,0	0,8	1,0	0,5	1,3
C 10 — 20	51,4	14,9	0,9	7,7	0,3	0,10	0,2	1,2	2,0	0,8	0,6

Горизонт, глубина взятия образца, см	Гумус, %	N общий, %	мг/100 г почвы			Насыщен- ность основани- ями, %	Потеря от прокаливания, %
			N гидр.	P ₂ O ₅ подв.	K ₂ O обмен.		
At 0 — 4	—	—	—	—	—	—	76,7
A 4 — 10	31,9	2,9	7,0	6,0	12,0	53,0	—
C 10 — 20	—	—	—	—	—	—	—

Некоторые химические элементы накапливаются в почвенных горизонтах, а другие, наоборот, выщелачиваются в нижние горизонты и максимальное количество их находится в материнской породе (табл. 9.1.2).

Из данных таблицы 9.1.2 видно, что коэффициент биологического накопления фосфора, марганца, серы и кальция в горизонтах существен, а полуторные окислы, оксид кремния, титана больше содержатся в почвообразующей породе. Это, с одной стороны, можно объяснить вымыванием полуторных окислов в условиях кислой реакции почвенной среды и промывным водным режимом, с другой — поглощением их растительностью, когда при низком биологическом круговороте вещества остаются в составе торфа. Сумма этих же элементов в торфе и гумусоаккумулятивном горизонте, с учетом большого геологического круговорота, почти соответствует содержанию их в породе. Что касается оксида кремния, то можно предположить, что он накапливается в составе литофильной растительности, а после отмирания и минерализации вторичный аморфный кремний вымывается из верхних горизонтов и накапливается в нижних.

Физико-химические свойства. Изучение химического состава горно-луговых неполноразвитых почв показывает, что, несмотря на суровые климатические условия и каменность субстрата, ежегодно в процесс почвообразования поступает значительное количество органического вещества, которое частично накапливается на поверхности почвы в виде торфа, а частично превращается в грубый гумус. Поэтому рассматриваемые

почвы содержат большое количество гумуса — до 32,0% (табл. 9.1.3).

Несмотря на высокое содержание гумуса, рассматриваемые почвы не обеспечены ни гидролизующим азотом, ни подвижными формами фосфора, что говорит о низкой биологической активности их.

Обменным калием горно-луговые неполноразвитые почвы достаточно обеспечены. Они, как правило, кислые (рН 4,0 — 5,3); гидролитическая кислотность торфянистого и гумусово-аккумулятивных горизонтов колеблется в пределах 21,3 — 26,4 мг/экв на 100 г почвы; слабо насыщены основаниями (53%).

Рассматриваемые почвы не имеют сельскохозяйственного значения, но изучение их свойств и закономерности развития немаловажно для раскрытия первичного процесса почвообразования.

9.2. Горно-луговые альпийские почвы

Условия формирования. Горно-луговые альпийские почвы формируются в альпийском поясе, где занимают площадь в 26,2 тыс. га на склонах северных румбов Скалистого, Бокового и Главного Водораздельного хребтов Центрального Кавказа (рис. 9.2.1).

Условия почвообразования в этом поясе хоть и суровые, но по сравнению с субнивальным они более благоприятны для произрастания высших растений, биологического и химического выветривания горных пород, поэтому горно-луговые торфянистые почвы образуют сплошной почвенный покров. Однако из-за суровых условий климата биологическая активность почв все же низка, и растительные остатки из года в год



Рис. 9.2.1. Альпийские почвы формируются в пределах высот 2400 — 3000 м н. у. м.

накапливаются, образуя торфянистый или дерново-торфянистый горизонт мощностью от 2 до 50 см (рис. 9.2.2). При этом на выпуклых формах рельефа, хорошо обдуваемых ветром, формируются дерновые или дерново-торфянистые почвы, а на вогнутых — торфянистые, физико-химические свойства которых, несмотря на различие в накоплении торфа, практически одинаковы. В связи с этим они объединены в подтип альпийских почв и рассматриваются вместе. Почвообразующими породами рассматриваемых почв являются элювио-делювий гранитов, сланцев, известняков и других горных пород.

Строение профиля. Для характеристики морфологических признаков горно-луговых альпийских почв приведем описание разрезов на элювио-делювии разных горных пород.

Разрез 1019. Республика Северная Осетия-Алания; Дигорское ущелье; с. Лезгор; северный крутой (20°) склон Скалистого хребта; высота н. у. м. 2400 м; растительность — зеленые мхи, лишайники, осока, манжетка и др.

$A_{дг} \frac{0-7}{7} \text{ см}$

Темно-коричневый полуразложившийся торф; переход в следующий горизонт ясный.

$A \frac{7-25}{18} \text{ см}$

Влажный; темно-бурый; пороховидно-непрочно мелкозернистый; густо переплетен корнями; рыхлый; переход в следующий горизонт заметный.

$B \frac{25-35}{10} \text{ см}$

Влажный; светлее горизонта А; бесструктурный; включение об-

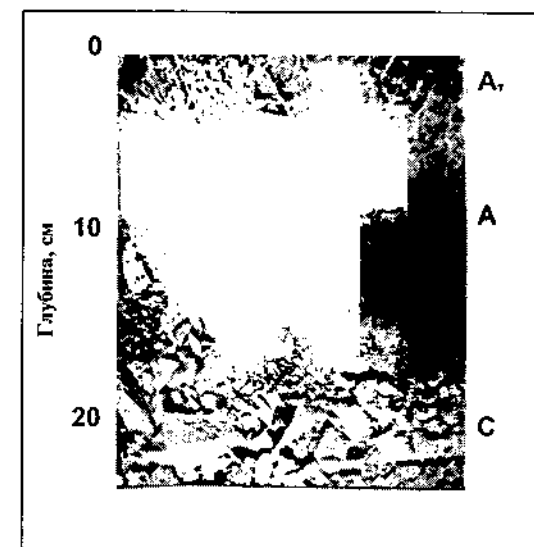


Рис. 9.2.2. Профиль горно-луговой альпийской торфянистой почвы

ломков известняка в нижней части, имеются корни; переход в следующий горизонт ясный.

$C \frac{35-45}{10}$ см
Элювио-делювий известняков с примесью желто-бурого мелкокозема.

Разрез 583. Республика Северная Осетия-Алания; северный крутой (30°) склон Узай-хох; высота н. у. м. 2650 м; растительность — зеленые мхи, дриада кавказская, осока, манжетка и др.; замшелое малопродуктивное пастбище.

$A_{дт} \frac{0-4}{4}$ см
Коричневый, с сероватым оттенком; сверху — свежие мхи, книзу — полуразложившийся торф; переход ясный.

$A \frac{5-15}{10}$ см
Влажный; темно-коричневый; порошистый; уплотнен; переплетен корнями; имеются включения гранита (20%); переход постепенный.

$B \frac{22-32}{10}$ см
Влажный; темно-коричневый, с сероватым оттенком; порошистый; много корней; уплотнен; тонкопорошистый; переход заметный.

$C \frac{38-48}{10}$ см
Влажный; коричневатосерый; сильно уплотненный; обилие хряща и щебня (80 — 90%) — элювио-делювий гранита.

Разрез 3027. Республика Северная Осетия-Алания; северный крутой (25°) склон Бокового хребта; высота н. у. м. 2700 м; растительность — зеленые мхи, осока, кобрезия, лишайники, брусника, черника, сиббальдия, манжетка и др.

$A_{дт} \frac{0-4}{4}$ см
Сверху — свежие зеленые мхи, книзу — полуразложившийся торф темно-коричневого цвета; переход ясный.

$A \frac{4-9}{5}$ см
Влажный; коричневый, с сероватым оттенком; порохвидно-непрочномелкозернистый; рыхлый; мелкопористый; включение щебня (30%); переплетен корнями; переход в следующий горизонт постепенный.

$BC \frac{9-14}{5}$ см

Влажный; темно-бурый, с коричневым оттенком; рыхлый, много включений щебня (40%); бесструктурный; имеются отдельные корни; переход заметный.

$C \frac{14-19}{5}$ см

Щебень и дресва сланца с небольшим количеством бурого мелкокозема.

Механический состав. Результаты механического анализа горно-луговых альпийских почв показывают, что примерно половина массы ее приходится на скелетную каменистую часть. Содержание фракции больше 3 мм в диаметре по всем генетическим горизонтам почв колеблется от 17,3 до 65,4%. При этом четко проявляется тенденция увеличения доли скелета и уменьшения мелкокозема в материнской породе.

Скелетность почвы во многом зависит от интенсивности почвообразовательных процессов, частоты смыва мелкокозема со склонов атмосферными осадками и, наконец, от почвообразующей породы. Чем моложе почвы, чем сильнее подвергаются они процессам эрозии, чем плотнее горные породы, на которых они формируются, тем больше каменистость их профиля.

Мелкоземистая часть горно-луговых альпийских почв разнообразна по механическому составу. Это связано с литологией почвообразующих пород. Механический состав этих почв колеблется от супесчаных до тяжелосуглинистых. Более тяжелый механический состав имеют почвы, сформировавшиеся на элювио-делювии глинистых сланцев (табл. 9.2.1).

В составе механических фракций мелкоземистой части на долю песка и крупной пыли приходится 60 — 70%. Эта закономерность справедлива для всех изученных почв, сформировавшихся на разных почвообразующих породах (гранитах, сланцах, песчаниках).

Горно-луговые альпийские почвы формируются в условиях промывного водного режима, что сказывается на дифференциации их профиля по механическому составу.

На всех изученных почвообразующих по-

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ (%)

Таблица 9.2.1

Почвообразующая порода	Горизонт	Глубина, см	Каменистая часть		Диаметр фракций, мм; содержание, %						
			> 3	1 - 3	1,0 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
Элювио-делювий гранитов	A _{дт}	0 — 4	нет мелкокозема								
	A	5 — 15	—	—	3,2	31,4	30,0	9,2	6,5	11,7	27,4
	B	22 — 32	—	—	9,4	35,5	29,0	9,7	6,4	6,4	92,5
	C	38 — 48	—	—	21,9	31,7	25,6	5,2	4,9	7,3	17,7
Элювио-делювий сланцев	A _{дт}	0 — 4	нет мелкокозема								
	A	4 — 9	80,6	19,5	2,95	29,83	98,24	16,7	10,20	12,08	38,9
	B	9 — 14	82,7	17,3	2,99	30,10	30,98	16,19	7,4	12,31	35,90
	C	14 — 19	63,0	37,0	4,38	17,89	55,42	10,60	6,35	4,36	21,3
Элювио-делювий песчаников	A _{дт}	0 — 6	58,5	41,5	—	—	—	—	—	—	—
	A	6 — 17	46,8	53,2	5,2	28,2	36,5	6,6	10,3	10,6	27,5
	B	17 — 31	34,6	65,4	4,1	37,8	36,1	5,1	3,0	11,2	19,3
	C	31 — 45	нет мелкокозема, одни камни								

родах с глубиной по профилю почв уменьшается содержание илистых частиц и в целом физической глины. В основном же почвенная масса состоит из мелкого песка и крупной пыли, количество которых с глубиной увеличивается.

Каменистая часть почвы доходит до 80 — 90% всей почвенной массы. С глубиной она быстро увеличивается, и почвообразующая порода в основном состоит из хряща и камней разной крупности, между которыми может быть небольшое количество мелкокозема, преимущественно мелкого песка и крупной пыли. Такой механический состав рассматриваемых почв говорит, во-первых, о преимущественном физическом выветривании первичных горных пород; во-вторых, о молодости почв. Он обеспечивает высокую фильтрационную способность и внутрипочвенный боковой сток. Поэтому, хотя рассматриваемые почвы формируются в усло-

виях повышенного атмосферного увлажнения и обладают большой гигроскопичностью (7 — 8%) и влагоемкостью (110% — торфяной горизонт, 98% — гумусово-аккумулятивный горизонт, 92% — переходный (B) и 58% — почвообразующая порода), в них не выражены признаки гидроморфизма, что объясняется постоянным поступлением с боковым стоком новых порций воды, обогащенной кислородом. Однако, если высокая влагоемкость и обусловленная ею повышенная влажность и не способствуют развитию гидроморфизма горно-луговых альпийских почв, то явно ухудшают их структурность, так как в зиму они уходят с высокой влажностью. Насыщенные влагой почвы замерзают, и мельчайшие кристаллики льда распыляют почвенную массу, поэтому рассматриваемые почвы практически бесструктурны.

Валовой химический состав. Результаты валового химического анализа свидетельст-

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Потери при прокаливании	CO ₂
Содержание в % на высушенное при 110° С вещество														
A	0 — 4	17,20	4,70	0,27	2,75	0,38	0,11	1,68	0,80	1,06	0,31	0,48	69,93	< 0,50
A	4 — 9	27,60	7,40	0,46	4,70	0,37	0,13	0,98	0,75	1,04	0,48	1,30	54,52	< 0,50
BC	9 — 14	39,70	11,35	0,70	5,20	0,34	0,04	0,42	0,85	1,42	0,73	0,31	38,54	< 0,50
C	14 — 19	51,40	14,95	0,90	7,70	0,31	0,10	0,21	1,15	2,04	0,83	0,58	20,07	< 0,50

вуют о значительной дифференциации профиля горно-луговых торфянистых почв, несмотря на их молодость (табл. 9.2.2). Содержание полуторных окислов, кремния и титана увеличивается с глубиной по профилю почвы, а биогенные элементы (фосфор, марганец, кальций, сера), наоборот, накапливаются в верхних гумусированных горизонтах. С глубиной, по мере уменьшения содержания гумуса, количество химических элементов уменьшается. Такая закономерность распределения характерна для органо-генных почв, к которым относятся и горно-луговые альпийские. В то же время в органо-генном (торфянистом) горизонте кремний (SiO₂) и полуторные окислы (Fe₂O₃ и Al₂O₃) слабо концентрируются. С глубиной же по профилю почв, по мере увеличения минеральной массы, количество их возрастает.

Марганец и кальций, как активные био-элементы, концентрируются в горизонтах с большим количеством конденсированного органического вещества — гумуса, а не свежих или полуперепревших растительных остатков. Что касается калия, магния и натрия, то биогенное накопление их в гумусовых горизонтах затухает, во-первых, хорошей растворимостью и подвижностью их в составе почвенного раствора; во-вторых, богатством почвообразующих пород этими элементами, особенно калием. Поэтому в нижних горизонтах, в большей части материнской породы, находим наибольшее количество их.

В целом надо отметить низкое содержание по всему профилю оксида кремния (17 — 51,4%), относительно высокое — фосфора (P₂O₅, 0,31 — 0,38%), марганца — до 0,1%. В профиле горно-луговых альпийских почв содержится мало кальция, магния и углекислоты, даже в почвах, сформировавшихся на элювио-делювии известняков. Это связано с промывным водным режимом и сильной выщелоченностью этих почв. Отношение кремниевой кислоты к окиси алюминия узкое — 3,4—3,7; более широким является отношение окиси кремния к окиси железа. Соотношение между кремниевой кислотой и полуторными окислами находится в преде-

ВАЛОВОЙ СОСТАВ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНО-ЛУГОВОЙ АЛЬПИЙСКОЙ ПОЧВЕ (мг/кг)

Таблица 9.2.3

Генетический горизонт; Глубина взятия образца, см	Ni	Cu	U	Cr	In	W	Pb	Co	Mo	Sn	Ge	Ga	Bi	Sr	Ba
A 0 — 4	20	40	100	50	100	1,5	60	15	1,5	50	2	10	0,1	400	500
A 4 — 9	30	60	100	50	80	1,0	40	20	0,8	50	2	15	0,1	400	500
BC 9 — 14	30	80	150	50	80	1,0	20	20	1,0	50	2	15	0,1	400	500
C 14 — 19	40	80	150	50	80	1,0	20	20	0,8	50	2	20	0,1	400	500
Среднее содержание в почвах	40	20	100	190	50	2	10	8	2	100	1,5	—	—	200	500
Кларк элементов в литосфере	80	100	150	200	50	2	16	50	3	40	7	15	0,2	400	500

лах 1,2 — 1,4 и по профилю почв меняется слабо, поэтому сделать какой-либо генетический вывод трудно.

Анализ валового состава микроэлементов в горно-луговых альпийских почвах показывает, что содержание ванадия, бария, галлия соответствует среднему содержанию их в почвах (табл. 9.2.3) по А. П. Виноградову (цит. по К. И. Лукашову, В. К. Лукашову, 1967). Содержание же никеля, хрома, ванадия и молибдена значительно меньше в альпийских почвах, чем среднее содержание их в почвах и кларка в литосфере. Так, если в почвенных горизонтах никеля содержится 20 — 30 мг/кг почвы, то кларк этого элемента в литосфере составляет 80 мг/кг, значительно меньше в рассматриваемых почвах и хрома, соответственно 50 и 200 мг/кг. Биологическое накопление этих элементов в горно-луговых альпийских почвах отрицательное. В профиле содержание их по генетическим горизонтам либо не меняется, либо увеличивается с глубиной, как это имеет место с хромом. Обнаруживается небольшое биологическое накопление ванадия и молибдена, но содержание их в рассматриваемых почвах ниже (1,5 мг/кг), чем среднее содержание их в почвах (2 мг/кг) и кларка в литосфере: соответственно 2 и 3 мг/кг.

Значительный интерес представляют медь, цинк, свинец и кобальт, содержание которых в рассматриваемых почвах в два-шесть раз больше, чем в среднем в почвах. При этом четко проявляется закономерность увеличения их содержания с глубиной по профилю. Например, количество меди увеличивается от 40 мг/кг в торфяном горизонте до 60 мг/кг в гумусово-аккумулятивном и 80 в переходном горизонте и материнской породе. В торфяном горизонте кобальта содержится 15 мг/кг, а в минеральных (вплоть до почвообразующей породы) содержание его неизменно и составляет 20 мг/кг почвы, цинка же, наоборот, в торфяном горизонте накапливается до 100 мг/кг, а в минеральных горизонтах — 80, при среднем содержании его в почвах и литосфере 50 мг/кг.

В целом результаты валового анализа микроэлементов показывают, что коэффициент биологического накопления их в рассматриваемых почвах небольшой. Содержание микроэлементов в почвенных горизонтах зависит от наличия их в почвообразующей породе. Содержание их в почвообразующей породе наследуется почвой с небольшими изменениями, которые вносят процессы почвообразования. Это относится к биологическому накоплению и миграции микроэлементов в ус-

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Азот общий, %	Азот гидроли- зуемый, мг/100 г	Калий обменный, мг/100 г	Фосфор подвижный, мг/100 г	pH водной	Гидроли- тическая к-ть	мг/экв на 100 г почвы			Степень насыщенности основаниями, %
									сумма поглощ. основан.	Ca	Mg	
A ₁	0 — 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A ₁	4 — 9	31,9	2,9	7,0	52,0	6,0	4,0	23,3	33,4	17,6	8,8	61,0
BC	9 — 14	23,5	2,4	7,8	30,0	1,8	4,5	21,8	9,6	7,8	1,8	28,8
C	14 — 19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ловиях кислой реакции почвенной среды и промывного водного режима, характерных для горно-луговых альпийских почв.

Физико-химические свойства. Горно-луговые альпийские почвы формируются на элювио-делювии разных горных пород, оказывающих влияние на их физико-химические свойства. Изучено большое количество разрезов горно-луговых альпийских почв, сформировавшихся на аспидных и кристаллических сланцах, гранитах и известняках. Результаты физико-химического анализа показали, что для этих почв характерно наличие дерново-торфянистого и торфянистого горизонтов мощностью 2 — 50 см. Зольность последнего колеблется в пределах 5,0 — 74,5%. Однако такое широкое колебание процента зольности мы склонны относить не к зольности, а к примеси в составе торфа минеральных частиц, которые попали сюда чисто механическим путем. В целом же зольность торфа, особенно мощных вариантов, небольшая — 5,0—13,3%.

Гумусово-аккумулятивные горизонты (A + B) содержат 23,5 — 31,9% грубого гумуса, в накоплении которого большой разницы нет между почвами, образовавшимися на разных породах. В распределении гумуса по профилю отмечается резкое снижение его от гумусово-аккумулятивного горизонта к породе (табл. 9.2.4). Эта закономерность сохраняется и в почвах, сформировавшихся и на других почвообразующих породах.

Несмотря на богатство гумуса и большое содержание валового азота (2,9%), рассматриваемые почвы бедны гидролизуемым азотом (7,0 мг/100 г почвы), недостаточно обеспечены они и подвижным фосфором (6,0 мг/100 г почвы), хотя валовое содержание его высокое (0,38%). Обменного же калия в них более чем достаточно. Это объясняется тем, что и почвы, и породы богаты калиевыми полевыми шпатами, при выветривании которых калий переходит в обменное состояние.

Горно-луговые альпийские почвы, сформированные на кристаллических сланцах и гранитах, очень кислые (pH 4,0 — 4,5). Менее кислыми являются почвы, образовавшие-

ся на известняках и аспидных сланцах, богатых карбонатами. Однако и в этих почвах верхние горизонты достаточно кислые (pH 5,0), и только к породе почвенный раствор приобретает слабокислую или нейтральную реакцию. Высока и гидролитическая кислотность этих почв (21,8 — 23,3 мг/экв на 100 г почвы). В связи с сильнокислой реакцией почвенной среды и промывным водным режимом поглощающий комплекс не насыщен основаниями. Сумма поглощенных оснований в гумусово-аккумулятивном горизонте составляет 33,4 мг/экв на 100 г почвы, в переходном горизонте (BC) она снижается до 9,6 мг/экв на 100 г почвы. В составе поглощенных оснований основное место занимает кальций (17,6 мг/экв на 100 г почвы).

Из-за низкой суммы поглощенных оснований степень насыщенности горно-луговых альпийских почв небольшая (28,8 — 61,0%).

Повышение плодородия. Горно-луговые альпийские почвы распространены в альпийском поясе на северных склонах. Они переувлажнены, мощность их, как правило, небольшая, из-за малого времени начала почвообразования и подавленности почвообразовательных процессов. Большую часть года они находятся в мерзлом состоянии, оттаивая лишь на 4 — 5 месяцев. Криогенные процессы в условиях высокой влажности и периодического оттаивания на короткий период времени наложили отпечаток на структуру почв. Они имеют пылеватую структуру, при разрушении дернины легко подвергаются эрозионным процессам. Дернина местами прочная, а местами рыхлая; легко поддается разрушению, особенно на почвах с рыхлодернинными растениями, в том числе и на замшелых лугах.

Исходя из свойств почв, крутизны склонов и продуктивности лугов в систему рационального использования их следует включать:

1) горные луга на горно-луговых альпийских почвах следует использовать исключительно как летние пастбища;

2) на склонах крутизной до 20° и на высоте 2500 м надо выпасать крупный рогатый скот, причем нагрузка должна составлять

с точным учетом продуктивности пастбища, так как перегрузка пастбищ приводит к выбиванию дернины скотом в поисках корма, а это, в свою очередь, приводит к эрозии почв, к тому же и животные расходуют больше энергии, чем получают ее с кормом. В результате снижается как плодородие почв, так и продуктивность животных;

3) склоны крутизной выше 20° и приледниковые холодные замшелые луга эффективнее использовать под выпас овец;

4) во влажном и мокром состоянии почвы на крутых склонах не следует выпасать скот во избежание нарушения дернины, приводящего к эрозии почв. Целесообразнее выжидать, пока почва подсохнет и не будет сильно деформироваться под копытами животных;

5) сложное строение рельефа, отсутствие механизмов и минеральных удобрений затрудняет проведение культуртехнических работ. Введение пастбищеоборотов, временное кошарование дают возможность значительно улучшить пастбища. На переносных стойбищах овец нельзя держать больше двух ночей, при этом отара в 700 голов за пастбищный сезон может удобрить 8,4 га (Дзоблаев, 1966), т. е. обмен веществ между почвой и растительностью приблизится к естественному состоянию малого биологического круговорота. Организация такого типа содержания скота, видимо, таит в себе большой резерв повышения плодородия почв и увеличения продуктивности пастбищ;

6) одним из важных моментов рационального использования горных кормовых угодий является их удобрение, т. е. возврат химических элементов минерального питания растений, которые выносятся с продукцией животноводства. Ежегодно с сеном и животноводческой продукцией с горных кормовых угодий выносятся большое количество азота, фосфора и калия. Для поддержания плодородия почв это количество удобрений, особенно ту часть, которая приходится на азот и фосфор, необходимо возмещать земле. Тем более что почвы очень бедны элементами минерального питания, и на внесение удобрения растения сильно отзываются.

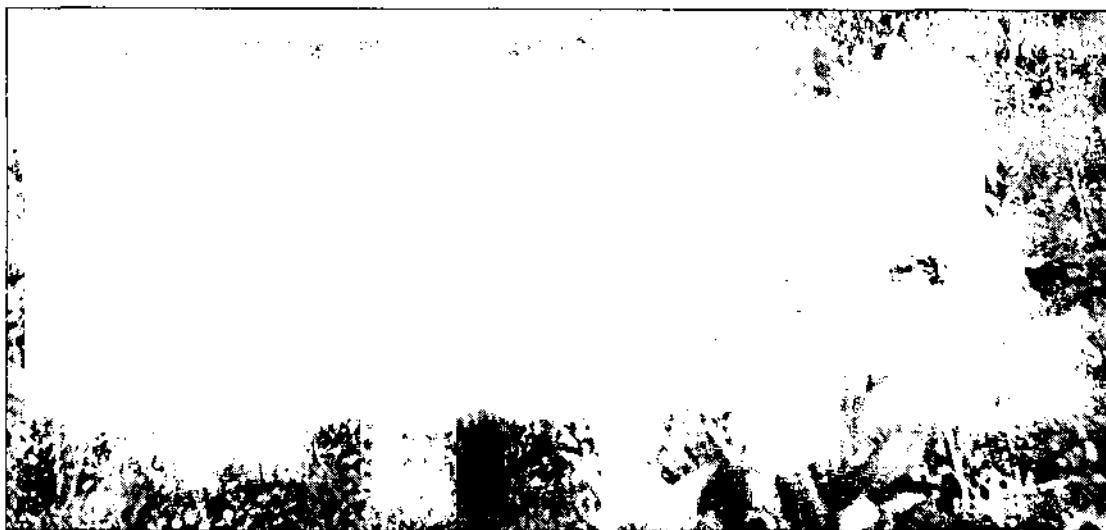


Рис. 9.3.1. Горно-луговые субальпийские почвы формируются под пышной луговой растительностью, часто с участием чемерицы Лобеля

Так, по данным А. Б. Саламова и М. Н. Хутинаева (1976), применение 120 кг/га азота в три приема (после каждого стравливания на фоне $P_{60}K_{60}$) повысило урожай трав в пересчете на сено от 18 до 45 ц/га на разнотравно-короткокожковом типе пастбищ и от 17 до 40 ц/га — на разнотравно-полевцевом. На сиббальдиево-разнотравном же лугу под действием $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайность сена увеличилась от 10,8 ц/га на контроле до 23 ц/га с удобрениями (Дзоблаев, 1966).

Таким образом, применение удобрений на альпийских пастбищах способствует повышению плодородия почв и увеличению продуктивности горных лугов.

9.3. Горно-луговые субальпийские почвы

В РСО-А площадь горно-луговых субальпийских почв составляет 26,8 тыс. га.

Под горно-луговыми субальпийскими мы понимаем почвы субальпийского пояса, сформированные под луговой растительностью на высоте 1800 — 2500 м на южных склонах и на высоте 1400—2400 м — на северных; имеющие плотный дерновый горизонт с хорошо выраженной мелкозернистой и мелкозернисто-пороховидной структурой гумусовых горизонтов и относительно равномерным распределением органического вещества ниже дернового горизонта. Это — дерново-луговые буровато-серые почвы суб-

альпийских лугов С. А. Захарова (1924); горно-луговые субальпийские светло-коричневые, коричневые и темно-коричневые почвы Е. В. Рубилина (1939); горно-луговые типичные Б. Фиалшева (1976) и В. М. Фридланда (1966); дерновые горно-луговые К. И. Маслюгина и С. Н. Дубошиной (1952); горно-луговые дерновые С. У. Керимханова (1977).

На горно-луговых субальпийских почвах сконцентрированы основные горные сенокосные и пастбищные массивы, так как климатические условия здесь мягче, чем в альпийском поясе, а рельеф имеет более спокойные формы.

Условия формирования. Горно-луговые субальпийские почвы формируются на всех экспозициях склонов под пышными разнотравно-злаковыми, разнотравно-злаково-бобовыми лугами с богатым красочным травостоем (часто с чемерицей Лобеля), достигающим 70 — 80 см высоты и значительной густоты (рис. 9.3.1).

Климатические условия довольно благоприятны для произрастания луговой растительности и накопления надземной (до 25 ц/га сухого вещества) и подземной (50 — 60 ц/га) биомассы.

Общая фитомасса (около 75 — 85 ц/га) не накапливается на поверхности, как у горно-луговых торфянистых почв, а минерализует-

ся с образованием гумусовых веществ. Этому способствует достаточно высокая биологическая активность почвенных микроорганизмов. В процессе минерализации растительных остатков щелочно-земельные элементы высвобождаются и принимают участие в почвообразовательном процессе; в частности, нейтрализуя гумусовые кислоты, образуют гуматы кальция и магния. Поэтому почвообразовательный процесс здесь протекает в условиях слабокислой реакции почвенной среды. Горно-луговые субальпийские почвы формируются в условиях хорошего дренажа. Почвообразующими породами для них служат элювио-делювий сланцев, известняков, песчаников и других пород.

Морфологическое строение профиля. Для морфологической характеристики горно-луговых субальпийских почв приведем описания профилей, заложенных в разных частях горной Осетии и сформировавшихся на разных почвообразующих породах.

Разрез 4022. Северный крутой склон (30°) Бокового хребта в районе с. Даргавс Республики Северная Осетия-Алания; высота н. у. м. 1710 м, растительность — злаково-бобовое разнотравье с флористическим составом: костер, овсец, тимфеевка, клевер, вика, тысячелистник, скабиоза, незабудка, манжетка и др.; угодье — сенокос в хорошем состоянии.

$A_d \frac{0-5}{5}$ см

Темно-бурый; влажный; мелкозернисто-пороховидной структуры; рыхлый; переплетен корнями, переход в следующий горизонт ясный.

$A \frac{5-23}{18}$ см

Бурый; свежий; мелкозернисто-пороховидной структуры; содержит включения отдельных мелких камней, много корней; переход в следующий горизонт заметный.

$AB \frac{23-45}{22}$ см

Бурый; свежий; мелкозернисто-комковатой структуры, рыхлый; содержит отдельные включения щебня, корни; переход заметный.

$B \frac{45-66}{21}$ см

Желто-бурый; свежий; комковато-пороховидной структуры;

содержит включения в виде отдельных камней, корней; переход ясный.

$BC \frac{66-84}{18}$ см

Свежий; светлее горизонта В; бесструктурный; плотный; отдельные камни; переход постепенный.

$C \frac{84-110}{26}$ см

Желто-бурая бескарбонатная глина.

Разрез 2020. Северо-восточный крутой (40°) склон Скалистого хребта в районе с. Ханаз Ирафского района; растительность — тимфеевка, костер, клевер, вика, шалфей, лядвенец, чабрец (по муравейникам), чертополох, манжетка и др.; угодье — пастбище в хорошем состоянии.

$A_d \frac{0-9}{9}$ см

Темно-бурый; свежий; зернисто-пороховидной структуры; рыхлый; имеются отдельные камни; густо переплетен корнями; переход заметный.

$A \frac{9-25}{16}$ см

Бурый; свежий; мелкокомковато-зернистой структуры; рыхлый; содержит отдельные камни, много корней; переход заметный.

$B \frac{25-35}{10}$ см

Светло-бурый; влажный; комковато-зернистой структуры; рыхлый; много камней (40%), имеются корни; переход ясный.

$C \frac{35-45}{10}$ см

Продукты разрушения глинистого сланца с небольшим количеством желто-бурого мелкозема.

Разрез 4100. Юго-восточный крутой (30°) склон в районе с. Камунта Ирафского района Республики Северная Осетия-Алания. Высота н. у. м. 2200 м; растительность — клевер, эспарцет, тимфеевка, мятлик, шалфей, василек, скабиоза, колокольчик, ятрышник, кровохлебка, подорожник, лютик, козлородник, сон-трава, незабудка, чемерица Лобеля и др.; угодье — сенокос, состояние хорошее.

$A_d \frac{0-9}{9}$ см

Темно-бурый; свежий; пороховидно-мелкозернистой структуры; рыхлый; отдельные мелкие камни; густо

Почва	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Диаметр фракций, мм; содержание, %						
			1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
Горно-луговая типичная на сланцах	A _d	0 — 5	5,11	32,48	40,33	10,25	8,88	2,95	22,08
	A	6 — 22	5,36	26,36	39,04	10,56	13,99	4,69	29,24
	B	46 — 62	6,45	24,31	38,28	10,86	15,70	4,40	30,96
	C	86 — 108	12,27	12,12	32,34	14,03	18,89	10,35	40,27
Горно-луговая типичная на элювио-делювии известняков Р. N 2020	A _d	0 — 9	6,61	30,46	24,6	15,13	16,56	6,61	38,30
	A	10 — 25	8,66	19,54	27,1	16,12	18,90	9,61	44,63
	B	25 — 35	9,22	24,87	16,6	14,53	21,82	12,92	49,27
Горно-луговая типичная на элювио-делювии известняков	A _d	0 — 9	4,34	25,26	28,82	10,86	18,71	12,01	41,58
	A	9 — 23	5,44	20,52	30,57	12,43	19,88	11,16	43,47
	B	23 — 53	5,77	21,58	27,53	15,61	13,39	16,12	45,12
	BC	53 — 75	8,50	23,75	23,74	11,84	14,66	17,51	44,01
Горно-луговая типичная на элювио-делювии серпентинита	A _d	0 — 10	7,35	34,89	31,68	12,82	5,48	7,78	26,08
	A	10 — 20	7,63	36,70	31,42	8,74	7,81	7,70	24,25
	AB	20 — 30	11,52	33,75	28,10	9,51	9,29	7,83	26,63
	B	40 — 50	17,63	25,35	23,52	13,91	5,79	13,80	33,50
	BC	60 — 70	28,15	17,53	26,07	3,65	9,74	14,86	28,25

состав, чем сформировавшиеся на сланцах и известняках. Если на гранитах и песчаниках почвы легкосуглинистые или даже супесчаные (содержание физической глины в верхних горизонтах колеблется от 19,3 до 20,8%), то на сланцах и известняках — средне- и тяжелосуглинистые (содержание физической глины в верхних горизонтах колеблется от 22,08 до 41,58%). При этом почвы, сформировавшиеся на известняках, имеют более тяжелый механический состав, чем образовавшиеся на сланцах (табл. 9.3.1).

Из данных таблицы 9.3.1 видно, что с глубиной по профилю почвы содержание в ней как илстой фракции, так и физической гли-

ны увеличивается, что, по-видимому, связано, во-первых, с внутрипочвенным оглиниванием; во-вторых, частичным обеднением ими верхнего горизонта вследствие эрозии; в-третьих, частичным иллювинованием их.

В составе механических фракций, независимо от почвообразующей породы, преобладают мелкий песок (0,25 — 0,05 мм) и крупная пыль (0,05 — 0,01 мм), причем последняя доминирует на сланцах (40,33% против 24,6 — 28,82 на известняках) и элювио-делювии известняков и сланцев.

Несмотря на значительное количество физической глины, в профиле горно-луговых типичных почв преобладают крупные меха-

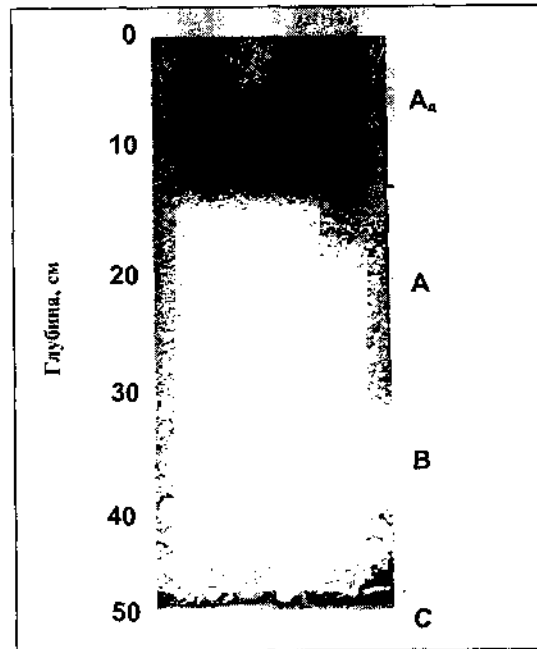


Рис. 9.3.2. Профиль горно-луговой субальпийской почвы

переплетен корнями; имеются ходы дождевых червей; переход в следующий горизонт заметный.

A $\frac{9-23}{14}$ см

Темно-бурый; свежий; пороховидно-мелкозернистой структуры; рыхлый; отдельные камни; много корней; имеются ходы дождевых червей; переход заметный.

B $\frac{23-53}{30}$ см

Бурый, с коричневым оттенком; свежий; мелкозернисто-комковатой структуры; рыхлый; отдельные камни; корни имеются; переход заметный.

BC $\frac{53-75}{22}$ см

Серый, с буроватым оттенком; свежий; комковатой структуры; рыхлый; много камней (30%); имеются отдельные корни; переход заметный.

C $\frac{75-85}{10}$ см

Элювио-делювий известняков с небольшой примесью светло-бурого мелкозема.

Разрез 1036. Юго-восточный крутой (45°) макросклон северо-восточной экспозиции склона второго порядка, высота н. у. м.

2300 м; растительность — злаково-бобовое разнотравье с флористическим составом: костер, овсяница, мятлик, клевер белый и розовый, шалфей, буквица, чертополох, лютик, тысячелистник, колокольчик, ятрышник, подорожник, манжетка и др.

A_d $\frac{0-10}{10}$ см

Темно-бурый, с коричневым оттенком; влажный; пылевато-пороховидно-мелкозернистой структуры; рыхлый; есть включения отдельных камней; густо переплетен корнями; имеются отдельные ходы червей; переход заметный.

A $\frac{10-30}{20}$ см

Темно-бурый, но светлее горизонта A_d; влажный; мелкозернисто-комковатой структуры; имеется много корней; переход заметный.

B $\frac{30-40}{10}$ см

Бурый; влажный; комковатой структуры; рыхлый; содержит щебень песчаника (20%); переход ясный.

C $\frac{40-50}{10}$ см

Элювио-делювий песчаника с небольшой примесью бурого мелкозема.

Из описаний морфологических признаков профилей горно-луговых субальпийских почв, сформированных на элювио-делювии основных почвообразующих пород и представленных здесь песчаниками, сланцами, известняками, четко видно, что: 1) дерновые горизонты на всех почвообразующих породах имеют темно-бурый или темно-бурый с коричневым оттенком цвет, горизонт A — темно-бурый, реже — бурый; горизонт B — чаще бурый, реже — светло- или желто-бурый; 2) генетические горизонты A_d и A, как правило, имеют пороховидно-мелкозернистую структуру; 3) почвы на крутых склонах южной и юго-восточной экспозиций имеют бурые тона, а на северных и слабопокатых склонах — более коричневые; первые плотнее; 4) почвенный профиль слабо дифференцирован (рис. 9.3.2).

Механический состав. В зависимости от почвообразующих пород механический состав горно-луговых субальпийских почв неодинаковый. Почвы, образовавшиеся на песчаниках, имеют более легкий механический

нические фракции, что говорит, во-первых, о молодости почв; во-вторых, о преобладании физического выветривания над биологическим и химическим. При этом, если количество мелкой пыли и илистой фракции с глубиной увеличивается, то количество среднего песка и крупной пыли уменьшается. Это опять-таки подтверждает факт наличия смыва мелкозема с верхнего горизонта почвы, и частично — обогащения его грубо-текстурным материалом с последующим физическим выветриванием. В результате этого и накапливаются в верхнем горизонте крупные механические фракции почвы.

Минералогический состав. Данные минералогического анализа показывают, что основными почвообразующими минералами горно-луговых субальпийских почв являются: лимонит, кварц, полевые шпаты, рутил и циркон. Лимонит, амфиболы и пироксены концентрируются в более крупной фракции (больше 0,1 мм), а лейкоксен, циркон, рутил и другие — в более мелкой (0,1 — 0,01 мм). Что касается минералов легкой фракции, то наибольшее количество кварца обнаруживается в более крупной части мелкозема, а полевые шпаты — в более легкой. В процессе почвообразования меняется содержание первичных минералов в профиле почв, что сопряжено с разной интенсивностью выветривания первичных минералов в их профиле.

Для горно-луговых субальпийских почв характерно накопление в профиле в процессе гипергенеза относительно устойчивых к разрушению минералов — лимонита и гетита (98 — 99%). Менее устойчивых к выветриванию минералов — циркона, рутила и хлоридов — в почвенных горизонтах содержится меньше, чем в породе. Если, например, в породе содержится циркона до 28%, то в почвенных горизонтах — всего 3 — 5%; хлоридов в породе обнаружено 5%, а в почвенных горизонтах — 0,4—0,5%, т. е. эти минералы почти полностью выветриваются.

Средние горизонты (А и В) горно-луговых субальпийских почв содержат меньше кварца, чем горизонты А_д и С. Это объясняется более интенсивным процессом оглинивания в средней части профиля и некото-

рым выносом илистых частиц из дернового горизонта. Полевые шпаты в процессе почвообразования тоже подвергаются выветриванию, поэтому в почвенных горизонтах их значительно меньше, чем в породах. Термический анализ илистой фракции, выделенной из горно-луговой субальпийской почвы, показывает, что при выветривании первичных минералов синтезируются вторичные. На термограммах (рис. 9.3.3) довольно четко фиксируются эндотермические эффекты гидрослюды и каолинита. Гидрослюды фиксируются в интервалах 50 — 200° с максимумом 100° и 560 — 650°; первый эффект — наиболее интенсивный за счет присутствия монтмориллонита. Первая эндотермическая реакция совпадает со второй, а экзотермическая реакция фиксируется в интервале 900 — 1000°. Экзотермическая реакция в интервале около 350 — 400° объясняется выгоранием органического вещества.

Валовой химический состав. Горно-луговые субальпийские почвы в зависимости от почвообразующих пород имеют неодинаковый валовой химический состав. Сформированные на элювио-делювии глинистых сланцев и серпентинитах содержат больше оксида кремния и окиси алюминия, чем сформированные на известняках; это находится в прямой зависимости от наличия указанных элементов в почвообразующих породах. Так, в сланцах и серпентинитах содержится оксида кремния от 54,20 до 61,0%, а в известняках — 2,02%. Соответственно, в верхних горизонтах почв, сформированных на этих породах, содержится окиси кремния 52,4—58,6% — на сланцах и серпентинитах, 44,5—49,6% — на известняках. Окиси алюминия значительно больше в почвах на сланцах (в горизонте А — 16,7—18,6%), чем на известняках (16,0%) и особенно серпентинитах (12,55%) (табл. 9.3.2).

В почвах на известняках, несмотря на небольшое количество в почвообразующей породе железа (0,31%), содержится примерно такое же его количество (5 — 6%), как в почвах на глинистых сланцах (5 — 7%) и серпентинитах (6 — 7%), почвообразующие

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНО-ЛУГОВЫХ СУБАЛЬПИЙСКИХ ПОЧВ

Таблица 9.3.2

Горизонт	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Потери при прок.	CO ₂	SiO ₂		SiO ₂		SiO ₂	
															Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Разрез 4022. Горно-луговая субальпийская на сланцах																				
A ₂	0 — 5	46,50	12,50	0,85	5,50	0,32	0,04	1,75	1,55	1,72	0,87	0,12	27,83	0,50	3,72	8,45	8,45	2,58	2,58	
A	6 — 22	57,90	16,70	1,02	6,64	0,23	0,04	0,49	1,55	2,03	1,00	0,10	11,94	0,50	3,47	8,72	8,72	4,34	4,34	
B	46 — 22	58,60	17,90	1,04	6,40	0,22	0,04	0,42	1,80	2,27	1,04	0,17	9,63	0,50	3,53	9,41	9,41	2,60	2,60	
C	86 — 108	61,00	17,30	0,96	6,48	0,16	0,04	0,70	2,10	2,64	1,40	0,10	6,76	0,50	3,53	9,41	9,41	2,60	2,60	
Разрез 4100. Горно-луговая субальпийская на карбонатах																				
A ₂	0 — 9	48,30	15,50	0,83	5,90	0,24	0,04	3,43	0,35	2,22	0,80	0,20	21,80	1,98	3,12	8,18	8,18	2,25	2,25	
A	9 — 23	49,60	16,00	0,85	6,20	0,22	0,05	4,55	1,05	2,11	0,80	0,18	17,81	1,98	3,10	8,00	8,00	2,23	2,23	
B	23 — 53	44,50	13,70	0,77	6,00	0,13	0,03	13,94	1,05	1,68	0,76	0,10	16,97	10,78	3,25	7,42	7,42	2,26	2,26	
BC	53 — 75	47,50	14,70	0,76	6,20	0,14	0,04	12,26	0,95	1,82	0,78	0,10	14,38	6,82	3,23	7,66	7,66	2,27	2,27	
C	75 — 83	42,02	10,60	0,04	0,31	0,03	0,01	53,63	0,20	0,10	0,05	0,05	42,50	42,00	3,25	6,52	6,52	2,22	2,22	
Разрез 2020. Горно-луговая субальпийская на сланцах																				
A _n	0 — 9	46,30	13,80	0,77	5,92	0,25	0,03	2,03	1,55	2,10	1,05	0,43	25,54	1,32	3,35	7,82	7,82	2,33	2,33	
A	10 — 25	55,90	18,05	0,90	7,10	0,21	0,04	0,84	2,15	2,57	1,22	0,56	11,00	0,50	2,95	7,88	7,88	2,14	2,14	
B	25 — 35	57,40	18,60	0,90	7,17	0,20	0,06	0,77	1,65	2,44	1,27	0,25	9,01	0,50	3,09	8,00	8,00	2,23	2,23	
C	35 — 45	59,30	20,20	0,91	5,70	0,18	0,04	0,63	1,80	1,88	1,27	0,20	6,54	0,50	2,94	1,04	1,04	2,29	2,29	

Разрез 2001. Горно-луговая субальпийская на серпентинитах																	
A ₃	0 — 10	52,40	11,75	0,76	6,30	0,35	0,07	1,68	2,90	2,00	1,10	0,17	20,05	0,50	4,46	8,31	2,90
A	10 — 20	57,40	12,55	0,84	6,60	0,33	0,06	2,10	2,70	2,08	1,10	0,12	14,57	0,50	4,54	8,63	2,98
AB	20 — 30	56,20	13,00	0,85	6,40	0,33	0,06	2,24	2,90	1,94	1,20	0,10	14,55	0,50	4,32	8,79	2,95
B	40 — 50	58,00	12,55	0,96	6,90	0,31	0,08	3,01	3,55	2,00	1,32	0,10	11,02	0,50	4,62	8,40	2,98
BC	60 — 70	57,60	13,75	0,90	7,25	0,36	0,08	4,13	2,25	2,00	1,72	0,14	9,38	1,32	4,19	7,94	2,74
C	70 — 80	54,20	13,65	0,90	7,40	0,45	0,08	5,74	7,00	3,17	2,87	0,13	4,14	1,76	3,98	7,32	2,57

Таблица 9.3.3

ВАЛОВОЙ СОСТАВ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СУБАЛЬПЕЙСКИХ ПОЧВАХ (мг/кг почвы)

Разрез 4022. Горно-луговая субальпийская на сланцах																
Генетический горизонт	Глубина, см	Ni	Cu	V	Cr	Zn	W	Pb	Co	Mo	Sn	Ge	Ga	Bi	Sr	Ba
A ₃	0 — 5	40	45	150	40	60	10	25	20	2,0	5	2	15	10	400	600
A	6 — 32	50	40	150	50	80	10	40	16	2,0	5	2	20	10	400	300
B	40 — 62	40	45	150	60	80	10	20	16	2,0	5	2	20	10	400	300
C	86 — 108	45	52	150	80	100	10	22	16	2,0	5	2	20	10	400	300

Разрез 4100. Горно-луговая субальпийская на карбонатах																
Генетический горизонт	Глубина, см	Ni	Cu	V	Cr	Zn	W	Pb	Co	Mo	Sn	Ge	Ga	Bi	Sr	Ba
A ₃	0 — 9	35	53	150	50	60	10	20	20	1,0	5	2	20	10	400	400
A	9 — 23	40	50	100	40	60	10	20	20	1,0	5	2	20	10	400	400
B	23 — 53	25	48	80	80	50	20	20	15	2,0	5	2	15	10	400	300
C	53 — 75	40	50	100	80	60	10	25	20	2,5	5	2	15	10	400	300

Разрез 2020. Горно-луговая субальпийская на сланцах																
Генетический горизонт	Глубина, см	Ni	Cu	V	Cr	Zn	W	Pb	Co	Mo	Sn	Ge	Ga	Bi	Sr	Ba
A ₃	0 — 9	50	60	150	50	60	10	19	20	2,0	5	2	20	10	400	500
A	10 — 25	40	60	100	50	80	10	40	20	1,0	5	2	20	10	400	300
B	25 — 35	50	50	150	50	80	10	40	20	2,0	5	2	20	10	400	300
C	35 — 45	50	55	—	—	—	20	37	20	2,0	5	—	—	—	—	—

Разрез 2021. Горно-луговая субальпийская на серпентинитах																
Генетический горизонт	Глубина, см	Ni	Cu	V	Cr	Zn	W	Pb	Co	Mo	Sn	Ge	Ga	Bi	Sr	Ba
A ₃	0 — 10	60	40	150	60	60	10	19	23	1,0	5	2	20	10	400	500
A	10 — 20	50	30	150	100	60	10	23	25	1,0	5	2	30	10	400	500
AB	30 — 40	60	30	150	100	80	10	14	25	1,5	5	2	30	10	400	400
B	40 — 50	70	60	150	200	60	10	16	25	1,0	5	2	30	10	400	400
BC	60 — 70	80	65	150	400	100	10	20	25	1,5	5	2	20	10	400	400

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНО-ЛУГОВЫХ СУБАЛЬПЕЙСКИХ ПОЧВ

Таблица 9.3.4

Генетический горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Азот общий, %	Азот гидролизуемый, мг/100 г	Калий обменный, мг/100г	Фосфор подвижный, мг/100 г	pH	Гидролитич. к-ть, мг/экв на 100 г	Сумма поглощенных оснований	Ca	Mg	Степень насыщ. основ., %	Влажность, %
Разрез 4022. Горно-луговая субальпийская на сланцах													
A ₃	0 — 5	13,18	0,77	—	39,5	4,55 ч	5,6	15,88	29,2	16,8	4,8	64,77	5,7
A	6 — 22	6,46	0,71	—	11,25	1,0 к	5,3	20,82	9,0	5,6	1,2	30,18	4,2
B	46 — 62	4,20	0,40	—	5,3	0,7 к	5,3	14,89	6,6	4,4	0,4	30,71	3,0
C	86 — 108	—	—	—	6,5	4,55 ч	6,5	4,37	17,0	12,0	3,2	79,55	2,9

Разрез 4100. Горно-луговая субальпийская на известняках												
	0—9	13,8	1,41	7,0	47,7	3,52	7,2	1,96	35,2	29,8	5,4	94,7
A ₁												6,1
A	9—23	8,5	0,93	7,28	22,7	2,06	7,9	0,31	30,0	27,4	2,6	99,0
B	23—53	2,05	0,24	8,96	6,5	0,85	8,6	0,52	22,0	20,6	1,4	97,7
C	53—75	—	—	7,84	6,5	0,65	8,6	0,41	21,6	18,8	2,8	98,10
Разрез 2020. Горно-луговая субальпийская на сланцах												
A ₁	0—9	14,5	1,36	6,44	30,3	3,46	7,1	1,50	38,6	26,4	9,2	96,30
A	10—25	5,0	0,48	6,72	16,2	1,06	7,1	1,55	21,6	17,0	4,6	93,30
B	25—35	3,30	0,45	6,72	11,75	0,78	7,1	1,66	20,0	15,0	5,0	92,30
Разрез 2001. Горно-луговая субальпийская на серпентинитах												
A ₁	0—10	14,0	1,65	8,09	51,0	4,74	7,6	1,24	31,6	25,8	5,8	96,0
A	10—20	9,35	0,89	6,35	33,0	1,82	8,0	0,61	98,6	23,8	5,8	97,90
AB	20—30	8,45	1,07	7,81	26,75	2,3	8,5	0,42	35,6	25,4	10,2	98,80
BC	40—50	5,65	0,9	5,88	18,75	0,78	8,8	0,49	28,4	20,2	8,2	98,3
C	60—70	—	—	5,88	16,75	0,65	8,8	0,24	25,6	18,8	6,8	99,0
Разрез 1036. Горно-луговая субальпийская на песчанниках												
A ₁	0—10	22,2	2,0	—	19,0	2,8	5,4	14,3	30,2	26,5	3,7	—
A	10—30	13,9	1,5	—	9,0	1,0	4,9	15,6	19,9	16,9	3,0	—
B	30—40	10,3	1,2	—	10,5	0,6	4,6	14,6	14,2	13,4	0,8	—
C	40—50	—	—	—	5,0	0,7	4,5	4,2	4,1	3,3	0,8	—

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ГОРНО-ЛУГОВЫХ СУБАЛЬПИЙСКИХ ПОЧВ

Таблица 9.3.5

Варианты опыта	Урожай сухой массы, ц/га	Прибавка сухой массы	
		ц/га	%
Контроль без удобрений	18,0	—	100
N ₆₀	39,5	21,5	219,4
P ₆₀	35,0	17,0	194,4
K ₆₀	24,5	6,5	136,1
N ₆₀ P ₆₀	48,0	30,0	266,7
N ₆₀ K ₆₀	42,0	24,0	233,3
P ₆₀ K ₆₀	36,0	18,0	200,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,5	31,5	275,0
НСР _{0,95}	1,56	—	—

породы которых более богаты этим элементом (5,7 — 7,4%).

Содержание валового фосфора в рассматриваемых почвах довольно высокое (0,24 — 0,35%). При этом в почвах на глинистых сланцах и известняках обнаруживается четкое его биологическое накопление, особенно в дерновом горизонте (0,25 — 0,32%). Однако наибольшее количество этого элемента найдено в почвах на серпентинитах (0,35%), где почвообразующие породы также содержат фосфора больше (0,45%), чем глинистые сланцы (0,16 — 0,18%) и известняки (0,03%). Это обстоятельство и маскирует биологическое накопление его в почвах на серпентинитах.

Что касается марганца, то его содержание в рассматриваемых почвах ниже (0,04 — 0,07%) кларка в литосфере (0,09%) и среднего содержания в почвах (0,08%). Однако при этом надо отметить, что почвы на серпентинитах содержат этого элемента больше (0,06 — 0,07%), чем на сланцах и известняках (0,03 — 0,04%).

В горно-луговых субальпийских почвах, формирующихся на сланцах, содержание кальция и магния как в почвообразующей

породе, так и в почве меньше кларкового значения их в литосфере. Так, в почвообразующей породе (в сланцах) содержание кальция и магния составляет соответственно 0,63 — 0,70 и 1,8 — 2,10% против кларка их в литосфере соответственно 3,6 и 2,1%.

При небольшом содержании этих элементов в почвообразующей породе четко проявляется их биологическое накопление в верхнем (A_d) горизонте.

В горно-луговых субальпийских почвах, сформированных на элювно-делювиальных известняках и серпентинитах, содержание кальция и магния равно кларковому значению их в литосфере, но в почвообразующей породе количество их значительно увеличивается. Так, количество кальция в известняках составляет 53,63%, а в серпентинитах — 7,0%. В связи с высоким содержанием этого элемента в почвообразующих породах биологическое накопление его маскируется.

Содержание калия и натрия как в глинистых сланцах, известняках и серпентинитах, так и в почвах, сформировавшихся на них, ниже кларкового значения их в литосфере. Так, содержание натрия и калия колеблется в почвах: натрия — от 1,05 до 0,87%, калия

Варианты опыта	Урожай сухой массы, ц/га	
	год действия	последствие на второй год
Контроль без удобрений	19,2	19,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀ — фон	47,3	33,7
Фон + бордотолит (100 кг/га)	41,2	33,3
Фон + йод (2 кг/га)	40,6	30,3
Фон + медь (6 кг/га)	49,6	33,0
Фон + марганец (5 кг/га)	53,7	31,5
Фон + цинк (5 кг/га)	51,2	34,6
Фон + молибден (3 кг/га)	51,1	33,7

— от 2,2 до 1,7%, а кларковое значение их в литосфере составляет соответственно 2,64 и 2,6%. Особенно низкое содержание этих элементов в почвах, сформированных на серпентинитах, соответственно 0,10 — 0,17 и 1,10 — 1,32%.

Хотя рассматриваемые почвы богаты органическим веществом, но содержание в них серы небольшое — 0,12—0,43%.

Содержание CO₂ довольно высокое в почвах на известняках (1,98 — 10,78%) и серпентинитах (4,5 — 4,6%). Что касается почв, сформированных на сланцах, то содержание CO₂ в них невысокое (0,5%) и в профиле почв практически не меняется.

Отношение кремния к полуторным окислам довольно узкое, что говорит о незначительной химической дифференциации почвенного профиля.

Результаты исследований уровня микроэлементов в горно-луговых субальпийских почвах, сформированных на элювно-делювиальных породах, особых различий в их содержании не обнаруживает (табл. 9.3.3), хотя содержание никеля, цинка, меди значительно больше в почвах, сформированных на серпентинитах (соответственно 60 — 80, 60 — 100, 40 — 65 мг/кг почвы), чем

на сланцах и особенно известняках. Что касается свинца, то количество его значительно больше в почвах на сланцах (25 — 40 мг/кг) против 19 — 20 мг/кг в почвах, сформированных на известняках и серпентинитах).

Содержание молибдена в рассматриваемых почвах соответствует его кларковому значению в литосфере (2 мг/кг почвы), за исключением почв, сформированных на серпентинитах, в которых количество его в два раза меньше (1,0 мг/кг почвы).

Из всех рассматриваемых микроэлементов четкое биологическое накопление обнаружено у бария, меди и частично — кобальта.

Физико-химические свойства. Горно-луговые субальпийские почвы в дерновом горизонте гумуса содержат меньше (13,2 — 22,2%), чем горно-луговые торфянистые и дерново-торфянистые (13,6 — 31,6%). В горно-луговых субальпийских почвах он по профилю распределяется более равномерно, чем в горно-луговых торфянистых почвах, хотя и здесь дерновые горизонты содержат в два раза больше органического вещества, чем горизонт А (табл. 9.3.4). Практически почвы, сформированные на сланцах, известняках и серпентинитах, содержат примерно одинаковое количество

гумуса в дерновом горизонте (13,2 — 14,5%). А в гумусово-аккумулятивном горизонте гумуса содержится больше, чем в почвах, сформированных на серпентинитах (9,35%) и известняках (8,5%) по сравнению с почвами, сформированными на сланцах (5,0 — 6,46%).

По содержанию гумуса резко выделяются почвы, которые сформировались на песчанниках. В дерновом горизонте их гумуса содержится 22,2%, а в гумусово-аккумулятивном — 13,9%. Они богаты и общим азотом, в соответствии с содержанием гумуса количество которого колеблется в пределах 1,36 — 2,0%. При этом наибольшее содержание общего азота (2,0%) обнаруживают почвы на песчанниках, которые содержат и больше гумуса, меньше (1,36%) — почвы на сланцах. Однако, несмотря на высокое содержание и гумуса, и общего азота (как это свойственно всем горным почвам), рассматриваемые почвы бедны гидролизующим азотом. Содержание его в дерновом горизонте колеблется в пределах 6,44 — 8,09 мг/кг почвы.

Горно-луговые субальпийские почвы, несмотря на высокое содержание валового фосфора (0,32 — 0,35%), очень бедны подвижными его формами. В дерновом горизонте содержание подвижного фосфора колеблется в пределах 2,8 — 4,7 мг/100 г почвы. При этом наименее обеспечены фосфором почвы, сформированные на песчанниках (2,8 мг/100 г). Калием все почвы, независимо от почвообразующих пород, высоко обеспечены. Содержание обменного калия в дерновом горизонте, в зависимости от почвообразующих пород, колеблется от 30,3 до 51,0 мг/100 г почвы.

Реакция почвенной среды в дерновом горизонте — слабнокислая (рН 5,6), с глубиной она становится нейтральной и даже слабощелочной (рН 7,6 — 8,0). Гидролитическая кислотность значительна (14,3 — 15,9 мг/экв на 100 г почвы) только в почвах на сланцах и песчанниках. В почвах же, сформированных на известняках и серпентинитах, она небольшая — 1,24—1,50 мг/экв на 100 г почвы.

Рассматриваемые почвы обнаруживают достаточно высокое содержание кальция в составе поглощающего комплекса (16,8 —

29,8 мг/экв на 100 г почвы) и магния (4,8 — 9,2 мг/экв на 100 г). Сумма поглощенных оснований колеблется в пределах 29,2 — 38,6 мг/экв на 100 г почвы.

Насыщенность горно-луговых субальпийских почв (особенно вариантов на известняках и серпентинитах) основаниями высокая. Она колеблется в пределах 94,7 — 96,3%.

Повышение плодородия горно-луговых субальпийских почв. Из приведенных выше данных анализов химического состава горно-луговых субальпийских почв видно, что несмотря на богатство валовыми формами макро- и микроэлементов, они бедны их доступными для растений формами. Кроме того, почвы, сформировавшиеся на элювно-делювиальных сланцах, особенно на склонах северной экспозиции, имеют кислую реакцию почвенной среды, что также снижает их плодородие. Снижению плодородия рассматриваемых почв способствует также нарушение естественного малого биологического круговорота веществ. На рассматриваемых почвах сконцентрированы большие площади естественных сенокосов и пастбищ. Ежегодный вынос элементов минерального питания с сеном и животноводческой продукцией практически не компенсируется внесением удобрений, что приводит к истощению этих почв азотом, фосфором и некоторыми микроэлементами. Поэтому применение микро- и макроудобрений, а также известковых материалов является наиболее быстрым и мощным фактором повышения плодородия почв.

Из макроудобрений применение азота наиболее эффективно (табл. 9.3.5), как отдельно, так и в парном сочетании с фосфором. Урожай сухой массы увеличился соответственно на 21,5 и 30 ц/га. Менее эффективно применение фосфорных удобрений, хотя они дают значительную прибавку урожая сухой массы (P₆₀ — 17, N₆₀P₆₀ — 30 и P₆₀K₆₀ — 18 ц/га).

В рассматриваемых почвах содержится большое количество как валового, так и обменного калия, но все же луговые травы на внесение калийных удобрений реагируют. Так, внесение одних калийных удобрений повысило урожай сена на 6,5 ц/га при урожае

Варианты опыта	Средний урожай за 4 года, ц/га	Прибавка сухой массы, ц/га	
		общая	от извести
Контроль - без извести	15,0	—	—
CaCO ₃ — 4 т/га	19,4	4,4	4,4
CaCO ₃ — 6 т/га	20,2	5,2	5,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ — фон	34,8	19,8	—
Фон + CaCO ₃ — 4 т/га	40,0	25,0	5,2
Фон + CaCO ₃ — 6 т/га	41,6	26,6	6,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₆₀ — фон	51,4	36,4	—
Фон + CaCO ₃ — 4 т/га	57,4	42,4	6,0
Фон + CaCO ₃ — 6 т/га	59,3	44,3	7,9
НСР _{0,95 10/га}	3,4	—	—

на контроле 18 ц/га. Однако наиболее эффективным оказалось применение полного минерального удобрения N₆₀P₆₀K₃₀, которое почти в три раза увеличило урожай сена.

Из микроудобрений наиболее эффективными оказались марганцевые, цинковые и молибденовые, которые увеличили урожай сена по сравнению с фоном соответственно на 6,3; 3,9 и 3,8 ц/га (табл. 9.3.6). Медные удобрения не оказали существенного влияния на увеличение урожая, что связано с высокой обеспеченностью почв этим элементом. Что касается борных и йодных удобрений, то они, особенно йодные, даже снизили его, но зато оказали существенное положительное влияние на химический состав трав субальпийских лугов: содержание йода в сене увеличилось в 5 — 7 раз. Кроме того, микроудобрения способствуют снижению в сене содержания окиси калия от 2,5 до 1,7%,

тем самым улучшая его кормовую ценность и уменьшая вынос этого элемента. Важным средством повышения плодородия кислых горно-луговых субальпийских почв является внесение молотого известняка как отдельно, так и совместно с минеральными удобрениями (табл. 9.3.7).

Из данных таблицы 9.3.7 видно, что известкование кислых горно-луговых субальпийских почв повышает урожай сухой массы субальпийских лугов на 4,4 — 7,9 ц/га. При этом эффективность внесения известковых материалов повышается на фоне основных минеральных удобрений N₆₀P₆₀K₃₀. Если без основных минеральных удобрений прибавка урожая составила 4,4 — 5,2 ц/га, то на фоне N₆₀P₆₀K₃₀ — 5,2—6,8 ц/га. С увеличением дозы извести до 6 т/га и основных минеральных удобрений до N₁₂₀P₁₂₀K₆₀ прибавка урожая сена составила 7,9 ц/га.

Таким образом, увеличение доз извести и основных удобрений, как при отдельном, так и совместном внесении, способствовало большему увеличению плодородия почвы.

9.4. Горно-луговые альпийские и субальпийские темноцветные почвы

В РСО-А горно-луговые темноцветные (альпийские и субальпийские) почвы занимают 21,2 тыс. га. Впервые на наличие их в горах обратил внимание С. А. Захаров (1932), назвавший их черновато-бурыми черноземовидными почвами, формирующимися под более сухими альпийскими лугами с большим участием овсяницы пестрой. Э.Н. Молчанов (1973) использовал термин «горно-луговые темноцветные» применительно к почвам альпийского и субальпийского поясов, формирующихся на карбонатных породах. При этом в системе таксономических единиц он рассматривал их на уровне рода.

Мы рассматриваем эти почвы на уровне подтипа — на основании того, что они формируются в специфических биоклиматических условиях, отличающихся большей сухостью климата и суммой положительных температур; в профиле почвы происходит интенсивное химическое и биологическое выветривание первичных минералов с обра-

зованием вторичных; продукты выветривания не подвергаются интенсивному выщелачиванию, в результате темноцветные почвы более насыщены основаниями, чем горно-луговые торфянистые и дерново-торфянистые.

Ежегодно в почву поступает большое количество органического вещества, которое гумифицируется с образованием относительно конденсированных органических кислот; реакция почвенной среды слабокислая. В то же время рассматриваемые почвы несут признаки горно-луговых почв (скелетность, выщелоченность от карбонатов, слабая дифференциация генетических горизонтов и пылеватость структуры).

Таким образом, под горно-луговыми темноцветными почвами мы понимаем почвы, имеющие темно-серый или темно-серый с буроватым оттенком цвет почвенной массы, характеризующиеся высокой степенью насыщенности основаниями и формирующиеся на южном склоне Скалистого и Бокового хребтов, в пределах высот 2400 — 2700 м, в условиях небольшого количества атмосферных осадков (500 мм), но хорошо обеспеченные влагой за счет выпадения росы; на породах, богатых карбонатами (известняки, песчаники и аспидные сланцы, обогащен-



Рис. 9.4.1. Под пестрой овсяницей формируются горно-луговые темноцветные почвы

ные карбонатами); преимущественно под пестрой овсяницей (рис. 9.4.1).

Субальпийский вариант этих почв формируется на северных склонах Скалистого и Пастбищного хребтов под разнотравно-злаковыми лугами с большим участием овсяницы пестрой, на элювио-делювии известняков в условиях достаточного (600 мм осадков) увлажнения на высотах 1500 — 2200 м н. у. м. Два этих варианта горно-луговых темноцветных почв очень близки между собой как по морфологическому строению, так и по физико-химическим свойствам.

Строение профиля. Для характеристики морфологического строения горно-луговых темноцветных почв приведем описание двух профилей.

Разрез 100. Республика Северная Осетия-Алания; Дигорское ущелье; урочище Харес; пологий крутой (45°) склон; высота н. у. м. 2250 м; растительность — пестрая овсяница (основной фон), манжетка, щавель, осот, тимфеевка, мятлик, шиповник карликовый и др.; угодье — пастбище, состояние хорошее.

$A_d \frac{0-8}{8}$ см

Свежий; темно-серый с буроватым оттенком; пылевато-непрочно-мелкозернистой структуры; рыхлый; отдельные камни; густо переплетен корнями; переход в следующий горизонт заметный.

$A \frac{8-29}{21}$ см

Свежий; темно-серый, пылевато-пороховидной структуры; рыхлый; пористый; отдельные более крупные, чем в горизонте A_d включения сланца; много корней; переход ясный.

$B \frac{29-46}{17}$ см

Свежий; темно-бурый с коричневым оттенком; мелкокомковато-пылевой структуры; включения щебня (40%); имеются корни; переход ясный.

$C \frac{46-56}{10}$ см

Обломки аспидного сланца разной крупности, между которыми небольшая примесь бурого мелкозема.

Разрез 6. Республика Северная Осетия-Алания; Ирафский район; урочище Тагар; северный крутой (25°) склон Скалистого

хребта; высота н. у. м. 1700 м; растительность — разнотравно-пестроовсяничный луг, состоящий преимущественно из овсяницы пестрой, вейника, мятлика, манжетки, шалфея, подорожника и др.

$A_d \frac{0-5}{5}$ см

Влажный; темно-бурый; пылевато-непрочно-мелкозернистой структуры; рыхлый; густо переплетен корнями; имеются отдельные ходы дождевых червей; переход в следующий горизонт ясный.

$A \frac{5-20}{15}$ см

Влажный; темно-серый, с коричневатым оттенком; пылевато-пороховидной структуры; рыхлый; пористый; имеется много корней; отдельные ходы червей; переход ясный.

$B \frac{20-38}{18}$ см

Влажный; бесструктурный; имеются отдельные корни; переход резкий.

$C \frac{38-48}{10}$ см

Элювио-делювий известняка с небольшой примесью мелкозема желто-бурого цвета.

Механический состав. Механический состав горно-луговых темноцветных почв, в зависимости от литологического состава почвообразующих пород, меняется от супесчаного до среднесуглинистого, но в целом преобладают легкосуглинистые разности. Почвы, сформировавшиеся на элювио-делювии известняков, имеют более тяжелый механический состав, чем сформированные на других породах. Горно-луговые темноцветные почвы менее каменисты по сравнению с горно-луговыми торфянистыми (и особенно примитивными) почвами. Это частично подтверждает сделанный ранее вывод о более интенсивном выветривании горных пород в этих почвах и более зрелом их возрасте. Однако и здесь надо отметить большую каменистость профилей почв, формирующихся на элювио-делювии сланцев, по сравнению с образовавшимися на известняках (табл. 9.4.1).

Из данных таблицы 9.4.1 видно, что в профиле горно-луговых темноцветных почв преобладают фракции мелкого песка и

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ТЕМНОЦВЕТНЫХ ПОЧВ

Таблица 9.4.1

Почва	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Каменистая часть		Диаметр фракций, мм; содержание, %						
			1-3 мм	> 3 мм	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	< 0,01
Горно-луговая темноцветная на элювио-делювии сланцев	A_d	0 — 8	82,5	17,5	0,12	39,81	47,95	6,03	2,98	3,11	12,12
	A	10 — 20	69,9	30,1	9,61	29,08	50,36	6,82	0,94	3,19	10,95
	B	30 — 40	76,4	23,6	47,65	16,98	20,41	7,83	4,78	2,35	14,96
	A_d	0 — 7	89,1	10,9	2,55	50,65	35,19	5,45	5,34	0,82	11,61
Горно-луговая темноцветная на элювио-делювии известняков	A	7 — 16	93,4	6,6	4,09	28,15	49,14	5,80	8,23	4,59	18,62
	B	16 — 33	96,6	2,4	4,96	35,91	28,74	13,41	12,39	4,59	30,39
	C	33 — 49	91,0	9,1	9,97	12,76	28,94	11,57	20,29	16,57	48,33
	A_d	0 — 5	—	—	22,4	19,71	38,3	6,0	2,9	11,0	19,9
Горно-луговая темноцветная на элювио-делювии известняков	A	10 — 20	—	—	8,4	15,5	40,6	11,5	14,1	10,1	35,7
	B	25 — 35	—	—	4,8	22,0	33,9	13,1	15,5	10,8	39,4

крупной пыли. В распределении их по профилю отмечается постепенность уменьшения содержания от верхнего горизонта (A_d) к породе. Наличие же илстой фракции (частиц меньше 0,001 мм в диаметре) в этих почвах небольшое. Верхние горизонты горно-луговых темноцветных почв относятся к супесчаным и легкосуглинистым. С глубиной по профилю почв содержание как илстых частиц, так и физической глины возрастает.

Дифференциация механических частиц в профиле органогенных почв объясняется высоким содержанием гумуса (22,2%) в верхних горизонтах, который при механическом анализе, естественно, не диспергируется до размеров коллоидов минеральной массы и определяется в составе мелкого песка и крупной пыли.

Таким образом, за счет органического вещества увеличивается фракция мелкого песка и крупной пыли, а содержание илстой фракции и физической глины в целом уменьшается. Однако содержание их увеличивается вниз по профилю, по мере уменьшения органического вещества и увеличения доли минеральной массы. Вместе с тем можно допустить некоторый вынос илстых частиц из верхних горизонтов и накопление их в нижних, особенно в почвах, формирующихся на северном склоне Скалистого и Пастбищного хребтов, где более интенсивно складывается промывной водный режим.

Перераспределение механических фракций по профилю горно-луговых почв Р. В. Ковалев (1973) связывает с процессами иллювирувания. Обратную закономерность, т. е. уменьшение содержания фракций крупнее 0,05 мм и увеличение содержания более мелких фракций от нижних горизонтов к верхним, находит в горно-луговых почвах В. М. Фридланд (1966) и связывает это с активным выветриванием первичных минералов в профилях этих почв.

Минералогический состав. Минералогический анализ горно-луговых темноцветных почв показывает, что основными породообразующими минералами в них являются: из тяжелой фракции — лимонит (68 — 69%), циркон (52 — 67%), рутил (15 — 20%), амфи-

болы (1 — 10%) и пироксены (до 8%), а из легкой — кварц (40 — 60%) и полевые шпаты (рис. 9.4.2). При этом надо отметить, что лимонит, амфиболы и пироксены концентрируются во фракции более 0,1 мм, а полевые шпаты, кварц, циркон, рутил и лейкоксен — во фракции 0,1 — 0,01 мм в диаметре. С глубиной по профилю почв содержание кварца увеличивается, а циркона, амфиболов и пироксенов — уменьшается. Наибольшее количество полевых шпатов находится в средней части профиля.

Термическое исследование илстой фракции показывает, что во всех генетических горизонтах рассматриваемых почв отчетливо обнаруживается первый эндотермический эффект гидрослюды в интервале 50 — 200°C, с максимумом 100°. Он усилен, по-видимому, за счет примеси монтмориллонита. Второй эндотермический эффект очень слабый и едва улавливается около 600°. В профиле почв наиболее четко проявляется эндотермический эффект гидрослюды, усиленный монтмориллонитом в верхнем горизонте. Вниз по профилю эта контрастность снижается.

Таким образом, изучение минералогического состава горно-луговой темноцветной почвы показывает, что распределение в профиле почв как первичных, так и вторичных минералов неодинаковое; наиболее богаты вторичными минералами горизонты A_d и A . Из вторичных минералов встречаются в основном гидрослюды, что подтверждается и химическим анализом.

Валовой химический состав. Валовой химический состав горно-луговых темноцветных почв позволяет установить следующие закономерности, типичные для органогенных почв: 1) в гумусово-аккумулятивных горизонтах наблюдается относительная биогенная аккумуляция фосфора, марганца и серы; 2) содержание алюминия, железа, оксида кремния и калия возрастает к породе. Увеличение калия к породе объясняется наличием здесь гидрослюды, богатой калием (10%). Почвообразующие породы оказывают значительное влияние на химический состав почв, образовавшихся на них (табл. 9.4.2).

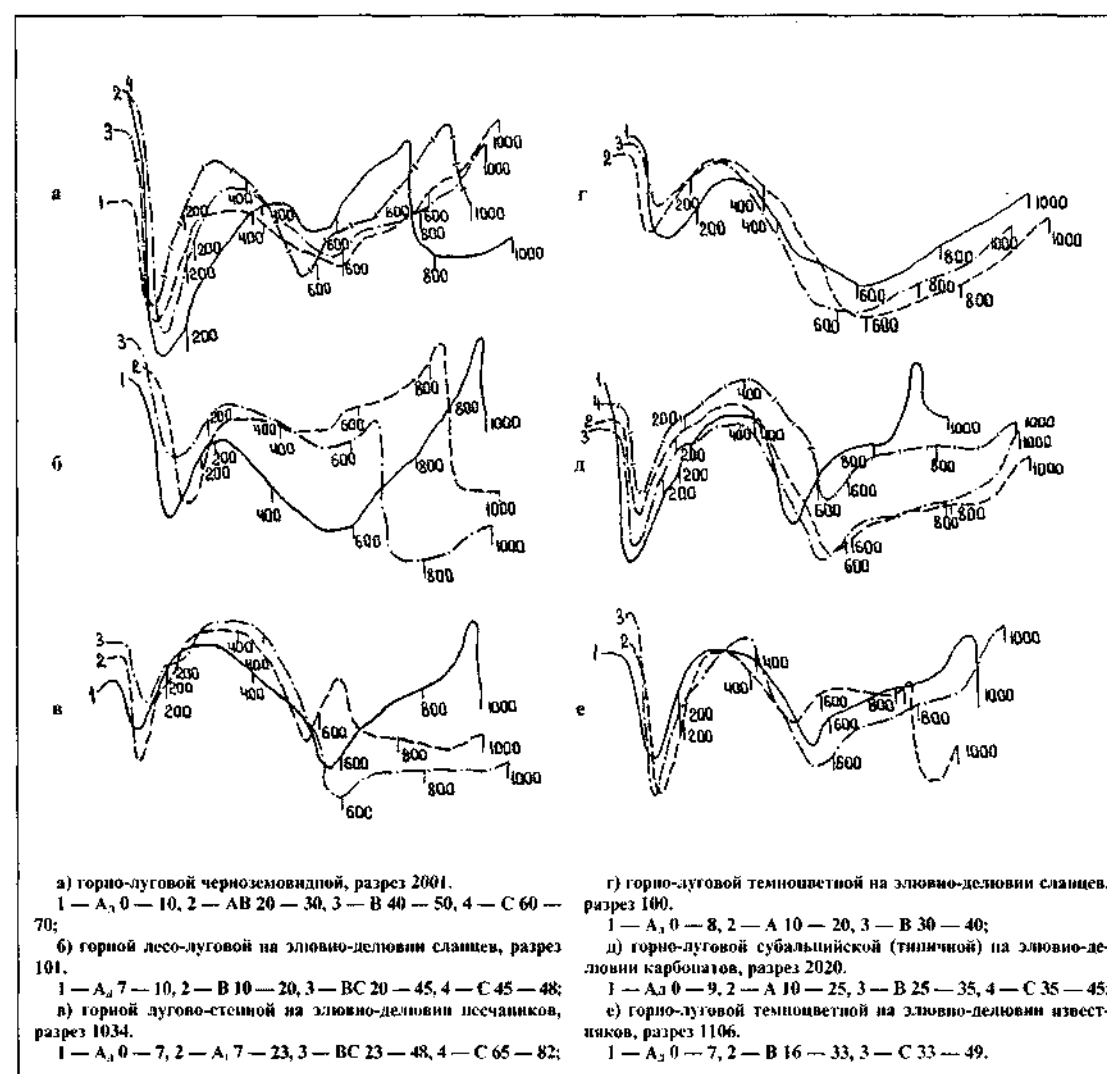


Рис. 9.4.2. Термограммы фракции 0,001 мм, выделенных из почвы

Так, почвы на известняках богаче алюминием и железом (полуторными окислами), но меньше содержат оксида кремния; 3) отношение кремниевой кислоты к алюминию, железу и полуторным окислам в целом уменьшается от верхних горизонтов к средней части профиля, что говорит о некотором выносе алюминия и железа по профилю вниз.

Валовой химический состав илстой фракции показывает, что между общим составом почв и ее более динамичной частью имеется существенная разница. Она заклю-

чается в следующем: 1) илстая фракция содержит значительно меньше оксида кремния, распределение которого по профилю подчиняется общей закономерности для почв в целом, т. е. по профилю вниз, по мере уменьшения органического вещества и увеличения минеральной массы, повышается доля оксида кремния; 2) илстая фракция содержит значительно больше фосфора и калия; 3) в содержании полуторных окислов, кальция и магния существенных различий между илстой фракцией и почвой в це-

Горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
Горно-луговая темноцветная (под пестрой овсяницей) на элювио-делювии сланцев												
A _d	0 — 8	42,10	11,80	0,76	5,15	0,43	0,06	1,33	1,45	1,88	0,67	0,31
A	10 — 20	42,00	12,00	0,76	5,40	0,49	0,06	1,19	1,25	1,64	0,63	0,24
B	30 — 40	63,40	15,55	0,88	5,92	0,20	0,04	0,70	1,70	2,68	1,18	0,14
Горно-луговая темноцветная на элювио-делювии известняков												
A _d	0 — 7	37,20	10,90	0,57	4,35	0,40	0,10	1,54	1,00	1,53	0,67	0,31
A	7 — 16	46,60	15,70	0,80	6,30	0,35	0,07	1,19	1,35	2,32	0,88	0,24
B	16 — 33	52,80	18,10	0,92	7,30	0,27	0,08	1,12	1,30	1,68	0,76	0,16
C	33 — 49	58,00	19,10	0,95	7,30	0,13	0,11	1,33	1,80	2,25	1,00	0,13

лом не обнаружено; 4) натрий и марганец концентрируются в более крупных фракциях, а в коллоидной части количество их незначительно; 5) в горно-луговых темноцветных почвах железо концентрируется в основном в окисной форме Fe₂O₃, а доля закисной — незначительная.

Валовой состав микроэлементов горно-

луговых темноцветных почв показывает, что содержание их в рассматриваемых почвах близко к кларковому содержанию их в литосфере и среднему содержанию в почвах. Однако в связи с особенностями почвообразующих пород и условий почвообразования, в содержании и распределении валовых форм микроэлементов в профиле почв про-

ВАЛОВОЙ СОСТАВ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ГОРНО-ЛУГОВЫХ
ТЕМНОЦВЕТНЫХ ПОЧВ (мг/кг)

Таблица 9.4.3

Почва	Генетический горизонт; Глубина, см	Ni	Cu	V	Cr	In	W	Pb	Co	Mo	Sn	Ge	Ga	Bi	Sr	Ba
Горно-луговая темноцветная на известняках	A _d до 7	20	40	150	40	50	10	20	10	1,0	5	2	30	10	400	300
	A 7 - 16	30	50	100	40	50	10	17	12	1,0	5	2	20	10	400	600
	B 16 - 33	55	30	100	50	50	10	14	20	1,0	5	2	20	10	400	500
	C 33 - 49	35	30	66	60	60	15	24	15	2,0	5	2	22	10	500	400
Горно-луговая темноцветная на сланцах	A _d до 8	38	50	100	40	60	10	20	15	1,0	5	2	15	10	400	600
	A 10 - 20	30	30	100	50	80	10	20	13	1,0	5	2	20	10	400	600
	B 30 - 40	50	30	100	50	80	10	40	20	1,0	5	2	30	10	400	300

изошли определенные изменения. Так, в почвах, сформированных на сланцах, обнаружено большее количество меди, цинка, кобальта, никеля, ванадия и гафния (табл. 9.4.3). При этом четко проявляется тенденция биологического накопления меди, кобальта и никеля. Что касается почв, сформированных на известняках, то они почти всех микроэлементов, за исключением ванадия и гафния, содержат меньше; количество последних в гумусово-аккумулятивном горизонте больше, чем в аналогичных горизонтах горно-луговых темноцветных почв, сформированных на сланцах.

Содержание же в рассматриваемых почвах ванадия, молибдена, олова, германия и стронция не зависит от литологического состава почвообразующих пород; слабо выражено и их биологическое накопление, т. е. в профиле почв они распределяются равномерно.

Физико-химические свойства. Горно-луговые темноцветные почвы богаты органическим веществом. Содержание гумуса в горизонте A колеблется от 9,4 до 22,2%, а в дерновых потеря от прокалывания составляет 17,5 — 49,0%. Гумус по профилю распределяется относительно равномерно, хотя в некоторых случаях может наблюдаться большая разница между потерей от прокалывания в горизонте A_d и гумусом в горизонте A. С глубиной по профилю содержание его уменьшается постепенно (табл. 9.4.4).

Содержание органического вещества в горно-луговых темноцветных почвах сказывается и на количестве общего азота.

В верхних горизонтах этих почв имеется от 1,4 до 2,95% общего азота. В распределении по профилю почв он повторяет ход изменения органического вещества. С глубиной, по мере уменьшения количества органического вещества, снижается и содержание общего азота. Несмотря на высокое содержание органического вещества, гидролизующего азота в рассматриваемых почвах немного — 6,1—7,8 мг/100 г.

Горно-луговые темноцветные почвы слабо обеспечены подвижным фосфором. В дерновом горизонте количество его составляет 1,4

— 3,1, а в горизонте A — 0,6—1,0 мг/100 г почвы, зато богаты они обменным калием. Содержание его колеблется от 15 до 50 мг/100 г почвы. Количество калия в почвах в основном зависит от богатства почвообразующих пород этим элементом. Почвы, сформированные на элювио-делювии известняков, содержат от 43,8 до 50,0 мг/100 г почвы обменного калия. Наименьшее количество его (9,0 — 15,0 мг/100 г) обнаружено в почвах на песчаниках.

Промежуточное положение занимают почвы на аспидных сланцах, которые содержат обменного калия до 29,5 мг/100 г. По профилю почв обменный калий, в отличие от валового, повторяет ход распределения органического вещества. С глубиной, независимо от состава почвообразующих пород, содержание его снижается, тогда как количество валовых форм его в этом направлении повышается.

Горно-луговые темноцветные почвы в отличие от горно-луговых альпийских — слабокислые (рН 5,4 — 5,8). Почвы, образовавшиеся на известняках и аспидных сланцах, менее кислые, чем почвы на песчаниках. С глубиной по профилю кислотность в почвах на известняках и сланцах снижается, а в почвах на песчаниках — повышается.

Несмотря на высокую гидролитическую кислотность (12,07 — 19,4 мг/экв на 100 г почвы) почвенный поглощающий комплекс горно-луговых темноцветных почв содержит значительное количество поглощенных оснований (36,0 — 42,0%), что, наряду с морфологическими особенностями, отличает их от горно-луговых альпийских почв, сумма поглощенных оснований которых колеблется в пределах 13,2 — 25,0 мг/экв на 100 г. Относительно высока и степень насыщенности горно-луговых темноцветных почв основаниями. Она колеблется в верхнем горизонте в пределах 60 — 75%. На песчаниках и сланцах как сумма поглощенных оснований, так и степень насыщенности почв основаниями уменьшается от верхних горизонтов к породе, а в почвах на известняках, наоборот, эти показатели повышаются к материнской породе.

Почва, № разреза	Генетический горизонт	Глубина, см	Каменистость профиля	Содержание физ. глины	Гумус, %	Азот общий, %	Азот гидролизный, мг/100 г	Калий обменный, мг/100 г	Фосфор подвижный, мг/100 г	pH водной	Гидролитич. к-ть, мг/экв на 100 г почвы	Сумма поглощенных оснований	Ca	Mg	Степень насыщен., %	Гидрокс. влажность, %	%, доли
Горно-луговая темноцветная на склонах (урочище Харес)	A ₃	0—8	17,47	12,12	—	2,95	—	22,25	1,4 ч	5,8	12,07	36,0	22,2	8,6	74,89	3,9	38,35
	A	10—20	30,07	10,95	22,2	1,84	6,44	29,5	0,6 ч	5,7	15,2	25,2	15,4	5,4	62,38	7,2	—
	B	30—40	23,59	14,96	8,3	0,87	6,72	8,25	1,0 ч	5,6	10,41	1,6	3,0	2,6	13,32	4,0	—
Горно-луговая темноцветная на известняках	A ₃	0—7	10,91	11,61	—	—	—	43,75	1,9 к	5,4	19,07	42,0	27,4	4,2	68,77	9,1	49,03
	A	7—16	6,62	18,62	11,0	1,35	7,84	23,25	0,8 к	5,5	18,17	26,0	23,0	2,6	58,86	7,6	—
	B	16—33	2,41	30,39	6,9	1,08	6,44	9,5	0,6 ч	5,8	14,98	20,0	16,4	2,0	57,18	5,0	—
Горно-луговая темноцветная на известняках (сев. склон Скалистого хребта)	C	33—49	9,05	48,33	2,5	0,21	6,72	10,75	1,0 ч	6,35	5,62	26,6	22,6	1,8	82,56	3,9	—
	A ₃	0—5	—	—	15,9	1,8	6,1	50,0	3,1	5,8	19,4	39,8	26,0	1,9	60,0	9,9	—
	A	10—20	—	—	15,2	1,3	5,4	25,0	2,4	5,3	15,7	21,0	13,0	3,8	52,0	8,9	—
	B	25—35	—	—	5,0	0,3	4,2	6,0	следы	5,7	9,6	12,8	8,0	1,2	57,0	7,2	—



Рис. 9.4.3. При интенсивной пастыбе дернина выбивается, и от нее остаются отдельные кочки

Повышение плодородия горно-луговых темноцветных почв. Горно-луговые темноцветные почвы, несмотря на богатство гумусом, валовыми формами азота, фосфора, калия и других элементов, бедны их доступными для растений формами. Поэтому низко их плодородие, а повысить его можно путем внесения фосфорных удобрений, причем более эффективно совместное применение азота и фосфора ($N_{60}P_{60}$). Калийные удобрения следует вносить только при повышении доз азота и фосфора. Большую роль в повышении плодородия рассматриваемых почв играют органические удобрения и защита от эрозии. Наиболее простым способом применения органических удобрений является организация переменных стойбищ скота и внесение навозной жижи, которую на пастбища подают по трубам или желобам. При таком способе использования навозной жижи, как указывает А. А. Зотов (1975), на горных лугах Закарпатья получают по 70 ц/га сена.

Горно-луговые темноцветные почвы имеют пылеватую структуру. Они, как правило, расположены на крутых склонах, поэтому при повреждении дернины легко подвергаются эрозийным процессам, что ведет к снижению плодородия почв. На увлажненных местах скот настолько выбивает дернину, что от

сплошной задернованной поверхности остаются лишь отдельные кочки (рис. 9.4.3).

Самым эффективным и наиболее быстродействующим способом повышения плодородия этих почв является применение минеральных удобрений. Они не только повышают продуктивность лугов, но и улучшают ботанический состав травостоя и повышают проективное покрытие поверхности почвы растениями, что, в свою очередь, резко сокращает процессы эрозии, способствуя плодородию.

9.5. Горно-луговые субальпийские глееватые почвы

Горно-луговые субальпийские глееватые почвы формируются повсеместно среди горно-луговых почв на разных высотных отметках в отрицательных элементах рельефа и затрудненного дренажа. Наибольшие массивы их встречаются в урочищах Таторе, Харес, на юго-востоке с. Даргавс и на востоке с. Абайтикау Туалетской котловины. В связи с затрудненным дренажем процесс почвообразования протекает в условиях избыточного поверхностного или грунтового увлажнения (или того и другого вместе) под мезофильной растительностью (рис. 9.5.1).

Рассматриваемые почвы в литературе практически не освещены. Имеются некото-

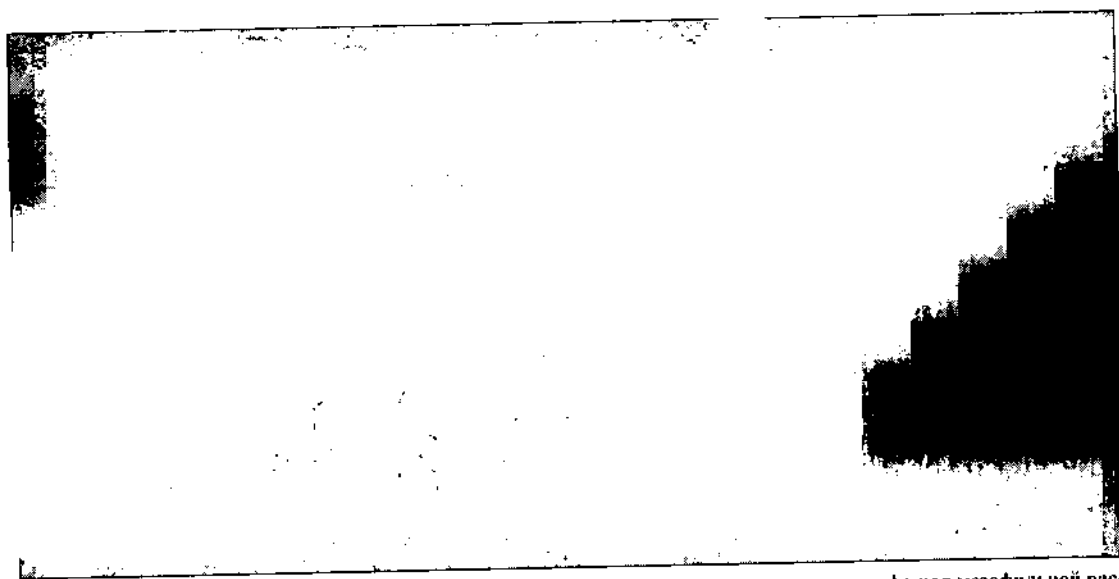


Рис. 9.5.1. Горно-луговые глееватые почвы формируются в пониженных элементах рельефа под мезофильной растительностью (в составе травостоя значительное участие принимает крокодилок альпийский)

рые сведения о горно-болотных почвах в работе К. И. Маслюгина и С. Н. Дубошиной (1952). В составе этих почв они выделяют торфянистые горно-луговые заболоченные и горно-луговые заболоченные. В настоящей работе рассматривается процесс образования болот водоразделов и болот низинных равнин. При этом указывается, что в зависимости от степени задернованности горно-болотные подразделяются на торфянисто-горно-луговые заболоченные почвы, относящиеся главным образом к альпийскому поясу, и горно-луговые заболоченные (субальпийского пояса), т. е. рассматриваются в основном болотные почвы, которые имеют небольшое сходство с описываемыми нами горно-луговыми глееватыми.

Горно-луговые глееватые почвы мы рассматриваем на уровне подтипа, хотя в классификации почв СССР (1977) они рассматриваются на уровне вида по наличию в профиле слабых признаков переувлажнения, т. е. по наличию глееватости. Мы же имеем в виду, что процесс почвообразования этих почв отличается не только переувлажнением и признаками глееватости, но и типом растительности, превращением и накоплением органического вещества, особыми условиями рельефа и создающего условия

формирования погребенного горизонта.

Однако надо отметить, что площади рассматриваемых почв невелики и часто не выделяются в самостоятельные контуры на карте 1:25000 масштаба. Чаше всего они объединяются с горно-луговыми торфянистыми почвами, хотя, как было сказано выше, от них отличаются глееватостью, типом растительности, наличием погребенных горизонтов и большей мощностью.

Спросие профиля. Для характеристики морфологических признаков горно-луговых глееватых почв приведем описание разреза, заложенного юго-восточнее с. Даргавс (рельеф — слабонаклонная низина, ограниченная с трех сторон склонами; растительность — шалфей, осока, ситник, осот, чеме-рица, манжетка, мхи, мятлик и др.; уголье — пастбище, состояние хорошее).

$$A_d \frac{0-5}{5} \text{ см}$$

Коричневый, с сероватым оттенком; влажный; мелкозернисто-пороховидной структуры; рыхлый; густо переплетен корнями; переход в следующий горизонт ясный.

$$A_v \frac{5-10}{5} \text{ см}$$

Темно-бурый, с сизоватым оттенком; влажный; мелкозернисто-пылеватой структуры; рыхлый; имеет ново-

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГОРНО-ЛУГОВОЙ СУБАЛЬПЕЙСКОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ НА СЛАНЦАХ

Таблица 9.5.1

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Азот, %	Мг/100 г почвы			рН водной	Гидролитич. кислотность, мг/экв на 100 г почвы	Сумма поглощенных оснований, %	Поглощенные Са и Mg, мг/экв на 100 г почвы	
				азот гидролизующий	фосфор подвижный	калий обменный				Mg	Ca
A _d	0—5	—	—	не опр.	6,4	25,0	5,3	—	25,2	—	—
A _v	5—10	15,8	1,3	—	2,7	10,0	5,2	13,8	11,3	2,2	6,4
B _d	10—15	8,9	0,5	—	0,7	3,2	5,2	10,7	6,6	1,0	3,4
A _{вогр}	22—32	4,5	0,4	—	0,4	3,5	5,8	7,3	4,9	0,8	4,0

образования закиси, а по ходам корней — окиси железа; корней много; переход постепенный.

$$B_v \frac{10-15}{5} \text{ см}$$

Темно-бурый, с сизоватым оттенком; комковато-мелкозернистой структуры; новообразования закиси, а по ходам корней — окиси железа; имеются корни; переход постепенный.

$$A_{вогр} \frac{22-32}{10} \text{ см}$$

Темно-бурый, с желтоватым оттенком; влажный; бесструктурный; рыхлый; имеются сизоватые пятна; отдельные корни; переход ясный.

$$C \frac{32-42}{10} \text{ см}$$

Элювио-делювий аспидных сланцев с бурым мелкозернистым; влажный.

Из описания морфологических признаков видно, что рассматриваемые почвы поверхностно переувлажнены. В отличие от альпийских торфянистых и дерново-торфянистых в их профиле и на поверхности отсутствует скелетная часть механических фракций. Средняя часть профиля имеет признаки переувлажнения, т. е. сизые пятна, а не сплошные сизые горизонты, как это имеет место в случае болотных почв.

Механический состав. Горно-луговые глееватые почвы средне- и тяжелосуглинистые. Наибольшее количество физической глины накапливается в глеевых горизонтах (A_d и B_d), что говорит о более интенсивном оглинивании средней части профиля этих почв. Из механических фракций на долю мелкой пыли и ила приходится значительная часть — 50—60%.

Физико-химические свойства. Горно-луговые глееватые почвы содержат гумуса в горизонте A_d до 15,8%, с глубиной он резко уменьшается и в горизонте B_d содержание его составляет 8,9% (табл. 9.5.1). В погребенном горизонте на глубине 22—32 см содержится значительное количество гумуса (4,5%), но это почти в четыре раза меньше, чем в гумусово-аккумулятивном горизонте современных почв. Это, по нашему мнению, свидетельствует о том, что погребен-



Рис. 9.5.2. При интенсивной пастбище во влажные периоды пастбище покрывается густой сетью пересекающихся тропинок и теряет 50 — 70% продуктивности

ные почвы, по сравнению с современными, формировались в других экологических условиях, или же к моменту погребения были достаточно сильно эродированы.

Содержание общего азота высокое, особенно в горизонте A_d (1,3%). В переходном горизонте оно резко уменьшается, так же как и содержание гумуса, и составляет 0,5%, а в погребенном горизонте — 0,4%.

Рассматриваемые почвы бедны подвижными формами фосфора. В верхнем дерновом горизонте он составляет 6,4 мг/100 г, а в гумусово-аккумулятивном — 2,7 мг/100, еще меньше его содержится в переходном (B) и погребенном горизонтах; соответственно 0,7 — 0,4 мг/100 г почвы.

Обменным калием горно-луговые глееватые почвы, как все горные почвы, высоко обеспечены. Количество его по генетическим горизонтам колеблется от 25 мг/100 г в дерновом горизонте до 10 в A и 5,2 и 5,8 мг/100 г почвы соответственно в переходном и погребенном горизонтах.

Горно-луговые глееватые почвы кислые,

pH составляет в дерновом и гумусово-аккумулятивном горизонтах 5,3 — 5,2. С глубиной практически не меняется, хотя в погребенном горизонте доходит до 5,8. Гидролитическая кислотность их — 13,8—7,3 мг/экв на 100 г почвы. В связи с этим низка и степень насыщенности почв основаниями (25,2%), что сопряжено с бедностью почвообразующих пород основаниями и значительной промытостью почв от карбонатов.

Исходя из условий внешней среды и физико-химических свойств горно-луговых глееватых почв, их рациональнее использовать под выпас скота в самый засушливый период, когда почва подсыхает с поверхности и дернина может противостоять деформирующему действию копыт животных. Пастбище во влажный период года приводит к разрушению дернины (рис. 9.5.2), и пастбища покрываются густой сетью пересекающихся тропинок. В этом случае дернина сохраняется в виде отдельных кочек — «останцов». Пастбище теряет 50 — 70% продуктивности.

Лав

10

ПОЧВЫ
ГОРНЫХ СТЕПЕЙ

10.1. Горные каштановидные почвы

Горные каштановидные почвы широко описаны в литературе, но номенклатура их до сих пор остается противоречивой. В. В. Акимцев (1928) и С. А. Захаров (1937) описывают их как горные сероземы. Р. И. Аболин (1930) предлагал выделить типчаковые почвы в особый тип горно-степных почв; позднее эти почвы А. М. Мамытов (1963) и Г. И. Ройченко (1966) подразделили на два самостоятельных типа: темно-каштановые и коричневато-каштановидные. У нас нет достаточных оснований, чтобы отнести рассматриваемые почвы к сероземам или каштановым, так как они не имеют иллювиального карбонатного горизонта (выделение в виде белоглазки легко-растворимых солей и гипса в нижней части профиля), как это наблюдается у каштановых почв и сероземов; кроме того, в отличие от последних они щебневаты. В то же время нельзя согласиться с А. И. Троицким (1947), Б. Х. Фиалшевым (1976) и Э. Н. Молчановым, которые данные почвы рассматривают как горно-степные.

Этот термин скорее геоботанический, ландшафтный, чем почвенно-генетический. Он не раскрывает генетическую сущность почв, так как к горно-степным относятся также горные черноземы, горно-луговые черноземовидные, горные лугово-черноземные,

горные лугово-степные и др. почвы. Рассматриваемые почвы, как по условиям формирования, так и по физико-химическим свойствам, стоят ближе к каштановым, но горные условия формирования наложили на них свой отпечаток, поэтому нельзя их идентифицировать с ними. Мы их отнесли к каштановидным почвам, как это сделали А. И. Мамытов и Г. И. Ройченко.

Условия формирования. Горные каштановидные почвы формируются на крутых приречных частях склонов южной и юго-восточной экспозиций, в условиях сухого жаркого климата (300 — 450 мм осадков в год), под изреженной растительностью — полынь, типчак, астрагал, ковыль, шалфей седой, трагакант и др. (рис. 10.1.1). Они распространены в пределах высот 900 — 1500 м н. у. м. Наибольшие массивы их примыкают к южным склонам внутригорных депрессий в районе селений Балта, Даргавс, Унал, Фиагдон, Донифарс и Фаснал. Для данной территории характерна высокая дренированность, создающая условия для еще большей сухости и ксероморфности почв.

Почвообразующими породами здесь служат элювио-делювий сланцев, известняков, песчаников, серпентинитов и гранитов.

Приведем описание разреза, характеризующего профиль морфологического строения горных каштановидных почв (заложен на



Рис. 10.1.1. Горные каштановидные почвы формируются под полынно-типчаковой растительностью в приречных частях южных склонов

южном крутом (15°) склоне Скалистого хребта; высота н. у. м. 1500 м; район с. Даргавс РСО-А; растительность — астрагал, полынь белая, бородач, цикорий, манжетка, чабрец, овсяница, молодило, подорожник и др.).

$$A, \frac{0-4}{4} \text{ см}$$

Серовато-бурый; сухой; пороховидно-пылевой структуры; рыхлый; много корней; переход ясный по плотности; имеются включения щебня.

$$A, \frac{4-23}{19} \text{ см}$$

Серо-бурый; сухой; плотный; крупнокомковато-мелкозернистой структуры; имеется карбонатная плесень; вскипает от 10% соляной кислоты; имеются отдельные камни и корни; переход постепенный.

$$B, \frac{23-80}{57} \text{ см}$$

Серо-бурый; сухой; плотный; крупнокомковатой структуры; карбонатная плесень; включения щебня; корней мало; переход постепенный.

$$BC, \frac{80-120}{40} \text{ см}$$

Бурый; сухой; плотный; комковатой структуры; карбонатная плесень; щебень; редкие корни; переход постепенный.

$$C, \frac{120-125}{5} \text{ см}$$

Бурый, с палевым оттенком; элювио-делювий аспидных сланцев.

Из описания видно, что для морфологического строения профиля характерны постепенность перехода генетических горизонтов, т. е. слабая дифференциация (рис. 10.1.2), значительная плотность, пепельно-серо-бурые тона; выделение вторичных карбонатов в виде плесени; значительная щебневатость.

Механический состав. В зависимости от почвообразующих пород механический состав горных каштановидных почв колеблется от супесчаной до тяжелосуглинистой (9,0 — 56,5% физической глины). Почвы, сформировавшиеся на элювио-делювии сланцев и известняков, имеют тяжелый механический состав (29,4 — 56,5% физической глины), на песчаниках — легкосуглинистый (24,8%), а на серпентинитах — супесчаный (8 — 10%). На всех породах четко прослеживается закономерность увеличения физической глины в средней части профиля. В почвах на известняках и сланцах в профиле обнаруживается небольшое количество круп-

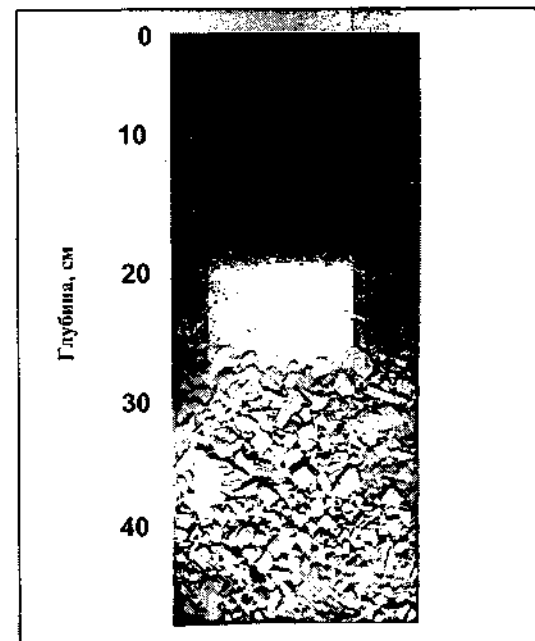


Рис. 10.1.2. Горные каштановидные почвы маломощны, слабо дифференцированы

ной и мелкой пыли (0,05 — 0,01 и 0,05 — 0,001 мм), а также илистых частиц ($< 0,001$ мм), на серпентинитах и песчаниках — мелкого песка (1 — 0,25 мм) и крупной пыли (0,005 — 0,001 мм) (табл. 10.1.1).

Минералогический состав. В зависимости от петрографического состава почвообразующих пород минералогический состав горных каштановидных почв неодинаковый. Так, основными породообразующими минералами на сланцах, песчаниках и известняках являются лимонит (99,5%), кварц (1,62 — 2%) и полевые шпаты (1 — 24%), а на серпентинитах — пирит (53%), кварц (35 — 48%) и мусковит (2 — 39%). При этом лимонит и пирит концентрируются во фракции больше 0,1 мм, а циркон, рутил, турмалин, кварц и полевые шпаты — во фракции 0,1 — 0,01 мм. В горных каштановидных почвах накапливаются устойчивые к выветриванию минералы — циркон (15%), рутил (5 — 20%), лейкоксен (30 — 20%).

Термическое изучение илистых фракций, выделенных из горных каштановидных почв, показывает, что в процессе почвообразования в почвах на разных почвообразующих

породах образуется одинаковый набор вторичных минералов. Они представлены в основном гидрослюдами, монтмориллонитом (рис. 10.2.3), частично — каолинитом и кальцитом. На термограммах отчетливо фиксируются первая (50 — 200 с максимумом 100) и вторая (500 — 600 с максимумом 580) эндотермические реакции гидрослюды. Усиленный первый эндотермический эффект указывает на то, что в пробе присутствует и монтмориллонит. Кальций дает слабую эндотермическую реакцию в интервале 750 — 850 с максимумом 830. Она смещена, по сравнению с эталонной, за счет присутствия в пробе гидрослюды, но количество кальцита в пробе невелико.

Валовой химический состав. Валовой химический анализ показывает, что в процессе почвообразования не происходит сколько-нибудь заметной дифференциации химического состава профиля горных каштановидных почв. Отмечается высокое содержание валового калия, особенно в почвах на серпентинитах (2,7 — 4,1%), несколько меньше его в почвах на песчаниках (0,56 — 1,7%). Валовым фосфором и марганцем горно-степные почвы бедны. Особенно мало фосфора в почвах на песчаниках (0,11%).

Свойства почвообразующих пород в некоторой степени наследуются почвами. В почвах на известняках, например, до 10,2 — 11,5% кальция, а на сланцах — всего 1,8%. Количество кремния в горно-степных (минеральных) почвах довольно высокое — 42,2 — 75,0%, причем в почвах на песчаниках его содержится 69 — 75%, а в почвах на известняках — 42,2 — 54,3%. Горные каштановидные почвы бедны органическим веществом, поэтому содержание серы в них небольшое — 0,10 — 0,22%. Отношение кремния к алюминию, железу и полуторным окислам узкое и значительных изменений по профилю почв не отмечается (табл. 10.1.2), что характерно для степных почв вообще.

Валовой химический состав илистой фракции резко отличается от валового состава почв. Так, содержание кремнезема в илистой фракции почти в два раза меньше, чем в почвах, а количество полуторных окислов, мар-

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Диаметр фракций, мм; содержание, %						
		1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
Разрез 2005. Горные каштановидные на элювио-делювии сланцев								
A ₂	0 — 4	19,05	18,31	33,23	4,97	18,41	6,03	29,41
A ₁	4 — 23	13,13	10,67	30,11	10,47	22,59	13,03	46,09
B	23 — 80	9,40	6,54	27,59	12,65	23,21	30,61	56,47
BC	80 — 120	12,25	9,07	23,80	14,07	20,5	20,28	54,88
C	120 — 130	23,21	20,14	21,89	11,78	13,86	9,42	34,76
Разрез 103а. Горные каштановидные на элювио-делювии известняков								
A ₂	0 — 5	14,01	11,1	19,82	12,0	20,41	22,59	55,07
A ₁	10 — 20	20,65	9,5	19,32	6,76	24,49	19,28	50,53
B	45 — 55	14,84	10,21	22,23	9,54	22,01	30,17	51,72
C	60 — 70	23,67	18,60	24,60	6,61	15,51	10,80	32,92
Разрез 8021. Горные каштановидные на элювио-делювии сланцев								
A ₂	0 — 3	20,64	18,21	29,15	8,02	16,57	7,41	32,0
A ₁	5 — 16	16,52	11,65	27,35	11,36	20,68	12,44	44,48
B	20 — 32	15,74	9,83	24,84	12,95	17,15	19,49	49,59
C	45 — 56	17,19	11,93	22,85	10,34	19,70	17,99	48,03
Разрез 1003. Горные каштановидные на элювио-делювии серпентинитов								
A ₂	0 — 7	47,22	32,41	11,41	2,44	5,26	1,26	8,96
A ₁	7 — 18	45,96	30,24	13,45	2,0	6,15	2,30	10,35
B	18 — 26	60,11	20,58	10,53	2,39	4,65	1,79	8,83
Разрез 100 100. Горные каштановидные на элювио-делювии песчаников								
A ^I	0 — 10	11,45	43,27	20,5	5,07	10,32	9,49	24,78
A ^{II}	10 — 20	11,15	46,25	17,88	7,6	7,25	9,91	24,72
A ^{III}	20 — 30	9,57	49,43	16,62	5,48	8,55	10,35	24,38
B ₁	40 — 50	12,72	49,43	17,82	4,48	8,49	7,06	20,03
B ₂	60 — 70	9,99	39,67	19,30	6,34	11,61	13,09	31,04
C	90 — 100	6,28	48,31	23,62	1,12	10,93	9,74	21,79

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНЫХ КАШТАНОВИДНЫХ ПОЧВ

Таблица 10.1.2

Горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₂	Потеря при прокаливании	CO ₂	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂	R ₂ O ₃
															Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃	
Горные каштановидные на элювно-делювии серпентинитов																		
A _н	0 — 7	65,10	15,20	0,52	3,75	0,19	0,03	1,82	1,10	2,72	0,36	0,22	9,20	0,50	4,28	1,74	3,43	
A	7 — 18	68,70	16,05	0,40	2,87	0,14	0,02	1,26	0,50	2,49	0,34	0,24	6,63	0,50	4,28	2,39	3,65	
B	18 — 26	69,00	20,05	0,05	0,70	0,03	0,01	0,05	0,65	4,17	0,14	0,13	4,30	0,50	3,44	9,85	3,32	
Горные каштановидные на элювно-делювии известняков																		
A'	0 — 10	69,80	11,10	0,62	5,25	0,11	0,04	2,10	0,65	1,70	1,41	0,19	6,54	не опр.	6,29	1,33	4,27	
A''	10 — 20	68,10	11,10	0,64	5,95	0,11	0,04	2,87	1,40	1,57	0,97	0,10	7,08	не опр.	6,13	1,15	4,27	
A'''	20 — 30	69,90	11,16	0,63	5,60	0,14	0,04	2,52	0,13	1,60	1,25	0,10	6,36	не опр.	6,30	1,25	4,17	
B	40 — 50	70,80	10,40	0,60	5,40	0,10	0,04	2,38	0,60	1,80	1,37	0,10	6,40	не опр.	6,81	1,31	4,49	
B	60 — 70	68,00	12,40	0,70	4,55	0,10	0,08	2,66	1,00	1,96	1,38	0,10	6,82	не опр.	5,48	1,49	4,08	
C	90 — 100	75,00	11,00	0,70	4,75	0,12	0,04	0,56	0,40	0,56	0,40	1,65	1,84	не опр.	6,82	1,60	4,77	
Горные каштановидные на элювно-делювии сланцев																		
A ₂	0 — 4	57,80	17,20	0,93	6,64	0,25	0,04	1,19	1,80	2,36	1,37	1,12	8,95	0,61	3,36	8,70	2,42	
A ₁	4 — 23	58,60	17,50	0,96	6,74	0,20	0,04	2,10	1,85	2,52	1,37	0,10	7,82	1,20	3,35	8,69	2,42	
B	23 — 80	58,60	17,90	0,96	6,46	0,20	0,04	2,04	2,05	2,68	1,37	0,10	7,25	1,13	3,27	9,04	2,40	
BC	80 — 120	50,00	17,65	0,93	6,40	0,22	0,04	3,01	1,85	2,64	1,23	0,42	7,13	1,40	2,29	9,06	2,41	
C	120 — 130	57,00	18,00	0,92	6,24	0,22	0,04	3,01	2,35	2,59	1,23	0,10	7,96	1,40	3,17	9,13	2,56	

Горные каштановидные на элювио-делювии карбонатов																	
A ₂	0 — 3	42,20	13,09	0,64	5,40	0,20	0,05	10,23	3,60	2,09	0,97	0,16	20,94	9,46	3,22	7,81	2,28
A	10 — 20	42,90	13,29	0,60	5,30	0,16	0,04	11,50	4,55	1,96	0,96	0,13	18,16	11,00	3,23	8,09	2,31
B	45 — 55	48,80	15,65	0,75	6,10	0,18	0,05	7,15	3,35	1,96	1,06	0,20	14,27	5,90	3,12	2,63	2,24
C	60 — 70	54,29	17,56	0,87	7,15	0,18	0,08	3,57	2,45	2,50	1,20	0,22	9,47	2,83	3,09	7,59	2,24

Горные каштановидные на элювио-делювии сланцев																	
A ₂	0 — 3	56,00	16,50	0,87	6,60	0,24	0,06	1,80	1,65	2,40	1,18	0,10	12,25	0,50	3,39	8,76	1,43
A	5 — 16	60,40	17,95	0,92	6,80	0,19	0,06	1,05	2,00	2,54	1,08	0,14	6,85	0,50	3,36	8,88	2,44
B	20 — 32	59,40	18,60	0,93	6,80	0,20	0,06	1,68	1,60	2,84	1,20	0,15	6,70	0,50	3,19	8,73	2,34
C	45 — 56	60,40	17,95	0,85	6,30	0,20	0,06	2,03	1,25	2,70	1,20	0,14	6,36	0,83	3,36	9,59	2,49

Таблица 10.1.3

Таблица 10.1.3

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРНЫХ КАШТАНОВИДНЫХ ПОЧВ

Гори- зонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Общий азот, %	Подвижные формы, мг/100 г почвы				рН водной	Мг/кг на 100 г почвы				Степень насыщенности основаниями, %	Влажность, %
				азот гидроли- зуемый	калий обмен- ный	фосфор подвиж- ный	гидролитичес- кая кислотность		сумма поглощ. оснований	Са	Mg			
Горные каштановидные на элювио-делювии сланцев														
A ₂	0 — 4	6,35	0,45	—	51,0	2,37	7,5	0,83	18,8	14,4	4,4	95,80	2,8	
A ₁	4 — 23	2,99	0,30	—	40,0	1,06	8,3	0,41	20,4	14,2	6,2	98,0	2,6	
B	23 — 80	1,81	0,22	—	21,7	0,65	8,8	0,52	18,0	13,6	4,4	97,2	2,7	
BC	80 — 120	1,84	0,11	—	16,0	0,38	8,8	0,31	21,2	12,6	8,6	98,6	2,3	
C	120 — 130	1,81	0,09	—	20,0	0,5	8,8	0,52	17,6	12,4	5,2	97,0	2,9	

Горные каштановидные на элювио-делювии известняка													
A ₂	0 — 3	8,5	0,27	12,88	78,7	4,46	7,8	0,52	20,0	18,0	2,0	97,5	3,0
A ₁	10 — 20	2,3	0,24	6,44	28,5	0,71	8,5	0,41	18,4	14,2	4,2	97,80	2,1
B	45 — 55	2,52	0,21	6,72	21,25	0,5	8,7	0,72	18,8	12,8	6,0	96,3	2,3
C	60 — 70	1,0	0,18	6,72	9,3	0,5	8,6	0,41	5,6	2,6	3,0	93,20	2,3
Горные каштановидные на элювио-делювии сланцев													
A ₂	0 — 3	7,45	0,57	5,56	80,0	3,52	7,5	0,61	15,6	13,0	2,6	96,2	2,8
A	5 — 16	3,1	0,56	5,88	32,25	0,92	8,3	0,72	16,8	14,6	2,2	95,9	1,9
B	20 — 32	1,8	0,47	6,16	26,2	1,71	8,4	0,52	20,8	13,8	7,0	97,60	2,1
C	45 — 56	1,8	0,34	6,72	28,5	0,65	8,6	0,41	45,2	13,0	2,2	97,4	2,0
Горные каштановидные на элювио-делювии серпентинитов													
A ₂	0 — 7	4,2	0,36	6,94	25,0	1,36	8,6	0,24	19,0	10,2	1,8	98,0	2,2
A ₁	7 — 18	2,82	0,24	6,72	23,25	1,06	8,3	1,66	14,4	9,2	5,2	89,70	1,0
B	18 — 26	3,7	0,48	6,72	37,75	1,06	8,7	0,33	13,2	7,8	5,4	97,60	1,1
Горные каштановидные на элювио-делювии песчаников													
A ₁	0 — 10	3,65	0,53	6,94	2,0	1,36	8,6	0,24	19,0	10,2	1,8	98,0	2,2
A ₂	10 — 20	2,6	0,40	6,08	12,5	0,78	8,7	0,24	14,0	10,6	3,4	98,3	2,1
A ₃	20 — 30	16,65	0,37	8,09	9,75	0,65	8,9	0,33	19,0	9,4	3,4	97,5	2,1
B	40 — 50	1,9	0,40	7,0	9,8	0,78	8,7	0,33	11,2	8,8	2,4	97,6	1,9
BC	60 — 70	2,8	0,32	7,5	9,0	0,65	8,9	0,33	12,0	9,2	2,8	97,7	4,4
C	90 — 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ганца, натрия, фосфора и калия значительно больше в илстой фракции. Кальций и магний так же, как и кремний, накапливаются в более крупных фракциях почв. Железо в илстой фракции всецело представлено оксалатно-растворимыми окисными формами.

Физико-химические свойства горных каштановидных почв. Эти почвы имеют щелочную (реже нейтральную) реакцию ($pH\ 7,5 - 8,8$). К почвообразующей породе щелочность увеличивается. Гидролитическая кислотность их незначительна — $0,31 - 0,83\text{ мг/экв}$ на 100 г почвы. Сумма поглощенных оснований горных каштановидных почв составляет $15,6 - 20,4\text{ мг/экв}$ на 100 г . Степень насыщенности основаниями высокая — $95,8 - 98,0\%$. Содержание гумуса в них небольшое. В дерновом горизонте ($0 - 4\text{ см}$) оно составляет $6,4 - 8,5\%$. С глубиной количество гумуса резко уменьшается, доходя в горизонте A ($3 - 20\text{ см}$) до $2 - 3\%$. Ниже этого горизонта распределение гумуса равномерное (табл. 10.1.3).

Несмотря на небольшое количество органического вещества, горные каштановидные почвы богаты валовым азотом — $0,27 - 0,57\%$, но подвижными формами его среднеобеспечены — $5,6 - 12,9\text{ мг/100 г}$ почвы. Обменного калия в них содержится от $51,0$ до $80,0\text{ мг/100 г}$ почвы, а подвижного фосфора горные каштановидные почвы содержат мало. В профиле этих почв четко проявляется биогенное накопление в верхнем горизонте азота, фосфора и калия.

Сельскохозяйственное использование. Горные каштановидные почвы, из-за ограниченности распространения и низкой продуктивности, большого значения для сельского хозяйства не имеют. Они сильно эродированы, растительность представлена видами, которые не сдерживают эрозионные процессы и не имеют хороших кормовых достоинств, а появляющиеся ранней весной эфемеры быстро выгорают.

Участки с горными каштановидными почвами следует использовать под зимние и ранневесенние пастбища. При этом необходимо соблюдать нормы нагрузки и уход за пастбищами, применять фосфорно-азотные

удобрения — по $60 - 90\text{ кг/га}$, подсеивать семена трав, вводить пастбищеоборот и др. Эффективно орошение малыми нормами полива.

10.2. Горные лугово-степные почвы

Горные лугово-степные почвы занимают площадь $21,5\text{ тыс. га}$. В поясе их распространения рельефные и почвенно-климатические условия наиболее благоприятны для интенсивного хозяйственного использования этих почв. Рельеф, например, имеет более мягкие формы, чем у каштановидных почв, местами он представлен конусами выноса, искусственными и естественными террасами (рис. 10.2.1); в горах основным лимитирующим фактором является тепло, а здесь оно довольно благоприятно для возделывания многих яровых сельскохозяйственных культур. Поэтому до массового переселения горцев на плоскость здесь были сконцентрированы основные пахотные и сенокосные угодья. В связи с этим горные лугово-степные почвы привлекали внимание многих исследователей. Так, в литературе они описаны А. И. Прасоловым (1908), О. Н. Михайловской (1936), С. А. Захаровым (1937), В. М. Фридландом (1950), К. И. Маслюгиным, Б. Х. Фиалшевым (1976), Э. Н. Молчановым (1973).

Изучение горных почв Республики Северная Осетия-Алания дало возможность описать здесь аналогичные почвы, которые, по примеру вышеуказанных авторов, отнесены нами к горным лугово-степным и выделены в самостоятельный тип. В типе горных лугово-степных почв Э. Н. Молчанов (1973) выделяет два подтипа — альпийские и субальпийские, которые между тем в условиях северного склона Центрального Кавказа формируются не в субальпийском и тем более не в альпийском поясе, а в лугово-степном. Поэтому такой принцип выделения горных лугово-степных почв на подтипы неправилен.

Как и Б. Х. Фиалшев, который отмечает, что на данном этапе изученности этих почв выделение подтипов не представляется возможным (Фиалшев, 1972), мы тоже считаем, что для разделения горных лугово-степных почв на подтипы пока нет достаточных ос-



Рис. 10.2.1. На заднем плане — естественные и искусственные террасы, на которых формируются горные лугово-степные почвы

нований, хотя и приняли принцип разделения на подтипы по цвету: темно-коричневые и серовато-коричневые. Следует отметить, что горные лугово-степные почвы формируются на склонах под изреженной растительностью, поэтому нередко, в той или иной степени, бывают подвержены эрозии, и это может повлиять на цвет верхнего горизонта, т. е. один и тот же, но разной степени эродированности тип почвы может попасть в разные подтипы. Поэтому и такой принцип выделения подтипов горных лугово-степных почв условен.

Условия формирования. Горные лугово-степные почвы формируются на южных склонах Скалистого и Бокового хребтов, в пределах высот $1400 - 1800\text{ м н. у. м.}$ под ксерофитной изреженной растительностью, на элювио-делювиальных сланцев, известняков, песчаников и гранитов. Для условий формирования этих почв характерно недостаточное увлажнение — испаряемость превышает сумму осадков. Сумма положительных температур выше 10 градусов составляет здесь $1865 - 2700$ градусов. В году $133 - 160$ дней бывают с температурой выше 10 градусов. Продолжительность безморозного периода длится до 280 дней.

Климатические условия и своеобразие растительности наложили отпечаток на интенсивность и продолжительность почвообразовательного процесса. В отличие от горно-луговых почв растительные остатки

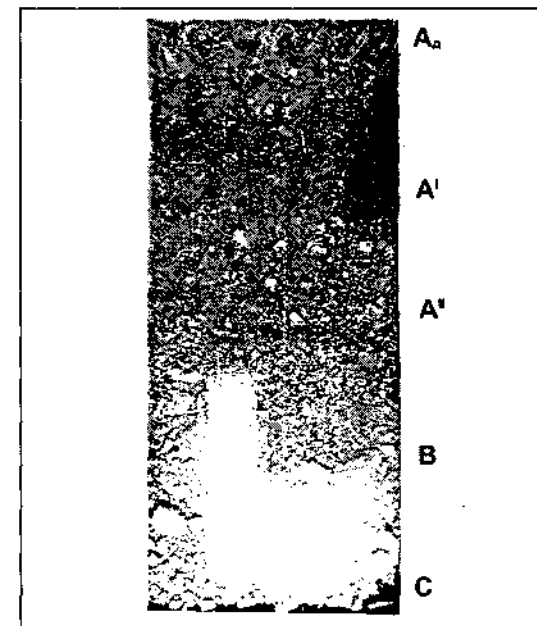


Рис. 10.2.2. Горные лугово-степные почвы слабо дифференцированы

здесь подвергаются минерализации, и содержание гумуса в них небольшое. Почвы имеют серовато-коричневый или темно-коричневый цвет. Профиль их слабо дифференцирован (рис. 10.2.2).

Строение профиля. Для характеристики горных лугово-степных и темно-коричневых почв приведем описание двух разрезов.

Разрез горной лугово-степной темно-коричневой почвы заложен юго-западнее с. Мацута; на южном склоне Скалистого хребта; высота н. у. м. 1100 м; растительность — ковыль, бородач, чабрец, астрагал, полынь ромашколистная и белая, лядвенец рогатый, гвоздика, колокольчики, вика, осока, свинорой, кукушкин лен, молодило, можжевельник, барбарис; угодье — пастбище; состояние удовлетворительное.

$$A_d \frac{0-5}{5} \text{ см}$$

Темно-коричневый; свежий; пылевато-порошистой структуры; рыхлый; включения мелкой гальки; переход постепенный.

$$A \frac{5-12}{7} \text{ см}$$

Коричневый; сухой; порошисто-мелкозернистой структуры; уплотнен; корней много; переход постепенный.

$$B \frac{12-45}{33} \text{ см}$$

Светло-бурый; сухой; порошисто-зернистой структуры; уплотнен; плесень вторичных карбонатов; включения мелкого щебня; корней много; переход постепенный.

$$BC \frac{45-48}{13} \text{ см}$$

Светло-бурый; неоднородно окрашен от карбонатной плесени; сухой; бесструктурный; плотный; карбонатный налет на поверхности гранитного щебня; включения щебня разной крупности; корней мало; переход постепенный.

$$C \frac{58-68}{10} \text{ см}$$

Элювио-делювий серого гранита с небольшой примесью бурого мелкозема.

Разрез горной лугово-степной серовато-коричневой почвы, заложенный на юго-западном склоне (20°); около с. Камунта; высота н. у. м. 1800 м; растительность — полынь ромашколистная, костер, чабрец, подо-

рожник, клевер белый, эспарцет, ромашка, манжетка, молодило и др.

$$A_d \frac{0-5}{5} \text{ см}$$

Серов-бурый, с коричневым оттенком; сухой; пороховидно-мелкозернистой структуры; рыхлый; отдельные включения гальки; корней много; переход постепенный.

$$A \frac{5-26}{2} \text{ см}$$

Серов-бурый, с коричневым оттенком; сухой; мелкозернистой структуры; уплотнен; включения гальки; корней много; переход постепенный.

$$B \frac{26-60}{34} \text{ см}$$

Бурый, с коричневым оттенком; сухой; комковато-зернистой структуры; включения щебня; корни имеются; переход постепенный.

$$C \frac{60-80}{20} \text{ см}$$

Элювио-делювий сланцев; между камнями бурый мелкозем.

Механический состав. По механическому составу горные лугово-степные почвы относятся к средне- и тяжелосуглинистым. Физической глины (частиц меньше 0,01 мм) в них содержится от 27,8 до 56,7%. При этом почвы, образовавшиеся на гранитах, имеют более легкий механический состав, чем сформировавшиеся на известняках и сланцах (табл. 10.2.1).

Горные лугово-степные почвы подвергаются эрозионным процессам, илистая фракция систематически смывается, и поэтому верхний горизонт этих почв имеет более легкий механический состав, чем нижние, в профиле которых преобладают частицы мелкого песка (0,25 — 0,05 мм), крупной пыли (0,05 — 0,01 мм) и ила (< 0,001 мм).

Минералогический состав. Основными породообразующими минералами горных лугово-степных почв, сформировавшихся на элювио-делювии известняков (разрез 4098), являются: в тяжелой фракции — лимонит (99,8%), в легкой — кварц (34,8%) и полевые шпаты (5%).

Термографические исследования (рис. 10.2.3) свидетельствуют о высоком содержании в илистых фракциях гидрослюда и монтмориллонита. На термограммах отчетливо

фиксируются первая и вторая эндотермические реакции гидрослюда и монтмориллонита в интервалах 50 — 200 с максимумом 120 — 150 и 500 — 600 с максимумом 550, причем первая эндотермическая реакция интенсивнее второй, что говорит о присутствии в пробе значительного количества монтмориллонита. Экзотермические реакции в интервалах 600 — 700 или 850 — 950 также принадлежат монтмориллониту, но разным его видам.

Валовой химический состав. По валовому химическому составу профиль горных лугово-степных почв слабо дифференцирован, как это свойственно степным почвам вообще. Горные лугово-степные почвы содержат меньше валового фосфора, чем горно-луговые. Почвы на известняках богаче, чем по-

чвы на песчаниках фосфором, марганцем и кальцием (табл. 10.2.2). Содержание же кремния и алюминия больше в почвах на песчаниках, что сопряжено с петрографическим составом почвообразующих пород.

Отношение кремнезема к алюминию, железу и полутормным окислам по профилю почв довольно однообразно, что свидетельствует об отсутствии внутрипочвенного перемещения полутормных окислов и других элементов, кроме натрия, который в значительной степени выщелачивается из верхних горизонтов. Содержание валового калия в горных лугово-степных почвах высокое — 2,1 — 2,3%, что связано с богатством материнских пород этим элементом. Основные биоэлементы (P, K, Mn и др.) концентрируются в илистой фракции почв. Так, в или-

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНЫХ ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ПОЧВ

Таблица 10.2.1

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Диаметр фракций, мм; содержание, %						
		0,25 - 1	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
Горная лугово-степная темно-коричневая на элювио-делювии песчаников								
A _d	0 — 7	5,68	34,06	27,63	9,53	15,86	7,24	32,63
A	7 — 23	6,67	20,84	29,91	13,86	16,30	12,42	42,18
AB	23 — 48	7,15	14,82	38,06	12,67	16,56	10,74	39,97
B	48 — 65	7,23	16,38	40,26	13,36	11,61	11,16	36,13
Горная лугово-степная серовато-коричневая на элювио-делювии известняков								
A _d	0 — 5	—	—	—	—	—	—	—
A	5 — 26	8,81	13,37	22,49	13,62	22,24	19,47	55,33
B	26 — 60	9,14	9,23	24,89	12,80	25,13	18,81	56,74
Горная лугово-степная серовато-коричневая на элювио-делювии гранитов								
A _d	0 — 5	15,9	39,3	18,0	7,6	5,1	15,1	27,8
A	5 — 12	16,4	36,3	19,7	5,5	5,1	17,0	27,6
B	12 — 22	9,9	35,6	18,6	6,3	5,6	24,0	35,9
C	48 — 58	11,5	37,9	21,5	14,5	2,0	12,6	29,1

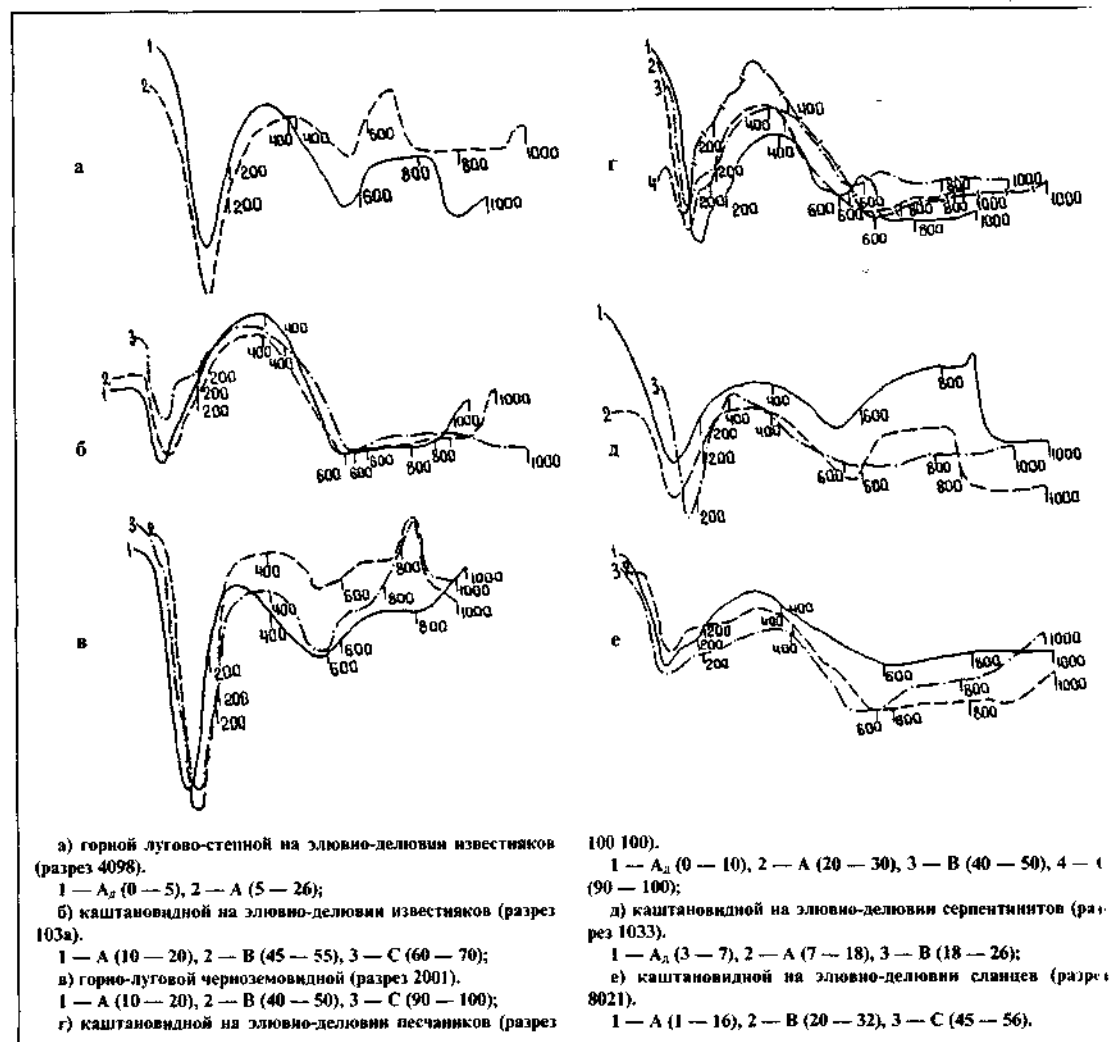


Рис. 10.2.3. Термограммы фракций $< 0,001$ мм, выделенных из почв

стой фракции содержится фосфорной кислоты 0,35—0,40%, калия — 3,3—3,7%, марганца — 0,16%, в то время как в почве их соответственно 0,2, 2,3 и 0,07%. Кальций, железо и кремнезем концентрируются в основном в более крупных фракциях почв.

Физико-химические свойства. Горные лугово-степные почвы содержат гумуса до 13 — 14%. Он концентрируется в основном в дерновом горизонте. Вниз по профилю содержание его резко уменьшается (до 6 и 3%). Рассматриваемые почвы имеют щелочную реакцию pH 7,2 — 8,4; богаты ос-

нованиями. Сумма поглощенных оснований составляет 28,0 — 33,6 мг/экв на 100 г почвы. Степень насыщенности основаниями высокая — 94,0 — 97,5%. Подвижными формами фосфора лугово-степные почвы очень бедны (2,1 — 0,8 мг/100 г почвы), обменным калием богаты (15,0 — 29,5 мг/100 г почвы). Мало в них и гидролизуемого азота (6,2 — 11,8 мг/100 г почвы). В профиле почв четко прослеживается биогенное накопление калия и фосфора в верхних, наиболее гумусированных, горизонтах (табл. 10.2.3).

Горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₂	Потеря при прокаливании	CO ₂	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂
															Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃
Содержание в % на высушенное при 110°C вещество																	
Разрез 1034. Горная лугово-степная темно-коричневая на элювио-делюви пестяников																	
A _n	0 — 7	47,80	14,35	0,77	6,00	0,22	0,05	1,54	1,55	2,13	0,90	0,29	24,43	0,50	3,33	7,96	2,35
A	7 — 23	56,60	17,00	0,93	6,80	0,05	0,05	1,12	1,80	2,27	0,99	0,11	12,10	0,50	3,32	8,32	1,38
AB	23 — 48	58,80	17,00	0,94	6,92	0,15	0,05	0,63	2,15	2,10	1,03	0,10	9,80	0,50	3,43	8,49	2,43
B	48 — 65	61,10	17,20	0,04	6,64	0,12	0,03	0,77	1,85	2,13	1,20	0,12	7,56	0,50	3,55	9,20	2,56
C	66 — 76	59,10	16,90	0,85	10,22	0,23	0,12	0,77	2,00	2,20	1,20	0,12	6,75	0,50	3,50	5,78	2,17
Разрез 4098. Горная лугово-степная серовато-коричневая на элювио-делюви известняков																	
A ₂	0 — 5	45,50	14,70	0,71	6,65	0,20	0,07	8,68	1,50	2,32	0,76	0,10	18,46	6,24	3,10	6,84	2,13
A	5 — 26	46,50	14,60	0,74	6,60	0,20	0,07	9,17	2,15	2,18	0,76	0,10	16,62	6,86	3,10	7,04	2,19
B	26 — 60	48,60	15,00	0,78	6,90	0,17	0,07	8,82	1,10	2,30	0,80	0,10	14,96	5,28	3,24	7,04	2,22

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Общий азот, %	Подвижные формы, мг/100 г почвы			рН водной	Мг/экв на 100 г почвы				Степень насыщенности основани- ями, %	Влажность, %
				азот гидроли- зуемый	калий обмен- ный	фосфор подвиж- ный		гидролитиче- ская кислотность	сумма поглощ. основани- й	Ca	Mg		
Разрез 4098. Горная лугово-степная серовато-коричневая на элювио-делювию известняков													
A	5—26	3,25	0,53	6,72	15,25	0,78	8,4	0,72	28	25,2	2,8	97,5	3,9
B	26—60	3,6	0,51	11,76	20,5	0,82	8,4	0,41	26	24,2	1,8	98,4	3,7
Разрез Р1. Горная лугово-степная темно-коричневая на элювио-делювию гранитов													
A _д	0—5	13,92	не опр.	6,2	29,5	2,1	7,3	1,4	33,6	12,4	11,6	94	не опр.
A	5—12	6,34	не опр.	5,9	19,5	1,2	7,2	1,1	33,2	12,4	1,8	92	не опр.
B	12—22	2,49	не опр.	7,3	17,8	0,8	7,6	0,5	37,4	16,4	1,6	97	не опр.
C	48—58	1,35	не опр.	4,8	9,0	0,7	7,9	1,7	49,2	12,0	2,4	94	не опр.
Разрез 1034. Горная лугово-степная темно-коричневая на элювио-делювию песчаников													
A _д	0—7	12,1	1,2	6,7	14,3	4,2	6,4	3,5	34,2	19,0	8,2	90,6	4,3
A	7—23	6,0	0,6	6,4	26,5	3,4	6,5	2,6	26,2	14,6	6,6	91,0	3,5
B	23—48	3,3	0,5	6,7	14,3	0,7	7,3	1,7	26,2	15,4	11,4	94,1	3,2
C	48—65	1,5	0,2	6,2	9,4	0,5	7,4	1,4	20,4	11,8	8,6	93,4	2,4

Сельскохозяйственное использование. Горные лугово-степные почвы являются основными пахотными угодьями и ранневесенними пастбищами высокогорий Северной Осетии.

Почвенно-климатические и рельефные условия позволяют возделывать здесь картофель, овощи и кормовые культуры, а на укрытых от ветров местах — выращивать сады.

В связи с нерациональным использованием лугово-степных почв они подвергаются эрозионным процессам. Основной причиной эрозии является бессистемная пастба и перегрузка пастбищ скотом. В результате этого изреживается растительный покров, обнажается почва, поверхность которой распыляется копытами животных, а нижележащие горизонты уплотняются. Это снижает водопроницаемость, ухудшает водный режим почвы, поэтому на эродированных участках развиваются малощенные растения с глубокой стержневой корневой системой (полынь, астрагал, типчак и др.). Продуктивность таких пастбищ резко снижается: вместо 10 — 15 ц/га сухой массы на незеро-дированных почвах урожай на эродированных снижается до 2 — 3 ц/га.

Для предотвращения эрозионных процессов на пастбищах и повышения плодородия почв необходимо ввести пастбищеобороты, снизить нагрузку скотом на 25 — 50%, дать отдых для восстановления нормальной проективной покрытости почвы растениями (2 — 3 года). Наряду с организационными мерами борьбы с эрозией на пастбищах большое значение имеют агротехнические приемы, в первую очередь — применение удобрений. Исходя из данных анализов почв, необходимо вносить суперфосфат в дозе 60 — 90 кг д. в. на гектар, на фоне азота 30 — 60 кг/га д. в. Калием, как было указано выше, горные лугово-степные почвы обеспечены хорошо.

Опыты, проведенные в 1973 — 1974 гг. с удобрениями на горных лугово-степных почвах (с. Камунта Ирафского района РСО-А), показали, что под действием удобрений ($N_{60}P_{60}$) проективное покрытие почв растениями повысилось от 50% до 80% после при-

менения удобрений, при этом урожай увеличился в 5 — 7 раз по сравнению с контролем. Эффективность удобрений повышается при подсевах семян люцерны, злаков и др.

В борьбе с эрозией почв важное значение имеет шелевание. На эродированных участках специальным ножом (шелерезом ШН-2-140) нарезаются по горизонтали щели, глубиной 40 — 60 см и шириной 5 — 6 см. Они почти полностью впитывают поверхностный сток талых вод и дождевых осадков, при этом смыв почвы прекращается, улучшается водный режим, повышаются проективное покрытие и продуктивность пастбищ. Лабораторией горного луговодства СКНИИГПСХ лучшие результаты получены при нарезании щелей через 1,5 м, с одновременным внесением минеральных удобрений и подсевом семян трав. При проведении шелевания на фоне $N_{60}P_{60}K_{40}$ урожай повышается до 42 ц/га сена, в том числе собственно шелевания до 22 ц/га.

10.3. Горно-луговые черноземовидные почвы

Исследователи горных почв рассматривали горно-луговые черноземовидные почвы на разном таксономическом уровне в составе горно-луговых почв. На территории Северной Осетии они описываются впервые. Аналогичные почвы описаны в Кабардино-Балкарии Б. Х. Фиашевым (1977) и в Дагестане — Э. Н. Молчановым (1971).

Горно-луговые черноземовидные почвы нами рассматриваются как самостоятельный тип, отличающийся от горно-луговых, лугово-степных почв и черноземов условиями формирования, строением профиля и физико-химическими свойствами. Внутри этого типа почв выделено три подтипа, которые отличаются между собой по степени карбонатности. На территории РСО-А горно-луговые черноземовидные почвы представлены в основном подтипом выщелоченные.

Условия формирования. Горно-луговые черноземовидные почвы формируются на южных макросклонах Скалистого и Пастбищного хребтов, где они занимают микросклоны северной и северо-восточной экспозиций

в пределах высот 1000 — 2000 м н. у. м.; на элювио-делювии известняков, известковистых сланцев и песчаников (рис. 10.3.1). Они развиваются под остепненными лугами с ковылем красивейшим и эспарцетом Биберштейна. Урожайность их составляет 20 — 25 ц/га сухой надземной и около 50 — 60 ц/га подземной массы.

Климат в зоне их распространения умеренно теплый. Сумма температур выше 10°C составляет 2200 — 2400°C. Продолжительность безморозного периода длится около 165 дней. Период со среднесуточной температурой больше 10°C составляет 127 дней. Осадков выпадает 570 — 700 мм за год. В этих условиях значительное количество биомассы подвергается гумификации с образованием слабоподвижных фульво- и гуминовых кислот, связанных с катионом кальция. Поэтому данные почвы, в отличие от горно-луговых, имеют слабокислую реакцию, прочнозернистую структуру, темный, почти черный, с буроватым оттенком, цвет, который с глубиной постепенно приобретает все более бурые тона.

Строение профиля. Приведем описание разреза, характеризующего профиль морфологического строения. Разрез заложен на

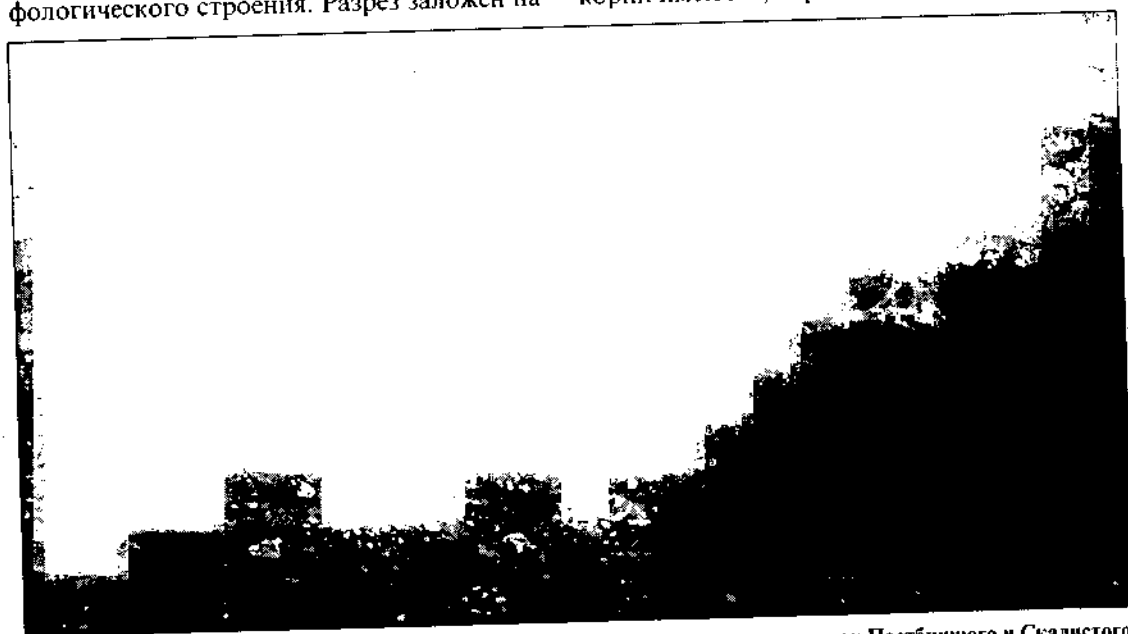


Рис. 10.3.1. Горно-луговые черноземовидные почвы формируются на южных склонах Пастбищного и Скалистого хребтов, под их эскарпами

северо-восточном крутом (40°) склоне Скалистого хребта; ниже с. Лезгор Ирафского района РСО-А; растительность — костер, тимopheевка, ковыль красивейший, райграс, клевер, эспарцет Биберштейна, тысячелистник, шалфей, одуванчик и др.; угодье — пастбище.

$A_d \frac{0-5}{5} \text{ см}$

Темный, с коричневым оттенком; влажный; непрочномелкозернисто-пороховидной структуры; густо переплетен корнями; среднесуглинистый; переход заметный.

$A' \frac{6-24}{18} \text{ см}$

Темный, почти черный; свежий; среднесуглинистый; рыхлый; зернистый; корней много; переход постепенный; вскипает от 10% HCl с 12 см.

$A'' \frac{24-44}{20} \text{ см}$

Темный, с коричневым оттенком; свежий, среднесуглинистый; зернистый; рыхлый; корни имеются; переход постепенный.

$AB \frac{44-64}{20} \text{ см}$

Темно-бурый; свежий; рыхлый; среднесуглинистый; зернистокомковатый; отдельные включения щебня; корни имеются; переход заметный.

$B \frac{64-80}{16} \text{ см}$

Серо-бурый; свежий; среднесуглинистый; комковато-мелкозернисто-пороховидной структуры; корни имеются; переход ясный.

$BC \frac{80-90}{10} \text{ см}$

Бурый, неоднородно окрашенный от карбонатного налета на щебне; среднесуглинистый; мелкозернистокомковато-пороховидной структуры; переход ясный.

$C \frac{90-95}{6} \text{ см}$

Элювио-делювий известняков, серпентинитов, песчаников; щебенка их покрыта налетом карбоната кальция. Между отдельностями щебня — мелкозем бурого цвета.

Из приведенного описания видно, что горно-луговые черноземовидные почвы имеют специфические морфологические признаки, отличающие их от горно-луговых и лугово-степных почв, а также черноземов. К ним относятся: прочная зернистая структура; темный, почти черный, с коричневым оттенком, цвет гумусовых горизонтов; постепенный переход одного горизонта в другой в пределах гумусового профиля и резкий переход в почвообразующую породу; отсутствие новообразований вторичных карбонатов; наличие в нижней части профиля щебня (рис. 10.3.2).

Механический состав. Горно-луговые черноземовидные почвы имеют легко- и среднесуглинистый механический состав (табл. 10.3.1). Причем на элювио-делювии песчаников и серпентинитов они легкосуглинистые (24,3 — 28,3% физической глины), а на известняках — среднесуглинистые (30,5 — 35,1% физической глины). Средняя часть профиля содержит больше физической глины, чем A_d и C , что указывает на более интенсивное оглинивание горизонта B . В профиле рассматриваемых почв резко преобладают частицы мелкого песка (0,25—0,05 мм — 17,5—36,7%) и крупной пыли (0,05 — 0,1 мм — 23,5—46,1%). С глубиной по профилю содержание илестых частиц увеличивается до 2,2 — 14,9%.

Минералогический состав. Основными по-

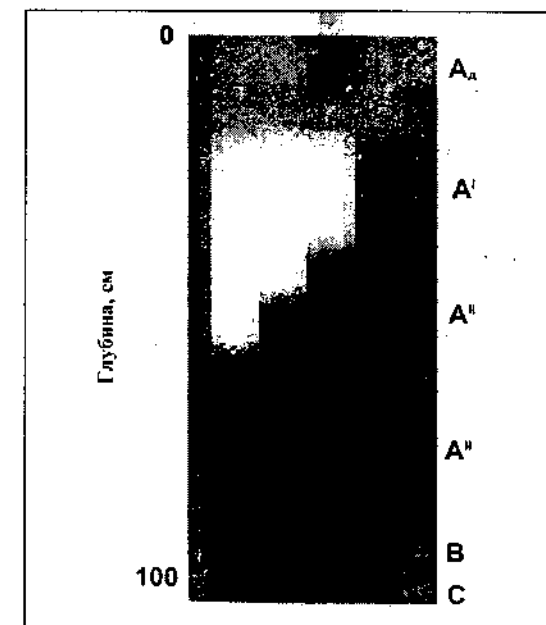


Рис. 10.3.2. Профиль горно-луговой черноземовидной почвы. Гумусово-аккумулятивный горизонт растянут, интенсивно окрашен гумусом в черный цвет

родообразующими минералами для горно-луговых черноземовидных почв являются амфиболы, которые составляют 95% в составе частиц больше 0,1 мм и 69,8% — в составе частиц 0,1 — 0,01 мм. В этих почвах, в составе тяжелой фракции, лимонит имеет подчиненное значение — 2,8% и 15%, что отличает горно-луговые черноземовидные почвы от горно-луговых. Значительно больше в мелкой фракции этих почв и лейкоксена — 5%, рутила — 5%, биотита — 2% и пирита — 2%.

Легкая фракция почв содержит полевых шпатов 50%, обломочных пород — 30% и кварца — 20. С глубиной по профилю существенных изменений в содержании этих минералов не наблюдается. Термические исследования илестой фракции, выделенной из горно-луговой черноземовидной почвы, свидетельствуют о синтезе и накоплении в этих почвах монтмориллонита и гидрослюда. На термограммах отчетливо фиксируются первая и вторая эндотермические реакции гидрослюда, монтмориллонита в интервалах 50 — 200 с максимумом 120 — 150 и 500 — 600 — с максимумом 550, причем

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Диаметр фракций, мм; содержание, %						
		1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	< 0,01
Разрез 3004								
A _д	0 — 6	2,62	20,75	46,11	8,37	18,72	3,43	30,52
A	6 — 20	3,99	18,39	42,53	11,59	18,18	5,33	35,10
BC	20 — 42	6,28	29,9	33,16	12,58	11,47	6,61	30,66
Разрез 2001								
A _д	0 — 5	5,24	32,62	36,29	9,01	14,67	2,17	25,85
A	5 — 15	5,98	30,74	36,36	7,84	13,21	5,87	26,92
Разрез 3005								
A _д	0 — 10	7,35	34,89	31,68	12,82	5,48	7,78	26,08
A	10 — 20	7,63	36,70	31,42	8,74	7,81	7,70	24,25
AB	20 — 30	11,52	33,75	28,10	9,51	9,29	7,83	26,63
B	40 — 50	17,63	25,35	23,52	13,91	5,79	13,80	23,50
C	60 — 70	28,15	17,53	26,07	3,65	9,74	14,86	28,25

первая эндотермическая реакция значительно интенсивнее второй, что говорит о присутствии в пробе большого количества монтмориллонита. Экзотермические реакции в интервалах 600 — 700, 850 — 959 или же 800 — 900 также принадлежат разным видам монтмориллонита (рис. 10.2.3).

Валовой химический состав. Профиль горно-луговых черноземовидных выщелоченных почв четко дифференцирован под действием двух противоположных процессов: выщелачивания и биогенного накопления. В связи с этим легкоподвижные элементы (Na, Ca, Mg) накапливаются в нижней части профиля, а биогенные (P, K, Na, S, Mg) — в верхней (табл. 10.3.2). Анализы также свидетельствуют о довольно равномерном распределении в профиле черноземовидных почв кремния и полутвердых окислов, что

сближает их с черноземами. Рассматриваемые почвы богаты валовыми формами фосфора (0,33 — 0,50%) и калия (1,2 — 2,0%).

Валовой анализ илистой фракции показывает, что кремний, кальций, магний и железо концентрируются в более крупных фракциях почв, а алюминий, фосфор, калий, марганец — в илистой. Например, в илистой фракции содержится кремнезема 37%, алюминия — 18,6%, фосфора — 0,63%, калия — 3,4% и марганца — 0,21%, а в почвах — соответственно 52,05; 11,6; 0,35; 2,0; 0,07%. Железо в данных почвах всецело находится в оксалатно-растворимой окисной форме, доля закисного железа невелика — 5 — 10%.

Физико-химические свойства. Горно-луговые черноземовидные почвы богаты гумусом (14,0 — 23,9% в дерновом горизонте)

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ЧЕРНОЗЕМОВИДНЫХ ПОЧВ

Горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO ₂		Fe ₂ O ₃		CO ₂	Потеря при прокаливании	SO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	MnO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	R ₂ O ₃	
		SiO ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃														Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃
A _d	0 — 6	28,90	28,90	3,90	3,90	3,30	49,46	0,41	0,42	1,18	1,25	7,60	0,07	0,50	3,90	0,48	7,40	3,90	7,41	2,56
A	6 — 20	35,70	35,70	4,30	4,30	3,52	38,96	0,35	0,57	1,29	1,70	7,22	0,07	0,38	4,30	0,56	8,50	4,31	8,30	2,79
B	20 — 42	35,70	35,70	4,10	4,10	9,46	30,30	0,34	0,63	1,45	3,55	12,96	0,06	0,43	4,10	0,62	90,30	3,83	8,70	2,66
C	42 — 60	2,04	2,04	0,27	0,27	42,50	43,22	0,07	0,05	0,09	3,00	50,56	0,01	0,04	0,27	0,03	0,53	2,85	7,55	2,55
A _d	0 — 5	40,00	40,00	5,08	5,08	3,30	30,89	0,80	0,79	1,78	1,75	8,96	0,05	0,33	5,08	0,69	10,50	3,80	7,87	2,57
A	5 — 15	34,20	34,20	4,24	4,24	12,54	32,26	0,12	0,69	1,58	2,65	15,63	0,05	0,27	4,24	0,56	9,35	3,65	8,06	2,52
C	15 — 25	1,95	1,95	0,27	0,27	43,00	45,04	0,07	0,06	0,08	11,20	4,46	0,01	0,05	0,27	0,03	0,39	5,00	6,84	2,23
A _d	0 — 10	52,40	52,40	6,30	6,30	0,50	20,05	0,17	1,10	2,00	2,90	1,68	0,07	0,35	6,30	0,76	11,75	4,46	8,31	2,90
A	10 — 20	57,40	57,40	6,60	6,60	0,50	14,57	0,12	1,10	2,08	2,70	2,10	0,06	0,33	6,60	0,84	12,55	4,54	8,63	2,98
AB	20 — 30	56,20	56,20	6,40	6,40	0,50	14,55	0,10	1,20	1,94	2,90	2,24	0,06	0,33	6,40	0,85	13,09	4,32	8,79	2,95
B	40 — 50	58,00	58,00	6,90	6,90	0,50	11,02	0,10	1,32	1,00	3,55	3,01	0,08	0,31	6,90	0,96	12,55	4,62	8,40	2,98
BC	60 — 70	57,60	57,60	7,25	7,25	1,32	9,38	0,14	1,72	2,00	2,25	4,13	0,08	0,36	7,25	0,90	13,75	4,19	7,94	2,74
C	90 — 100	54,20	54,20	7,40	7,40	1,76	4,14	0,13	2,87	3,17	7,00	5,74	0,08	0,45	7,40	0,90	13,69	3,98	7,32	2,57

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Общий азот, %	Подвижные формы, мг/100 г почвы			рН водной	Мг/экв на 100 г почвы				Степень насыщен- ности основани- ями, %	Влажность, %
				азот гидролизус- мый	калий обменный	фосфор подвижный		гидролити- ческая кислотность	сумма поглощ. оснований	Са	Mg		
A ₁	0—6	23,9	2,47	—	24,0	6,71	6,5	0,83	50,0	45,6	4,4	98,4	8,1
A	6—20	16,8	2,27	—	14,7	2,06	6,9	0,52	43,6	41,6	2,0	98,8	7,9
B	20—42	13,1	1,86	—	11,75	2,3	7,0	0,61	38,4	37,6	0,8	98,4	6,5
A ₂	0—5	19,25	1,76	—	61,25	7,3	6,7	1,02	46,8	40,8	6,0	97,90	6,8
A	5—15	14,4	1,57	—	45,0	3,08	7,0	0,72	36,8	33,4	3,4	98,0	5,5
A ₃	0—10	14,0	1,65	8,09	51,0	4,74	6,6	1,24	31,6	25,8	5,8	96,0	8,1
A	10—20	9,35	0,89	6,35	33,0	1,82	7,0	0,61	38,6	23,8	5,8	97,90	8,6
AB	20—30	8,45	1,07	7,81	26,75	2,3	7,5	0,42	35,6	25,4	10,2	98,80	6,8
B	40—50	5,65	0,9	5,88	18,75	0,78	7,8	0,49	28,4	20,2	8,2	98,3	6,0
BC	60—70	3,50	0,58	5,88	16,75	0,65	7,8	0,24	25,6	18,8	9,8	99,0	5,2

и общим азотом (1,7 — 2,5), что сближает их с горно-луговыми. Содержание гумуса и азота с глубиной постепенно уменьшается, и в этом отношении они близки к черноземам. Рассматриваемые почвы слабокислые в дерновом горизонте (рН 6,5 — 6,7), с глубиной они переходят в нейтральные и слабощелочные (рН 7,8 в породе). Гидролитическая кислотность их низка — 0,8 — 1,24 мг/экв на 100 г почвы. Сумма поглощенных оснований составляет 31,6 — 50,0 мг/экв на 100 г почвы.

Поглощенные основания представлены исключительно катионами кальция (табл. 10.3.3). В связи с высоким содержанием поглощенных оснований и низкой гидролитической кислотностью степень насыщенности основаниями горно-луговых черноземовидных почв достигает 96 — 98%, что опять-таки отличает их от горно-луговых почв и сближает с черноземами. Во всех изученных разрезах четко проявляется биогенное накопление в верхних горизонтах подвижного фосфора и обменного калия, количество которых с глубиной, по мере уменьшения гумуса, снижается.

Сельскохозяйственное использование. Горно-луговые черноземовидные почвы в настоящее время используются как основные сено-

косные участки и летние пастбища для крупного рогатого скота. Основные массивы их сосредоточены в районе селений Ламардон, Фиагдон, Ход, Камунта и Донифарс. Они занимают относительно ровные участки, удобные для механизированной заготовки сена.

Большинство этих участков до массового переселения горцев на плоскость распахивалось, на них возделывались зерновые колосовые, картофель, горох и другие культуры. Однако отсутствие плотной дернины при интенсивной бессистемной пастьбе скота приводит к развитию эрозии. Для того чтобы предотвратить это, а значит повысить плодородие почв, необходимо: вносить в почвы на сенокосах минеральные удобрения ($N_{60}P_{30}$), а на пахотных участках под картофель и овощи — еще 40 — 50 т/га навоза; проводить на сильновыбитых пастбищах подсев семян трав, а также щелевание, орошение; вводить сенокосо- и пастбищеобороты, согласно разработанным проектам; оголять сенокосы и пахотные участки.

Исходя из условий распространения горно-луговых черноземовидных почв, их естественного плодородия, рельефа, следует использовать их как культурные пастбища, а на более удобных участках возделывать картофель и овощи.

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ
В ПОЧВАХ

Применение микроэлементов является мощным фактором увеличения урожая сельскохозяйственных культур, улучшения качества и минеральной полноценности получаемой продукции и повышения продуктивности животных. Однако, без учета содержания их в почвах, миграции в ландшафтах и круговороте в системе почва — растение — природные воды нельзя правильно прогнозировать положительное действие микроэлементов.

Содержание валовых и подвижных форм микроэлементов в почвах Республики Северная Осетия-Алания изучались Е. В. Рубилиным (1968), Ю. В. Копейкиным (1961) и А. Л. Уртаевым (1968). Однако имеющийся материал недостаточно полно отражает геохимическую обстановку разных ландшафтно-геоморфологических районов республики и вопросы рационального применения микроудобрений. В связи с этим нами были проведены исследования по изучению содержания валовых и подвижных форм бора, марганца, меди, цинка, кобальта и молибдена в почвах разных ландшафтов республики.

11.1. Бор

Бор — это химический элемент третьей группы элементов Д. И. Менделеева. Он известен с древности, однако в чистом виде был получен лишь в 1808 г. Гей-Люссаком.

В зоне выветривания бор ведет себя как элемент с постоянной валентностью (В). Формы соединения его в этой зоне многообразны. Он входит в состав борных минералов (турмалин и др.), а также в кристаллическую решетку различных алюмосиликатов как изоморфная примесь, может находиться в сорбированном состоянии на поверхности тонко-дисперсной части осадочных пород и в составе органического вещества. Долгое время может пребывать в растворах и при благоприятных условиях накапливаться в солях магния, натрия, кальция и других элементов в рассеянном состоянии или в повышенных концентрациях (К. Лукашов, В. Лукашов, 1968). А. П. Виноградов (1957) выделяет два типа областей на земном шаре, где содержание бора в почвах различно: древние равнины с обычным содержанием элемента в почвах и геосинклинальные области с почвами, богатыми им.

Бор подвижен в кислой и особенно в щелочной среде, поэтому аккумуляция его приурочена к зонам распространения кислых и щелочных вод и к области их соприкосновения с сульфатными и хлоридными водами, несущими ионы кальция и магния (Ковда и др., 1959).

Среднее содержание бора в литосфере составляет 30 — 50 мг/кг, в почвах — 10 мг/кг (Ковда и др., 1959). В растениях концентра-

Почвы	п	т	а	v, %
Чернозем обыкновенный	8	39	18,9	35,6
Выщелоченный чернозем	7	37,8	4,8	12,9
Оподзоленный чернозем	6	55,5	14,2	25,6
Лугово-черноземная выщелоченная	10	51,5	11,6	22,5
Серая лесная	9	35,0	8,4	24,0
Бурая лесная	8	75,0	25,0	34,0
Горно-луговая	12	65,4	33,0	50,0

Здесь и далее: *п* — число анализированных образцов,
т — среднее арифметическое, мг/кг,
а — среднее квадратичное отклонение мг/кг,
г — коэффициент вариации в пределах типа почв, %.

ция бора достигает в среднем 50 мг/кг сухого вещества.

Как недостаток, так и избыток бора в почвах приводит к нарушению нормальной жизнедеятельности организма.

Содержание бора в горизонте А (A_{плх}). Содержание валового бора резко дифференцировано в основных почвенных типах бывшего СССР. По данным В. А. Ковды и др. (1959), в среднем почвы содержат следующее количество бора (мг/кг): подзолистые — 8, серые лесные — 5, черноземы — 11, каштановые — 19, сероземы — 59, красноземы — 9.

Почвы Республики Северная Осетия-Алания содержат значительно больше валового бора (табл. 11.1.1).

Общее содержание бора в почвах республики колеблется (среднее по типам) в пределах от 37,3 до 75 мг/кг почвы. Больше всего валового бора в бурых лесных почвах (до 75 мг/кг). В горно-луговых почвах, образовавшихся на продуктах выветривания известняков и сланцев, его содержится до 65 мг/кг.

Из рассматриваемых нами почв наименьшее количество валового бора находится в выщелоченных черноземах, подстилаемых галечником (37 мг/кг почвы). Однако и это

количество в 3 — 4 раза больше среднего содержания бора в почвах по В. А. Ковде и др. (1959).

Повышенное содержание бора в почвах Республики Северная Осетия-Алания связано с расположением республики в широтной геосинклинальной полосе, характеризующейся высокими концентрациями элемента в породах. На повышенное содержание бора в почвах геосинклинальных областей указывает А. П. Виноградов (1957).

Коэффициент варьирования концентрации валового содержания бора закономерно возрастает от выщелоченных черноземов (V и 12,9%) к дерново-глеевым оподзоленным и горно-луговым почвам (у ~ 50,0%). Значительной пестротой распределения бора отличаются черноземы обыкновенные предкавказские (у к 35,6%).

Распределение бора по профилю почв. Верхние гумусовые горизонты всех исследованных почв содержат больше бора, чем материнские породы (рис. 11.1.2). Это указывает на биогенную аккумуляцию бора в почвах.

Между содержанием бора и гумуса обнаруживается положительная корреляционная связь (рис. 11.1.1); коэффициент корреляции равен + 0,6 тг — 0,18.

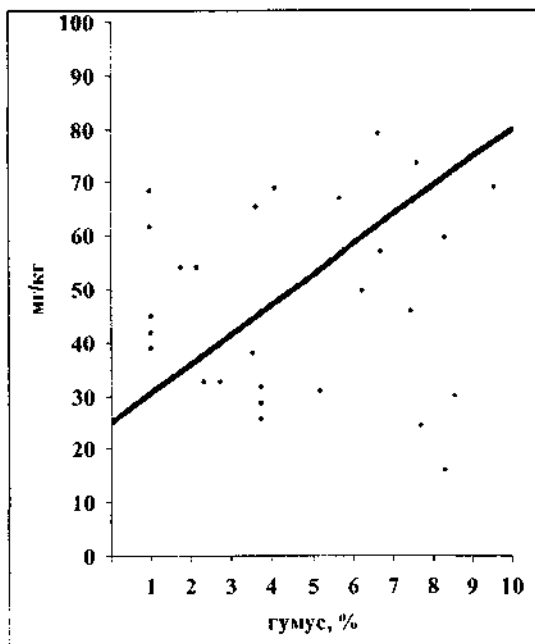


Рис 11.1.1. Корреляция между содержанием гумуса и бора в почвах

Схематическая карта валового содержания бора в A_1 ($A_{\text{пах}}$) горизонте. Данные содержания бора в смешанных почвенных образцах нами использованы для составления картосхемы содержания бора в почвах Республики Северная Осетия-Алания. На этой картосхеме выделено шесть ступеней градации (рис. 11.1.3):

первая группа — каштановые, лугово-каштановые почвы и черноземы обычные предкавказские с содержанием бора от 30 до 40 мг/кг;

вторая — выщелоченные черноземы, лугово-черноземные почвы (от 40 до 50 мг/кг);

третья — черноземы оподзоленные (от 50 до 60 мг/кг);

четвертая — горно-луговые почвы (от 60 до 70 мг/кг);

пятая — бурые лесные почвы (от 70 до 80 мг/кг);

шестая — площади с аномальным содержанием бора (выше 80 мг/кг почвы).

11.2. Марганец

Марганец — это химический элемент седьмой группы таблицы элементов Д. И. Менделеева. В неорганической природе его в

1774 г. открыл Шеелл, который за два года до этого обнаружил его в составе растительных организмов. В 1808 г. марганец был найден Вагеленом в животных организмах.

По устройству наружных электронных оболочек марганец относится к элементам d-семейства с электронной их структурой $(A) 3^5 4^2$, в силу которой марганец — переменный валентный.

В зоне гипергенеза в почвах марганец встречается в виде Mn^{+4} , Mn^{+3} , Mn^{+2} (Ферсман, 1934). В этой зоне наибольшей миграционной способностью обладает Mn^{+2} , наименьшей — Mn^{+4} . Миграция соединений марганца зависит от растворимости его соединений в зависимости от pH раствора, окислительно-восстановительных условий в почвах, определяющих направление и скорость реакций.

Окисление Mn^{+2} до Mn^{+4} быстрее происходит в почвах с щелочной реакцией среды через образование Mn^{+3} (Круглова, 1966).

В литосфере кларк марганца составляет 900 мг/кг (Кларк, 1924). Среднее содержание в почвах — 850 мг/кг (Ферсман, 1934; Гольдшмидт, 1954; Виноградов, 1957).

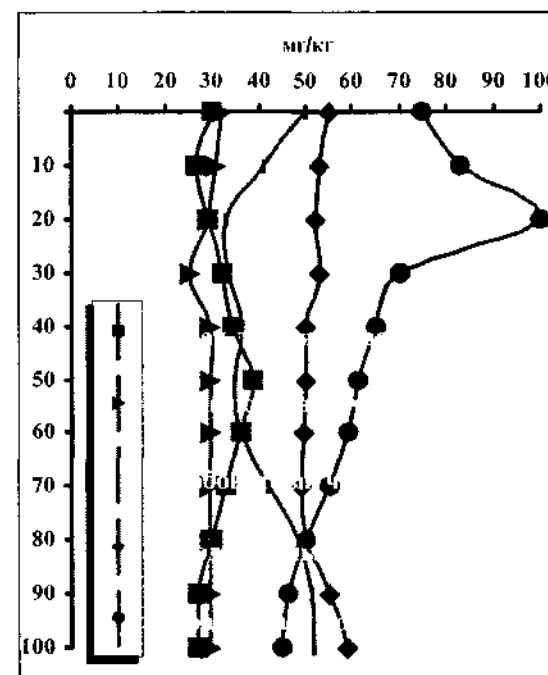


Рис. 11.1.2. Распределение бора по профилю почв

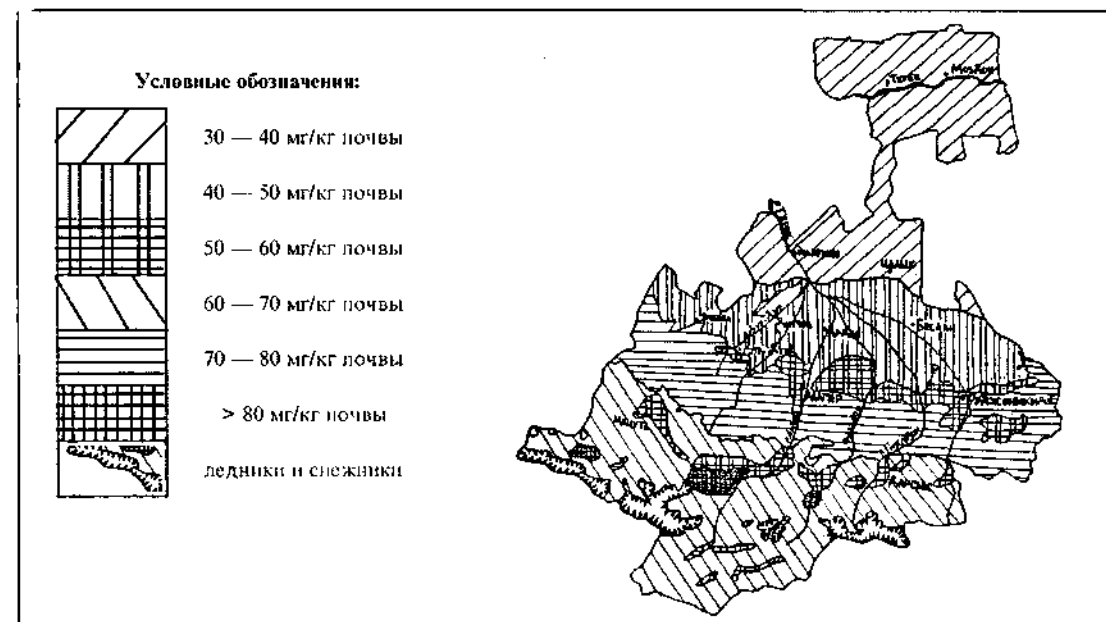


Рис. 11.1.3. Содержание валовых форм бора в почвах РСО-А

Содержание марганца в A_1 ($A_{\text{пах}}$) горизонте. По данным В. А. Ковды и др. (1959), почвы бывшего СССР в среднем содержат в пахотном горизонте следующее количество марганца (мг/кг): дерново-подзолистые — 1270; серые лесные — 1000; каштановые — 960; черноземы — 840; красноземы — 1440; сероземы — 790.

По валовому содержанию марганца почвы Республики Северная Осетия-Алания мало отличаются от почв бывшего СССР (табл. 11.2.1).

Общее количество марганца в пахотном слое почв республики колеблется в широких пределах — от 881 до 1561 мг/кг. На территории РСО-А обособляются ландшафты с различным содержанием марганца в почвах. Это ландшафты предгорных равнин, горных и предгорно-равнинных степей, низких и высоких гор. Почвы ландшафтов предгорных равнин (выщелоченные и оподзоленные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы) содержат повышенное количество марганца (800 — 2000 мг/кг почвы).

Наибольшая концентрация его (до 2000 мг/кг) наблюдается в серых лесных почвах. Выщелоченные черноземы и лугово-

черноземные выщелоченные почвы содержат почти одинаковое количество марганца (соответственно 1363 и 1371,1 мг/кг почвы).

Оподзоленные черноземы по содержанию элемента занимают промежуточное положение между выщелоченными и лугово-черноземными выщелоченными почвами; среднее содержание марганца в них (в $A_{\text{пах}}$) составляет 1441,3 мг/кг. Примерно такое же содержание (500 — 2000 мг/кг) марганца в этих почвах выявлено в Дагестане Н. Г. Зыриным и Г. Д. Беличиной (1968).

Повышенное содержание марганца в почвах предгорных равнин определяется в значительной степени высокой концентрацией его в современных аллювиальных отложениях, которые местами являются почвообразующими породами. Кроме того, оно связано с адсорбцией его глинами из вод, дренирующими северные склоны Черных (лесистых) гор.

На возможность накопления некоторых металлов в глинах и тяжелых почвах, которые служат адсорбционными барьерами на пути водной миграции элемента, указывает их высокое содержание.

Горные лугово-степные почвы и предкав-

Почвы	n	m	σ	ν , %
Чернозем обильновесный	7	881,0	92,5	10,5
Оподзоленный чернозем	7	1441,5	299,8	20,8
Выщелоченный чернозем	7	1363,0	204,4	15,0
Лугово-черноземная выщелоченная	15	1371,7	209,9	15,3
Лугово-черноземная карбонатная	6	990,3	117,8	11,9
Аллювиально-луговая	5	1025,0	235,7	23,0
Серая лесная	9	1060,0	265,0	25,0
Буряя лесная	8	1445,0	438,5	30,0
Горно-луговая	12	1220,0	951,6	78,0

казские карбонатные черноземы содержат марганца от 500 до 900 мг/кг, что соответствует среднему содержанию его в почвах по А. П. Виноградову. Примерно такое же содержание (600 — 780 мг/кг) марганца в предкавказских карбонатных черноземах Ростовской области и Краснодарского края найдено соответственно В. В. Акимцевым (1961) и Е. В. Тонконоженко (1964).

Бурые и серые лесные почвы, выщелоченные и оподзоленные черноземы содержат повышенное количество марганца (960 — 1700 мг/кг почвы).

Наблюдается тенденция уменьшения марганца — от бурых лесных к серым лесным почвам. В этих ландшафтах наибольшее количество марганца находится в бурых лесных почвах (1445,0 мг/кг) и оподзоленных черноземах (1441,5 мг/кг), меньше — в выщелоченных черноземах (1363,0 мг/кг) и еще меньше в серых лесных почвах (1060,0 мг/кг).

Аналогичные результаты получены для этих типов почв рядом других исследователей. Так, по данным Е. В. Рубилина (1968), бурые лесные почвы Республики Северная Осетия-Алания содержат марганца в сред-

нем 1557 мг/кг почвы. Дерново-подзолистые, бурые и серые лесные почвы Татарстана в верхнем (A_1), гумусовом, горизонте — до 2000 мг/кг почвы (Перельман, 1966).

В высокогорье основной фон почвенного покрова представлен горно-луговыми альпийскими и субальпийскими почвами. В связи с разнообразием здесь материнских пород содержание марганца в почвах этого района меняется даже в пределах небольшой территории. Распределение содержания в них этого элемента усложняется еще тем, что по всей горной цепи проходит рудоносная зона. Кроме того, очень часты локальные полиметаллические месторождения. Марганец повсеместно дает первичные ореолы рассеяния вблизи рудных тел на расстоянии более 80 м. В пределах ореала рассеяния аномальное содержание марганца достигает значительных величин (более 3000 мг/кг), а нормальное (фоновое) восстанавливается вдали от рудных тел. Для горно-луговых альпийских и субальпийских почв Северной Осетии оно составляет в среднем 1220 мг/кг.

Разнообразие рельефа, почвообразующих

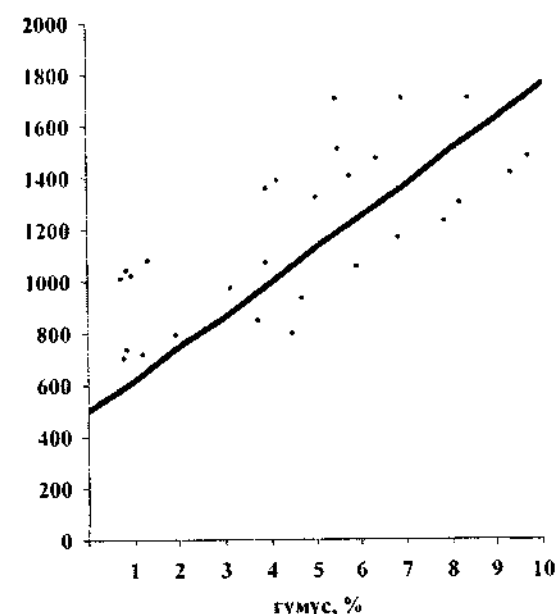


Рис. 11.2.1. Корреляция между содержанием гумуса и марганца в почвах

пород, зональные и локальные месторождения полиметаллических руд настолько усложняют картину распределения в почвах марганца, что нет возможности составить точную карту распространения элемента. Поэтому составленную нами карту общего содержания марганца в A_1 ($A_{\text{пах}}$) нужно считать весьма схематичной.

Коэффициент варьирования концентрации валового содержания элемента для горно-луговых почв высокий — 78%, что является типичным для горных почв (Зырин, 1968). Для почв Северо-Осетинской предгорной наклонной равнины, равнинных степей коэффициент варьирования марганца в несколько раз меньше (10,5 — 30,0), чем для горных почв.

В почвах Северной Осетии содержание марганца в A_1 ($A_{\text{пах}}$) закономерно возрастает с севера на юг — от предкавказских карбонатных черноземов к выщелоченным и оподзоленным черноземам, серым лесным и бурым лесным, горным лугово-степным и горно-луговым почвам.

Распределение марганца по профилю почв

Верхние гумусовые горизонты по сравнению с почвообразующей породой богаче марганцем (рис. 11.2.1). Это указывает на биогенную аккумуляцию марганца в почвах. Накопление элемента в верхних горизонтах связано также с образованием (в окислительных условиях) труднорастворимой четырехвалентной окиси. Кроме того, накопление марганца может быть обусловлено образованием органо-минеральных комплексов с органическим веществом и сорбционными процессами (Руденская, 1962).

Между содержанием марганца и гумуса в почвах Северной Осетии обнаруживается положительная корреляционная связь (рис. 11.2.2). Коэффициент корреляции равен +0,5.

Содержание илстых частиц оказывает очень незначительное влияние на содержание марганца. В почвах не наблюдается той прямой зависимости между содержанием элемента и илстыми частицами, которую обнаруживают легкие дерново-подзолистые

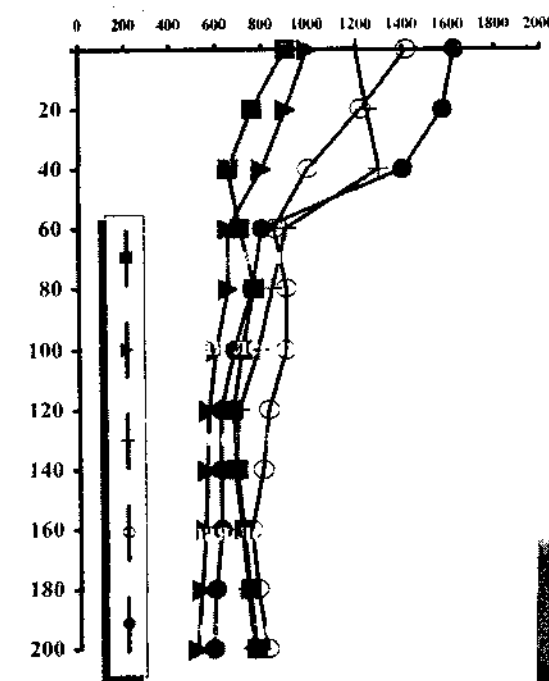


Рис. 11.2.2. Распределение марганца по профилю почв

почвы Белоруссии (Лупинович, Дубиковский, 1966). Возможная фиксация марганца за счет сорбционных процессов на поверхности илистых частиц маскируется другими явлениями. Очевидно, поэтому в почвах не нашли связи между содержанием илистой фракции и марганца.

Обобщенные данные распределения марганца по профилям основных типов почв даны на рисунке 11.2.2.

Материнские породы всех исследованных почв содержат близкое количество марганца. Однако в процессе почвообразования происходит перераспределение марганца, и почвенные горизонты разных типов почв отличаются по содержанию элемента. Различия в уровне содержания марганца в верхних горизонтах почв зависят в основном от количества в них гумуса. С глубиной по профилю, по мере уменьшения содержания гумуса, уменьшается количество марганца. Среди всех типов почв оподзоленные черноземы выделяются контрастными изменениями в содержании марганца по профилю почв. В этих почвах разница в содержании марганца в горизонте А и В значительная.

Схематическая карта валового содержания марганца в A_1 ($A_{\text{пах.}}$). Для составления

картосхемы содержания марганца в почвах Северной Осетии нами использованы данные содержания марганца в смешанных почвенных образцах и некоторые литературные данные. На этой картосхеме выделено семь ступеней градации по содержанию элемента в горизонте A_1 ($A_{\text{пах.}}$) (рис. 11.2.3):

первая группа — каштановые, лугово-каштановые почвы и обыкновенные черноземы с содержанием марганца от 184 до 456 мг/кг;

вторая — черноземы обыкновенные и горные лугово-степные почвы (от 500 до 800 мг/кг);

третья — лугово-черноземные выщелоченные, аллювиальные, горно-луговые альпийские и субальпийские (от 800 до 1250 мг/кг);

четвертая — выщелоченные и оподзоленные черноземы (от 1250 до 1600 мг/кг);

пятая — бурые лесные почвы (от 1500 до 1700 мг/кг);

шестая — серые лесные почвы (от 1500 до 2000 мг/кг);

седьмая — площади с аномальным содержанием марганца (выше 2000 мг/кг).

Содержание подвижных форм марганца. Способность марганца менять валентность и растворимость зависит от окислительно-

восстановительных условий, кислотности или щелочности почвенной среды.

Подвижные формы марганца складываются из трех групп соединений: воднорастворимого, обменного и легковосстанавливаемого марганца. Содержание этих форм элемента в разных почвах подвержено сильным колебаниям. Так, по данным Я. В. Пейве (1959), в почвах бывшего СССР содержание соединений элемента, переходящего в 0,1 н раствор серной кислоты, колеблется в пределах от 1 до 150 мг/кг почвы.

Почвы Северной Осетии содержат подвижного марганца, переходящего в 0,1 н раствор серной кислоты, от 10 до 200 мг/кг почвы, а в ацетатно-аммонийный раствор с рН 4,8 — от 5 до 40 мг/кг почвы (табл. 11.2.2).

Разные типы почв Республики Северная Осетия-Алания содержат неодинаковое количество подвижного марганца. Самый высокий уровень содержания его наблюдается в бурых лесных почвах (30 — 40 мг/кг — в ацетатно-аммонийной вытяжке с рН 4,8 и 160 — 195 мг/кг почвы — в 0,1 н растворе серной кислоты). Повышенное содержание

подвижного марганца в лесных почвах связано, с одной стороны, с интенсивной биологической аккумуляцией его под лесной растительностью, с другой — с тем, что он представлен в этих почвах не силикатами, которые не растворяются в кислотах, а окислами и органоминеральными соединениями.

Серые лесные почвы содержат подвижного марганца, переходящего в ацетатно-аммонийный раствор с рН 4,8, от 15 до 42 мг/кг и в вытяжке 0,1 н раствора серной кислоты — от 100 до 170 мг/кг почвы.

По сравнению с содержанием подвижного марганца в черноземах, серые лесные почвы содержат его значительно больше. Повышенное содержание подвижного марганца в серых лесных почвах объясняется сезонным повышением увлажнения этих почв, низким при этом окислительно-восстановительным потенциалом. В условиях низкого окислительно-восстановительного потенциала в почве Mn^{+3} и Mn^{+4} восстанавливаются до Mn^{+2} , соединения которого (окислы, карбонаты и др.) легко растворяются в воде и сла-

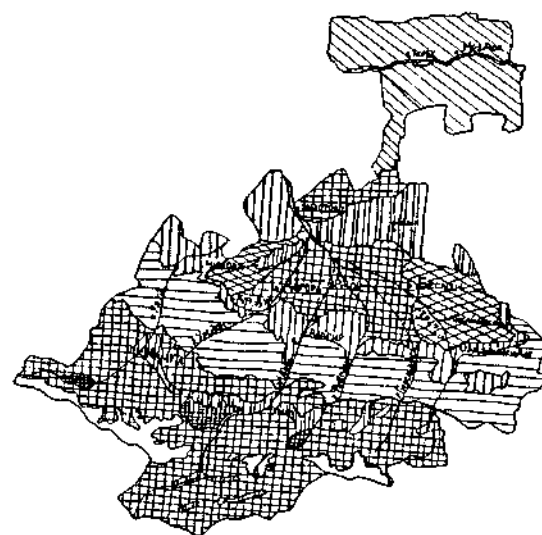
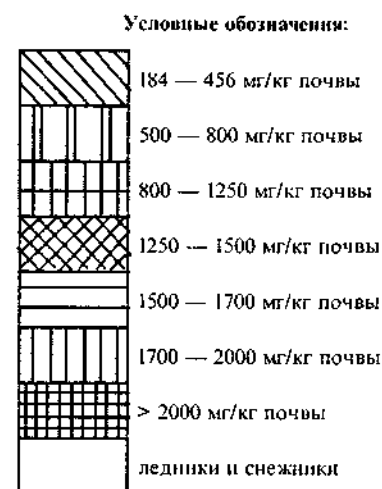


Рис. 11.2.3. Содержание валовых форм марганца в почвах РСО-А

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МАРГАНЦА В A_1 ($A_{\text{пах.}}$) ПОЧВ (мг/кг)

Таблица 11.2.2

Почвы	Ацетатно-аммонийная буферная вытяжка, рН 4,8		Вытяжка 0,1 н раствора (H_2SO_4)	
	среднее	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний
Предкавказский карбонатный чернозем	8,7	4,7 — 19,2	30,0	5,78
Выщелоченный чернозем	19,3	6,7 — 27,5	70,0	50 — 130
Оподзоленный чернозем	19,7	15,0 — 26,0	65,0	70 — 123
Лугово-черноземная выщелоченная	18,0	6,7 — 26,0	60,0	50 — 117
Лугово-черноземная карбонатная	10,5	10,0 — 11,5	25,0	5 — 50
Серая лесная	19,6	5,8 — 27,0	63,0	71 — 130
Буряя лесная	35,0	30,0 — 40,0	177,0	160 — 195
Аллювиально-луговая	9,0	5 — 10	40,0	10 — 50

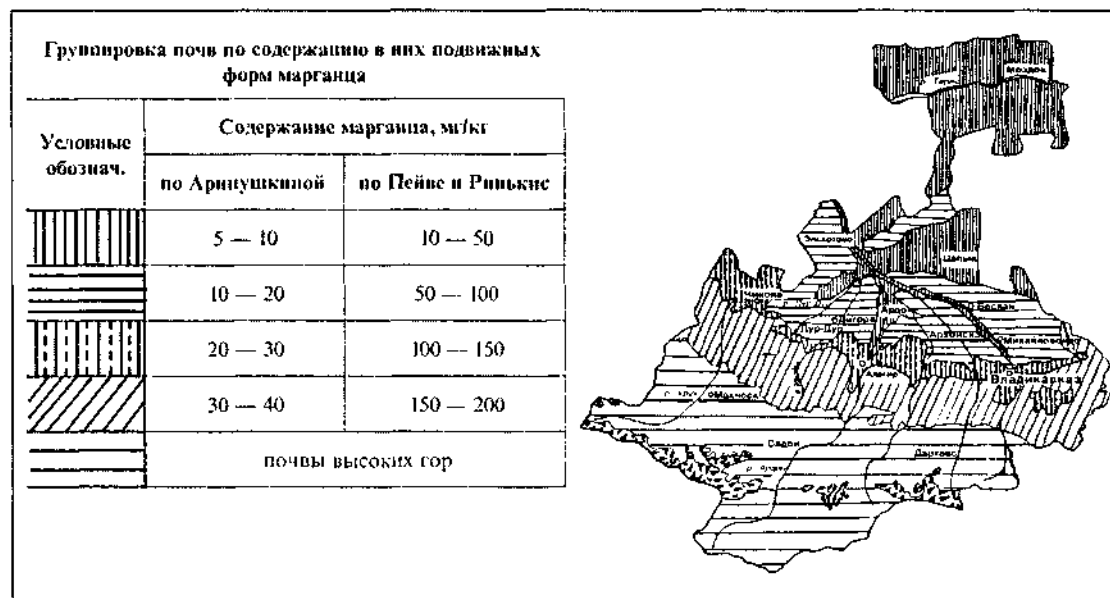


Рис. 11.2.4. Содержание подвижных форм марганца в почвах РСО-Алания

рых растворах кислот. Образующиеся в результате окисления Mn^{+2} высокодисперсные гидроокислы Mn^{+3} и Mn^{+4} вначале тоже хорошо растворимы в 0,1 н серной кислоты.

Содержание подвижного марганца в почве и величина окислительно-восстановительного потенциала связаны обратной зависимостью.

Выщелоченные и оподзоленные черноземы, а также лугово-черноземные выщелоченные почвы содержат примерно одинаковое количество подвижного марганца, переходящего в ацетатно-аммонийную вытяжку с pH 4,8 соответственно: 6,7—27,5, 15,0—26,0, 6,7—26,0, а в вытяжку с 0,1 н серной кислоты — 50—130, 70—123, 50—117 мг/кг почвы. Как видно из этих данных, содержание подвижного марганца в пределах каждого почвенного типа значительно варьирует. Однако общее количество его в этих почвах согласуется с данными, полученными другими авторами для аналогичных почв других областей России. Так, по данным А. Х. Владимирова (1962), обыкновенные черноземы Ростовской области содержат подвижного марганца, переходящего в 0,1 н раствор серной кислоты, от 10 до 75 мг/кг

почвы. Черноземы предкавказские обыкновенные содержат подвижного марганца, растворимого в ацетатно-аммонийной вытяжке с pH 4,8, от 4,7 до 19,2, а в растворе 0,1 н серной кислоты — от 5 до 78 мг/кг.

Таким образом, содержание элемента в черноземах обыкновенных предкавказских значительно ниже, чем в выщелоченных и оподзоленных черноземах.

Пониженное содержание подвижного марганца в карбонатных почвах связано, в первую очередь, с высоким окислительным потенциалом их, при котором элемент находится в труднорастворимом состоянии.

В профиле всех исследованных почв максимальное количество подвижного марганца находится в верхнем, наиболее гумусированном, горизонте. С глубиной по профилю почвы, по мере уменьшения содержания гумуса и кислотности, понижается количество подвижного марганца.

Уровень содержания доступного марганца в почвах значительно варьирует и в первую очередь зависит от окислительно-восстановительных условий и реакции почвенной среды. Так, по К. Шаррену (цит. по М. В. Катылимову, 1965), уровень содержа-

ния доступного марганца в почве, обеспечивающего нормальное питание растений этим элементом равен: при pH < 6,0 — около 25 мг/кг, при pH 6,0—6,5 — 50 мг/кг, при pH > 6,5 — 70 мг/кг.

По М. В. Катылимову, потребность растений в марганцевых удобрениях обычно наблюдается при pH 5,8 и выше; в почвах ниже этого значения pH потребность в марганце, как правило, удовлетворяется полностью самой почвой (Катылимов, 1965).

С учетом указанных критических уровней содержания подвижного марганца в почвах (по К. Шаррену и М. В. Катылимову) можно считать, что бурые и серые лесные почвы, а также оподзоленные черноземы Северной Осетии относятся к почвам достаточно и высоко обеспеченным марганцем.

Выщелоченные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы можно отнести к слабо нуждающимся в марганцевых удобрениях, а предкавказские карбонатные черноземы и лугово-черноземные карбонатные почвы, наоборот, к сильно нуждающимся. Указанные уровни обеспеченности почв Северной Осетии марганцем подтверждаются полевыми опытами.

Схематическая карта содержания подвижного марганца в A_1 ($A_{\text{пах}}$). На основании проведенных анализов нами составлена картосхема содержания подвижного марганца в почвах Северной Осетии (рис. 11.2.4), на которой выделено 4 группы почв с разным содержанием марганца:

первая группа — черноземы обыкновенные с содержанием подвижного марганца от 5 до 10 мг/кг в ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и 10 — 50 мг/кг почвы в 0,1 н растворе серной кислоты;

вторая — выщелоченные черноземы, лугово-черноземные выщелоченные, аллювиально-луговые выщелоченные почвы с содержанием подвижного марганца от 10 до 20 мг/кг почвы в 0,1 н растворе серной кислоты;

третья — серые лесные почвы с содержанием подвижного марганца от 20 до 30 мг/кг в ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8

и 100 — 150 мг/кг почвы в 0,1 н растворе серной кислоты;

четвертая — бурые лесные почвы с содержанием подвижного марганца от 30 до 40 мг/кг в ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и 150 — 200 мг/кг почвы в 0,1 н растворе серной кислоты.

11.3. Медь

Медь — химический элемент первой группы периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Она известна с глубокой древности.

В растительных организмах медь была обнаружена немецким ученым И. Йонном в 1814 г., в животных — французским ученым Л. Ваколеном в 1808 г.

По устройству наружных электронных оболочек относится к элементам d-семейства с электронной их структурой $3d^{10} 4s^1$. Медь — переменновалентный элемент Cu^{+1} и Cu^{+2} .

В природе значительное его количество находится в рассеянном состоянии. Однако известно около 170 различных минералов, в состав которых входит медь, из них наиболее распространены сульфиды и их аналоги: борнит ($CuFeS_2$), ковеллин (CuS), халькопирит ($CuFeS_2$), халькозин (Cu_2S), аноргит ($Cu_2Al_2S_4$), куприт (Cu_2O), станнин (Cu_2FeSnS_4) и др. (Ферсман, 1939).

В гипергенных условиях сульфиды меди легко окисляются, давая большое количество хорошо растворимых в воде и вследствие этого подвижных соединений (Смирнов, 1936). Поэтому в зоне гипергенеза, особенно при процессах выветривания медных месторождений, медь характеризуется повышенной миграционной способностью и накоплением во вторичных продуктах выветривания. Она энергичнее всего мигрирует в кислой среде и наиболее инертна в резко восстановительной щелочной среде (Лукашов, Петухов, 1962; Щербина, 1955).

Весовой кларк меди в литосфере равен примерно 100 мг/кг.

Валовое содержание ее в почвах России колеблется в широких пределах — от 1 до 100 мг/кг почвы.

В почвах Северной Осетии пределы коле-

Почвы	n	m	σ	v , %
Предкавказский карбонатный чернозем	7	48,3	11,2	23,2
Выщелоченный чернозем	7	46,7	5,9	12,6
Лугово-черноземная выщелоченная	15	53,8	7,9	14,7
Оподзоленный чернозем	8	53,7	13,4	24,9
Лугово-черноземная карбонатная	6	46,5	10,2	22,0
Аллювиально-луговая	5	80,0	24,0	30,0
Серая лесная	9	65,0	25,7	39,5
Буря лесная	8	49,0	20,3	41,6
Горно-луговая	12	32,2	17,2	53,5

бания меди несколько уже — 10—90 мг/кг. Однако и эта величина довольно большая. Содержание элемента в почвах Северной Осетии тесно связано с содержанием его в почвообразующих породах. В процессе почвообразования хоть и происходит перераспределение меди по профилю, однако уровень концентрации ее в почвообразующих породах наследуется почвами. Поэтому на территории Северной Осетии выделяется несколько зон с различным уровнем и пестротой содержания элемента в почвах: высокогорье, предгорные равнины и равнинные степи.

Содержание валовой меди в горизонте A_1 ($A_{\text{пах}}$). В высокогорье основной фон почвенного покрова представлен горно-луговыми альпийскими и субальпийскими почвами. Эти почвы, в зависимости от микроэлементного состава почвообразующих горных пород, содержат неодинаковое количество валовой меди. Так, почвы, образовавшиеся на делювии глинистых сланцев, содержат меди от 50 до 60 мг/кг. Это в три раза выше среднего содержания ее в почвах.

Повышенное содержание меди в горно-луговых почвах объясняется, с одной стороны, богатством материнских пород этим эле-

ментом, с другой — влиянием локальных повышенных концентраций его в зоне распространения сланцев. Горно-луговые почвы, образовавшиеся на элювии песчаников, содержат меди от 30 до 40 мг/кг. Это значительно меньше, чем в почвах, образовавшихся на сланцах, однако выше среднего содержания.

Почвы, образовавшиеся на элювии гранитов, содержат валовой меди от 20 до 30 мг/кг. Значительно меньшим содержанием ее характеризуются горно-луговые почвы, образовавшиеся на известняках юрской системы: валовое содержание меди в них колеблется от 10 до 20 мг/кг.

Аналогичные результаты получены рядом других исследователей горных почв, образовавшихся на однотипных породах. Так, по данным Г. Д. Беличиной (1965), в горно-луговых почвах Дагестана содержание валовой меди колеблется в пределах от 5 до 63 мг/кг. Наименьшее количество ее (14 мг/кг) находится в горно-луговых почвах, образовавшихся на элювии известняков, наибольшее (100 мг/кг) — на элювии сланцев.

В горных почвах часты аномальные концентрации элемента. Четко отмечаются проявления меди в делювии вдоль рудонос-

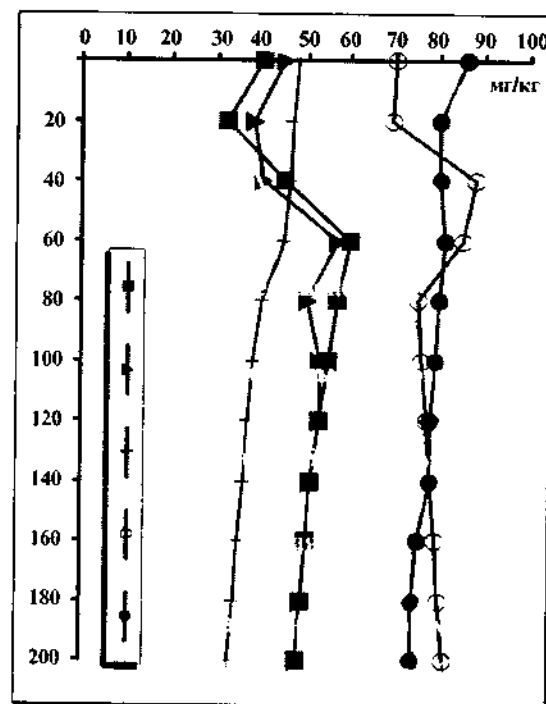


Рис. 11.3.1. Распределение меди по профилю почв

ной зоны и локальных месторождений полиметаллических руд. Указать ареалы рассеяния аномального содержания меди на составленной нами картосхеме содержания меди не позволил масштаб исследований, поэтому мы стремились обозначить фоновое содержание меди в почвах.

Бурые и серые лесные почвы по содержанию валовой меди неодинаковы. Больше меди содержат темно-серые лесные — 60—70 мг/кг (в среднем — 65 мг/кг) (табл. 11.3.1), меньше — бурые лесные — 48—50 мг/кг (в среднем 49 мг/кг). Повышенное содержание меди в бурых и серых лесных почвах Северной Осетии связано, по-видимому, не с процессом почвообразования, а с богатством материнских пород этим элементом.

В ландшафтах предгорных равнин почвенный покров довольно разнообразный. Наибольшее хозяйственное значение здесь имеют выщелоченные черноземы, лугово-черноземные выщелоченные почвы, меньше — аллювиальные. Эти почвы содержат валовой меди от 50 до 90 мг/кг. Наибольшее

количество ее (70—90 мг/кг) находится в аллювиальных почвах, меньшее (46,7 мг/кг) — в выщелоченных черноземах. Лугово-черноземные выщелоченные почвы занимают промежуточное положение между аллювиальными почвами и выщелоченными черноземами. Содержание меди в них колеблется в пределах от 49,1 до 53,1 мг/кг почвы, с тенденцией увеличения от дерново-глеевых к лугово-черноземным почвам.

Повышенная концентрация меди в почвах ландшафта предгорных равнин объясняется аномальным содержанием ее в исходных коренных горных породах Центрального Кавказа, переотложенные продукты выветривания которых являются здесь почвообразующими породами, и воздействием гидрохимического фактора на распределение и концентрацию меди в почвах (особенно в аллювиальных).

В черноземах обыкновенных предкавказских содержание валовой меди колеблется от 40 до 50 мг/кг, что значительно выше среднего содержания ее в черноземах.

Повышенное содержание меди в предкавказских карбонатных черноземах отмечено и

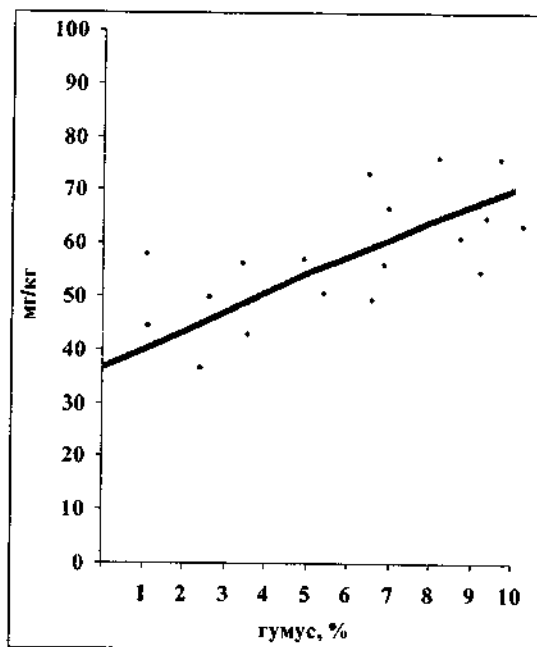


Рис. 11.3.2. Корреляция между содержанием гумуса и меди в черноземах

рядом других исследователей. Так, черноземы Ростовской области, по данным В. В. Акимцева и А. Х. Владимирова (1965), содержат валовой меди от 44 до 47 мг/кг почвы.

Распределение содержания меди в профиле почв. По профилю почв Северной Осетии медь распределяется неодинаково. В горно-луговых почвах наименьшее количество меди находится в верхнем горизонте, с глубиной содержание ее увеличивается. Такая закономерность наблюдается в почвах с повышенной концентрацией этого элемента в почвообразующих породах.

В почвах кислого ряда, с промывным водным режимом, наибольшее количество меди находится в иллювиальном горизонте, наименьшее — в верхней части профиля. Такое распределение меди по профилю характерно для оподзоленных черноземов, бурых и серых лесных оподзоленных почв (рис. 11.3.1).

В распределении меди по профилю в обыкновенных и выщелоченных черноземах, а также в лугово-черноземных выщелоченных почвах наблюдается ярко выраженная зависимость от биогенных факторов. Наибольшее количество ее находится в вер-

хних, гумусированных, горизонтах почв. С глубиной, по мере уменьшения содержания гумуса, снижается и содержание меди (рис. 11.3.2).

В черноземах прослеживается высокая положительная связь между гумусом и медью ($r \approx +0,8$), она низка в оподзоленных почвах ($r \approx +0,2$) (т. е. с увеличением содержания гумуса увеличивается содержание меди).

Содержание иллитных частиц оказывает значительное влияние на концентрацию меди в почвах, особенно в кислых, с преобладанием промывного водного режима ($r \approx 0,5$).

Наибольшей однородностью распределения меди отличаются выщелоченные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы ($v \approx 12,6 — 14,7$), наименьшей — горно-луговые ($v \approx 49,5 — 55,7$), бурые и серые лесные почвы ($v \approx 39,5 — 41,6$). Промежуточное положение между ними занимают карбонатные и оподзоленные черноземы ($v \approx 23,2 — 24,9$), а также лугово-черноземные карбонатные почвы.

Схематическая карта содержания валовой меди A_1 ($A_{\text{вал}}$). Данные содержания меди в смешанных почвенных образцах пахотного

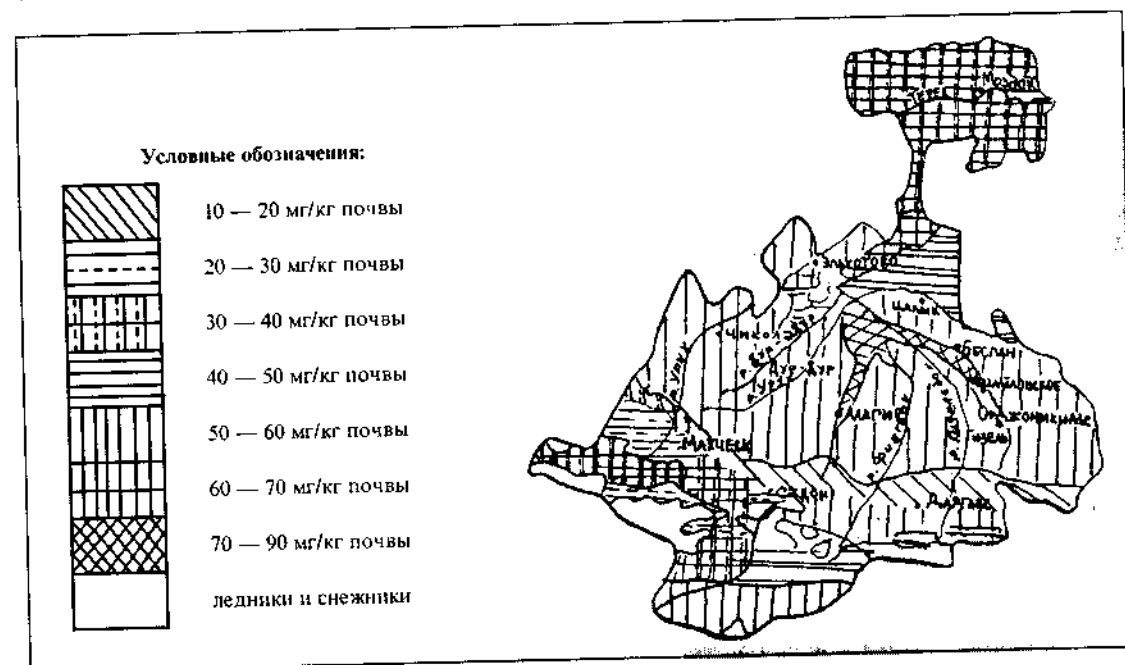


Рис. 11.3.3. Содержание валовых форм меди в почвах РСО-А

горизонта нами использованы для составления картосхемы, на которой выделено семь групп почв с различным содержанием меди (рис. 11.3.3):

первая группа — горно-луговые почвы, образовавшиеся на элювии и делювии известняков юрской системы, с содержанием меди от 10 до 20 мг/кг;

вторая — горно-луговые почвы, образовавшиеся на элювии и делювии гранитов (от 20 до 30 мг/кг);

третья — горно-луговые почвы, образовавшиеся на песчаниках (от 30 до 40 мг/кг). К этой же группе отнесены каштановые почвы; четвертая — черноземы обыкновенные предкавказские (от 40 до 50 мг/кг);

пятая — выщелоченные черноземы, лугово-черноземные выщелоченные, бурые лесные и горно-луговые почвы, образовавшиеся на глинах, элювии глинистых сланцев и известняков меловой системы (от 50 до 60 мг/кг);

шестая — серые лесные почвы, образовавшиеся на делювиальных отложениях продуктов выветривания известняков, мергелей, песчаников и конгломератов (от 60 до 70 мг/кг);

седьмая — аллювиальные почвы, образо-

вавшиеся на современных аллювиальных отложениях (от 70 до 90 мг/кг почвы).

Содержание подвижных форм меди. В почвах элемент встречается в форме воднорастворимой, обменной, труднорастворимой, в составе минералов и металлоорганических соединений (Пейве, 1959; Антипов-Каратаев, 1947). Из этих форм меди наибольшее значение имеют воднорастворимая и обменная, которые легко переходят в почвенный раствор и мигрируют с ним в профиле почвы. Они являются наиболее доступными для растений. Поэтому определение их в почвах имеет не только геохимическое значение, но и представляет большой практический интерес для сельского хозяйства.

Содержание подвижных форм меди в почвах России в вытяжке 1,0 н соляной кислоты колеблется в широких пределах — от 0,75 до 14,0 мг/кг почвы (Пейве, 1959). Пределы варьирования подвижной меди в почвах Северной Осетии значительно уже — от 0,2 до 1,3 мг/кг, переходящей в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8 и от 3,0 до 11,4 мг/кг 1 н соляной кислоты (табл. 11.3.2).

Степень подвижности меди в почве увели-

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОЙ МЕДИ В A_1 ($A_{\text{вал}}$) ПОЧВЫ (мг/кг)

Таблица 11.3.2

Почвы	Ацетатно-аммонийная буферная вытяжка pH 4,8		Вытяжка 1 н раствора HCl	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Предкавказский карбонатный чернозем	0,40	0,2 — 0,5	4,5	3,0 — 6,0
Выщелоченный чернозем	0,60	0,5 — 1,0	5,6	5,0 — 8,0
Оподзоленный чернозем	0,80	0,6 — 1,0	7,3	5,0 — 8,0
Лугово-черноземная выщелоченная	0,65	0,59 — 0,9	6,0	3,4 — 8,3
Серая лесная	0,54	0,5 — 0,7	6,0	6,0 — 7,0
Бурая лесная	1,00	0,6 — 1,3	9,1	5,7 — 11,4
Аллювиально-луговая	1,30	0,9 — 1,7	11,7	8,3 — 15,1

чивается с увеличением концентрации водородных ионов в почвенном растворе, с применением физиологически кислых минеральных удобрений, а также при улучшении условий разложения органического вещества. Наоборот, известкование почв и связывание меди в комплексные органические соединения гуминовых кислот уменьшает ее подвижность.

Наибольшее количество подвижной меди в почвах Северной Осетии находится в аллювиально-луговых почвах (до 1,3 мг/кг в буферной ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и до 11,0 мг/кг в 1,0 н растворе соляной кислоты). Повышенное содержание подвижной меди здесь объясняется большой концентрацией общих запасов ее в этих почвах. Содержание подвижных форм (в 1 н соляной кислоты) меди в % от валового содержания ее в этих почвах составляет $\approx 3,0\%$.

Бурые лесные почвы содержат подвижной меди, переходящей в буферный ацетатно-аммонийный раствор при pH 4,8, от 0,8 до 1,3 мг/кг и переходящий в 1,0 н раствор соляной кислоты — от 5,7 до 11,4 мг/кг почвы.

В этих почвах подвижная медь, переходящая в буферный ацетатно-аммонийный раствор, составляет около 2,0%, а в вытяжке 1,0 н раствора соляной кислоты — 18,0—20% от валового ее содержания.

Повышенное содержание подвижной меди в этих почвах объясняется кислой реакцией почвенного раствора. Кроме того, в составе органического вещества этих почв преобладают фульвокислоты, которые с медью образуют легкоподвижные комплексные соединения (Дроздова, 1963). Поэтому в бурых лесных почвах обнаружен наибольший процент подвижной меди от валового ее содержания.

Выщелоченные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы содержат подвижной меди соответственно 0,5—1,0 мг/кг и 0,59—0,9 мг/кг почвы в буферной ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8, а в вытяжке 1,0 н раствора соляной кислоты — 5—8 мг/кг и 3,4—8,3 мг/кг почвы. Это составляет 1% подвижной меди от валового содержа-

ния в буферной ацетатно-аммонийной вытяжке и около 10% — в вытяжке 1,0 н раствора соляной кислоты.

Содержание подвижной меди в выщелоченных черноземах, лугово-черноземных выщелоченных почвах Северной Осетии согласуется с данными, полученными другими исследователями для аналогичных почв России. Небольшая подвижность меди в выщелоченных черноземах и лугово-черноземных выщелоченных почвах связана с меньшей кислотностью их и преобладанием в составе органического вещества гуминовых кислот, которые связывают элемент в нерастворимые органо-минеральные соединения.

Предкавказские карбонатные черноземы содержат подвижной меди от 0,2 до 0,5 мг/кг почвы в буферной ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и от 3,0 до 6,0 мг/кг почвы — в вытяжке 1,0 н раствора соляной кислоты, что составляет около 0,5% от валового ее содержания в буферной ацетатно-аммонийной вытяжке и около 0,3% — в вытяжке 1,0 н раствора соляной кислоты. Это значительно меньше содержания ее в выщелоченных черноземах.

Пониженное содержание подвижной меди в карбонатных черноземах по сравнению с содержанием ее в выщелоченных объясняется нейтральной или слабощелочной реакцией этих почв и образованием в них труднорастворимого соединения меди типа $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$.

В профиле всех исследованных почв наибольшее количество подвижной меди находится в верхнем, наиболее гумусированном, горизонте. С глубиной содержание ее уменьшается параллельно с уменьшением количества гумуса. Влияние механического состава почв на подвижность меди незначительная. Некоторое увеличение содержания ее в нижней части профиля бурых лесных почв связано с выносом легкорастворимых форм элемента в нижние горизонты.

Наряду с определением валовых и подвижных форм меди в почвах, большое значение для сельского хозяйства имеет установление критического уровня содержания

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВ УСВОЯЕМОЙ РАСТЕНИЯМИ МЕДЬЮ
(1 н раствора соляной кислоты)

Таблица 11.3.3

Характеристика почвы по обеспеченности усвояемой медью	Содержание меди (в мг/кг почвы)
Очень бедная	меньше 0,3
Бедная	0,4 — 1,5
Среднеобеспеченная	1,6 — 3,0
Богатая	3,1 — 7,0
Очень богатая	больше 7,0

усвояемых растениями форм ее, ниже которого проявляется потребность сельскохозяйственных культур в медных удобрениях.

Я. В. Пейве (1958) предлагает следующую градацию обеспеченности растений усвояемыми формами меди (табл. 11.3.3).

По данным Пизер и др. (1966), порог резкого недостатка меди наступает при содержании подвижных форм ее в почве меньше 1,3 мг/кг.

Сопоставляя эти данные с нашими, видно, что черноземы и лугово-черноземные почвы относятся к богатым подвижной медью, и

сельскохозяйственные культуры не нуждаются во внесении медных удобрений. Однако имеются сведения положительного влияния медных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на выщелоченных и особенно карбонатных черноземах Северной Осетии. Это, по-видимому, зависит от особенностей почв Северной Осетии.

Бурые и серые лесные почвы достаточно обеспечены подвижной (усвояемой растениями) медью. Медные удобрения на этих почвах, при внесении под сельскохозяйственные культуры, не дают положительного эффекта.

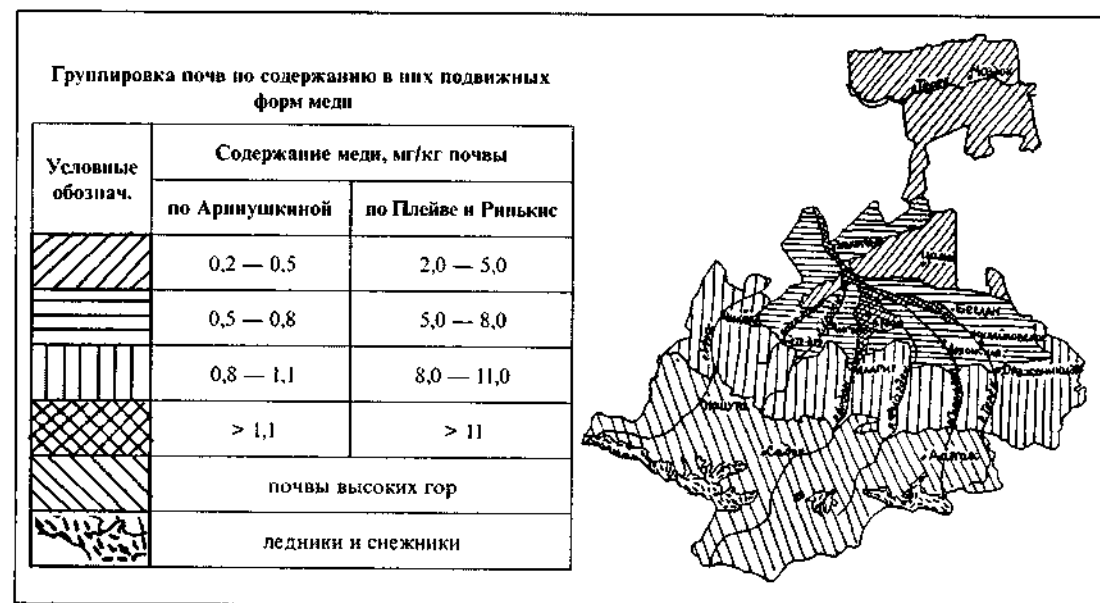


Рис. 11.3.4. Карта-схема содержания подвижной меди в почвах РСО-А

Схематическая карта содержания подвижной меди в горизонте A_1 ($A_{\text{пак}}$). Данные анализов подвижных форм меди в почвах Северной Осетии использованы при составлении картосхем. На приводимой картосхеме нами выделено четыре группы почв с разным содержанием подвижной меди (рис. 11.3.4):

первая группа — чернозем обыкновенный с содержанием меди от 0,2 до 0,5 мг/кг, переходящей в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 3,0 до 6,0 мг/кг — в вытяжку 1 н раствора соляной кислоты;

вторая — выщелоченные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы, с содержанием подвижной меди от 0,6 до 1 мг/кг, переходящей в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 5,6 до 8,3 мг/кг, переходящей в вытяжку 1 н раствора соляной кислоты;

третья — бурые лесные почвы, с содержанием подвижной меди от 0,6 до 1,3 мг/кг, переходящей в ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 8,5 до 11,4 мг/кг, переходящей в вытяжку 1 н раствора соляной кислоты;

четвертая — аллювиально-луговые почвы

с содержанием подвижной меди больше 1,1 мг/кг, переходящей в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при 4,8, и больше 11,0 мг/кг, переходящей в вытяжку 1 н раствора соляной кислоты.

11.4. Цинк

Цинк — химический элемент второй группы периодической системы элементов Д. И. Менделеева, в следовых количествах широко распространен в природе, одновременно входит в состав более 60 минералов (К. Лукашов, В. Лукашов, 1967). Наибольшее распространение имеют его соединения: сфалерит — ZnS , цинкит — ZnO , смитсонит — ZnCO_3 , виллемит — Zn_2SiO_4 .

В зоне выветривания соединения цинка ведут себя неодинаково и, в зависимости от pH среды, характеризуются разной степенью подвижности. В кислых и слабокислых условиях многие соединения цинка растворимы. Хорошей растворимостью в воде отличаются сернокислый цинк (ZnSO_4) и бикарбонат цинка ($\text{Zn}(\text{HCO}_3)_2$) (Порельман, 1966). В щелочных условиях среды соединения цинка осаждаются и фиксируются. Однако при дальнейшем повышении щелочно-

ВАРИАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВАЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В A_1 ($A_{\text{пак}}$) ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ (мг/кг) Таблица 11.4.1

Почвы	n	m	σ	v, %
Обыкновенный чернозем	7	54,3	12,0	22,1
Выщелоченный чернозем	7	49,0	15,8	32,2
Оподзоленный чернозем	8	42,0	11,8	28,0
Лугово-черноземная выщелоченная	15	55,2	12,5	22,6
Лугово-черноземная карбонатная	6	66,2	16,9	25,5
Бурая лесная	8	51,0	13,9	27,3
Серая лесная	9	63,0	14,5	23,0
Горно-луговая	12	52,0	30,7	59,1
Аллювиально-луговая	5	145,0	36,3	25,0

сти среды (pH > 8) элемент может снова переходить в раствор в результате образования растворимых цинкатов кислоты (Пейве, 1961). Присутствие ионов кальция снижает подвижность элемента в щелочной среде.

В литосфере среднее содержание цинка составляет 50 мг/кг, столько же находится в почвах (Виноградов, 1957). Содержание элемента в разных типах почв неодинаково и колеблется в пределах от 25 до 100 мг/кг почвы (Каталымов, 1965). Оно зависит от характера материнских пород, количества органического вещества, механического состава почв и pH почвенного раствора.

Содержание валового цинка в горизонте A_1 ($A_{\text{пак}}$). В почвах Северной Осетии количество валового цинка составляет от 30 до 200 мг/кг и более. Это значительно выше среднего содержания его в почвах других областей России.

В почвах разных ландшафтно-геоморфологических районов содержится неодинаковое количество цинка (рис. 11.4.1).

Ландшафты высоких гор характеризуются фоновым содержанием цинка в почвах (от 30 до 60 мг/кг почвы), в пределах которого наблюдается тенденция увеличения concentra-

ции его — от почв, образовавшихся на песчаниках, к почвам, образовавшимся на известняках, гранитах и глинистых сланцах. Здесь, наряду с фоновым содержанием в зоне контакта осадочных и изверженных пород, почвы содержат аномально высокие концентрации цинка. Кроме того, часты локальные месторождения цинковых руд, которые в гипергенных условиях легко окисляются, и цинк переходит в растворимые соединения, образуя вторичные ареалы рассеяния. Как в первичных, так и во вторичных ареалах рассеяния содержание цинка в почвах повышено — больше 200 мг/кг.

В бурых и серых лесных почвах содержится валового цинка от 60 до 90 мг/кг. Такое же количество его находится в выщелоченных и оподзоленных почвах. Это значительно выше среднего содержания цинка в почвах по А. П. Виноградову (1957).

Аналогичные результаты для этих почв получены Е. В. Рубилиным. По его данным, бурые и серые лесные, а также дерново-глеевые почвы содержат валового цинка до 82 мг/кг (Рубилин, 1967). Таким же содержанием цинка (до 72 мг/кг) характеризует М. В. Каталымов (1965) бурые лесные почвы.

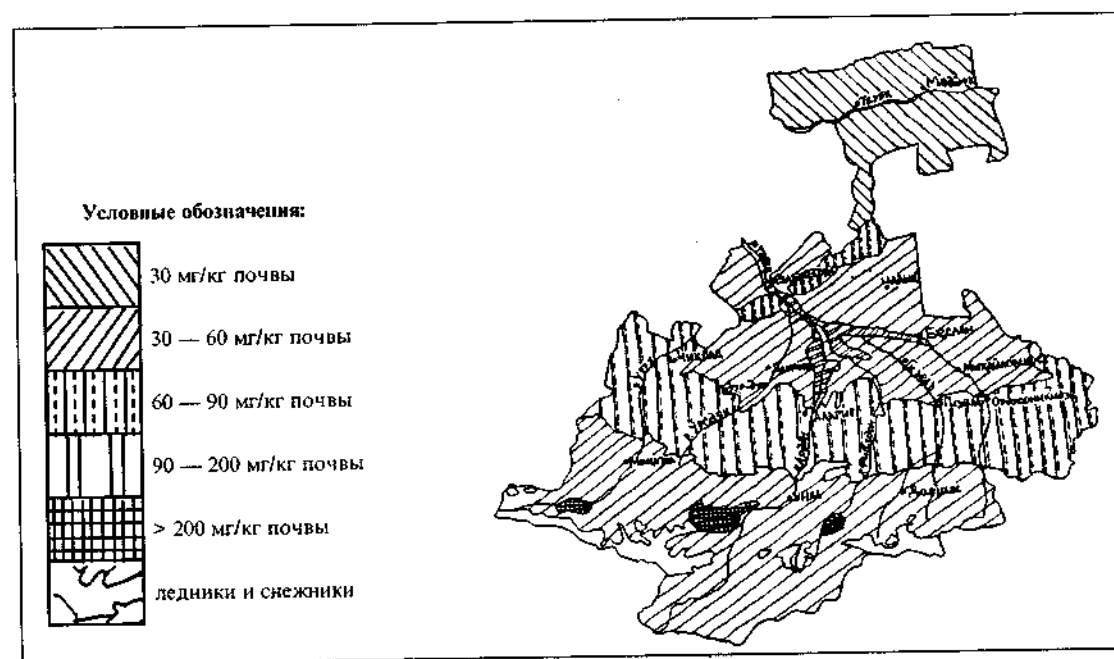


Рис. 11.4.1. Содержание валовых форм цинка в почвах РСО-А

Повышенное содержание цинка в бурых и серых лесных почвах объясняется богатством почвообразующих пород этим элементом и накоплением его в процессе почвообразования в иллювиальном горизонте.

В пределах этих типов почв наблюдается тенденция увеличения содержания цинка — от бурых лесных к серым лесным почвам. Так, среднее содержание цинка в бурых лесных почвах составляет 51 мг/кг, в серых лесных почвах — 63 мг/кг (табл. 11.4.1).

В оподзоленных и выщелоченных черноземах, лугово-черноземных выщелоченных и карбонатных почвах ландшафтов предгорных равнин среднее содержание валового цинка составляет соответственно 42,0, 55,0, 66,2 мг/кг почвы, а в черноземах обыкновенных предкавказских — 54,3. Это значительно ниже среднего содержания его в почвах эталонной провинции (курский мощный чернозем).

Полученные результаты определения цинка в черноземах обыкновенных предкавказ-

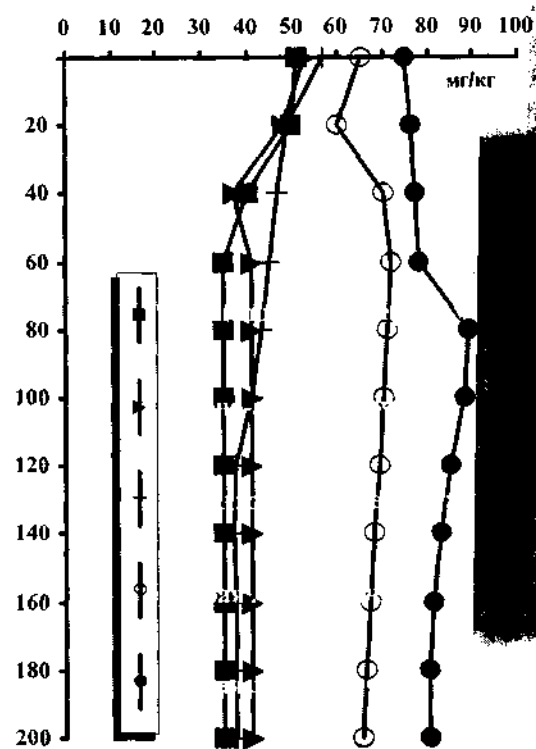


Рис. 11.4.2. Распределение цинка по профилю почв

ских и выщелоченных соответствуют данным содержания его в аналогичных почвах Ставропольского края (Рудин, 1961) и Ростовской области (Акимцев и др., 1961).

Аллювиально-луговые почвы характеризуются повышенным содержанием элемента (> 145 мг/кг), что связано в основном с гидрохимическим накоплением его. В районах с аномальным содержанием цинка сульфатные растворы (с pH 2 и меньше) взаимодействуют с минералами и способствуют образованию легкорастворимых солей, которые мигрируют на значительные расстояния даже в составе слабощелочных растворов. Хорошая растворимость сульфатов цинка способствует выносу его водами рек, дренирующими районы аномального содержания. По мере подщелачивания (pH 6 — 8) цинк выпадает из растворов в виде гидроокиси вместе с другими компонентами и накапливается в аллювиальных отложениях.

Содержание цинка в рассматриваемых почвах имеет четкую тенденцию увеличения: от черноземов к лугово-черноземным и аллювиально-луговым почвам. Среднее содержание элемента в них составляет: обыкновенный чернозем — 54,3 мг/кг, выщелоченный — 49,1, оподзоленный — 42, лугово-черноземная выщелоченная почва — 55,2, лугово-черноземная карбонатная — 66,2 и аллювиально-луговая — 145.

Распределение цинка по профилю почв. По профилю почв Республики Северная Осетия-Алания цинк распределяется неодинаково. В горно-луговых почвах, образовавшихся на породах с фоновым содержанием цинка, максимальное его количество находится в верхнем, наиболее гумусированном горизонте. С глубиной по профилю почв содержание элемента уменьшается параллельно уменьшению гумуса. В горно-луговых же почвах, образовавшихся на породах с повышенным содержанием цинка, максимальное количество его находится в материнской породе; здесь биогенное накопление элемента маскируется повышенным содержанием его в материнской породе.

В профилях бурых и серых лесных почв.

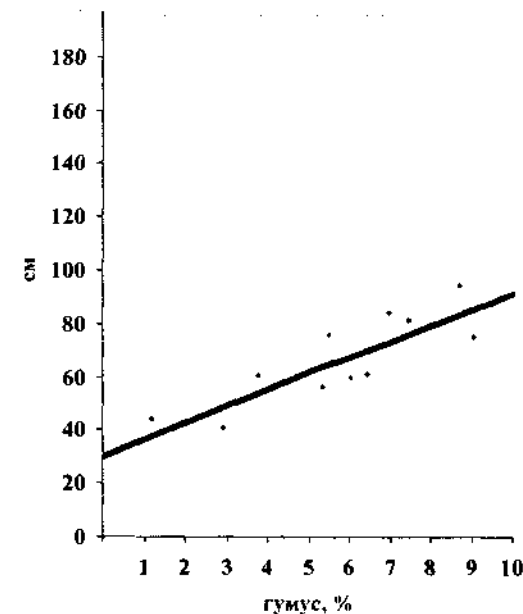


Рис. 11.4.3. Корреляция между содержанием гумуса и цинка в почвах

оподзоленных черноземов распределение цинка связано с распределением илстой фракции. Наибольшее количество его находится в иллювиальном горизонте (рис. 11.4.2). На аналогичное распределение цинка по профилю оподзоленных почв указывают Н. Г. Зырин, Г. Д. Белищина, Н. П. Брысова (1961).

В профиле черноземов и лугово-черноземных почв четко выражено накопление цинка в верхних горизонтах, что связано с биогенной аккумуляцией его. С глубиной, по мере уменьшения содержания гумуса, уменьшается и содержание валового цинка. Однако здесь нет той резкой дифференциации содержания его по генетическим горизонтам, которая наблюдается в оподзоленных почвах.

Почвы Северной Осетии обнаруживают слабую связь между гумусом и валовым содержанием цинка ($r \approx +30$) (рис. 11.4.3); в некоторых почвах она, кроме того, маскируется другими факторами.

По содержанию цинка почвы ландшафтов равнинных степей и предгорных равнин более однородны, чем почвы низких и, особенно, высоких гор.

Коэффициент варьирования цинка для

почв равнинных степей и предгорных равнин колеблется в пределах от 22,1 до 32,2%. В пределах этих ландшафтов карбонатные черноземы имеют большую однородность ($v \approx 22,1\%$), чем выщелоченные черноземы.

Наибольшей пестротой распределения цинка отличаются горно-луговые почвы. Здесь коэффициент варьирования достигает значительной величины — 59,1%, что типично для горных почв.

Содержание подвижных форм цинка. Подвижные формы цинка в почве представлены главным образом в поглощенном состоянии, в виде обменного Zn^{2+} , в соединении с органическими и минеральными коллоидами. Количество подвижного цинка в почвах сильно варьирует в зависимости от типа почвы, реакции, среды, количества гумуса и содержания карбонатов. Наибольшей подвижностью элемента отличаются почвы, имеющие кислую реакцию, которая, с одной стороны, увеличивает подвижность цинка и доступность его растениям, с другой — способствует его выносу из почвы.

Кроме того, большую роль в миграции и закреплении элемента в почвах играет органическое вещество. Обменный цинк накапливается в перегнойном горизонте, и кислые, богатые гумусом почвы содержат наибольшее количество подвижных форм его.

Наименьшей подвижностью цинка обладают почвы с pH 6,0 — 8,0. При pH выше 8 растворимость элемента повышается, что связано с образованием цинкатов.

Почвы Северной Осетии содержат подвижного цинка от 0,05 до 1,85 мг/кг почвы при экстракции буферным ацетатно-аммонийным раствором с pH 4,8 и от 0,03 до 1,5 мг/кг почвы в вытяжке 1 н раствора хлористого калия (табл. 11.4.2).

Больше всего подвижного цинка имеется в бурых лесных почвах, в которых содержание его колеблется в пределах от 0,25 до 1,85 мг/кг почвы в буферной ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и от 0,5 до 1,5 в вытяжке 1 н раствора хлористого калия.

В буферную ацетатно-аммонийную вы-

Почвы	Ацетатно-аммонийная буферная вытяжка pH 4,8		Вытяжка I н раствора KCl	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Предкавказский карбонатный чернозем	0,19	0,05 — 0,40	0,12	0,03 — 0,20
Выщелоченный чернозем	0,27	0,10 — 0,47	0,30	0,12 — 0,50
Оподзоленный чернозем	0,29	0,15 — 0,45	0,70	0,27 — 0,80
Лугово-черноземная выщелоченная	0,19	0,10 — 0,47	0,18	0,12 — 0,50
Серая лесная	0,32	0,15 — 0,42	0,29	0,30 — 0,60
Бурая лесная	0,70	0,25 — 0,90	1,30	0,50 — 1,50
Аллювиально-луговая	0,50	0,40 — 0,60	1,10	0,90 — 1,20

тяжку переходит 1%, в раствор I н KCl — 2% валового цинка.

Бурые лесные почвы содержат повышенное количество подвижного цинка, что объясняется кислой реакцией их. Кроме того, большей подвижности элемента в этих почвах способствует мобильность органического вещества, на долю которого приходится в них обычно более половины валового содержания цинка почвы.

Довольно высоко содержание подвижного цинка (от 0,29 до 0,32 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8 и от 0,29 до 0,7 мг/кг почвы, переходящего в вытяжку I н раствора хлористого калия) в оподзоленных черноземах и серых лесных почвах.

В этих почвах около 0,4 — 0,68% валового цинка переходит в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8 и около 0,36 — 16,5 в вытяжку I н раствора хлористого калия.

Выщелоченные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы содержат примерно одинаковое количество подвижного цинка (0,19 — 0,27 мг/кг почвы), переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8 и 0,18 — 0,3 мг/кг

почвы, переходящего в вытяжку I н раствора хлористого калия. Это значительно ниже содержания подвижного цинка в оподзоленных черноземах, однако соответствует среднему содержанию его в однотипных почвах других областей России. Они занимают промежуточное положение по подвижности цинка между оподзоленными и карбонатными черноземами.

Подвижность цинка в выщелоченных черноземах и лугово-черноземных выщелоченных почвах, по сравнению с оподзоленными, несколько снижена и составляет около 0,34 — 0,54 мг/кг почвы в буферной ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и 0,32 — 0,61 мг/кг почвы в вытяжке I н раствора хлористого калия. Снижение подвижности элемента в этих почвах можно объяснить меньшей кислотностью их и необменным поглощением элемента гуминовыми кислотами.

В почвах Северной Осетии наименьшее количество подвижного цинка обнаружено в предкавказских обыкновенных черноземах. В буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8 из этих почв переходит 0,05 — 0,4 мг/кг почвы, а в вытяжку I н раствора хлористого калия — 0,02—0,2. Это со-

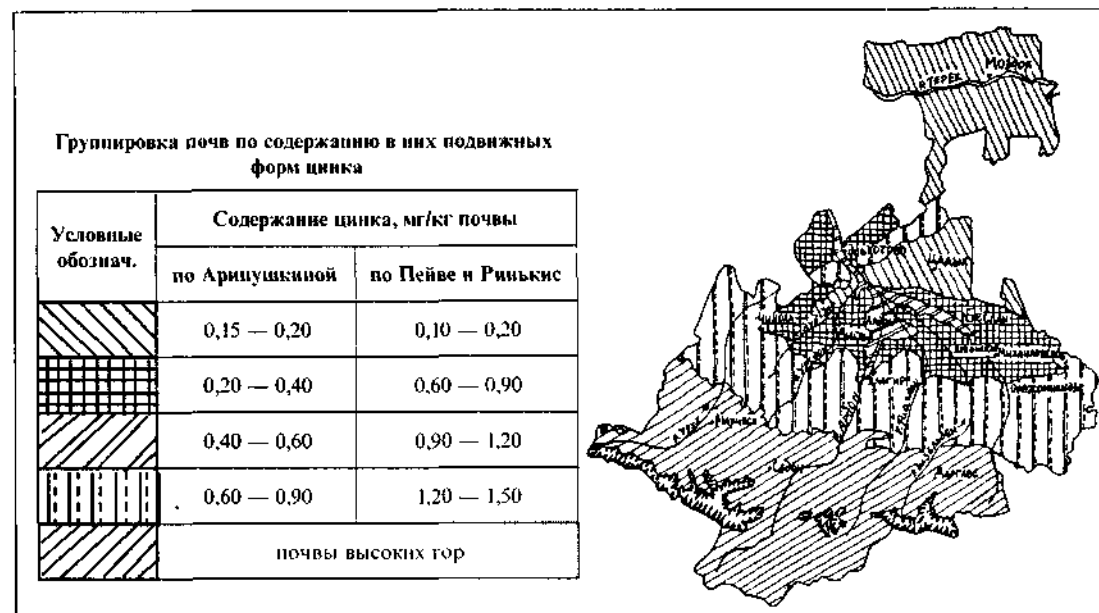


Рис. 11.4.4. Содержание подвижных форм цинка в почвах РСО-А

ответствует среднему содержанию подвижных форм этого элемента в предкавказских карбонатных черноземах Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев. Меньшее содержание подвижного цинка в обыкновенных черноземах, по сравнению с выщелоченными и оподзоленными, объясняется слабощелочной реакцией почвенного раствора и наличием в составе их карбоната кальция, в присутствии которого растворимость цинка начинает сильно падать при pH 6,5, достигая минимума при pH 8; повышение pH даже до 11 не приводит к увеличению растворимости цинка, так как цинкат кальция очень мало растворим.

В почвах Северной Осетии наиболее высокое (как абсолютное, так и по отношению к валовому содержанию) количество подвижного цинка находится в горизонтах, богатых гумусом. Это обусловлено тем, что цинк, аккумулированный растительностью, закрепляется в гумусовых горизонтах почвы в формах более подвижных, чем тем, в которых он находится в почвообразующих породах. С глубиной по профилю почвы параллельно уменьшению гумуса уменьшается содержание подвижного цинка — меньше

всего его содержится в почвообразующей породе.

Критические уровни содержания подвижного цинка в почвах зависят прежде всего от pH и наличия карбоната кальция.

Для определения уровня обеспеченности растений усвояемыми формами цинка Я.В. Пейве (1963) предлагает следующую группировку (табл. 11.4.3).

Сопоставляя эти данные с нашими (табл. 11.4.2), видно, что выщелоченные черноземы, лугово-черноземные выщелоченные почвы и особенно карбонатные черноземы Северной Осетии недостаточно обеспечены подвижным цинком, и растения на этих почвах нуждаются в соответствующих удобрениях, что подтверждается полевыми опытами.

Растения на бурых и серых лесных почвах, а также оподзоленных черноземах обеспечены подвижным цинком. Применение на них цинковых удобрений не дает положительного эффекта.

Схематическая карта подвижного цинка. Данные анализов подвижных форм цинка в почвах Северной Осетии использованы при составлении картосхемы содержания по-

Обеспеченность почв цинком	Содержание цинка в вытяжке 1 н КС1 (в мг/кг почвы)
Очень бедная	меньше 0,2
Бедная	0,3 — 1,0
Среднеобеспеченная	1,1 — 3,0
Богатая	3,1 — 5,0
Очень богатая	больше 5,1

движного цинка, на которой выделены четыре группы почв с разным содержанием элемента (рис. 11.4.4):

первая группа — предкавказский обыкновенный чернозем с содержанием цинка от 0,15 до 0,20 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 0,1 до 0,2 мг/кг почвы, переходящего в вытяжку 1 н раствора хлористого калия;

вторая — выщелоченный чернозем, лугово-черноземная выщелоченная почва, с содержанием цинка от 0,2 до 0,4 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 0,6 до 0,9 мг/кг, переходящего в вытяжку 1 н раствора хлористого калия;

третья — аллювиальные почвы с содержанием цинка от 0,4 до 0,6 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8 и от 0,9 до 1,2 мг/кг почвы, переходящего в вытяжку 1 н раствора хлористого калия;

четвертая — бурые лесные почвы, а также оподзоленные черноземы, с содержанием цинка от 0,6 до 0,9 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 1,2 до 1,5 мг/кг почвы — в вытяжке 1 н раствора хлористого калия.

11.5. Кобальт

Кобальт — химический элемент восьмой группы периодической системы Д. И. Менделеева. Широко распространен в природе.

Впервые на присутствие его в почвах указали Бертран и др. (1922).

В растительных организмах кобальт был открыт Форхаммером в 1854 г. На большую роль его в биохимии и биогеохимии впервые указал В. И. Вернадский в 1922 г. (1960).

Кобальт относится к элементам семейства с электронной структурой атома. Валовое содержание его в почвах колеблется от 1 до 15 мг/кг. Имеются сведения о более высоком его содержании — от 1 до 30 мг/кг (Гюльяхмедов, 1959).

В почвах Республики Северная Осетия-Алания содержание кобальта колеблется в зависимости от типа почв в пределах от 11 до 33 мг/кг.

Содержание валового кобальта в горизонте A_1 ($A_{\text{пах}}$). Наиболее высоким содержанием кобальта характеризуются почвы ландшафтов предгорных равнин: выщелоченные, лугово-черноземные выщелоченные почвы, оподзоленные и обыкновенные черноземы. Содержание кобальта в них колеблется в пределах 20,3 — 21,3 мг/кг почвы (табл. 11.5.1).

Выщелоченные черноземы характеризуются меньшим содержанием элемента — 17 мг/кг. Однако и это количество значительно выше среднего содержания его в почвах эталонной провинции (мощный чернозем Курской области). Повышенное содержание кобальта в почвах ландшафта предгорных равнин Северной Осетии тесно связано с условиями почвообра-

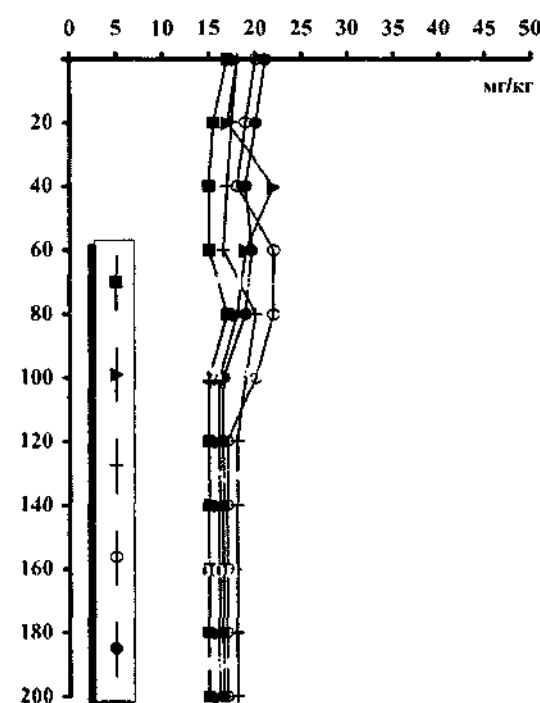


Рис. 11.5.1. Распределение кобальта по профилю почв

зования и концентрацией его в материнских породах.

Горные лугово-степные почвы и черноземы обыкновенные предкавказские содержат кобальта от 16 до 24 мг/кг почвы. Более

богаты этим элементом черноземы обыкновенные предкавказские, содержащие в среднем 20,1 мг/кг, менее — горные лугово-степные почвы со средним содержанием кобальта 17,5 мг/кг. Это почти в два раза больше среднего содержания его в эталонных почвах.

Бурые и серые лесные почвы содержат валового кобальта от 14 до 22 мг/кг. В пределах этих типов почв ясно заметно увеличение содержания элемента от серых лесных к бурым лесным почвам.

Среднее содержание кобальта составляет для бурых лесных 17,0, а для серых лесных почв — 16,0 мг/кг. Это соответствует содержанию элемента в одноклассных почвах других областей России.

В горно-луговых альпийских и субальпийских почвах содержание кобальта неодинаково. Оно находится в тесной зависимости от концентрации его в горных породах, продукты выветривания которых являются здесь материнскими породами для почв.

Фоновое содержание элемента в горно-луговых почвах колеблется в пределах от 10 до 30 мг/кг. Наблюдается тенденция увеличения кобальта в почвах, образовавшихся на известняках, песчаниках и глинистых сланцах, меньше элемента — в почвах на гранитах.

ВАРИАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВАЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ КОБАЛЬТА В ГОРИЗОНТЕ A_1 ($A_{\text{пах}}$). ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ (мг/кг) Таблица 11.5.1

Почвы	n	m	σ	v , %
Чернозем обыкновенный	7	21,1	0,7	3,4
Выщелоченный чернозем	7	17,0	5,2	30,6
Оподзоленный чернозем	7	20,3	4,1	20,2
Лугово-черноземная выщелоченная	15	21,3	5,8	27,2
Лугово-черноземная карбонатная	6	17,3	3,9	22,0
Серая лесная	9	16,0	4,4	27,5
Бурая лесная	8	17,0	6,4	37,6
Горно-луговая	12	19,6	7,1	36,1

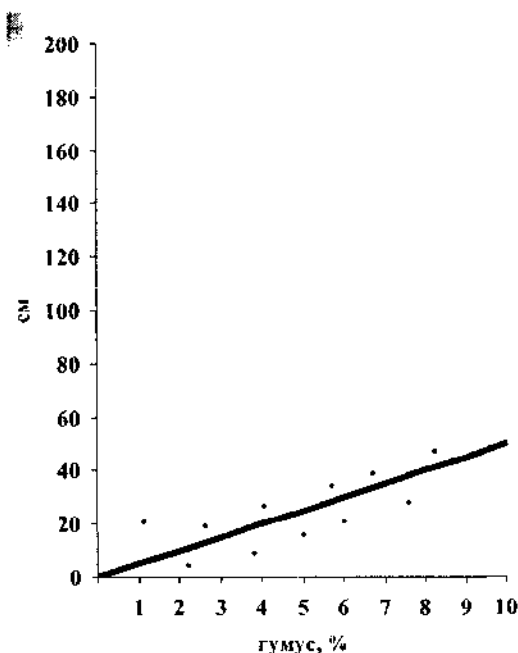


Рис. 11.5.2. Корреляция между содержанием гумуса и кобальта в почвах

На контакте изверженных и осадочных пород кобальт повсеместно присутствует в повышенном содержании (от 40 до 90 мг/кг). На аналогичную картину распределения элемента в горно-луговых почвах Северной Осетии указывали Г. А. Кобилев и Р. А. Шиша-

ев (1961), проводившие здесь геохимические исследования.

Распределение кобальта в профиле почв. По профилю почв Северной Осетии кобальт распределяется неодинаково (рис. 11.5.1). В обыкновенных и выщелоченных черноземах, а также в лугово-черноземных выщелоченных почвах наблюдается слабая тенденция к биогенному накоплению его в гумусовом горизонте (рис. 11.5.2). При этом содержание элемента в верхнем, наиболее гумусированном, горизонте и в почвообразующих породах этих почв довольно близкое. Однако коэффициент корреляции между содержанием гумуса и кобальта низкий ($r \approx +0,37$).

В черноземах и лугово-черноземных почвах нет четкой дифференциации концентрации кобальта по генетическим горизонтам. В кислых почвах с промывным водным режимом (бурые и серые лесные и оподзоленные черноземы) он имеет тенденцию к выносу из верхних гумусовых горизонтов и фиксации в иллювиальных. Это же отмечает К. В. Веригина в кислых почвах Московской области.

В почвах с промывным водным режимом наблюдается тесная связь между содержа-

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ КОБАЛЬТА В ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ (мг/кг почвы)

Почвы	Ацетатно-аммонийная буферная вытяжка pH 4,8		Вытяжка 1 н раствора HNO ₃	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Чернозем обыкновенный	0,21	0,15 — 0,28	1,70	1,10 — 2,00
Выщелоченный чернозем	0,20	0,18 — 0,32	1,85	1,15 — 3,00
Оподзоленный чернозем	0,24	0,18 — 0,26	1,91	1,43 — 2,5
Лугово-черноземная выщелоченная	0,23	0,19 — 0,25	1,56	1,63 — 2,00
Лугово-черноземная карбонатная	0,20	0,12 — 0,25	0,85	0,63 — 1,30
Серая лесная	0,17	0,15 — 0,23	1,38	1,10 — 1,52
Бурая лесная	0,18	0,14 — 0,26	1,50	1,12 — 1,70

Таблица 11.5.2

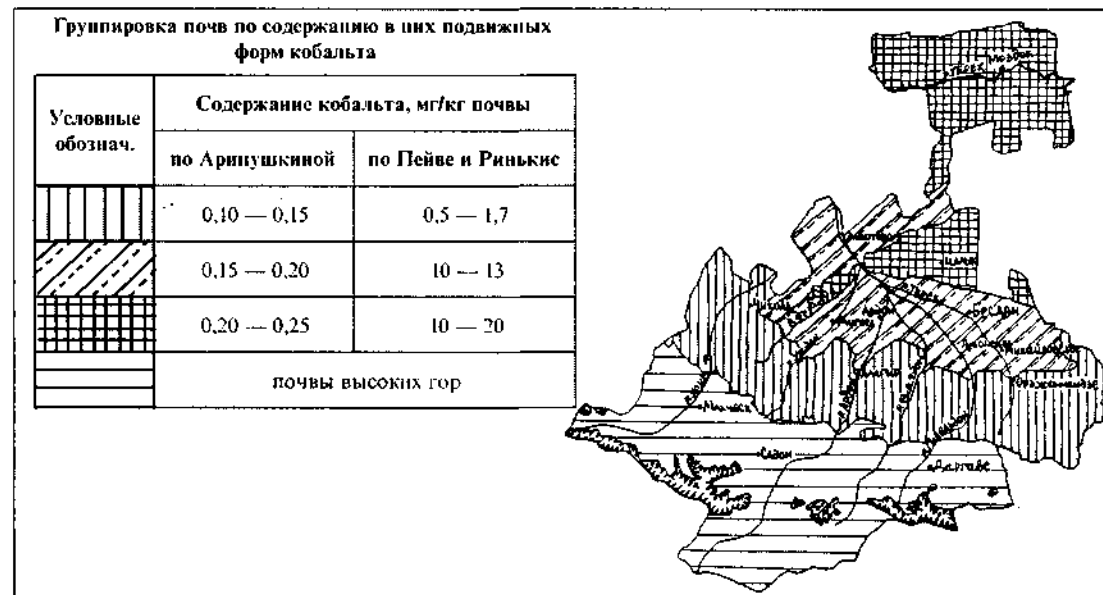


Рис. 11.5.3. Содержание подвижных форм кобальта в почвах РСО-А

ем кобальта и илистой фракцией ($r \approx +0,7$) и незначительная — с органическим веществом ($r \approx +0,2$).

В пределах типа наибольшей однородностью распределения кобальта характеризуются черноземы обыкновенные предкавказские ($v \approx 3,4\%$), наименьшей — горно-луговые и бурые лесные почвы ($v \approx 37,1 — 37,6\%$). Промежуточное положение между ними занимают выщелоченные и оподзоленные черноземы, лугово-черноземные выщелоченные почвы.

Содержание подвижных форм кобальта в почвах. Подвижность кобальта определяется окислительно-восстановительными условиями почв, реакцией почвенной среды, содержанием гумуса, карбонатов и некоторыми другими факторами.

В почвах России среднее содержание кобальта, переходящего в вытяжку 1 н раствора азотной кислоты колеблется от 0,12 до 3,0 мг/кг. Данные содержания подвижного кобальта в почвах Республики Северная Осетия-Алания варьируют в пределах от 0,63 до 3,0 мг/кг почвы (табл. 11.5.2), а содержание подвижного кобальта, переходящего в вытяжку ацетатно-аммонийного

раствора с pH 4,8, колеблется от 0,12 до 0,32 мг/кг.

Содержание подвижного кобальта в почвах республики находится в тесной корреляции с валовым содержанием этого элемента.

В среднем около 1% общих запасов элемента переходит в раствор ацетатно-аммонийной вытяжки с pH 4,8 и 10% — в раствор 1 н азотной кислоты.

Наибольшее количество подвижных форм кобальта (в вытяжке раствора 1 н азотной кислоты — от 1,10 до 3,0 мг/кг и вытяжке ацетатно-аммонийного раствора pH 4,8 — 0,15 — 0,32 мг/кг почвы) находится в черноземах.

Лугово-черноземные карбонатные почвы содержат наименьшее количество подвижных форм кобальта (в вытяжке 1 н раствора азотной кислоты 0,63 — 1,30 мг/кг и в вытяжке ацетатно-аммонийного раствора с pH 4,8 — 0,12—0,15 мг/кг почвы).

Лугово-черноземные выщелоченные почвы содержат подвижных форм кобальта в вытяжке 1 н раствора азотной кислоты 1,0 — 2,0 мг/кг и в вытяжке ацетатно-аммонийного раствора с pH 4,8 — 0,13—0,22 мг/кг почвы.

По содержанию подвижных форм элемента промежуточное положение между лугово-черноземными карбонатными и лугово-черноземными выщелоченными почвами занимают бурые и серые лесные: оно колеблется в них в вытяжке 1 н раствора азотной кислоты от 1,0 до 1,7 мг/кг и в вытяжке ацетатно-аммонийного раствора с pH 4,8 — от 0,12 до 0,27 мг/кг почвы.

В профиле всех исследованных почв наибольшее количество подвижного кобальта находится в верхнем, наиболее гумусированном, горизонте. С глубиной содержание его уменьшается.

Полученные данные содержания подвижного кобальта в почвах Северной Осетии близки к среднеобеспеченным.

К. Юнгерман (1960) указывал, что почвы, содержащие меньше 0,5 мг/кг, переходящего в вытяжку 1 н раствора азотной кислоты, должны быть отнесены к почвам, слабо обеспеченным кобальтом.

Если ориентироваться на эту цифру, то, как видно из полученных нами данных, почвы Республики Северная Осетия-Алания должны быть отнесены к хорошо обеспеченным кобальтом, хотя растения здесь отзываются на внесение кобальтовых удобрений.

На основании проведенных анализов нами составлена картосхема содержания кобальта в почвах республики, на которой вы-

делены три группы почв с разным содержанием кобальта (рис. 11.5.3):

первая группа — бурые лесные почвы с содержанием подвижного кобальта от 0,1 до 0,15 мг/кг в ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и от 0,5 до 1,7 мг/кг почвы в 1 н растворе азотной кислоты;

вторая — чернозем обыкновенный предкавказский с содержанием подвижного кобальта от 0,20 до 0,25 мг/кг в ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и 1,0 — 2,0 мг/кг почвы в 1 н растворе азотной кислоты;

третья — выщелоченный чернозем, лугово-черноземная выщелоченная и аллювиально-луговая выщелоченная почвы с содержанием подвижного кобальта от 0,15 до 0,20 мг/кг в ацетатно-аммонийной вытяжке при pH 4,8 и от 1,0 до 3,0 мг/кг почвы в 1 н растворе азотной кислоты.

11.6. Молибден

Молибден относится к рассеянным элементам. Расположение валентных электронов на разных энергетических уровнях способствует тому, что валентность элемента легко может меняться от Mo^{IV} до Mo^{VI}. Благодаря этой способности он принимает участие в окислительно-восстановительных процессах в организме, активируя ферменты нитратредуктаза, гидрогеназа и ксантинсидаза (Пейве, 1961).

Молибден широко, но весьма в малых ко-

личествах, распространен в природе. Он дает и большие концентрации в минералах: молибденит (MoS₂), вульфенит (PbMoO₄), повелит (CaMoO₄) и др.

Содержание подвижных форм молибдена в почвах. Валовое содержание молибдена в почвах России колеблется от 1,5 до 12,0 мг/кг почвы, а в среднем составляет 2,6 мг/кг (Виноградов, Виноградова, 1948).

Содержание подвижного молибдена в почвах часто положительно коррелирует с валовым его содержанием. Однако валовое содержание не всегда является показателем обеспеченности растений элементом. Поэтому для сельского хозяйства большое значение имеет учет содержания в почве подвижных, усвояемых растениями, форм молибдена.

По данным Я. В. Пейве (1961), содержание подвижного молибдена, переходящего в вытяжку оксалатного раствора при pH 3,3, в почвах России колеблется от 0,02 до 0,97 мг/кг.

Почвы Республики Северная Осетия-Алания содержат подвижного элемента, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, от следов до 0,15 мг/кг почвы; переходящего в оксалатный раствор при pH 3,3, — от 0,02 до 0,31 мг/кг почвы (табл. 11.6.1).

Из таблицы 11.6.1 видно, что почвы Республики Северная Осетия-Алания содержат неодинаковое количество подвижного молибдена, причем в оксалатную вытяжку при pH 3,3 переходит примерно в 2 — 5 раз больше элемента, чем в буферную ацетатно-аммонийную. Наибольшее количество подвижного молибдена, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, находится в черноземах обыкновенных предкавказских (от 0,05 до 0,15 мг/кг почвы), переходящего в оксалатную вытяжку при pH 3,3 — от 0,1 до 0,31 мг/кг. Это соответствует среднему содержанию подвижного молибдена в черноземах.

Относительное содержание доступного элемента (в % от валового) в обыкновенных черноземах значительно выше, чем в выщелоченных и оподзоленных черноземах. Большая степень подвижности его в пред-

кавказских черноземах связана с преобладанием в этих почвах соединений шестивалентного молибдена, которые хорошо растворимы в щелочной среде.

Из данных таблицы 11.6.1 также видно, что выщелоченные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы содержат одинаковое количество подвижного молибдена. В буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8 из этих почв переходит молибдена от 0,05 до 0,1 мг/кг почвы (в среднем 0,08 мг/кг), а в оксалатную вытяжку при pH 3,3 — от 0,05 до 0,15 (в среднем 0,14 мг/кг). Относительное содержание доступного молибдена (в % от валового) в выщелоченных черноземах и лугово-черноземных выщелоченных почвах значительно ниже, чем в обыкновенных черноземах, однако выше, чем в бурых лесных почвах.

В бурых лесных почвах содержание подвижного молибдена значительно ниже, чем в выщелоченных черноземах и лугово-черноземных выщелоченных почвах: оно колеблется от следов до 0,03 мг/кг почвы (в среднем 0,02 мг/кг), переходя в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 0,02 до 0,17 мг/кг почвы (в среднем 0,1 мг/кг), переходящего в оксалатную вытяжку при pH 3,3.

В этих почвах (в условиях кислой реакции среды) подвижность молибдена снижается за счет адсорбции MoO₄²⁻ положительно заряженными коллоидами гидроокислов железа, алюминия и некоторыми глинистыми минералами, а также за счет образования нерастворимых комплексных соединений с фосфатами.

Оподзоленные черноземы и серые лесные почвы по содержанию подвижного молибдена занимают промежуточное положение между бурыми и выщелоченными черноземами: в них оно колеблется в пределах от следов до 0,05 мг/кг почвы (в среднем 0,04 мг/кг), переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 0,02 до 0,25 мг/кг почвы (в среднем 0,12 мг/кг), переходящего в оксалатную вытяжку при pH 3,3. Степень подвижности (% от валового) молибдена в этих почвах, как и в бурых лесных, низкая — за счет кислой реакции среды.

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО МОЛИБДЕНА В ПОЧВАХ (мг/кг)

Таблица 11.6.1

Почвы	Ацетатно-аммонийная буферная вытяжка pH 4,8		Оксалатная вытяжка с pH 3,3	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Обыкновенный чернозем	0,12	0,05 — 0,15	0,25	0,10 — 0,31
Выщелоченный чернозем	0,08	0,05 — 0,10	0,14	0,05 — 0,15
Лугово-черноземная выщелоченная	0,07	0,05 — 0,09	0,14	0,05 — 0,15
Оподзоленный чернозем	0,04	сл. — 0,05	0,12	0,02 — 0,19
Серая лесная	0,04	0,03 — 0,05	0,11	0,03 — 0,25
Бурая лесная	0,03	0,03 — 0,05	0,10	0,02 — 0,17

Обеспеченность почв усвояемым молибденом	Содержание молибдена в оксалатной вытяжке (мг/кг почвы)
Очень низкая	меньше 0,05
Низкая	0,06 — 0,15
Средняя	0,16 — 0,30
Высокая	0,31 — 0,50
Очень высокая	больше 0,50

В профиле почв Северной Осетии подвижный молибден имеет сложное распределение. Почти во всех типах почв наибольшее количество его находится в гумусово-аккумулятивном горизонте, что связано с биогенным его накоплением здесь. В почвах с промывным водным режимом второй максимум приходится на иллювиальный горизонт, иногда на материнскую породу; в черноземах второй максимум приходится на карбонатный горизонт.

В почвах с промывным водным режимом отмечается слабая корреляционная связь

между содержанием подвижного молибдена и илстой фракцией почв.

В почвах Северной Осетии содержание подвижного молибдена находится в прямой зависимости от pH среды. Уровень обеспеченности растений меняется в зависимости от степени кислотности почвы.

Для практики сельского хозяйства большое значение имеет установление критического уровня содержания подвижного молибдена в почвах, ниже которого начинается молибденовая недостаточность для растений.

Я. В. Пейве (1963) приводит следующую характеристику (табл. 11.6.2).

Сопоставляя эти данные с нашими (табл. 11.6.1), становится видно, что выщелоченные и оподзоленные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные, а также бурые и серые лесные почвы низко обеспечены подвижным молибденом. Действительно, применение молибденовых удобрений на этих почвах значительно повышает урожай сельскохозяйственных культур.

Предкавказский обыкновенный чернозем Северной Осетии средне обеспечен подвижным молибденом. Здесь молибденовые удобрения менее эффективны.

Схематическая карта содержания подвижного молибдена. Данные анализов подвижного молибдена мы использовали для составления картосхемы содержания его в почвах Северной Осетии и выделили четыре группы почв (рис. 11.6.1):

первая — серые лесные почвы с содержанием от следов до 0,03 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную

вытяжку при pH 4,8, и от 0,05 до 0,15 мг/кг почвы, переходящего в оксалатную вытяжку при pH 3,3;

вторая — бурые лесные почвы с содержанием молибдена от 0,03 до 0,05 мг/кг, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 0,02 до 0,17 мг/кг почвы, переходящего в оксалатную вытяжку при pH 3,3;

третья — выщелоченные черноземы и лугово-черноземные выщелоченные почвы с содержанием подвижного молибдена от 0,05 до 0,10 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 0,05 до 0,15 мг/кг почвы, переходящего в оксалатную вытяжку при pH 3,3;

четвертая — чернозем обыкновенный предкавказский и аллювиальные почвы с содержанием молибдена от 0,05 до 0,15 мг/кг почвы, переходящего в буферную ацетатно-аммонийную вытяжку при pH 4,8, и от 0,1 до 0,31 мг/кг почвы, переходящего в оксалатную вытяжку при pH 3,3.

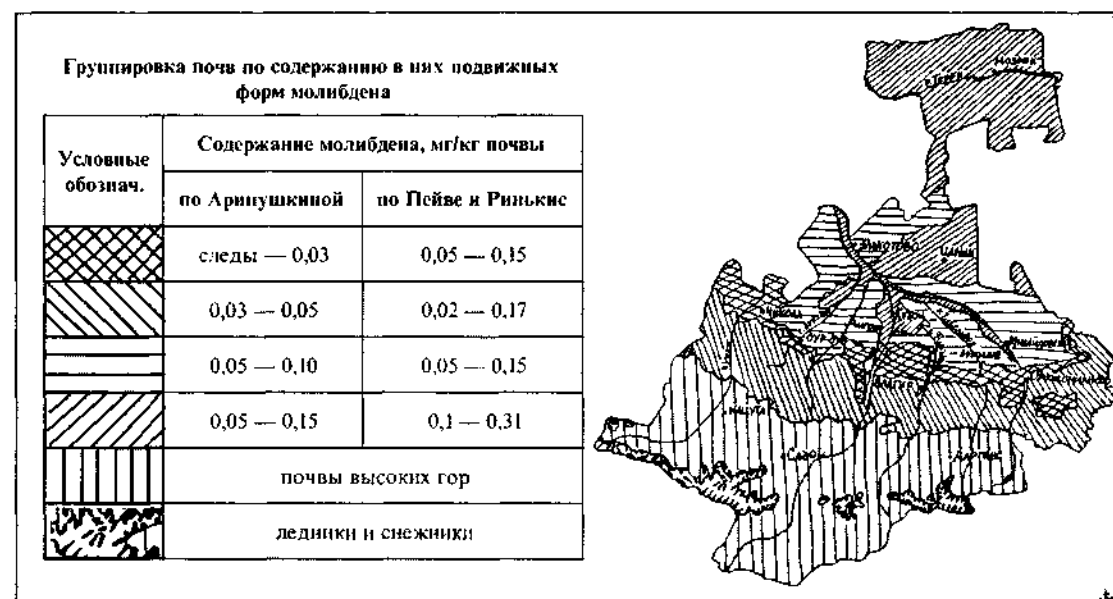


Рис. 11.6.1. Содержание подвижных форм молибдена в почвах РСО-А

12

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Охрана природной среды от техногенных загрязнений в настоящее время приобретает огромное значение. Почва является основным средством производства в сельском хозяйстве, и ее экологическая чистота гарантирует плодородие и высокое качество растениеводческой продукции. Одним из опасных загрязнителей почвы являются тяжелые металлы (Алексеев, 1987).

Накопление тяжелых металлов в почве отрицательно влияет на ее плодородие, микробиологическую деятельность, рост и развитие растений, качество растениеводческой продукции (Минеев, 1984).

Загрязнение окружающей среды происходит в результате хозяйственной деятельности человека и к настоящему времени в ряде регионов достигло катастрофических размеров. Как указывает Алексеев (1987), оно вызывается различными химическими средствами интенсификации сельскохозяйственного производства, твердыми, жидкими и газообразными отходами промышленности, органическими отходами животноводческих ферм, комплексов и крупных городов, детергентами, искусственными долгоживущими продуктами ядерного деления, продуктами сгорания топлива и др.

К тяжелым металлам обычно относят химические элементы с плотностью более 5 г/см³. Не все они обязательно токсичны: в эту груп-

пу входят и микроэлементы, которые играют важную биологическую роль в растениях.

Тяжелые металлы поступают в атмосферу в составе газообразных выделений и дымов, а также в виде техногенной пыли. С дождевой водой они попадают в почву, которая, обладая ярко выраженной поглотительной способностью, очень хорошо удерживает положительно заряженные ионы металлов. Поэтому постоянное поступление их даже в малых количествах в течение продолжительного времени способно привести к существенному накоплению металлов в почве (Алексеев, 1987).

Культурные растения, выращиваемые на загрязненных почвах, могут содержать опасные для человека и животных концентрации тяжелых металлов (без каких-либо признаков отравления).

Центральное Предкавказье, в частности Республика Северная Осетия-Алания, является регионом с интенсивным развитием промышленности, в том числе горнорудной, металлургической, химической и др., являющейся источником загрязнения окружающей среды. Фены, дующие периодически с юга на север, способствуют широкому распространению газообразных выбросов промышленных объектов по всей территории республики. С дождевой водой, а осадков выпадает достаточно много (600 — 850 мм в

год), техногенная пыль и дымовые выбросы попадают в почву и могут в ней накапливаться.

Установлено, что вредные выбросы 34 промышленных предприятий и автотранспорта г. Владикавказа составляют более 42 тыс. м³ в сутки, причем ПДК по кадмию, цинку, меди, железу, вольфраму, кобальту превышает в 10 раз и более.

При наличии таких факторов загрязнения до сих пор не имеется достаточно научных данных по вопросу содержания в почвах тяжелых металлов.

Положение усугубляется тем, что тяжелые металлы оказываются в почве с минеральными удобрениями, пестицидами, осадками сточных вод, бытовым мусором, отходами промышленности.

Биогенные элементы, попадающие в почву с удобрениями, претерпевают существенные превращения и по-разному влияют на плодородие (Минеев, 1990).

В течение длительного периода С. Х. Дзанагов изучал содержание тяжелых металлов в основных типах почв в зависимости от системы удобрения в севообороте. Проведенные им исследования показали, что элементный состав почв подвержен некоторым количественным изменениям во времени и по профилю почв, причем они обусловлены как естественными факторами, так и применяемыми удобрениями. При изучении указанного вопроса наиболее важными аспектами были сравнительное содержание тяжелых металлов в почвах в разрезе вертикальной зональности и вероятность загрязнения ими почв при интенсивном применении удобрений в севообороте.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что содержание валового железа в почвах довольно значительно — 5,5—7,3% и имеет тенденцию к повышению от каштановой к дерново-глеевой по мере приближения к горам. При этом характерно то, что если каштановая почва и оба подтипа чернозема по содержанию железа близки между собой, то дерново-глеевая выделяется несколько большим его количеством. Это связано, по всей вероятности, с влиянием гор-

ных пород, обогащенных железом. Свидетельством тому служит увеличение его с глубиной по профилю почвы, тогда как в других почвах наблюдается тенденция к уменьшению.

Учитывая ошибку метода определения, трудно говорить о принципиальных различиях в содержании железа между системами удобрения и изменения его во времени, можно наметить лишь тенденции. В частности, в каштановой почве выявлена тенденция к снижению на неудобренном варианте и повышению — на удобренных. На остальных почвах во времени наблюдается тенденция к увеличению на всех вариантах, в том числе без удобрений. При этом отмечаются отдельные отклонения по системам удобрения, например, по навозу + NPK на дерново-глеевой почве (тенденция к уменьшению).

Говоря об экологическом аспекте систем удобрения, важно отметить, что они не вызвали загрязнения почв железом, а известкование дерново-глеевой почвы оказывало некоторое стабилизирующее действие.

При значительном содержании в почвах валового железа в большинстве из них обнаруживается сравнительно немного подвижного — 5—9 мг/кг в пахотном слое каштановой почвы, обыкновенного и выщелоченного черноземов; намного больше его (101 мг/кг) в дерново-глеевой почве. Следовательно, количество подвижного железа в зональном разрезе изменяется аналогично валовому.

Влияние систем удобрения на содержание подвижного железа в пахотном и подпахотном горизонтах каштановой почвы и обыкновенного чернозема не отмечено, на выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве по ним наблюдается тенденция к увеличению; в то же время под влиянием известкования в пахотном слое дерново-глеевой почвы подвижного железа было меньше.

По количеству валового марганца почвы степной зоны находятся на одинаковом уровне; по мере повышения над уровнем моря он проявляет тенденцию к увеличению, то есть меньше его в каштановой, больше — в дерново-глеевой почве. Со временем оно имело тенденцию к увеличению только в

выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве; по профилю же убывает во всех почвах.

На каштановой почве и обыкновенном черноземе удобрения не повлияли на содержание марганца в пахотном и подпахотном слоях. На выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве это влияние проявляется в виде увеличения на 0,01 — 0,03%, что можно квалифицировать как тенденцию, причем более отчетливо выраженную в дерново-глеевой почве. Эта тенденция имела место только после 20-летнего систематического применения удобрений в повышенных дозах, а также при известковании почвы.

Во всех почвах без удобрений обнаружено близкое содержание подвижного марганца (в пределах 56 — 70 мг/кг). Длительное применение удобрений не вызывает увеличения его во всех почвах, то есть обеспечивает экологическую безопасность почв. Наряду с этим можно говорить о достаточно хорошей обеспеченности их необходимым для растений микроэлементом.

Применение удобрений может мобилизовать отдельные питательные элементы почвы, но может и связывать их в недоступную для растений форму. Одностороннее использование фосфорных удобрений в высоких дозах часто значительно снижает содержание подвижного цинка в почве, вызывая цинковое голодание растений (Минеев, 1990). Значительное количество этого элемента (до 154 мг/кг) содержится в суперфосфате, аммофоске, сложносмешанных удобрениях.

Наши исследования показали, что количество валового цинка в почвах изменяется в сторону увеличения от каштановой почвы к дерново-глеевой, причем в последней оно в 2 — 3 раза больше, чем в остальных. Причина этого кроется, по-видимому, не только в природных факторах, но и в техногенном загрязнении почвы, связанном с технологическими выбросами заводов «Электроцинк» и «Победит».

Во времени содержание валового цинка в большинстве почв изменялось незначительно, в пределах ошибки определения, и лишь

в дерново-глеевой почве оно в ряде вариантов заметно уменьшилось.

Длительное применение удобрений не оказало отчетливого влияния на количество цинка в почвах. В целом можно отметить, что оно не вызвало существенного увеличения цинка по сравнению с неудобренным контролем, за исключением дерново-глеевой почвы, на которой применение навоза + NPK и отчасти N, P, K_1 + известь выделяют повышенной концентрацией цинка, превышающей ПДК, равную 300 мг/кг. Последнее может обусловить чрезмерное накопление его в растительной продукции (Алексеев, 1987).

Почвы степной и лесостепной зоны характеризуются сравнительно невысоким содержанием не только валового, но и подвижного цинка. Наименьшим количеством выделяется каштановая почва, больше его в выщелоченном и обыкновенном черноземах — соответственно 3,0 и 6,2 мг/кг.

Дерново-глеевая почва, как и следовало ожидать, отличается от остальных высокой степенью обогащения подвижным цинком — 220 мг/кг в пахотном слое, что связано, очевидно, с кислой реакцией почвенного раствора. При этом замечено, что высокое содержание подвижного цинка наблюдается в полуметровом слое, глубже оно резко падает (до 11,4 мг/кг). Это обстоятельство служит основанием для того, чтобы говорить о техногенном загрязнении почвы. Аналогичный вывод сделан Ильиным (1990).

Длительное применение удобрений практически не повлияло на содержание подвижного цинка в почвах; во всяком случае, не вызвало его увеличения, а под действием известкования оно даже снизилось. Между системами удобрения разницы не было, за исключением большего накопления подвижного цинка в каштановой почве по навозу + NPK.

Медь является важным для растений микроэлементом, однако в избыточных количествах может проявлять токсическое действие, особенно вблизи металлургических предприятий. Она может поступать в растение как из почвы через корни, так и из воздуха (Горышина, 1979). В Индии существует

проблема токсичности меди вследствие большого накопления ее в почвах в районе медных рудников в Бихаре (Минеев, 1984).

Наши исследования показали, что в 1979 г. все типы почв практически не отличались друг от друга по количеству валовой меди в верхних слоях — 26—36 мг/кг. Через 10 лет в каштановой почве оно не изменилось (неудобренный контроль), тогда как в остальных произошло увеличение в 1,5 — 2 раза. При этом просматривается тенденция увеличения содержания меди от каштановой почвы к дерново-глеевой.

На всех почвах длительное применение удобрений со временем способствовало некоторому (в пределах 15 — 20 мг/кг) накоплению элемента, не превышающему ПДК, равную, по Минееву (1984), 100 мг/кг. Следовательно, загрязнение медью не происходило даже на дерново-глеевой почве. Между системами удобрения существенной разницы не обнаружено.

Необходимость никеля растениям не доказана, и он обычно рассматривается как несущественный элемент, который если и нужен растениям, то в очень малых концентрациях. Токсичность его чаще проявляется на кислых почвах. Никель хорошо переходит в растения (Алексеев, 1987).

По действию на растения металлы располагаются в следующем убывающем порядке: ртуть, свинец, медь, кобальт, хром, никель, цинк (Минеев, 1984). Алексеев (1987) приводит ПДК в почве по никелю, равную 50 мг/кг, Минеев (1984) — 100.

В отношении никеля наблюдается большая степень аналогии с медью: в 1979 г. во всех почвах пахотный горизонт содержал почти равное количество (62 — 67), немного меньше (53 мг/кг) было в дерново-глеевой почве. Через 10 лет оно незначительно (на 9 — 20 мг/кг) возросло в черноземах и более чем в 2 раза — в дерново-глеевой почве (неудобренный контроль). При этом опять-таки отмечается постепенное обогащение (в основном пахотного слоя) — от каштановой почвы к дерново-глеевой.

Длительное применение удобрений по-разному отразилось на содержании валово-

го никеля по почвам: в каштановой и обыкновенном черноземе отмечается тенденция его увеличения, тогда как в выщелоченном черноземе (кроме навоза + NPK) и дерново-глеевой почве — снижения, особенно по N, P, K_1 + известь. Возможно, применение удобрений способствует большему выносу никеля из почвы в растения.

Следует отметить, что в целом длительное применение удобрений не вызывает существенного загрязнения почвы никелем, однако тревожным является высокий уровень его содержания во всех почвах даже без удобрений (выше ПДК, то есть больше 50 мг/кг, но меньше 100).

Кореньков (1985) указывает, что почвы могут быть загрязнены радиоактивными изотопами хрома и цезия, которые поступают в растения на легких почвах в больших количествах, чем на тяжелых. Поступление изотопа хрома в растения снижается на окультуренных почвах при внесении удобрений и известковании.

Почвы Центрального Предкавказья содержат значительное количество хрома, нередко превышающее ПДК (100 мг/кг). Более стабильно оно в черноземах (колебания в пределах 5 — 13 мг/кг, то есть в пределах ошибки определения), в каштановой и дерново-глеевой почвах колебания во времени довольно резкие и труднообъяснимые.

Полученные данные достаточно однозначны, но в обобщенном виде свидетельствуют о том, что длительное применение удобрений не оказывает негативного действия на почву: в большинстве случаев количество хрома на удобренных вариантах находилось или на уровне неудобренного, или ниже его. Тенденция уменьшения хрома при внесении навоза + NPK отмечается в черноземах и дерново-глеевой почве. На последней положительное значение имело известкование.

О содержании титана в почве и его влиянии на растения в литературе сведений очень мало. Кабата-Пендиас, Пендиас (1989) сообщают, что минералы титана устойчивы при выветривании, поэтому в почве находятся практически в неизменном виде. Больше их обнаруживается в верхних

горизонтах почв. Они считают, что накопление титана не создает каких-либо проблем для окружающей среды.

Валовое содержание титана в почвах Центрального Предкавказья составляет в пахотном слое неудобренного контроля 0,78 — 0,93% (в 1979 г.), 0,84 — 1,08% (в 1989 г.), то есть со временем возрастает. В почвах степной зоны его обнаруживается меньше, по мере приближения к горам количество элемента увеличивается. Очевидно, сказывается воздействие минералогического состава горных пород, а также промышленных выбросов предприятий цветной металлургии.

Длительное применение удобрений в севообороте не вызывало загрязнения почв титаном по сравнению с неудобренным участком: различия по вариантам можно отнести на счет погрешностей метода определения.

Свинец относится к наиболее токсичным загрязнителям окружающей среды (Минеев, 1984; Кореньков, 1985; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Последние авторы приводят данные содержания свинца в верхних горизонтах почв в пределах 3 — 189 мг/кг, для СССР — 37—67, США — в среднем 20 мг/кг. Наибольшие концентрации его обнаруживаются в обогащенном органическим веществом верхнем слое почв.

Обухов, Лобанова (1987) приводят данные по валовому содержанию свинца в предкавказском карбонатном черноземе и темно-каштановой почве, соответственно в пределах 23 — 25 и 21 — 27 мг/кг. Они указывают, что чем тяжелее механический состав, тем выше содержание свинца.

Минеев (1990) сообщает о том, что свинец присутствует в минеральных удобрениях, извести и навозе. В Италии в различных удобрениях находится от 2 до 293 мг/кг свинца, в США фосфорные удобрения и фосфориты содержат от следов до 100 мг/кг, известь в среднем — 47 мг/кг; высоким содержанием свинца отличаются удобрения Индии. В навозе обнаруживают в среднем 6,6 мг/кг. Особенно много свинца бывает в осадках сточных вод городов — до 19700 мг/кг. Их внесение может значительно по-

высить содержание свинца в почвах и растениях.

Свинец может снижать подвижность в почве молибдена и хрома. Ионы свинца, поступающие в почву, быстро закрепляются в виде труднорастворимых соединений, а также путем поглощения органическими и минеральными коллоидами, прочнее удерживаются гумусом почвы. Однако очень высокие концентрации свинца в почвах могут существенно подавлять рост растений и вызывать хлороз, обусловленный нарушением поступления железа. Основная часть свинца задерживается в корнях растений. Весь свинец в картофеле остается в кожуре клубня, куда он проникает в результате диффузии при контакте с загрязненной почвой (Алексеев, 1987).

Свинец обнаруживается в любом растительном организме, но его значение для растений не совсем еще ясно. Имеются сведения, что он влияет на поглощение воды растениями, фотосинтез; низкие концентрации стимулируют рост растений. Высшие растения являются относительно слабыми концентраторами свинца (Козаренко, 1987).

Низким содержанием свинца отличаются зерновые культуры. Даже при высокой степени загрязнения почв содержание свинца в зерне на два порядка ниже, чем в соломе. Известкование почв, внесение органических и минеральных удобрений значительно снижает подвижность свинца. Нежелательной концентрацией элемента в растениях является 10 мг/кг и выше. Растительная продукция с таким содержанием, попадая в пищевые цепи, может отрицательно сказаться на организме человека и животных (Обухов, 1987).

Наши исследования показали, что содержание валового свинца в почвах региона неодинаково: меньше — в каштановой, больше — в черноземах, еще больше — в дерново-глеевой почве, причем, если каштановые почвы и черноземы близки по содержанию свинца, то в дерново-глеевой его во много раз выше. Это может быть связано со многими факторами, в числе которых можно указать состав почвообразующих пород,

механический состав почв (преобладание илистой фракции), техногенное загрязнение.

Судя по неудобренному, да и другим вариантам, можно говорить о тенденции снижения концентрации свинца в верхних слоях почв во времени, то есть за 10-летний период, хотя за более длительное время можно предполагать возможность повышения ее (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

В отношении влияния удобрений четкой закономерности выявить не удается, однако можно считать, что на каштановой почве и обоих подтипах чернозема их длительное применение не имело негативных последствий загрязнения свинцом, уровень накопления которого был ниже ПДК, равной 100 мг/кг (по Минееву, 1984).

На дерново-глеевой почве длительное применение минеральных удобрений и их сочетания с навозом вызывало повышенное накопление свинца, превышавшее 500 мг/кг, а это уже уровень, токсичный для растений (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

В целом можно говорить о тревожном состоянии дерново-глеевых почв в отношении свинца, потому что между содержанием его в почве и растительной продукции существует положительная корреляционная зависимость (Обухов, 1987).

Содержание стронция в почвах в большой степени контролируется составом материнских пород и климатом. Средние содержания его для верхнего слоя почв США составляют 110 — 445 мг/кг, а интервал для поверхностных горизонтов почв разных стран — 18—3500 мг/кг, при этом его больше в черноземах бывшего СССР (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

Стабильный стронций может поступать в почву в составе простого суперфосфата, полученного из апатита. Среднее содержание его в хибинском апатите составляет 2%. Он является химическим аналогом кальция. Содержащийся в меловых отходах, стронций обладает подвижностью и поступает в растения через корни более интенсивно, чем кальций (Алексеев, 1987). Известкование почв препятствует поступлению в растения

радиоактивного стронция (Кореньков, 1985).

Применение минеральных удобрений в сочетании с периодическим известкованием и внесением органических удобрений снижает поступление элемента в растение (Минеев, 1990).

Проведенные исследования показали, что в почвах нашего региона количество валового стронция колеблется в интервале 167 — 365 мг/кг в верхних слоях, причем наибольшего уровня оно достигло в обыкновенном черноземе, наименьшим оказалось в дерново-глеевой почве. По профилю во всех почвах оно с глубиной повышается.

Со временем содержание стронция во всех почвах, кроме дерново-глеевой, снижалось; на последней оно оставалось практически на одном уровне.

Длительное применение удобрений в севообороте по-разному отразилось на концентрации стронция в пахотном слое: на одних почвах она проявила тенденцию к увеличению (каштановая почва, варианты $N_2P_2K_2$ и, особенно, расчетный; обыкновенный чернозем), на других оставалась без существенных изменений (выщелоченный чернозем, дерново-глеевая почва).

Содержание рубидия в почвах в основном наследуется от материнских пород. В почвах Болгарии оно колеблется в пределах 63 — 420 мг/кг. Черноземы и темные почвы прерий США содержат рубидия 55 — 115 мг/кг. Элемент легко поглощается растениями, при этом высокие концентрации его токсичны. Он, как и натрий, может стимулировать рост некоторых растений, например, сахарной свеклы (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

В почвах республики, по результатам наших исследований, количество рубидия в верхних горизонтах составляет 91 — 122 мг/кг, при этом наблюдается последовательное увеличение его — от каштановой почвы к дерново-глеевой. Во времени оно почти не изменяется во всех почвах (неудобренный контроль), то есть загрязнения рубидием не происходит.

Длительное применение удобрений не вызывало загрязнения рубидием: на удобрен-

ных вариантах во многих случаях его обнаруживалось несколько меньше, чем на неудобренных. Можно отметить тенденцию снижения его под влиянием известкования.

О содержании циркония в почвах в литературе сведений очень мало. Известно, что он устойчив к выветриванию и слабоподвижен в почвах. Количество его в почве определяется свойствами и составом материнских пород, поэтому значительных различий между разными типами почв не наблюдается. Среднее содержание элемента в почвах США составляет 224, Австралии — 350 мг/кг.

Неблагоприятное воздействие на почвы промышленных сточных вод, содержащих растворенные соли циркония, можно рассматривать как потенциально возможное. Доступность циркония для растений весьма ограничена, несмотря на заметные количества в большинстве почв. Содержание его больше в корнях, особенно в клубеньках и корнях бобовых, по сравнению с надземной частью. Это свидетельствует о малой подвижности элемента в растениях. По мнению некоторых ученых, цирконий — наименее токсичный элемент из всех тяжелых металлов в отношении прорастания семян ячменя (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

Проведенные исследования показали, что почвы республики мало отличаются друг от друга по количеству валового циркония, которое колеблется в пределах 223 — 299 мг/кг. Больше его содержат каштановая и дерново-глеевая почвы, меньше — выщелоченный, а еще меньше — обыкновенный чернозем. Во времени содержание циркония изменяется незначительно, особенно в обоих подтипах чернозема; в каштановой и дерново-глеевой почвах наблюдается тенденция к увеличению.

Длительное применение удобрений в севообороте в целом слабо отразилось на концентрации циркония в пахотном слое почв по сравнению с неудобренным контролем: различия находятся в пределах ошибки анализа. В этой связи можно говорить об отсут-

ствии загрязнения почв цирконием при систематическом применении минеральных и органических удобрений.

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что вертикальная зональность почв по большинству тяжелых металлов характеризуется увеличением их количества в верхних слоях почвы — от каштановых почв к дерново-глеевым, в связи с чем дерново-глеевые почвы лесолуговой зоны более загрязнены ими, чем каштановые почвы и черноземы. Содержание одних металлов во времени не меняется (цинк, свинец, стронций, рубидий, хром), других — имеет тенденцию к увеличению (железо, марганец, медь, никель, титан, цирконий), что является следствием воздействия как природных факторов, так и техногенного загрязнения почв промышленными выбросами.

Длительное применение удобрений в севообороте по-разному влияет на содержание отдельных тяжелых металлов в верхних слоях почв: оно не вызывало существенного увеличения валовых форм железа, цинка, хрома, титана, свинца, стронция, рубидия, циркония; в то же время проявилась тенденция к увеличению марганца (в выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве), цинка и свинца (в дерново-глеевой почве), меди, никеля и стронция (в каштановой почве и обыкновенном черноземе). Известкование дерново-глеевой почвы стабилизировало и даже несколько снижало накопление валовых форм железа, никеля, хрома, рубидия и подвижного железа, марганца и цинка. Между системами удобрения по количеству тяжелых металлов в почвах существенной разницы не обнаружено.

Полученные данные позволяют полагать, что установленные оптимальные системы применения удобрений для каждой зоны экологически безопасны, экономически выгодны, поэтому могут успешно использоваться в сельскохозяйственном производстве.

В почве преобладающая часть азота входит в состав различных гумусовых веществ, в том числе аминокислот, которые находятся в почве как в свободном, так и в связанном состоянии и играют важную роль в биохимии гумусообразования и азотном питании растений. Количество связанных аминокислот в пахотном слое незеродированных почв Республики Северная Осетия-Алания колеблется от 5001 до 9364 мг/кг почвы (табл. 13.1). В эродированных почвах содержание их заметно снижается, особенно в сильно-эродированных (на 38 — 61%). Наибольшее снижение отмечается в черноземе оподзоленном и дерново-глеевой оподзоленной почве, т. е. в тех почвах, в которых наблюдается резкое снижение по профилю содержания гумуса и азота. Основной удельный вес в общем объеме аминокислот в незеродированных и эродированных почвах приходится на лизин, аспарагиновую, глутаминовую кислоты, глицин и фенилаланин.

В незеродированных почвах идентифицировано 16 аминокислот, кроме каштановой, где в небольшом количестве дополнительно обнаружен метионин. В незеродированных почвах преобладают (50 — 66% от общей суммы) моноаминокарбоновые (глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, метионин, фенилаланин, тирозин). Диаминомонокарбоновые (лизин,

аргинин) составляют 7 — 21%, большее количество их обнаружено в черноземе выщелоченном (19%) и дерново-глеевой оподзоленной почве (21%), в остальных почвах их меньше (7 — 11%). Моноаминодикарбоновых (глутаминовая, аспарагиновая) больше в каштановой почве (29%), в остальных — несколько меньше (18 — 24%). На долю гетероциклических (пролин, гистидин) приходится всего лишь 4 — 8%. Из серосодержащих аминокислот во всех почвах встречается цистеин — 2—6%, метионин в заметных количествах обнаружен в каштановой — до 1%, в остальных он содержится как следы.

В почвах преобладают кислые аминокислоты (аспарагиновая, треонин, серин, глутаминовая, пролин, цистеин, метионин) — 32 — 44% и основные (лизин, гистидин, аргинин, тирозин, фенилаланин) — 29—44%. Меньшая часть приходится на нейтральные (аланин, лейцин, валин, глицин, изолейцин) — 22—31%. Эрозионные процессы не оказывают существенного влияния на качественный состав и соотношение различных групп связанных аминокислот. В эродированных почвах сохраняется примерно такой же состав и соотношение аминокислот, как в незеродированных.

В перегнойно-аккумулятивных горизонтах всех почв наблюдается наибольшее содержание аминокислот. Вниз по профилю

Аминокислота	Каптановая почва				Темно-каптановая почва				Чернозем южный				Чернозем обыкновенный			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Лизин	287	232	163	104	361	306	264	191	512	453	384	261	657	517	420	447
Гистидин	102	93	74	68	182	163	135	110	180	151	129	106	193	171	132	107
Аргинин	79	61	64	50	74	77	61	54	93	89	74	62	116	93	80	69
Аспарагиновая	731	656	520	417	832	780	611	516	770	617	582	406	739	685	536	422
Треонин	260	212	167	143	334	294	221	185	371	318	274	210	403	384	319	237
Серин	192	161	129	104	250	217	163	145	319	283	219	185	405	374	310	242
Глутаминовая	718	620	552	434	613	587	499	407	911	860	712	498	1010	903	755	570
Пролин	183	174	137	112	202	181	158	122	212	196	171	127	202	191	152	116
Глицин	440	416	384	390	545	492	380	309	738	675	590	415	925	867	712	514
Аланин	288	243	209	171	403	365	310	253	417	397	350	306	503	472	406	311
Цистеин	84	86	73	80	246	221	190	186	386	352	313	250	555	503	414	320
Валин	229	232	194	183	302	284	251	212	336	301	262	194	334	340	218	183
Метонин	44	20	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Нет	Нет	Сл.	Нет	Нет	Нет	Сл.	Сл.	Нет	Нет
Изолейцин	135	110	96	82	155	142	112	89	174	157	124	103	215	184	137	120
Лейцин	272	283	231	208	374	367	308	260	365	334	291	227	375	327	273	241
Тирозин	156	140	104	57	62	50	43	27	82	76	61	64	105	92	64	54

Продолжение

Фенилаланин	801	705	613	500	1727	1418	1056	830	1579	1435	1140	937	1376	1184	975	797
Всего	5001	4444	3710	3106	6662	5944	4762	3896	7445	6694	5676	4351	8113	7287	5903	4750
Гумус, %	2,99	2,61	2,20	1,54	3,36	3,02	2,85	2,06	4,49	4,20	3,87	2,13	5,27	4,96	4,64	3,03

Аминокислота	Чернозем выщелоченный				Чернозем типичный				Чернозем оподзоленный				Дерново-глеевая оподзоленная			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Лизин	1327	1112	1031	860	543	482	431	400	664	92	81	75	752	473	280	111
Гистидин	203	184	147	117	178	152	110	86	209	175	142	123	412	356	312	240
Аргинин	288	231	200	169	254	231	182	190	95	63	52	45	1046	712	535	476
Аспарагиновая	677	623	497	420	1152	610	768	702	892	644	587	502	1064	735	651	502
Треонин	275	227	194	162	521	408	302	263	323	271	209	194	286	216	190	171
Серин	307	275	208	196	395	326	261	220	342	269	232	176	230	185	164	116
Глутаминовая	871	762	574	543	968	792	585	491	1037	857	643	518	802	554	423	350
Пролин	378	285	192	Сл.	187	153	94	Сл.	279	115	Сл.	Нет	288	132	Сл.	Нет
Глицин	915	853	745	618	826	730	507	540	879	734	602	396	634	533	427	298
Аланин	787	675	504	463	927	811	644	483	641	594	435	379	489	430	292	277
Цистеин	371	302	184	Сл.	312	177	67	Сл.	212	97	Сл.	Нет	283	114	Сл.	Нет

Валин	339	Сл.	247	252	170	339	284	218	169	307	235	198	162	263	205	167	132
Метионин					Нет	Сл.	Нет	Нет	Нет	Сл.	Сл.	Нет	Нет	Сл.	Нет	Нет	Нет
Изолейцин					49	241	202	150	102	146	63	42	27	108	43	27	20
Лейцин					147	519	490	386	304	367	102	73	59	422	158	109	75
Тирозин					97	359	272	124	Сл.	386	194	97	Сл.	52	27	Сл.	Нет
Фенилаланин					113	1401	1025	840	774	2585	2133	1498	985	1518	1096	755	612
Всего					4124	9122	7145	5669	4724	9364	6638	5166	3641	8649	5969	4312	3380
Гумус, %					3,25	6,80	6,12	4,34	3,73	6,98	6,10	4,42	3,85	6,18	5,83	4,07	3,38

количество их уменьшается (табл. 13.2) и в горизонте С они не обнаружены. Кроме того, происходят заметные качественные изменения. Проявляется прямая зависимость между распределением гумуса и азота по профилю почв и количеством связанных аминокислот. Поэтому эрозионные процессы оказывают существенное влияние на количество связанных аминокислот в пахотном слое. Смыв наиболее гумусированной верхней части профиля приводит к значительной потере как гумуса, так и аминокислот.

При рассмотрении закономерностей распространения свободных аминокислот интенсивность биологических процессов объясняется качеством гумуса и реакцией почвенной среды, в отношении же связанных аминокислот влияние реакции слабее и количество связанных аминокислот регулируется другими факторами, в первую очередь — содержанием органического вещества и валового азота.

Четко проявляется зависимость между валовым азотом и азотом связанных аминокислот (табл. 13.3). С увеличением содержания общего азота увеличивается количество азота аминокислот. Процентное содержание азота аминокислот от общего его содержания в незероэродированных и эродированных почвах колеблется в небольших пределах. Так, в незероэродированных почвах азот аминокислот составляет 23 — 33% от валового, в слабоэродированных — 20—29%, среднеэродированных — 22—34% и сильноэродированных — 21—34%.

Подтипы почв по мере увеличения в них количества азота аминокислот можно расположить в следующий возрастающий ряд: каштановая < темно-каштановая < чернозем южный < лугово-черноземная карбонатная < чернозем обыкновенный < чернозем оподзоленный < чернозем типичный < дерново-глеевая выщелоченная < чернозем выщелоченный < дерново-глеевая оподзоленная.

Определенная закономерность наблюдается и в соотношении азота связанных аминокислот в пахотном слое незероэродированной

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ СВЯЗАННЫХ АМИНОКИСЛОТ ПО ПРОФИЛЮ ПОЧВ (мг/кг)

Таблица 13.2

Аминокислота	Лугово-черноземная карбонатная						Дерново-глеевая выщелоченная					
	неэродированная			среднеэродированная			неэродированная			среднеэродированная		
	A _{вал.}	B ₁	BC	A _{вал.}	B ₁	BC	A _{вал.}	B ₁	BC	A _{вал.}	B ₁	BC
Лизин	422	54	Нет	301	33	Нет	743	110	Сл.	565	125	Сл.
Гистидин	184	23	Сл.	122	17	Сл.	371	68	Сл.	272	80	Сл.
Аргинин	122	15	Нет	97	18	Нет	297	44	Нет	183	52	Нет
Аспарагиновая	967	114	17	764	134	Сл.	905	120	Сл.	690	107	Сл.
Треонин	348	42	Сл.	282	33	Нет	260	36	Нет	195	28	Нет
Серин	346	39	Сл.	275	37	Нет	248	35	Нет	140	46	Нет
Глутаминовая	937	106	14	712	69	20	913	126	29	641	93	20
Пролин	272	35	Сл.	206	44	Нет	308	48	Сл.	213	64	Нет
Глицин	766	97	15	603	85	18	690	96	20	452	75	18
Аланин	480	53	Сл.	384	67	Сл.	784	110	27	556	132	Сл.
Цистеин	421	62	Сл.	309	45	Сл.	297	46	18	209	38	Сл.
Валин	288	39	Сл.	206	28	Сл.	342	51	Сл.	267	62	Нет
Метионин	Сл.	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Сл.	Нет	Нет	Сл.	Нет	Нет
Изолейцин	172	24	Нет	135	15	Нет	195	32	Нет	145	27	Нет
Лейцин	366	39	Сл.	289	32	Сл.	469	70	Сл.	315	85	Сл.
Тирозин	98	13	Нет	55	Сл.	Нет	367	59	Сл.	280	47	Сл.
Фенилаланин	1820	210	13	1272	121	18	1926	280	32	1196	137	24
Всего	8009	965	59	6012	778	56	9115	1331	126	6319	1198	62

и эродированной почвы. Во всех почвах с увеличением степени эродированности увеличиваются потери азота аминокислот. В слабоэродированных почвах потери составляют 10 — 31%, значительные потери отмечаются в черноземе оподзоленном и дерново-глеевой оподзоленной почве — 30—31%. В среднеэродированных они больше — 23 — 48%, здесь высокие потери наблюдаются

в черноземе оподзоленном и дерново-глеевой оподзоленной почве — 47—48%. Очень большие потери азота аминокислот обнаружены в сильноэродированных почвах — 37—60%, из них наибольшие — в черноземе оподзоленном, дерново-глеевой оподзоленной и выщелоченной почвах — 51—60%.

На образование различных групп аминокислот оказывают существенное влияние

Почва	Неэродированная			Слабоэродированная			Среднеэродированная			Сильноэродированная		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Каштановая	2713	627	23,1	2437	511	21,0	1998	466	23,3	1372	395	28,8
Темно-каштановая	2935	831	28,3	2770	743	26,8	2235	599	26,8	1789	490	27,4
Чернозем южный	3274	948	29,0	2992	852	28,5	2324	726	31,2	1836	554	30,2
Лугово-черноземная карбонатная	3631	1008	27,8	3271	887	27,1	2535	759	29,9	1945	547	28,1
Чернозем обыкновенный	3812	1066	28,0	3313	954	28,8	2297	774	33,7	1856	627	33,8
Чернозем выщелоченный	4035	1228	30,4	3850	1039	27,0	3145	854	27,1	2373	642	27,1
Чернозем типичный	4117	1194	29,0	3986	962	24,1	3152	847	26,9	2264	650	28,7
Чернозем оподзоленный	4210	1161	27,6	3938	805	20,4	3247	615	18,9	2420	460	19,0
Дерново-глеевая оподзоленная	4067	1341	33,0	3877	944	24,3	3238	695	21,5	2553	545	21,3
Дерново-глеевая выщелоченная	4235	1223	28,9	3673	975	26,5	2942	850	28,9	2044	604	29,5

физико-химические и биохимические процессы, проходящие в различных почвах в тех или иных климатических условиях. Ввиду этого в почвах обнаруживается разное количество аминокислот и различное соотношение групп, что отражает естественные условия (генетические, агрохимические, физико-географические) формирования почв. Подобная закономерность установлена для почв Северной Осетии при изучении качественного и количественного состава свободных аминокислот и нитрификационной способности почв.

Растения способны усваивать из почвы, наряду с нитратами и аммиаком, свободные аминокислоты. При этом хорошо усваиваются формы аминокислот, которые легко

включаются в процессы обмена веществ. В почвах Северной Осетии найдено от 7 до 16 свободных аминокислот: глутаминовая, аспарагиновая, аланин, лейцин, валин, глицин, изолейцин, треонин, серин, фенилаланин, тирозин, пролин, метионин, лизин, аргинин и гистидин (табл. 13.4). Наиболее широкий состав аминокислот выявлен в темно-каштановой почве — 15—16 аминокислот.

По содержанию свободных аминокислот почвы различаются сильно, количество их в пахотном слое колеблется от следов до 63,9 мг/кг почвы. Самый высокий уровень содержания аминокислот отмечается в карбонатном черноземе и темно-каштановой почве, самый низкий — в оподзолен-

Аминокислота	Почва и номер образца											
	каштановая		темно-каштановая		карбонатный чернозем			выщелоченный чернозем			оподзоленный чернозем	
	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2
Глутаминовая	10,32	6,50	8,53	8,72	10,06	10,26	2,73	6,22	15,01	3,72	2,42	2,30
Аспарагиновая	Сл.	3,32	2,20	2,90	1,84	2,01	9,60	0,66	Сл.	4,54	Сл.	Сл.
Аланин	3,23	2,10	2,72	3,52	3,72	4,53	14,22	1,82	7,84	1,01	1,20	1,82
Лейцин	3,14	Сл.	2,81	3,64	5,53	5,32	12,11	1,80	6,92	3,83	0,31	0,76
Валин	2,52	3,93	2,64	3,53	1,38	3,04	1,84	3,72	6,60	1,51	1,52	1,49
Глицин	2,73	2,81	0,86	1,16	2,20	1,00	4,63	0,52	Сл.	0,40	Сл.	Сл.
Изолейцин	1,81	Сл.	1,61	2,11	2,15	2,05	6,90	1,04	3,81	4,42	0,44	0,97
Треонин	Сл.	Сл.	1,00	1,33	2,15	1,50	6,91	0,66	Сл.	5,33	Сл.	Сл.
Серин	Сл.	8,04	0,92	1,23	3,68	11,91	4,93	Сл.	Сл.	3,72	Сл.	Сл.
Фенилаланин	Нет	Нет	0,93	1,26	Сл.	Сл.	Нет	Сл.	Нет	Сл.	Нет	Нет
Тирозин	Нет	Сл.	0,89	1,12	Сл.	Сл.	Нет	Сл.	Нет	Сл.	Нет	Нет
Пролин	Сл.	Нет	Сл.	Сл.	Сл.	Нет	Сл.	Сл.	Нет	Сл.	Сл.	Нет
Метионин	Нет	Нет	0,30	0,46	Сл.	Нет	Нет	Сл.	Сл.	Сл.	Нет	Нет
Цистин	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Лизин	Нет	1,70	0,81	1,17	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Аргинин	Нет	Нет	3,50	4,50	2,01	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Гистидин	Нет	Сл.	Сл.	Сл.	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Сл.	Нет	Нет	Нет
Всего	23,75	28,40	29,72	36,65	34,72	41,62	63,87	16,44	40,18	28,48	5,99	7,34	Нет	Нет	Нет	Нет
Гумус, %	3,19	2,99	3,39	3,36	5,27	5,72	4,15	5,30	5,37	6,90	5,08	5,42	6,18	5,5	6,2	4,7
pH	8,2	8,2	7,9	7,5	8,0	7,6	7,4	5,8	6,2	5,6	6,2	5,5	6,18	5,5	6,2	4,7

ном черноземе и дерново-глеевой оподзоленной почве.

Обычно количество аминокислот в различных типах и подтипах почв тесно связано с содержанием в них гумуса. В условиях же вертикальной зональности эта закономерность не всегда сохраняется. Очевидно, здесь на интенсивность биологических процессов большое влияние оказывают количество и качество гумуса, а также реакция почвенной среды, вследствие чего в почвах с щелочной и, особенно, кислой реакцией образование свободных аминокислот ослаблено по сравнению с почвами, обладающими нейтральной реакцией.

Определенные закономерности проявляются и в распределении свободных аминокислот по профилю (табл. 13.5). Во всех почвах с глубиной содержание аминокислот уменьшается: наиболее плавно — в темно-каштановой почве и карбонатном черноземе и более резко — в каштановой почве, выщелоченном и оподзоленном черноземах. В каштановой почве уже на глубине 25 — 35 см, а в дерново-глеевой оподзоленной с поверхности их содержание отмечается в виде «следов». Обнаруживается прямая зависимость между количеством свободных аминокислот и распространением микроорганизмов по горизонтам. Известно, что почвенному микронаселению принадлежит основная роль в образовании свободных аминокислот, а за счет высоких адсорбционных свойств гумусовых веществ происходит аккумуляция свободных аминокислот в более гумусированных горизонтах почв. Поэтому свободные аминокислоты не накапливаются в более глубоких горизонтах, а максимально концентрируются там, где проявляется наибольшая биологическая активность.

Качественный состав свободных аминокислот различных почв несколько разнообразен. Дикарбоновые аминокислоты (глутаминовая, аспарагиновая), нейтральные (аланин, лейцин, валин, глицин, изолейцин) и оксиаминокислоты (треонин, серин) находятся во всех почвах. Циклические аминокислоты (фенилаланин, тирозин, пролин)

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ ПО ПРОФИЛЮ
ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ (мг/кг почвы)

Таблица 13.5

Аминокислота	Горизонт и глубина, см					
	A _{max} 0 - 20	A 20 - 26	B ₁ 35 - 45	B ₂ 55 - 65	BC 70 - 80	C 120 - 130
Глутаминовая	8,72	4,95	2,96	1,41	Сл.	Сл.
Аспарагиновая	2,90	1,67	0,91	0,48	Сл.	Нет
Аланин	3,52	1,98	0,82	0,62	Сл.	Сл.
Лейцин	3,64	2,07	1,20	0,79	Сл.	Нет
Валин	3,53	2,12	1,52	1,30	Сл.	Сл.
Глицин	1,16	0,82	0,33	Сл.	Сл.	Нет
Изолейцин	2,11	1,71	0,90	0,42	Сл.	Нет
Треонин	1,33	0,92	0,48	Сл.	Сл.	Нет
Серин	1,23	0,90	0,31	Сл.	Сл.	Нет
Фенилаланин	1,26	0,78	1,42	Сл.	Нет	Нет
Тирозин	1,12	0,72	0,15	Сл.	Сл.	Нет
Пролин	Сл.	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Метионин	0,46	0,29	Сл.	Сл.	Сл.	Нет
Цистеин	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Лизин	1,17	Сл.	Нет	Нет	Нет	Нет
Аргинин	4,50	4,24	Сл.	Нет	Нет	Нет
Гистидин	Сл.	Сл.	Сл.	Нет	Нет	Нет
Всего	36,65	23,17	11,00	5,02	—	—
Гумус, %	3,36	2,45	1,93	1,18	0,30	0,21
pH	7,48	7,60	7,96	8,00	8,15	8,46

содержатся в темно-каштановой почве. В дерново-глеевой оподзоленной их нет. В остальных почвах обнаружены следы циклических аминокислот. Из серосодержащих (метионин, цистеин) найден только метионин — в темно-каштановой почве и выщелоченном черноземе. Диаминокарбоновые

(лизин, аргинин, гистидин) содержатся в темно-каштановой почве, в каштановой почве обнаружены лизин и гистидин, в карбонатном и выщелоченном черноземах — аргинин (следы), а в оподзоленном черноземе и дерново-глеевой оподзоленной почве эта группа не обнаружена.

Свободные почвенные аминокислоты представляют собой продукт обмена веществ макро- и микрофлоры и как одно из звеньев в цепи круговорота азота находятся в состоянии динамического равновесия.

Большое влияние на образование тех или иных групп аминокислот оказывают физико-химические процессы, проходящие в почве. При групповом анализе содержания свободных аминокислот обнаруживается, что отдельные типы и подтипы почв характеризуются определенным соотношением различных групп аминокислот. Так, дикарбоновых аминокислот больше всего обнаружено в каштановой почве, оподзоленном и выщелоченном черноземах (31 — 44% от общей суммы), меньше — в карбонатном черноземе и каштановой почве (19 — 36%).

Известно, что во всех почвах быстрее минерализуются аминокислоты с дополнительными функциональными группами. Действительно, в почвах большой удельный вес занимают нейтральные аминокислоты (аланин, лейцин, валин, глицин, изолейцин). Нейтральных аминокислот больше в

оподзоленном черноземе (58 — 69%), в остальных почвах их несколько меньше (31 — 63%). Оксиаминокислот наибольшее количество содержится в карбонатном черноземе (17 — 32%).

Все перечисленные группы аминокислот в дерново-глеевых оподзоленных почвах содержатся как следы, остальные группы отсутствуют в них. На долю диаминокрбонных приходится около 15% в темно-каштановой почве и до 6% — в некоторых случаях в каштановой почве и карбонатном черноземе. В темно-каштановой почве отмечается наибольшее количество циклических (6%), серосодержащих (около 1%) и щелочных аминокислот (20 — 22%).

Таким образом, большее количество свободных аминокислот отмечается в тех почвах, физико-химические свойства которых наиболее благоприятны для биологических процессов. Нашими предыдущими исследованиями установлено, что такими свойствами обладают карбонатные черноземы и темно-каштановые почвы, и, по-видимому, не случайно урожай на этих почвах отличается лучшим качеством.



Эрозия — самая опасная «болезнь» земли. Она за короткое время разрушает почвы, которые формировались в течение тысячелетий. Вследствие эрозии снижается плодородие почвы, территория покрывается оврагами и прикустовыми бугорками, барханами и усложняется для использования, ухудшается ее водный режим. Все это приводит к нарушению баланса в экологических системах. На эродированных почвах меняются состав и количество аборигенной флоры и фауны, а на сильноэродированных они исчезают полностью. Увеличивается альбедо поверхности земли, что сильно сказывается на интенсивности местных циркуляционных процессов в атмосфере, и в результате меняется климат.

На территории РСО-Алания проявляются два вида эрозии — водная и ветровая.

Водная эрозия развивается на склонах, где почвы не защищены от поверхностного стока талых и ливневых вод и энергии падающей капли. Более 70% территории республики — склоновые земли, поэтому в период интенсивного таяния снега и выпадения ливневых дождей почвы подвергаются эрозии. Практически весь почвенный покров горной и предгорной части республики в той или иной степени подвержен водной эрозии (рис. 14.1.1). Почвы на склонах Кабардино-Сунженского хребта и шлейфов ле-

систых Черных гор, кроме поверхностного смыва, подвергаются овражной (линейной) эрозии.

Ветровая эрозия распространена в основном в Моздокской сухой степи. Здесь этому способствуют равнинность рельефа, сухость климата, напряженный ветровой режим и высокий процент (86,6%) распаханности территории. На склонах Терского и Кабардино-Сунженского хребтов почвы подвергаются как водной, так и ветровой эрозии.

Несмотря на сложные природные условия, способствующие развитию эрозионных процессов, основной причиной эрозии почв является неправильная, не соответствующая эрозионным условиям, хозяйственная деятельность, так как без вмешательства человека в природную среду развивается нормальная эрозия, продукты разрушения которой компенсируются процессом почвообразования и учитываются при классификации почв (маломощные, малогумусные и т. д.). При неправильной хозяйственной деятельности человека этого не происходит, и поэтому развивается ускоренная эрозия, приводящая к изменению исторически приобретенных свойств почв.

14.1. Влияние эрозионных процессов на изменение свойств почв

В результате эрозионных процессов сильно меняются морфологические признаки,

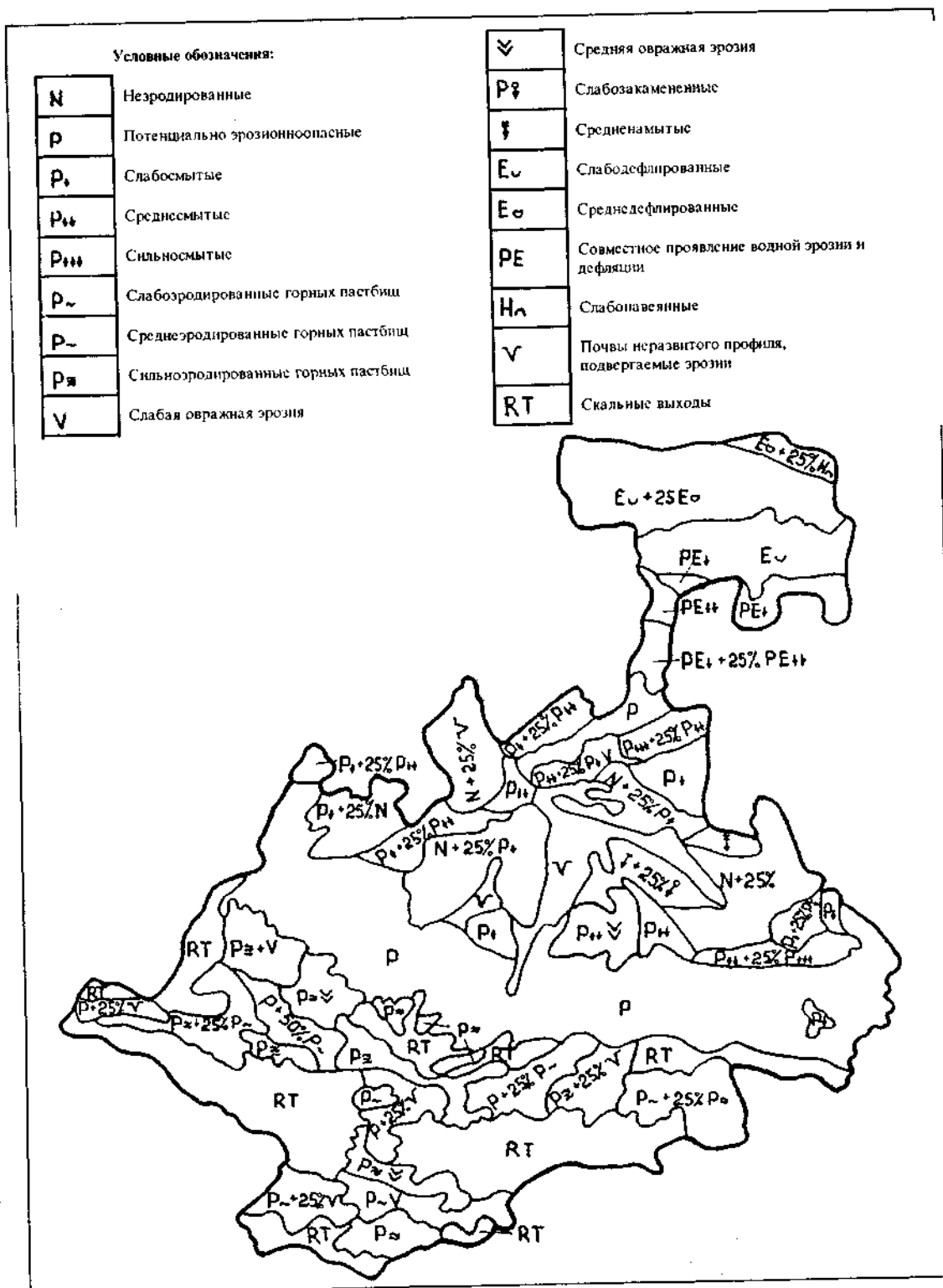


Рис. 14.1.1. Карта эрозии почв PCO-A

химический и механический составы, физические и водно-физические свойства почв. Процессы эрозии оказывают существенное влияние на зональный тип почвообразования, создают условия для формирования специфических, укороченных или намывных и навесных почв.

Влияние эрозионных процессов на морфологические признаки почв. Основными морфологическими признаками, отражающими внутренние свойства и историю развития почвы, ее биологическую активность, химический и механический составы, физические и водно-физические свойства, являются цвет и мощность профиля и отдельных генетических горизонтов.

В этой взаимосвязи конкретно проявляется диалектический закон единства формы и содержания. В естественных условиях каждый тип или подтип почвы, сформированный в одинаковых рельефных условиях, на одних и тех же почвообразующих породах, характеризуется определенным темпом почвообразования, набором и мощностью генетических горизонтов. Например, залегание галечника на небольшой глубине на Змейской и Северо-Осетинской предгорной наклонной равнине, способствует развитию маломощных (A + B — 25—40 см) выщелоченных черноземов (рис. 14.1.2). С из-

менением глубины залегания галечника меняется и мощность почвы.

Изменения мощности профиля почвы и отдельных ее генетических горизонтов также обнаруживаются при формировании их на склонах разной экспозиции и крутизны. Хотя и здесь присутствуют процессы эрозии, но количество разрушенной массы почвы компенсируется почвообразованием. В окружающей природной среде создается динамическое равновесие, при котором на южных склонах формируются менее мощные почвы, чем на северных (если на северных склонах мощность почвы принять за 1, то на южных она будет равна $0,75 \pm 0,3$).

Почвы крутых и выпуклых форм рельефа благодаря нормальной эрозии также имеют меньшую мощность, чем почвы пологих и вогнутых склонов. Однако эти естественные состояния почв нарушаются при не соответствующем эрозионным условиям хозяйственном использовании земли. В этих условиях с разной интенсивностью разрушается сначала гумусово-аккумулятивный (A) горизонт, а затем переходный (B). При этом, если эродированность слабая, расстраивается соотношение мощности горизонтов A и B, исторически установившееся в результате длительного процесса почвообразования. При средней эродированности почва обезг-



Рис. 14.1.2. На галечнике формируются маломощные почвы

лавливается, и на дневную поверхность выходит переходный (В) горизонт, а при сильной — разрушается и переходный горизонт.

Продукты разрушения почв верхних частей склонов откладываются в нижних частях и замкнутых элементах рельефа, а ветровой эрозии — у ветропрепятствий и в местах затишья ветра. В результате этого в местах накопления продуктов эрозии увеличивается мощность верхнего горизонта, формируются намытые и навешные почвы, морфологические признаки, физические свойства, механический и химический составы которых всецело зависят от состава отложенного мелкозема. Они могут быть продуктами разрушения гумусово-аккумулятивных горизонтов, богатых гумусом и элементами минерального питания, или же бедной ими почвообразующей породы.

Мощность верхнего горизонта, его морфологические свойства, механический и химический составы также зависят от периодического поступления речных отложений.

Другим важным морфологическим признаком является цвет. Он наиболее концентрированно отражает внутренние свойства почвы и определяется соотношением содержания гумуса, окислов железа, оксида кремния и карбонатов кальция и магния. При преобладании какого-то из этих веществ генетический горизонт приобретает цвет этого вещества. Например, при высоком содержании гумуса генетический горизонт становится черным, темным, темно-серым, а при преобладании оксида железа — красным, карбоната кальция — светлым.

В связи с этим выявляется определенная взаимосвязь между цветовыми свойствами отдельных генетических горизонтов и степенью эродированности, по мере увеличения которой уменьшаются содержание гумуса и коэффициент относительного поглощения света, повышаются коэффициенты цветности и спектрального отражения. Например, в черноземах, по мере увеличения степени эродированности, серовато-темные тона верхнего горизонта незэродированной почвы постепенно становятся желтовато-бурыми, т. е. приобретают цвет материн-

ской породы. Поэтому среди пашни участки сильноэродированной почвы выделяются в виде светлых пятен.

Влияние эрозионных процессов на механический состав почв. Каждая разновидность почвы характеризуется определенным распределением механических фракций по профилю. Эрозионные процессы существенно меняют это распределение. Особенно изменяется механический состав генетического горизонта, вышедшего вследствие эрозии на дневную поверхность. Это влияние на разных почвах неодинаково и в основном зависит от механического состава почвообразующей породы, а при слоистости почвы — от механического состава слоя, вышедшего на дневную поверхность. Так, в незэродированной горной лугово-степной почве в профиле механические фракции распределяются довольно равномерно (табл. 14.1.1).

В связи с этим отношение физической глины к сумме фракций песка в незатронутым эрозией гумусово-аккумулятивном горизонте данных почв несколько больше, чем в горизонте В. Водная эрозия резко меняет механический состав этих почв. В сильноэродированных горных лугово-степных почвах, вследствие смыва дисперсной части почвенной массы, в верхнем горизонте накапливается фракция песка, зато уменьшается количество глинистых частиц, т. е. отношение физической глины к песку в верхнем горизонте этих почв снижается более чем в 3 раза по сравнению с нижележащим горизонтом и незэродированной почвой.

В пахотном слое незэродированных выщелоченных черноземов песка заметно меньше, чем в нижележащем горизонте, но за счет увеличения крупной пыли количество его в профиле распределяется однородно. Не обнаружено существенных изменений в распределении по профилю мелкой и средней пыли, а также ила. В связи с этим показатели отношений физической глины (частиц < 0,01 мм в диаметре) к сумме песка и крупной пыли по генетическим горизонтам близки и составляют для пахотного горизонта (A_п) 2,8, а переходного (B_п) — 2,9.

В редуцированном горизонте эродирован-

ВЛИЯНИЕ ВИДА ЭРОЗИИ НА МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ

Таблица 14.1.1

Почва, эродированность	Горизонт и глубина взятия образца, см	Содержание фракций, %; размер частиц, мм						
		1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01
Водная эрозия								
Горная лугово- степная неэродированная	A 0 — 20	14,0	11,4	19,8	12,0	20,2	22,6	55,0
	B 45— 55	20,6	9,5	19,3	6,8	24,5	19,3	50,6
Горная лугово- степная сильноэродированная	B 0 — 15	19,1	18,3	33,2	5,0	18,4	6,0	29,4
	BC 15 — 25	4,4	6,5	27,6	12,7	23,2	20,6	56,5
Серая лесная слабоэродированная	A 0 — 10	0,3	0,7	27,8	33,4	20,7	10,8	64,9
	A ₂ B ₁ 10 — 20	0,4	3,6	23,0	39,0	23,4	10,1	73,0
Чернозем выщелоченный неэродированный	A _п 0 — 26	1,6	7,3	17,6	6,8	14,3	52,4	73,5
	B ₁ 40 — 50	3,0	12,3	9,8	6,1	11,4	57,4	74,9
Чернозем выщелоченный слабоэродированный	A _п 0 — 20	5,6	21,8	17,9	6,4	27,1	21,2	57,4
	B ₁ 30 — 40	4,8	21,0	18,9	7,7	26,4	31,2	65,3
Чернозем выщелоченный среднеэродированный	A _п 0 — 16	0,8	18,3	27,1	3,3	10,2	40,3	53,8
	B ₁ 20 — 30	1,2	12,4	10,3	3,1	8,8	64,2	76,1
Ветровая эрозия								
Каштановая недефлированная	A _п 0 — 20	0,1	73,2	8,8	3,9	4,9	9,1	17,9
	B ₁ 30 — 40	1,9	65,2	18,5	1,9	5,9	6,6	14,4
Каштановая слабодефлированная	A _п 0 — 24	2,2	57,2	26,5	3,0	5,5	5,6	14,1
	B ₁ 25 — 35	0,1	72,3	7,1	2,3	3,1	15,1	20,5
Каштановая среднедефлированная	A _п 0 — 15	12,7	67,4	9,0	0,7	6,8	3,4	10,9
	B ₁ 20 — 30	1,6	75,6	7,8	1,7	1,5	11,8	15,5
Каштановая сильнодефлированная	B ₁ 0 — 22	0,8	74,0	11,2	0,6	6,3	7,1	14,0
	B ₂ 30 — 40	0,3	67,3	15,0	2,3	11,5	3,4	17,2

ных почв накапливается значительное количество песка и крупной пыли, а содержание илистой фракции снижается. Отношение физической глины к сумме песка и крупной пыли в этом горизонте в 2 — 3 раза ниже,

чем в незэродированных почвах. По мере увеличения степени эродированности это отношение возрастает.

В недифференцированных по механическому составу глинистых почвах эрозия не

влияет на механический состав редуцированного горизонта. Так, черноземы предкавказские обыкновенные имеют относительно однородный механический состав по профилю и смыв верхних горизонтов существенно не меняет его. В незероэродированных почвах сумма фракций $> 0,01$ мм и $< 0,01$ мм, а также их отношение по профилю почвенных разрезов меняются мало. Поэтому и в эродированных почвах не отмечено изменений в содержании фракций физической глины и физического песка.

В темно-серых лесных почвах в процессе почвообразования происходит перераспределение механических фракций по профилю. В верхних горизонтах профиля, особенно в подзолистом, наблюдается уменьшение глинистой фракции и физической глины, в иллювиальном — увеличение их, что объясняется самой сущностью подзолообразовательного процесса, а именно: выносом тонкодисперсной фракции из горизонтов A_1, B_1 в иллювиальный. В связи с этим маскируется влияние эрозии на механический состав почв. Так, в пахотном слое слабосмытых серых лесных почв ила и физической глины меньше, чем в пахотном слое несмытых почв — из-за вымывания этих фракций и прилашки оподзоленного горизонта. В средне- и сильносмытых серых лесных почвах в результате вовлечения во вспашку иллювиального горизонта пахотный слой обогащается илистой фракцией и физической глиной. Отношение частиц $< 0,01$ мм и $> 0,01$ мм в гумусово-аккумулятивном горизонте незероэродированных лесных почв составляет 1,8; в слабоэродированных почвах оно снижается соответственно до 1,5 и 1,1, а в средне- и сильноэродированных — резко увеличивается и составляет соответственно 2,5 и 3,9.

На механический состав редуцированного горизонта сортирующее влияние оказывает и ветровая эрозия.

В почвах неоднородного механического состава вместе со значительным количеством в профиле крупного и среднего песка потоком ветра выдуваются пылеватые и илистые частицы, а в верхнем горизонте на-

капливаются фракции мелкого песка и крупной пыли. Причем, чем выше степень эродированности почв, тем больше физического песка и меньше глины содержится в редуцированном горизонте.

В некоторых почвах резкое увеличение количества крупного и среднего песка, включений камней, гравия в редуцированном горизонте объясняется следствием эрозии или более высоким содержанием их в профиле по сравнению с почвами, в которых, несмотря на эродированность, таких частиц меньше. В процессе выдувания физической глины и пыли крупные частицы почвы и включения остаются в верхнем горизонте. Под этим каменным «панцирем», как правило, начинается новый цикл почвообразования. Аналогичные почвы формируются на южных склонах внутренних гор Центрального Кавказа.

В аккумулятивных равнинах в межгорных депрессиях встречаются почвы, в профиле которых чередуются слои разного механического состава. Эрозия на них действует не только сортирующе — при удалении одного слоя почвы приобретают механический состав другого слоя. В пахотных же почвах, если разные слои вовлекаются в пахотную, то механический состав состоит из их смеси.

Таким образом, эрозия почв оказывает сортирующее действие на механический состав почв.

В неоднородных по механическому составу почвах, вследствие смыва и выдувания наиболее дисперсной части механических фракций, в верхнем горизонте увеличивается содержание песка и грубоструктурного материала. В однородных профилях эрозия почв не оказывает существенного влияния на механический состав редуцированного горизонта. У слоистых же почв иногда так сильно изменяется механический состав верхнего горизонта, что приходится вносить изменение в их название.

Влияние процессов эрозии на микроагрегатный состав и эродируемость почв. Наиболее важной физической характеристикой почвы является водопрочность структуры. Она определяет устойчивость почв к эрозии, вод-

ВЛИЯНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ Таблица 14.1.2

Почва, степень эродированности	Горизонт, глубина, см	Размер агрегатов, мм:						Фактор дисперсности
		0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
Чернозем выщелоченный незероэродированный	A_n 0 — 26	31,0	37,3	10,6	10,3	6,8	4,6	6,3
	B_1 40 — 50	30,4	37,2	12,0	2,2	7,3	10,3	13,7
Чернозем выщелоченный слабоэродированный	A_n 0 — 20	10,4	39,9	29,2	6,0	10,3	4,2	7,6
	B_1 30 — 40	11,7	39,7	29,6	5,8	10,1	3,3	5,1
Чернозем выщелоченный среднеэродированный	A_1 0 — 16	2,6	47,4	36,8	3,0	6,2	4,0	7,4
	B_1 20 — 30	1,2	63,4	15,1	1,2	7,5	11,6	15,3
Чернозем обыкновенный незероэродированный	A_1 0 — 35	30,0	34,7	12,4	5,0	9,0	8,9	14,1
	B_1 50 — 60	18,5	27,7	15,0	9,7	11,1	18,0	2,9
Чернозем обыкновенный слабоэродированный	A_1 0 — 29	27,4	27,3	9,0	5,5	13,0	17,5	22,4
	B_1 40 — 50	35,3	28,0	4,0	6,4	12,4	13,9	17,8
Каштановая незероэродированная	A_n 0 — 20	0,1	80,9	10,7	2,8	3,2	2,3	25,6
	B_1 25 — 35	0,1	85,1	8,3	1,9	2,2	2,4	16,0
Каштановая слабодефлированная	A_n 0 — 24	2,0	61,3	28,3	2,0	5,4	1,0	17,9
	B_1 30 — 40	1,8	68,0	21,7	2,4	5,1	1,0	15,2
Каштановая среднедефлированная	A_n 0 — 15	2,9	68,6	19,6	2,0	4,0	2,9	86,3
	B_2 25 — 35	1,7	80,0	8,4	1,5	1,0	7,4	62,7
Каштановая сильнодефлированная	B_1 0 — 22	1,4	67,8	18,3	4,0	6,4	2,1	61,8
	B_2 30 — 40	1,1	74,5	15,3	2,5	4,0	2,6	36,6
Чернозем выщелоченный незероэродированный	A_n 0 — 20	1,4	87,0	9,0	1,4	0,5	0,7	17,1
	B_1 30 — 40	2,3	89,4	6,7	0,3	0,6	0,7	13,7
Чернозем выщелоченный слабоэродированный	A_n 0 — 27	3,0	35,5	32,1	12,0	12,3	5,1	63,8
	B_1 20 — 30	8,5	85,5	2,9	0,6	1,0	1,5	68,2
Чернозем выщелоченный среднеэродированный	B_n 0 — 16	4,3	78,9	12,0	0,9	1,9	2,0	80,0
	B_2 50 — 60	0,4	84,6	9,6	1,9	2,6	1,9	59,4
Чернозем выщелоченный сильноэродированный	B_1 0 — 20	3,7	59,8	2,0	0,2	0,8	0,1	53,0
	B_2 30 — 40	3,5	92,9	2,3	0,8	0,1	0,4	66,7

но-воздушный, тепловой и пищевой режимы ее. Чем больше в почве водопрочных, агрономически ценных агрегатов (частиц > 0,25 мм в диаметре), тем выше ее противоэрозионная устойчивость и благоприятнее ее водно-воздушный и тепловой режим.

В естественных условиях агрегированность почвенной массы в основном зависит от наличия илстой фракции и содержания гумуса, которые создают прочные связи между структурными отдельностями. Поэтому водопрочных агрегатов больше в верхних, наиболее гумусированных, горизонтах и тяжелых по механическому составу почвах (табл. 14.1.2).

Чем меньше гумуса и легче по механическому составу почвы, тем ниже в них содержание агрономически ценных агрегатов, хуже их водно-физические свойства.

Благоприятные водно-физические свойства почв, приобретенные в процессе исторического развития, ухудшаются из-за интенсивных обработок тяжелыми колесными тракторами и перегрузки пастбищ скотом, а также в процессе замораживания и оттаивания. Все эти моменты отрицательно влияют на почву, распыляют структуру, уплотняют ее, нарушают водно-воздушный режим. Распыленная часть почвенной массы легко смывается поверхностным стоком или сдувается ветром небольшой силы. Поэтому верхний горизонт эродированных почв обедняется гумусом и илстой фракцией. Поверхностный слой разрушается также энергией дождевых капель, а это, в свою очередь, снижает содержание водопрочных структурных агрегатов в эродированных почвах.

В незэродированных почвах (табл. 14.1.2) в верхнем горизонте больше агрегатов размером > 0,25 мм в диаметре, чем в нижележащем. В этом же горизонте илстая фракция в основном входит в состав почвенных структурных отдельностей, поэтому при микроагрегатном анализе ее обнаруживается здесь меньше. Таким образом, фактор дисперсности гумусово-аккумулятивного горизонта значительно ниже переходного.

По мере увеличения степени эродирован-

ности и выхода на дневную поверхность нижних горизонтов почвы количество водопрочных и ветроустойчивых агрегатов в них уменьшается, т. е. создаются условия, при которых эрозия почв становится саморазвивающимся процессом: чем выше степень эродированности почвы, тем интенсивнее она подвергается эрозии.

Повышение эродированности нижних горизонтов почв отмечено также в работах В. Б. Гуссака (1960), Т. Г. Жордания (1957).

Аналогичная закономерность обнаружена D. J. Greenland (1975), который показал, что почвы равнинных районов Англии с содержанием 3,5% органического вещества имеют нестабильные агрегаты. В США почвы с содержанием органического вещества менее 2% считаются эродированными.

Почвы тяжелого механического состава (40% и более ила) со значительным содержанием гумуса (6 — 8%) имеют больше водопрочных агрегатов, чем песчаные и супесчаные почвы с низким содержанием гумуса (0,25 — 1,5%) и ила (1 — 2%). Поэтому выщелоченные черноземы Силтанукской возвышенности, имеющие тяжелый механический состав, несмотря на расчлененность территории и большое количество атмосферных осадков (600 — 700 мм в год), менее подвержены эрозии.

Иначе обстоит дело с серыми лесными почвами, гумус которых сконцентрирован в основном в верхнем 25 — 30 см слое. В этом горизонте обнаруживается высокая агрегированность и противоэрозионная устойчивость почвенной массы. В нижних горизонтах содержание гумуса резко снижается, следовательно, уменьшается и агрегированность почвенной массы. Поэтому при разрушении гумусово-аккумулятивного горизонта повышаются фактор дисперсности и эродированность почвы.

В настоящее время даже на крутых склонах серые лесные почвы распаиваются. Глубокая отвальная вспашка их вдоль склона без учета мощности гумусового горизонта выворачивает нижние бесструктурные, малогумусные горизонты почвы. В результате количество водопрочных агрегатов в

пахотном слое снижается, и при возделывании на них пропашных культур почвы подвергаются интенсивной водной эрозии. Поэтому в последнее время серые лесные почвы повсеместно средне- и сильноэродированы.

Структурная почва более устойчива к ветровой эрозии. А. А. Зайцевой (1970) установлено, что почва является податливой ветровой эрозии при наличии в верхнем 50 см слое ее свыше 50% частиц размером менее 1 мм. Такие почвы приводятся в движение даже ветром силой в 4 — 5 м/сек.

Ветровой эрозии при разрушении структуры верхнего слоя и распылении его подвергаются почвы разного механического состава, но больше — легкие, так как они легче разрушаются и распыляются.

Почвы супесчаного и песчаного механического состава содержат немного гумуса и илстой фракции, которые и склеивают почвенные частицы. Они отличаются слабой агрегированностью и малой связанностью.

Из данных таблицы 14.1.2 видно, что почти все исследованные нами почвы в верхнем горизонте содержат менее 50% частиц размером 1 мм в диаметре, т. е. они эрозионно-

опасны. Особенно мало (0,1 — 3,7%) устойчивых против ветровой эрозии частиц содержится в почвах супесчаного и песчаного механического состава. В них преобладают агрегаты размером 0,25 — 0,05 мм, которых в верхнем горизонте 61,3 — 90,7%, а фракций (< 0,005 мм в диаметре), склеивающих отдельные частицы в почвенные агрегаты, всего 0,5 — 5,5%. Отсюда и низкая структурность верхнего горизонта (0,5 — 6,8%). Фактор же дисперсности, наоборот, доходит до 85,3%.

Каштановые супесчаные и песчаные почвы, например, неустойчивы против ветровой эрозии, они легко выдуваются при скорости ветра 3 — 5 м/сек. Из сказанного следует, что микроагрегатный состав почв зависит от механического состава и наличия гумуса. Почвы (черноземы предкавказские выщелоченные, обыкновенные и серые лесные) с тяжелым механическим составом (более 40% ила) и значительным содержанием гумуса (6 — 8%) имеют больше водопрочных агрегатов (30 — 31%), чем песчаные и супесчаные (0,1 — 8,5%); каштановые почвы содержат мало гумуса (0,25 — 1,5%) и ила (1 — 2%).

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ

Таблица 14.1.3

Почва, эродированность	Горизонт, глубина взятия образца, см	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Общая порозность, %	Порозность аэрации, %	Влажность завядания, %	Доступная влага, %
Серая лесная незэродированная	A ₁ 0 — 10	2,41	1,21	49,7	12,1	13,9	23,7
	A ₂ B ₁ 30 — 40	2,48	1,29	48,0	10,5	14,2	23,3
	B ₁ 60 — 70	2,55	1,53	40,0	4,8	18,1	17,1
	BC 90 — 100	2,56	1,50	41,4	7,4	21,3	12,7
Чернозем выщелоченный незэродированный	A ₁ 0 — 20	2,65	1,20	57,7	22,8	16,1	15,8
	B ₁ 30 — 40	2,70	1,28	52,6	21,6	18,0	12,5
	B ₂ 70 — 80	2,69	1,33	50,9	23,4	—	—
	C 200 — 210	2,69	1,59	40,9	7,0	—	—
Чернозем обыкновенный слабоэродированный	A ₁ 0 — 18	2,68	1,25	52,4	20,4	18,5	13,5
	B ₁ 35 — 45	2,72	1,50	44,8	16,5	19,7	8,8
	B ₂ 70 — 80	2,69	1,52	43,4	13,8	20,1	9,5
	BC 100 — 120	2,70	2,05	24,0	9,4	—	—
Каштановая сильнодефлированная	B ₁ 0 — 14	2,65	1,63	38,5	30,5	1,3	6,7
	B ₂ 21 — 31	2,66	1,62	35,8	28,5	0,8	6,5
	BC 70 — 80	2,65	1,59	40,0	33,8	0,6	5,6
	C 170 — 180	2,65	1,58	40,4	34,7	—	—

В почвах тяжелого механического состава, с увеличением степени эродированности и выходом на дневную поверхность нижних горизонтов, количество водопрочных и ветроустойчивых агрегатов уменьшается, зато повышается их фактор дисперсности. Для рассматриваемых почв он в среднем составляет 6,5 — 16,5. В легких по механическому составу почвах степень эродированности существенно не меняет фактора дисперсности.

Влияние эрозионных процессов на водно-физические свойства почв. В незэродированных, тяжелых по механическому составу почвах с глубиной по профилю, по мере уменьшения содержания гумуса и увеличения влияния почвообразующей породы, повышаются удельная и объемная масса. Так, в верхнем 10 см слое незэродированной серой лесной почвы они соответственно составили 2,41 и 1,21 г/см³; на глубине 30—40 см — 2,48 и 1,31, а на глубине 60—70 см — 2,55 и 1,53 г/см³. Аналогичная закономерность обнаруживается и в других почвах тяжелого механического состава (табл. 14.1.3). В связи с этим при выходе на дневную поверхность (вследствие эрозии) нижних горизонтов увеличиваются удельная и объемная массы почвы. Например, по сравнению с незэродированными в слабоэродированных черноземах объемная масса в пахотном горизонте увеличилась от 1,20 до 1,25 г/см³, в горизонте В — от 1,20 до 1,50 г/см³, а в серых лесных среднеэродированных почвах удельная масса возросла от 2,41 до 2,55, а объемная — от 1,21 до 1,53 г/см³.

В песчаных почвах из-за небольшого содержания гумуса (0,25 — 1,5%) и относительной однородности механического и минералогического составов по всему профилю почв удельная и объемная массы изменяются незначительно. Например, удельная масса горизонта А незэродированной каштановой почвы составляет 2,65 г/см³; объемная масса — 1,63; на глубине 21 — 31 см они соответственно равны 2,66 и 1,62 и на глубине 90 — 100 см — 2,65 и 1,58 г/см³. Одинаковые удельные и объемные массы всех генетических горизонтов песчаных почв обуславливают их однородность и в почвах с разной эродированно-

стью, т. е. удельная и объемная массы песчаных почв не зависят от степени их эродированности.

Из результатов исследований видно, что почти все незэродированные почвы тяжелого механического состава в пахотном слое имеют благоприятную объемную массу для возделывания пропашных и зерновых колосовых культур. По мере же увеличения степени эродированности объемная масса повышается, отделяется от оптимальных параметров. В средне- и сильноэродированных тяжелосуглинистых почвах она становится лимитирующим урожае сельскохозяйственных культур фактором, не только из-за ограничения распространения корней, но и ухудшения водно-воздушного режима почв.

В почвах тяжелого механического состава с глубиной по профилю, по мере уменьшения агрегатированности почвенной массы и увеличения объемной массы, снижаются общая порозность и порозность аэрации. Эту зависимость для тяжелых по механическому составу почв Ленсер выразил следующим соотношением (цит. по Ф. Дюшафуру, 1970):

Степень уплотненности	Объемная масса, г/см ³	Порозность, %
Рыхлая	1,0 — 1,2	55 — 62
Среднеплотная	1,2 — 1,4	46 — 54
Плотная	1,4 — 1,6	40 — 46
Очень плотная	1,6 — 1,8	40

По этим данным между объемной массой почвы и ее порозностью существует обратная зависимость. Исходя из этих предельных величин, тяжелые по механическому составу почвы в верхнем горизонте имеют благоприятную объемную массу и общую порозность.

В эродированных почвах, в результате разрушения верхних горизонтов и выхода на дневную поверхность более плотных нижних (В или С) горизонтов, снижаются

общая порозность и порозность аэрации. Средне- и сильноэродированные почвы приобретают неблагоприятные физические свойства. Порозность, например, сильноэродированной серой лесной почвы снижается до 40%, а порозность аэрации — до 4,8%, что соответствует очень плотной почве.

В слабоэродированных почвах также происходят определенные изменения физических свойств, но они еще сохраняют благоприятные условия для роста и развития корневой системы культурных растений. Например, в слабоэродированных черноземах, по сравнению с незэродированными, общая порозность снизилась всего на 2,3%, а порозность аэрации — на 2,4%. Эти изменения не оказали существенного влияния на физические свойства незэродированных почв.

В процессе уплотнения почвы уменьшается не только общий объем пор, но и их размер. По данным И. Б. Ревута, при увеличении плотности мощного чернозема от 1,0 до 1,6 г/см³ содержание пор размером более 60 мкр снижалось от 18,3 до 1,1%, ухудшались условия роста корневых волосков, снижалась инфильтрационная способность почв, так как при уменьшении диаметра пор с 1 до 0,1 мм просачивание воды сокращается в 1000 раз (Торнз, 1984).

В песчаных и супесчаных почвах нет определенной закономерной связи между объемной массой, общей порозностью и порозностью аэрации. Эти показатели по профилю легких по механическому составу почв изменяются незначительно. Не обнаружены значительные изменения их величин и в песчаных почвах разной степени эродированности.

Эрозия почв также существенно влияет на величину влажности завядания и доступной влаги. В эродированных почвах уменьшается количество последней. Влияние эрозии на параметры этих показателей обусловлено в основном изменением механического состава эродированных почв. Чем тяжелее эродированная почва по механическому составу, тем больше величина влажности завядания и меньше количество доступной влаги. В

этих почвах влажность завядания колеблется от 13,9 до 24,0%, а доступная влага — от 7,3 до 23,7%.

В легких по механическому составу почвах не обнаружено определенной зависимости между степенью эродированности и величинами влажности завядания и доступной влаги. В них влажность завядания колеблется от 1,3 до 5,7%, количество же доступной влаги варьирует в пределах 4,9 — 6,3% при влагоемкости 0,6 — 8,0%.

С увеличением эродированности почв снижается их влагоемкость. Как видно из таблицы, наименьшая влагоемкость пахотного горизонта эродированных почв в большинстве случаев ниже, чем незэродированных, однако на тяжелых по механическому составу почвах эта закономерность маскируется изменением механического состава и не всегда проявляется. Так, влагоемкость слоя 0 — 4 см слабоэродированных почв на 11,5% ниже незэродированных. Это значит, что слабоэродированные почвы удерживают на одном гектаре на 30 — 60 т/га меньше воды, а сильноэродированные — 334. Следовательно, чем сильнее эродированы почвы, тем меньше у них запас почвенной влаги.

По нашим подсчетам, максимально возможные запасы продуктивной влаги в метровом слое почв составляют: для слабоэродированных — 98%, среднеэродированных — 70 и сильноэродированных — 52% от запасов незэродированных почв. Аналогичные результаты получены Н. К. Шикла (1962). По его данным, максимально возможные запасы продуктивной влаги в метровом слое почв Донбасса составляют: для слабоэродированных — 94%, среднеэродированных — 79 и сильноэродированных — 61% от запасов незэродированных почв.

В песчаных почвах влагоемкость значительно ниже, чем в почвах тяжелого механического состава. В верхнем 25-сантиметровом слое песчаной почвы содержится всего около 33 т/га воды, которая в аридных условиях быстро испаряется, и сухая почва подвергается ветровой эрозии.

Таким образом, в эродированных почвах тяжелого механического состава, в результа-

Время наблюдений		С поверхности, средняя из 2 определений	Время наблюдений		Слой почвы, см, средняя из 5 определений	
мин.	мин.		мин.	мин.	30-40	85-95
5	5	6,3	2	2	1,063	0,518
10	5	3,3	4	2	0,568	0,178
20	20	2,8	6	2	0,174	0,084
30	10	2,6	8	2	0,046	0,039
45	15	1,9	10	2	0,019	0,019
60	15	1,7	15	5	0,008	0,008
90	30	1,2	20	5	0,008	0,008
120	30	0,9	30	5	0,008	0,008
150	30	0,8	45	5	0,008	0,008
180	30	0,8	60	5	0,008	0,008
210	30	0,7	75	5	0,008	0,008
240	30	0,7	85	5	0,008	0,008
270	30	0,7	90	5	0,008	0,008
300	30	0,7	100	5	0,008	0,008
330	30	0,7	110	5	0,008	0,008
360	30	0,7	120	5	0,008	0,008

те разрушения гумусово-аккумулятивного горизонта (А) и выхода на дневную поверхность переходного горизонта (В) или материнской породы (С), ухудшаются физические свойства. В слабоэродированных черноземах, по сравнению с незэродированными, объемная масса в пахотном горизонте увеличилась с 1,20 до 1,25 г/см³; общая порозность снизилась с 57,7 до 52,4%, порозность аэрации — с 22,8 до 20,4%, а доступная влага — с 15,8 до 13,8%. В среднеэродированных серых лесных почвах, по сравнению с незэродированными, удельная масса увеличилась с 2,41 до 2,55, а объемная — с 1,21 до 1,53 г/см³.

В песчаных и супесчаных почвах, из-за небольшого содержания гумуса и относительной однородности механического состава по всему профилю, эрозионные процессы существенно не влияют на физические свойства.

Важной характеристикой эродированности почвы является ее водопроницаемость, которая определяется физическими свойствами почвы и во многом определяет интенсивность процессов эрозии. Какой бы крутизны ни был склон и какое бы количество атмосферных осадков ни выпадало, если они успевают впитываться в почву, то поверхно-

стный сток не формируется, и почвы не подвергаются эрозии. Скорость впитывания воды в почву определяется водопроницаемостью, которая в основном зависит от структуры почвенной массы, ее плотности и порозности. Черноземы Северной Осетии имеют хорошую водопроцную структуру, рыхлое сложение и высокую пористость. Поэтому водопроницаемость по всему профилю этих почв очень высокая (13,42 мм/мин).

В эродированных почвах из-за ухудшения структуры водопроницаемость ниже, чем у незэродированных. Причем, чем выше степень эродированности, тем ниже структурность почвы. Поверхность бесструктурной почвы представляет сплошную сеть тонких капилляров, и когда на нее попадают атмосферные осадки, они движутся только под влиянием гидростатического давления в капиллярах. Первые капли дождя поглощаются интенсивно, но как только поверхностные капилляры почвы заполняются, впитывание воды резко сокращается. Поэтому в первые 5 минут водопроницаемость незэродированной и сильноэродированной почв почти одинаковая. Через 30 минут на сильноэродированной почве она снижается в два, а через 60 — в три раза. На эродированных почвах по сравнению с незэродированными, запасы воды соответственно снижаются на 41 и 66%.

Аналогичная закономерность для черноземов Молдавии выявлена М. Н. Заславским (1966), а для Центральной черноземной зоны — Г. А. Черемисиновым (1968).

Серые лесные и каштановые, тяжелосуглинистые и глинистые незэродированные почвы имеют высокую и очень высокую водопроницаемость только с поверхности. Переходный (В) горизонт этих почв имеет очень слабую водопроцную структуру, он плотный и очень плотный, слабопористый, поэтому обладает низкой водопроницаемостью. Если водопроницаемость верхнего горизонта незэродированных почв колеблется в среднем от 1,23 до 4,02 мм/мин, то в эродированных она варьирует в пределах от 0,005 до 0,008 мм/мин.

В верхнем структурном горизонте указан-

ных почв очень высокая водопроницаемость (> 1,7 мм/мин) сохраняется в течение 90 минут от начала поступления воды. По мере насыщения почвы влагой она снижается, но остается высокой (0,7 — 0,9 мм/мин) в течение всего времени наблюдений — 6 часов.

В нижних горизонтах высокая водопроницаемость наблюдается только в первые 5 минут, на 15-й минуте она снижается до 0,008 мм/мин и сохраняется на этом уровне до конца наблюдений (табл. 14.1.4).

Такая особенность водно-физических свойств почв с плотным иллювиальным горизонтом снижает их влагоемкость. Поэтому атмосферные осадки, особенно экстремальные, при полном насыщении влагой верхнего структурного слоя не впитываются в почву, а стекают со склонов.

Во влажный период (апрель — июнь), например, верхний структурный горизонт серых лесных почв находится в переувлажненном состоянии. Большое количество атмосферных осадков, которые выпадают в этот период, не фильтруются в глубокие слои почвы из-за слабой водопроницаемости подпахотного слоя. В связи с этим насыщается влагой верхний 25 — 30 см слой. Дальнейшее поступление воды создает поверхностный сток и смывает почву.

В сухой период (июль — сентябрь) верхний слой дерново-оподзоленных почв быстро высыхает. Поверхность почвы покрывается глубокими частыми трещинами. Из-за неблагоприятных водно-физических свойств нижних горизонтов в зоне повышенного увлажнения почвы подвергаются интенсивной эрозии, а культурные растения испытывают недостаток влаги.

По данным Ф. Т. Моргуна и Н. К. Шикуну (1984), водопроницаемость чернозема типичного сильноосмытого при вспашке на глубину 25 — 27 см с почвоуглублением на 10 — 15 см увеличивается на 0,8 мм/мин по сравнению со вспашкой без почвоуглубления. Плоскорезная же обработка на глубину 10 — 12 см с шелованием на 40 см увеличивает водопроницаемость на 2,1 мм/мин.

По результатам наших исследований установлено, что вспашка сильноэродирован-

ных почв поперек склона увеличила фильтративную способность и влагоемкость их. Поэтому вспаханное поле полностью впитало талые и частично воды ливневых осадков. Однако после посева сильноэродированная пашня снова быстро уплотнялась и ее водопроницаемость резко снизилась.

У легких по механическому составу почв диаметр пор больше, выше у них и водопроницаемость, которая в первые 5 минут бывает одинаковой (8,7 — 8,9 мм/мин) на разных глубинах. В последующие 5 минут в нижних горизонтах она уменьшается в 3 раза по сравнению с верхним слоем. Затем в течение всего времени наблюдения (3 и 6 часов) устанавливается одинаковая водопроницаемость как с поверхности, так и на разных глубинах почвенного профиля. При этом с поверхности сохраняется более высокая (3,6 мм/мин), чем в средних горизонтах.

Если в почвах тяжелого механического состава с увеличением степени эродированности резко уменьшается водопроницаемость, то в супесчаных и песчаных почвах она, наоборот, повышается, что объясняется выдуванием мелкодисперсных частиц и формированием на поверхности крупнозернистого олового чехла. Такая же закономерность отмечена для почв Казахстана Р. Джанпенсовым (1977).

У легких по механическому составу почв водопроницаемость высокая, зато низка вододерживающая способность (6,2 — 8,0%). Такие почвы быстро теряют влагу, легко разрушаются их структура, и они подвергаются ветровой эрозии. Влажной же почве ветровая эрозия не угрожает даже при высоких скоростях ветра, так как почвенная влага обладает способностью связывать почвенные частицы.

Молекулы воды адсорбируются на поверхности почвенных частиц под действием сил электростатического притяжения, в точке же контакта между частицами адсорбированная вода соединяется с капиллярной и удерживается силой поверхностного натяжения. Поэтому во влажной почве частицы скрепляются вышеуказанными силами и не подвергаются выдуванию.

Взаимосвязь влажности и эродированности почв В. С. Чепил (1945) и А. Артбазар (1980) выразили количественно. Ими установлено, что если в верхнем слое почвы содержится влага в количестве выше максимальной гигроскопичности или же равно примерно влажности завядания, то ее поверхность практически не подвергается ветровой эрозии.

Эта закономерность подтверждена исследованиями супесчаных и песчаных каштановых почв Наурских пастбищ.

Если естественная влажность верхнего слоя почвы (1,9 — 3,4%) выше влажности завядания (1,7 — 2,0%), то она не подвергается ветровой эрозии. Уменьшение же влажности супесчаных и особенно песчаных почв до 0,2 — 1,0% приводит к развитию эрозии даже при силе ветра 3 — 5 м/сек.

Итак, в тяжелых по механическому составу эродированных почвах (черноземы предкавказские, темно-серые лесные, бурые лесные, каштановые почвы) из-за ухудшения структуры водопроницаемость снижается по сравнению с незэродированными почвами, а в песчаных и супесчаных, наоборот, увеличивается. В первые 5 минут водопроницаемость незэродированной и сильноэродированной почв почти одинаковая, но через 30 минут на сильноэродированной почве она снижается в 2 раза, а через час — в 3 раза. Если водопроницаемость верхнего горизонта незэродированной серой лесной почвы колеблется в среднем от 1,23 до 4,02 мм/мин, то в эродированных она варьирует в пределах 0,005 — 0,008 мм/мин.

В незэродированных почвах в верхнем горизонте очень высокая водопроницаемость (> 1,7 мм/мин) сохраняется в течение 60 минут от начала поступления воды (табл. 14.1.4). По мере насыщения почвы влагой водопроницаемость ее снижается, но остается высокой (0,7 — 1,7 мм/мин) в течение всего времени наблюдения.

В эродированных почвах высокая водопроницаемость наблюдается только в первые 5 минут, на 15-й минуте она снижается до 0,008 мм/мин и сохраняется до конца наблюдений.

Влияние эрозионных процессов на физико-химические свойства почв. В процессе почвообразования в почвенном профиле происходит биогенное перераспределение химических элементов минерального питания растений. В верхнем гумусированном горизонте накапливается больше азота, фосфора, калия и других макро- и микроэлементов, чем в нижнем. С глубиной содержание их уменьшается за исключением случаев, когда почвообразующая порода содержит повышенное количество фосфора, калия и микроэлементов. Поэтому при уменьшении мощности гумусово-аккумулятивного горизонта или полного его удаления в результате эрозии, содержание и общие запасы элементов минерального питания растений в почвах резко снижаются. Причем, чем почвы эродированнее, тем меньше в них азота, фосфора, калия и микроэлементов.

В почвах с незначительным биологическим накоплением химических элементов в профиле они распределяются равномерно. В связи с этим влияние степени эродированности на валовой состав этих почв маскируется однообразием химического состава отдельных генетических горизонтов. Поэтому как водная, так и ветровая эрозия существенно не влияет на наличие валовых форм фосфора и калия в почвах с низким содержанием гумуса.

В большинстве случаев разница в наличии фосфора и калия в почвах разной степени эродированности математически недостоверна. В связи с этим необходимо отметить, что количество валовых форм фосфора, ка-

лия и других элементов в почвах с незначительным коэффициентом биологического их накопления не зависит от степени эродированности почв. Биологическое накопление химических элементов минерального питания растений наиболее четко выражено в черноземах, горно-луговых черноземовидных, темно-серых лесных почвах. В верхнем горизонте этих почв содержание валового фосфора колеблется в пределах 0,5 — 0,33, калия — 1,18—1,78, марганца — 0,05 до 0,1%, серы — 0,2—0,41%.

С глубиной в профиле количество фосфора, калия, натрия, марганца, кремния, алюминия и железа постепенно уменьшается, а кальция и магния увеличивается. В связи с этим в эродированных почвах по сравнению с незэродированными количество некоторых химических элементов снижается. Например, в слабоэродированной горно-луговой черноземовидной почве в верхнем горизонте наличие фосфора снизилось на 34%, марганца — на 28, окиси серы — на 46% от общего количества их в верхнем горизонте незэродированной почвы.

Однако и в горно-луговых черноземовидных почвах влияние почвообразующей породы на валовой состав является доминирующим фактором. Например, незэродированные и слабоэродированные горно-луговые черноземовидные почвы, сформированные на элювио-делювиальных известняках, в верхнем горизонте содержат окиси кальция соответственно 7,6 и 8,1%, а среднеэродированные на карбонатной глине — 4,9; в нижних горизонтах этих почв кальция соответственно 50,6; 40,5; 4,6%. Аналогичная картина обна-

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Таблица 14.1.5

Степень эродированности	рН солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность	Алюминий, мг/100г почвы	Содержание, мг/100г почвы	
				P ₂ O ₅ подвижный	K ₂ O обменный
Неэродированная	3,8	22,6	43,1	1,2	15,6
Слабосмытая	4,1	16,7	29,5	1,0	16,8
Среднесмытая	4,3	10,6	22,9	2,2	13,4
Сильносмытая	4,4	9,6	2,7	2,5	13,4

Степень эродированности	Глубина взятия образца, см	рН водной вытяжки	Азот валовой, %	Содержание, мг/кг	
				фосфор подвижный	калий обменный
Недефлированная	0 — 20	8,25	0,14	15,15	474
	21 — 35	8,32	0,11	6,08	277
	60 — 70	8,20	0,11	5,04	78
	95 — 105	8,32	0,09	4,02	72
Слабодефлированная	0 — 17	8,30	0,14	7,05	159
	20 — 30	8,35	0,11	5,05	66
	60 — 70	8,36	0,11	5,06	61
Среднедефлированная	0 — 20	8,25	0,11	9,07	270
	60 — 70	8,28	0,09	5,03	153
	85 — 95	8,35	0,07	5,05	54
Сильнодефлированная	0 — 10	8,28	0,09	4,07	116
	30 — 40	8,50	0,05	4,01	42

ружена и с магнием, наличие которого в верхнем горизонте составляет соответственно 1,25; 1,75 и 2,9%, а в нижнем — 3,0; 11,2 и 2,75%.

Таким образом, из результатов исследований валового состава разных типов почв вытекает, что количество биоэлементов в почвах находится в обратной зависимости от степени эродированности.

В эродированных почвах наибольшие изменения претерпевают физико-химические свойства. В них повышается рН, уменьшаются гидролитическая кислотность и содержание алюминия (табл. 14.1.5).

Из таблицы 14.1.6 видно, что рН сильноэродированной дерновой сильновыщелоченной почвы, по сравнению с неэродированной, увеличился на 16%, гидролитическая кислотность уменьшилась на 57,7%, содержание алюминия снизилось от 43,1 до 2,7 мг/100 г почвы.

В каштановых почвах в результате ветровой эрозии заметных изменений рН не произошло, а содержание валового азота, подвижного фосфора и обменного калия снизилось (табл. 14.1.6).

В рассматриваемых почвах с увеличением степени эродированности содержание валового азота уменьшается на 64,3%, подвиж-

ного фосфора — на 33,2% и обменного калия — более чем в 4 раза.

Таким образом, результаты химического анализа разных типов почв показывают, что в почвах с выраженным биологическим накоплением химических элементов минерального питания растений (черноземы, лугово-черноземные, горно-луговые черноземовидные и темно-серые лесные почвы) по мере увеличения степени эродированности количество их снижается, а в почвах с незначительным биологическим накоплением (каштановые, горные лугово-степные почвы) процессы эрозии не оказывают существенное влияние на их содержание.

В верхнем горизонте горных почв содержание валовых форм макро- и микроэлементов часто не зависит от степени эродированности. Оно маскируется наличием элемента в аномальных количествах в почвообразующей породе.

Влияние эрозионных процессов на содержание гумуса в почвах. В отечественной и зарубежной литературе широко освещено благоприятное влияние гумуса на структуру почвы, противоэрозионную устойчивость ее, а при разложении — на режим питания растений.

Гумус является ведущим в формировании

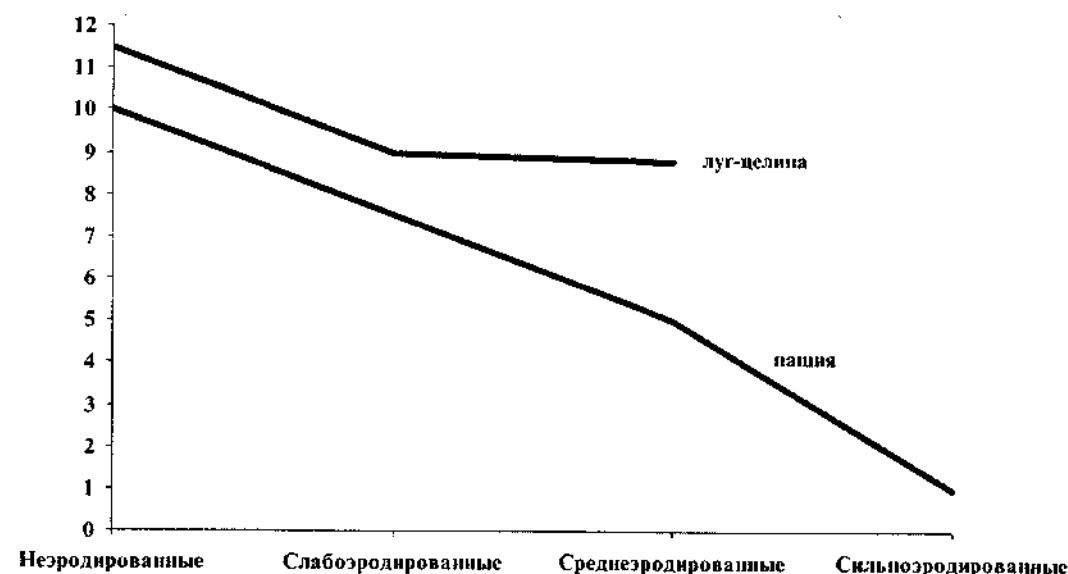


Рис. 14.1.3. Влияние использования почвы на содержание гумуса

морфологического и химического облика почв. «Едва ли будет преувеличением сказать, — писал И. В. Тюрин (1937), — что в генезисе значительной части почв земного шара процессы, связанные прямо или косвенно с присутствием гумуса, играют не только значительную, но часто и решающую роль». Учитывая это, некоторые авторы (Орлов, 1971; Заславский, 1972) предложили идентифицировать степень эродированности черноземов по показателю уменьшения запасов гумуса в слое, равном мощности гумусового горизонта несмытой почвы.

Роль органического вещества как источника питательных элементов для растений в почве велика, но особенное значение оно имеет в создании физических и физико-химических свойств почвы. Растительные остатки, продукты их распада и собственно гумусовые вещества создают водопропрочные эрозионноустойчивые агрегаты размером >0,25 мм, которые полностью отвечают требованиям нормального роста и развития корневой системы растений и придают почве устойчивость к эрозии.

Питательный режим, физические свойства почвы можно улучшить внесением мине-

ральных удобрений, применением ряда механических обработок, однако нельзя сохранять ее как средство производства на высоком уровне длительное время, без обеспечения бездефицитного баланса гумуса в земледелии.

Однако до сих пор в литературе недостаточно освещены вопросы взаимосвязи содержания гумуса и противоэрозионной устойчивости почв, влияние интенсивных механических обработок и глубокой отвальной вспашки эродированных и маломощных почв на содержание гумуса. Для почв Северной Осетии эти вопросы рассматриваются впервые.

Гумус концентрируется в основном в верхнем горизонте, поэтому частые обработки почвы, замена естественной растительности культурной (и в связи с этим уменьшение поступления свежего растительного материала, служащего источником органического вещества) и, особенно, эрозионные процессы приводят к снижению его содержания.

А. И. Базилевич и Л. Е. Родин (1971) считают, что около 75 — 95% от общей фитомассы естественной растительности пустынь и полупустынь приходится на долю подземных органов, а в сообществах засуш-

ливых и умеренно засушливых степей — 65 — 90%. По данным же автора этих строк, у сельскохозяйственных растений на долю подземных органов приходится всего 4 — 30%. Замена естественной растительности культурной и частичное или полное удаление с поля надземных частей растений резко снижает поступление органического вещества в почву. Поэтому под некоторыми сельскохозяйственными культурами (в основном под пропашными) без применения органических удобрений создается отрицательный баланс гумуса.

Содержание гумуса в почвах снижается и при ежегодном удалении всей биомассы с поля, что приводит к ухудшению физических свойств пахотного слоя, увеличению поверхностного стока и смыва почвы.

Однако содержание гумуса в пахотных почвах снижается не только из-за меньшего поступления органического вещества с культурными растениями, но и в результате минерализации его при интенсивных механических обработках.

Например, на серой лесной почве совхоза «Урух» Ирафского района, при одинаковой степени эродированности в почвах, под естественной растительностью гумуса на 2% выше, чем на пашне. Эту разницу, по-видимому, можно объяснить преобладанием на пашне процессов минерализации над синтезом гумуса (рис. 14.1.3).

Установлено также, что по сравнению с целинными выщелоченными черноземами,

подстилаемыми галечником на глубине 25 — 80 см, в распахиваемых черноземах ОПХ «Михайловское» с 1928 по 1936 г. содержание гумуса, в результате его минерализации, снизилось на 5% от общего количества его в почвах (Рубилин, 1936), к 1966 г. — на 18%, а к 1980 г. — на 25% (Бясов, 1982).

Основоположник генетического почвоведения В. В. Докучаев, посетивший г. Владикавказ в 1878 г., отобрал почвенный образец северо-западнее г. Владикавказа «в степи, в версте двух от гор», в котором содержалось 9,266% гумуса (Докучаев, 1948).

На указанной территории в 1980 г., спустя 102 года, из верхнего 20 см слоя почвы мы отобрали 10 образцов, чтобы определить в них содержание гумуса. Оказалось, его в этих образцах всего $6 \pm 0,2\%$, т. е. за столетие черноземы потеряли одну треть органического вещества. Причем, по мере увеличения механического воздействия на почвы, повышалась интенсивность минерализации гумуса.

В настоящее время ежегодно гумуса расходуется для формирования урожая на серых лесных почвах около 1,0 — 1,2 т/га, на выщелоченных черноземах — 1,5—1,6 и на орошаемых черноземах и каштановых почвах — 1,8—2,0 т/га. Исходя из этих данных, темп потери гумуса за столетие составляет 0,03%. В последнее время внедрение в производство высокоурожайных сортов, интенсивных технологий и расширение площадей орошаемых земель повысили скорость поте-

ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКОЙ (25 — 27 см) ОТВАЛЬНОЙ ВСПАШКИ НА СОДЕРЖАНИЕ И ЗАПАСЫ ГУМУСА В ПОЧВАХ С БЛИЗКИМ ЗАЛЕГАНИЕМ ГАЛЕЧНИКА И МАЛОЙ МОЩНОСТИ ГУМУСОВО-АККУМУЛЯТИВНОГО ГОРИЗОНТА

Почва	Глубина залегания галечника, мощность гумусово-аккумулятивного горизонта, см	Объем камней в пахотном слое до вспашки, %	Содержание гумуса в мелкозем до вспашки, %	Запасы гумуса в пахотном слое после вспашки, т/га
Чернозем выщелоченный на галечнике	25 — 30	30 — 50	6,1	84 — 117
	30 — 50	10 — 15	6,2	145 — 153
	50 — 80	нет	6,2	170
Серая лесная	15 — 20	нет	3,8	114
	15 — 25	нет	5,1	153
	30 — 50	нет	7,5	225

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ВЕРХНЕМ ГОРИЗОНТЕ (%)

Таблица 14.1.8

Почвы, степень эродированности	M	σ	V, %
Горные лугово-степные			
Неэродированные	3,10	0,51	15,2
Слабосмытые	2,99	0,42	14,8
Среднесмытые	2,30	0,31	11,2
Чернозем выщелоченный			
Неэродированные	6,86	0,27	15,4
Слабосмытые	4,31	0,45	18,2
Среднесмытые	2,35	0,36	11,9
Сильносмытые	0,81	1,13	12,5
Темно-серые лесные			
Неэродированные	5,76	0,42	19,1
Слабосмытые	4,82	0,35	17,3
Среднесмытые	3,08	0,29	19,8
Сильносмытые	0,43	0,31	15,4
Каштановые			
Неэродированные	3,26	0,41	12,6
Слабосмытые	2,08	0,32	15,4
Среднесмытые	1,75	0,32	18,3
Светло-каштановые			
Неэродированные	2,05	0,51	10,2
Слабодефлированные	1,85	0,43	15,6
Сильнодефлированные	0,03	0,25	21,6

ри гумуса. Так, ежегодно снижение содержания гумуса в серых лесных почвах составляет 0,05 — 0,06%, в выщелоченных черноземах — 0,07—0,08, в карбонатных черноземах и каштановых почвах при орошении — 0,09—0,10.

Результаты наших исследований подтверждаются данными, полученными А. М. Буркиным (1966) для почв черноземной зоны СССР; ежегодные потери гумуса составляют: из почв черноземной зоны — 0,01—0,15, каштановой — 0,03—0,04%.

На посевах пропашных культур потери гумуса наполовину можно восстановить за счет корневых и пожнивных остатков, а также внесением ежегодно 10 — 12 т/га органических удобрений. Однако навоз, изготов-

ливаемый в хозяйствах в настоящее время, не может обеспечить бездефицитный баланс гумуса, для создания которого (а затем и для расширенного воспроизводства гумуса всей пашни) необходимо использовать, помимо навоза и пожнивных остатков, листовую массу кукурузы, сидераты. При этом необходимо учитывать особенности культур в севообороте, так как они по-разному влияют на баланс гумуса.

На каштановых почвах Центрального Предкавказья, например, общее поступление растительных остатков озимой пшеницы на неэродированных почвах составляет 93,5, на слабоэродированных — 55—57 ц/га. Поступление биомассы идет в основном за счет корней, удельный вес которых на паш-

не в 15 — 22 раза выше остатков стерни. В связи с этим зерновые колосовые при запашивании пожнивных остатков и соломы создают бездефицитный баланс гумуса. Под последующую культуру вносятся органические удобрения только с целью расширенного воспроизводства гумуса.

Многолетние бобовые травы кроме того, что являются культурами, обладающими хорошими почвозащитными свойствами, после себя оставляют большое количество растительных остатков и обеспечивают также бездефицитный баланс гумуса. Люцерны, например, в зависимости от продуктивности и долговечности травостоя оставляет от 132,8 до 153 ц/га растительных остатков. Пропашные же культуры, например кукуруза, после себя оставляют всего от 12 до 26 ц/га растительных остатков, поэтому создают отрицательный баланс гумуса. Для бездефицитного баланса гумуса после нее необходимо вносить органические удобрения или запахивать листостебельную массу.

Содержание гумуса в пахотном слое эрозийноопасных почв во многом зависит от глубины обработки. Глубокая вспашка маломощных и эродированных почв снижает содержание гумуса в пахотном слое, так как он разбавляется подпахотным горизонтом. Этот процесс особенно усилился в последнее время, когда начали пахать мощными тракторами, часто без учета мощности гумусово-аккумулятивного горизонта. Нами установлено, что на выщелоченных черноземах с близким залеганием галечника (25 — 30 см) глубокая отвальная вспашка выворачивает камни и смешивает их с верхним некаменистым слоем почвы. В результате содержание гумуса в мелкозем не уменьшается, но запасы его в пахотном слое снижаются в соответствии с объемом камней, вовлеченных в пахотный слой (табл. 14.1.7).

На маломощных и выщелоченных черноземах с близким залеганием галечника после глубокой вспашки содержание гумуса в пахотном слое снижается на 2,4 — 3,7% за счет нижних малогумусных или каменистых слоев почвы. Поэтому на маломощных, средних и сильноэродированных почвах глубина от-

вальной вспашки должна определяться в каждом конкретном случае мощностью гумусового слоя. На маломощных почвах для улучшения водно-физических свойств нижних горизонтов необходимо глубокое безотвальное рыхление или проведение вспашки при помощи чизелей.

Наиболее значительным фактором уменьшения гумуса в почве являются эрозийные процессы, возникающие в результате неправильного, не соответствующего эрозийным условиям использования земель. Если при минерализации и разбавлении ежегодные потери гумуса колеблются в пределах 0,05 — 0,1%, то в результате эрозии они составляют 7,5 — 10,0%, а в отдельные годы при экстремальных проявлениях погоды могут быть даже еще выше. Так, в 1984 г. в колхозе «Иристон», на склоне 8 — 10° собирающей формы рельефа, было смыто около 950 т/га почвы, что соответствует темпу потери гумуса в 31,7% от общих запасов в 50 см слое почвы.

В результате совокупного влияния эрозийных процессов, минерализации и разбавления содержание гумуса в эродированных почвах снижается. Причем, чем сильнее эродированы почвы, тем меньше в них гумуса (табл. 14.1.8).

Из данных таблицы 14.1.8 видно, что по сравнению с неэродированными почвами содержание гумуса в слабоэродированных почвах снижается на 3,5 — 41,0%, в среднеэродированных — на 25,8 — 70,1, в сильноэродированных — на 62 — 91%.

В серых лесных и горно-луговых почвах основные запасы (50 — 60%) гумуса сконцентрированы в верхнем, 20 — 30 см, слое почвы. Поэтому при разрушении эрозией верхнего слоя этих почв запасы его резко уменьшаются. Так, потери гумуса в слабоэродированных почвах составляют 41%, в среднеэродированных — 70 и сильноэродированных — 91%.

В профиле горных лугово-степных и каштановых почв, а также черноземов содержание гумуса с глубиной постепенно уменьшается. Поэтому и снижение запасов гумуса в этих почвах вследствие эрозии происходит

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВ НА ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ (тыс/г)

Таблица 14.1.9

Тип почвы	Степень эродированности	Общее количество микроорганизмов на МПА	Микроорганизмы на среде Чапека		Мицелиальные грибы на среде Мартинна pH 5,5
			всего	актиномицетов (+ мг/л пенициллина)	
Темно-серая лесная	Неэродированные	7250	12850	2075	16,3
	Среднеэродированные	6000	11700	1940	6,8
	Сильноэродированные	1200	2066	410	1,8
Серая лесная	Неэродированные	3766	7350	—	19,5
	Среднеэродированные	2833	4350	—	15,3
	Сильноэродированные	866	1350	—	5
Чернозем обыкновенный	Неэродированные	2325	13000	—	2,2
	Среднеэродированные	692	10800	—	1,3

постепенно. В слабоэродированных почвах содержание гумуса снижается на 3,5 — 9,8, в среднеэродированных — на 25,8, в сильноэродированных — на 60 — 90%.

Влияние эрозийных процессов на биологическую активность почвы. В естественных условиях в каждом типе почвы создается определенный уровень и соотношение рас микроорганизмов, что определяет биологическую активность, интенсивность и направленность почвообразовательных процессов (Мишустин, 1970; Красильников, 1958; Аристовская, 1973; Берестецкий, 1979; Jackson, 1968).

В почве микроорганизмы играют важную роль. Процессы разложения свежих органических остатков и формирование гумуса

протекают при их непосредственном участии. Микроорганизмы способствуют также иммобилизации элементов минерального питания растений, заключенных в составе органического вещества почвы. Установлен и тот факт, что при повышении активности микроорганизмов ускоряется разрушение пестицидов в почве, подавляется развитие в ней фитопатогенных микроорганизмов, повышается фиксация атмосферного азота (Туаев, 1984). Имеются сведения, что микробиологический фактор играет определенную роль в повышении противозрозийной стойкости почв (Кузнецов, 1981).

Процессы эрозии, разрушая наиболее плодородные почвенные горизонты, ухудшают условия жизнедеятельности микроорганиз-

ВЛИЯНИЕ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ ПОЧВЫ НА КОЛИЧЕСТВО МИКРООРГАНИЗМОВ (выщелоченный чернозем ОПХ «Михайловское»)

Таблица 14.1.10

Состояние окультуренности	Глубина взятия образца, см	Общее количество микроорганизмов на МПА, pH 7,2	Микроорганизмы на среде Чапека, pH 7,0		Мицелиальные грибы на среде Мартинна, pH 5,5
			всего	актиномицетов (+1 мг/л пенициллина)	
Неокультуренная (целина)	0 — 20	14033	23133	5783	9,8
Окультуренная (пашня)	0 — 20	4525	6100	1605	1,3

мов, что приводит к их существенным качественным и количественным изменениям.

Вопросы изменения биологической активности в связи с процессами эрозии почв в условиях Республики Северная Осетия-Алания не изучены. В связи с этим нами исследованы общее количество и групповой состав микроорганизмов в разных типах почв, подверженных в той или иной степени процессам эрозии. Установлено, что по мере увеличения степени эродированности почв количество микроорганизмов в них уменьшается (табл. 14.1.9).

Из данных таблицы 14.1.9 видно, что общее количество микроорганизмов на МПА при pH 7,2 снизилось от 72500 в слабородированной темно-серой лесной почве до 6000 в среднеэродированной и 1200 тыс/г — в сильноэродированной почве. В этих же почвах количество микроорганизмов на среде Чапека уменьшилось соответственно от 12850 до 11700 и 2066 тыс/г почвы, а актиномицетов — от 2075 до 1940 и 410,5 тыс/г почвы; мицелиальных грибов — от 10,25 до 6,75 и 1,75 тыс/г почвы. Аналогичная закономерность сохраняется и в других типах почв.

Наиболее богаты микроорганизмами почвы с более высоким содержанием органического вещества (темно-серые лесные, черноземы). При этом обнаружено, что обрабатываемые почвы содержат меньше микроорганизмов, чем целинные (табл. 14.1.10).

Из данных таблицы 14.1.10 видно, что об-

щее количество микроорганизмов на МПА и на среде Чапека в окультуренной почве в 3 — 4 раза меньше, чем в целинной, а мицелиальных грибов — более чем в 7 раз. Это положение может маскировать влияние эрозии почв на количество микроорганизмов в почвах одинаковой степени эродированности, но разной степени окультуренности.

Влияние эрозионных процессов на таксономический уровень номенклатуры почвы. В природе, в результате длительного взаимодействия факторов почвообразования, формируются разные почвы, которые приобретают довольно устойчивые морфологические и физико-химические свойства, характерные для данных условий. Например, в степной зоне достаточного и неустойчивого увлажнения формируются черноземы выщелоченные и карбонатные, в горах — горнолуговые, в аридных условиях — светло-каштановые почвы и т. д. Каждая из этих почв имеет в профиле определенный набор и мощность генетических горизонтов, характеризуется узким колебанием содержания гумуса, своеобразным распределением органического вещества, азота, фосфора, калия, форм железа и других элементов. В результате ускоренной эрозии нарушаются зональные морфологические и физико-химические свойства почв, приобретенные в процессе исторического развития, меняется и таксономический уровень их номенклатуры.

Например, по мере разрушения гумусово-аккумулятивного горизонта мощных туч-

ных выщелоченных предкавказских черноземов они переходят в среднемощные, среднегумусные, слабовыщелоченные. При дальнейшем разрушении верхнего слоя — в маломощные, малогумусные, вскипающие с поверхности почвы и т. д. Таким образом, в стадии слабой и средней эродированности мощный тучный выщелоченный чернозем переходит из одного подтипа в другой, но чаще из одного рода и вида — в другие.

Аналогичной точки зрения придерживается А. М. Бурькин (1966), который указывает, что при отсутствии направленной системы земледелия мощный чернозем переходит в обыкновенный, а затем в южный. В случае же очень сильной эродированности, когда все почвенные горизонты разрушены водой или ветром, вообще трудно или совсем невозможно определить, к какому типу или подтипу относится данная почва, т. е. изменяются и типовые признаки.

Из-за эрозии почвы из выщелоченных часто переходят в карбонатные, а если профиль почв неоднородный по механическому составу, то меняется и механический состав, т. е. меняется разновидность почвы. По нашим исследованиям, вследствие эрозии светло-каштановые почвы при средней эродированности теряют признаки дифференцированных почв и приобретают свойства слабодифференцированных, а в случае сильной эродированности — недифференцированных.

В черноземах предкавказских обыкновенных так же, как в этих почвах, по мере разрушения верхних горизонтов на дневную поверхность выходят нижние карбонатные

горизонты, и меняется их номенклатура (табл. 14.1.11).

В связи с этим для правильного определения номенклатуры почв, отражающей и современные условия почвообразования, необходимо учитывать и изменения, происходящие вследствие эрозии, т. е. название почвы должно отражать степень эродированности ее. Например, чернозем слабовыщелоченный, слабородированный, среднемощный, среднегумусный. Так как почвы могут быть, например, недифференцированными и вследствие малого времени процесса почвообразования на современных делювиальных, аллювиальных, аллювиально-деллювиальных отложениях.

А. М. Мамытов (1971), С. У. Керимханов (1976) указывают, что эродированность, столь заметно влияющую на свойства почвы, правильнее было бы отнести к родовым признакам. С учетом этого составлены систематические списки почв Киргизии и Дагестана.

По нашим исследованиям, процессы эрозии влияют не только на родовые, но и на подтиповые и даже типовые свойства почв. Следовательно, целесообразно на всех уровнях номенклатуры указывать влияние эрозии на свойства почв, а не только на уровень рода.

Влияние эрозионных процессов на урожай сельскохозяйственных культур. В эродированных почвах вместе с ухудшением физических свойств водного и пищевого режима снижается плодородие. Посевы бывают изреженными, растения останавливаются в росте и развитии, в результате — низкие

ВЛИЯНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПОЧВ

Таблица 14.1.11

Степень эродированности	Почвы
Неэродированная	Чернозем выщелоченный мощный тучный
Слабородированная	Чернозем слабовыщелоченный среднемощный среднегумусный
Среднеэродированная	Чернозем, вскипающий с глубины 10 — 15 см, маломощный малогумусный
Сильноэродированная	Чернозем, вскипающий с поверхности, очень маломощный слабогумусированный
Материнская порода	Желто-бурый лессовидный суглинок

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ НА УРОЖАЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ (ц/га)

Таблица 14.1.12

Степень эродированности	Овес, зеленая масса	Клевер, зеленая масса	Ячмень, зерно	Кукуруза	
				зерно	силосная масса
Неэродированная	450	367	35,0	32	346,0
Слабосмытая	375	359	30,1	24	193,0
Среднесмытая	180	351	17,5	7,3	128,0
Сильносмытая	85	340	8,0	—	77,6

урожаи сельскохозяйственных культур и естественной растительности.

Вопросами зависимости урожайности сельскохозяйственных культур и естественной растительности от степени эродированности занимались многие исследователи (Бужак, 1962; Заславский, 1966; Черемисинов, 1968; Мусохранов, 1979; Хлопков, 1975; Лысак, 1981; Каштанов, Заславский, 1984; Кумахов, 1995 и др.). Большая часть исследований проводилась в Молдавии, Белоруссии, на Алтае, Украине, Южном Урале и частично в Дагестане. На Центральном Кавказе, где более 70% почв в разной степени подвержены водной и ветровой эрозии, данные вопросы до сих пор не изучены.

В настоящей работе впервые приводятся результаты многолетних исследований автора по выявлению влияния водной и ветровой эрозии на урожай основных сельскохозяйственных культур и естественной растительности (табл. 14.1.12).

Приведенные в таблице 14.1.12 данные дают возможность судить, во-первых, о количестве сельскохозяйственной продукции, которую землепользователи недополучают на эродированных почвах; во-вторых, выявить культуры, которые меньше страдают от снижения плодородия почв вследствие эрозии; в-третьих, рационально разместить сельскохозяйственные культуры на эродированных землях с тем, чтобы получать максимальный урожай.

На сильноэродированных темно-серых лесных почвах всхожесть семян кукурузы снижается на 25 — 50, кустистость ячменя — на 50%. Растения на этих почвах отстают в росте и развитии. Кукуруза, например, не

образует даже початков. На сильноэродированных темно-серых лесных почвах хозяйства не получают зерна, а силосная масса снижается с 346 ц/га на незэродированной почве до 77,6 ц/га на сильноэродированной (табл. 14.1.12). Причем с увеличением степени эродированности урожай зерна ячменя снижается до 77,2%, а зеленая масса овса — в 5 раз.

В то же время увеличение степени эродированности не снижает урожай зеленой массы клевера. Хотя в год посева всходы его на сильноэродированной почве были слабыми, к концу первого года жизни они сравнялись с растениями незэродированных почв, на втором же году жизни урожай зеленой массы клевера красного первого укоса на слабосмытых почвах составил 359, на среднесмытых — 351, а на сильносмытых — 340 ц/га при урожае на несмытых почвах 367 ц/га.

Это объясняется, по-видимому, тем, что, во-первых, на средне- и сильносмытых почвах вследствие эрозии приближаются или выходят на дневную поверхность и распаиваются нижние карбонатные горизонты почвы и подпочвы, которые устраняют вредное влияние избыточной кислотности на растения клевера; во-вторых, на сильноэродированных почвах, в связи с большим дефицитом элементов минерального питания, особенно азота, отсутствует конкуренция сорной растительности. В этих условиях на смытых кислых, изобилующих сорняками почвах урожай зеленой массы клевера ниже, чем на несмытых. Однако в условиях недостаточного естественного увлажнения с увеличением степени эродированности снижается урожай зеленой массы многолетних бо-

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ДЕФЛИРОВАННОСТИ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОЖАЙ ЯЧМЕНЯ

Таблица 14.1.14

Биометрические показатели	Неэродированная	Слабодефлированная	Среднедефлированная	Сильнодефлированная
Высота растений, см	69,2	68,0	51,2	43,2
Общая кустистость, шт.	10,4	9,0	9,8	9,4
Продуктивная кустистость, шт.	9,6	8,0	7,2	7,6
Длина колоса, см	6,4	6,1	4,8	4,5
Густота, тыс. шт.	94,0	60,4	46,4	22,0
Вес зерна одного колоса, г	2,2	2,0	1,46	1,3
Урожай зерна, ц/га	21,1	12,0	6,7	2,9

бовых трав. Например, урожай зеленой массы люцерны на слабодефлированных почвах снижается на 17,8, на среднедефлированных — на 23,4% и сильнодефлированных — более чем в два раза (табл. 14.1.13) по сравнению с урожаем на незэродированных почвах.

Из данных таблицы 14.1.13 видно, что с увеличением степени дефлированности всхожесть и количество кустов уменьшаются на 55,8 — 68,3; высота растений — на 32,6 — 35,0%, а это приводит к значительному недобору урожая зеленой массы люцерны.

На дефлированных почвах существенно меняются биометрические показатели и урожай зерновых злаковых. Так, по мере увеличения степени дефлированности почв снижаются всхожесть, общая и продуктивная кустистость ячменя, что отрицательно влияет на густоту стояния растений (табл. 14.1.14).

По нашим наблюдениям, густота стояния ячменя с 94 тыс. на незэродированной

почве снизилась до 22 тыс. на слабодефлированной.

Высота растений на слабо-, средне- и сильнодефлированных почвах снижается соответственно на 1,7; 26 и 37,6%. Чем выше степень дефлированности почв, тем короче колос (на 4,5 — 29,7%), тем меньше вес зерен одного колоса (на 9,1 — 40,9%), отсюда и недобор урожая. На слабодефлированных почвах, например, урожай ячменя снизился на 9,1, а на сильнодефлированных — на 18,2 ц/га.

Процессы дефляции отрицательно влияют на биометрические параметры и урожай зерна пшеницы (табл. 14.1.15).

Высота растений озимой пшеницы на слабодефлированной почве на 17,2 см, на среднедефлированной — на 32,6 и сильнодефлированной на 48,4 см ниже, чем на недефлированной.

Общая и продуктивная кустистость уменьшилась на 58,9% только на сильнодефлированных почвах. По мере увеличения степени дефлированности снижается и всхо-

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ДЕФЛИРОВАННОСТИ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОЖАЙ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Таблица 14.1.15

Биометрические показатели	Неэродированная	Слабодефлированная	Среднедефлированная	Сильнодефлированная
Высота растений, см	121,6	104,4	89,0	73,2
Общая кустистость, шт.	11,2	12,2	11,0	4,6
Продуктивная кустистость, шт.	10,2	11,4	10,2	4,6
Длина колоса, см	12,1	10,0	5,7	4,4
Густота, тыс. шт.	75,0	65,0	37,0	35,0
Вес зерна одного колоса, г	2,5	2,2	2,4	1,9
Урожай зерна, ц/га	18,8	14,3	8,9	6,7

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ДЕФЛИРОВАННОСТИ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОЖАЙ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЛЮЦЕРНЫ НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ

Таблица 14.1.13

Степень эродированности	Количество кустов на 0,1 кв.м	Высота растений, см	Урожай зеленой массы, ц/га
Неэродированная	9,5	88,7	304
Слабодефлированная	4,2	88,7	250
Среднедефлированная	3,8	57,5	233
Сильнодефлированная	3,0	59,8	146

Биометрические показатели	Неэродированная		Слабодефлированная		Среднедефлированная		Сильнодефлированная	
	M ± m	V, %	M ± m	V, %	M ± m	V, %	M ± m	V, %
Высота деревьев, м	7 6,8±0,5	18,4	8 4,9±0,4	23,0	4 3,2±0,3	21,4	4 2,2±0,2	18,6
Диаметр кроны, м	7 7,6±0,5	16,5	8 5,2±0,5	29,6	4 3,2±0,2	13,4	4 2,1±0,2	14,7
Диаметр штамба, см	7 49,3±8,7	46,7	8 25±2,6	28,8	4 23±2,7	22,3	4 21,0±2,2	14,2

жесть семян, густота стояния растений пшеницы. Так, густота стояния растений пшеницы ниже на слабодефлированных на 13,3%, на сильнодефлированных — на 53,3 и среднедефлированных — на 50,7%. Вес зерна одного колоса значительно уменьшился только на сильнодефлированных почвах.

В результате изменения длины колоса, густоты стояния растений и веса зерна в колосе урожай озимой пшеницы уменьшался по мере увеличения степени эродированности. На слабодефлированных почвах получили на 4,5, на среднедефлированных — на 9,9 и на сильнодефлированных — на 12,1 ц/га меньше зерна.

Эрозионные процессы отрицательно влияют на рост и развитие плодовых культур. Нами установлено, что с увеличением степени дефлированности снижаются их биометрические показатели (табл. 14.1.16).

По данным таблицы 14.1.16, высота деревьев из одинаковых саженцев, высаженных в одно и то же время, но на разных по дефлированности почвах, колеблется в значительных пределах (от $6,8 \pm 0,5$ до $2,2 \pm 0,2$ м).

Высота деревьев на слабо-, средне- и сильнодефлированных почвах соответственно снизилась на 27,9; 52,9 и 67,6% по сравнению с деревьями на неэродированных почвах. Существенно изменился и диаметр кроны: на слабодефлированной почве он уменьшился на 2,4 м, на среднедефлирован-

ной — на 4,4 и сильнодефлированной — на 5,4 м. Меньше и диаметр штамба.

14.2. Диагностика и классификация степени эродированности почв

Почвы разной степени эродированности отличаются по химическому составу, физико-химическим свойствам, водно-воздушному и тепловому режимам, что обуславливает различный уровень их плодородия. Правильное определение степени эродированности почв является основой для разработки вопросов рационального использования земель, защиты почв от эрозии, внедрения зональных научно обоснованных систем земледелия.

Выделение земли под разные типы севооборотов, подбор культур и сортов, нормы высева семян, внесение органических и минеральных удобрений, способы обработки почв, нормы нагрузки пастбищ скотом, качественная оценка земель, планы производства и продажи государству продуктов сельского хозяйства должны устанавливаться с учетом степени эродированности, в целом определяющей плодородие почвы. Учитывая все это, важно правильно определить степень эродированности почв.

В настоящее время в литературе приводится много разных (основных, дополнительных и сезонных) диагностических признаков, иногда даже используют факторы развития эрозии и показатели интенсивно-

сти эрозионных процессов (противоэрозионная устойчивость почв, развиваемость, наличие на поверхности почвы промоин, наветренности, количество смытой или дефлированной почвы одним ливнем, пыльной бурей и т. д.). Однако, во-первых, они по-разному толкуются разными авторами; во-вторых, попытки иметь единые принципы и критерии определения эродированности разных почв не дают объективных, достоверных результатов при определении степени эродированности. Например, диагностические признаки дифференцированных почв не могут быть использованы для определения степени эродированности недифференцированных и почв горных пастбищ, так как у них отсутствуют явно выраженные генетические горизонты, а у горных почв, в связи с изменением глубины залегания массивно-кристаллических горных пород, часто изменяется естественная мощность профиля и отдельных генетических горизонтов.

Типы, подтипы или группы почв, сходные по строению профиля и другим свойствам, должны иметь свои устойчивые, сравнительно легкие для использования диагностические показатели, по которым наиболее достоверно можно определить степень эродированности почв.

Для каждого подтипа, типа или группы почв диагностические признаки должны содержать объективную количественную информацию об изменениях морфологических показателей, генетических горизонтов, поверхности почвы, состояния корневой системы многолетних насаждений, кустарниковых и древесных растений, а также о цветовых особенностях поверхностных горизонтов, содержании и общих запасах гумуса, наличии «свидетелей» включений и почвенных новообразований в профиле и на поверхности почвы.

Исходя из многолетних исследований степени эродированности горных почв Центрального Кавказа и состояния изученности данного вопроса в нашей стране и за рубежом, мы пришли к выводу, что по совокупности свойств, по которым можно достоверно определить степень эродированности,

почвы должны быть объединены в следующие группы: дифференцированные, недифференцированные, почвы горных пастбищ, намытые и наветренные.

Диагностика степени эродированности дифференцированных почв. Основным принципом определения степени эродированности дифференцированных почв является уменьшение мощности гумусово-аккумулятивного (А) и переходного (В) горизонтов; при очень сильном развитии процесса разрушению подвергается и материнская порода (С). Этот принцип приемлем и к дифференцированным почвам, подвергающимся как водной, так и ветровой эрозии.

В научной литературе и в разных инструкциях, в том числе и в «Общесоюзной инструкции по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования» (1973), дается большое количество принципов и критериев определения степени эродированности. Однако в них нет необходимой взаимосвязи между уменьшением мощности горизонтов, плодородием почв, урожайностью сельскохозяйственных культур и естественной растительностью. В то время как показатели степени эродированности должны отображать потерю почвой плодородия в сравнении с неэродированными почвами.

Плодородие почв в основном зависит от мощности и свойств гумусово-аккумулятивного горизонта (А), содержания в нем гумуса и объемной массы (табл. 14.2.1).

Из таблицы 14.2.1 видно, что более половины запасов гумуса находится в горизонте А₁, на В₁ приходится, в зависимости от типа почвы, от 15,9 до 41,9%. Исходя из этого, для всех типов почв условно при коэффициенте плодородия горизонта А, равном единице, коэффициент плодородия составляет: для горизонта А₁ — 0,8, В — 0,29—0,72, а с учетом объемной массы — соответственно 0,14; 0,7; 0,15 — 0,62. Поэтому неправильно считать почву слабоэродированной (как это имеет место в инструкциях), если она потеряла половину горизонта А, определяющего ее плодородие, или среднеэродированной, если этот горизонт потерян полностью.

Почва	Генетический горизонт	Содержание гумуса от общего количества его в горизонтах А+В, %	Коэффициенты плодородия по	
			гумусу	объемной массе
Подзолистая	A ₁	58,5	1,00	1,00
	A ₂	15,9	0,27	0,14
	B ₁	25,6	0,44	0,11
Серая лесная	A ₁	45,2	1,0	1,0
	A ₂ A ₃	36,3	0,8	0,7
	B ₁	12,8	0,3	0,2
Темно-серая лесная	A ^I	59,1	1,00	1,00
	A ^{II}	53,6	0,90	0,30
	B ₁	17,3	0,29	0,15
Чернозем выщелоченный	A	71,4	1,0	1,0
	B ₁	25,3	0,35	0,34
Чернозем обыкновенный	A	65,5	1,0	1,0
	B ₁	34,4	0,5	0,6
Каштановая	A	58,1	1,0	1,0
	B ₁	41,9	0,72	0,62

Такая диагностика степени эродированности не увязана ни с плодородием почв, ни с урожайностью сельскохозяйственных культур и естественной растительностью.

Научно обоснованная диагностика степени эродированности почв должна отражать количественную характеристику как морфологических параметров генетических горизонтов, так и уровень почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур и естественной растительности. Только такой комплексный подход может достоверно характеризовать степень эродированности почв. В то же время она должна быть построена так, чтобы специалисты легко могли ею пользоваться для получения однозначной достоверной информации.

Обобщение большого материала полевых почвенно-эрозионных обследований, лабораторных анализов и учета урожайности сельскохозяйственных культур и естественной растительности позволило нам сделать вывод: между уменьшением мощности гумусово-аккумулятивного и переходного горизонтов, содержанием гумуса, NPK и про-

дуктивностью почв существует прямая корреляционная связь, которая должна учитываться при установлении степени эродированности.

Этот вывод подтверждается также результатами исследований Л. И. Китаевой (1983), которая утверждает, что между потерями запасов гумуса в слое 0 — 100 см выщелоченных черноземов и потерями гумусового горизонта существует прямая зависимость с коэффициентом корреляции + 0,93, выраженная уравнением регрессии:

$$y = 3,8 + 0,96 x,$$

где y — потери мощности гумусового горизонта, %; x — потери запаса гумуса, %.

Для серых лесных почв между указанными показателями также существует прямая зависимость с коэффициентом корреляции 0,83, выраженная уравнением:

$$y = 10,1 + 0,75 x.$$

Исходя из взаимосвязи потери мощности гумусово-аккумулятивного горизонта, снижения гумуса и урожайности сельскохозяйственных культур и естественной растительности, нами разработана диагностика сте-

Степень эродированности	Уменьшение мощности горизонтов, %		Уменьшение содержания гумуса, %	Снижение урожайности с/х культур и естественной растительности, %
	Генетический горизонт	Степень эродированности		
Слабая	A ₁ A ₁ +B ₁	до 25 до 10	до 25	до 25
Средняя	A ₁ , A ₂ A ₁ +B ₁	26 — 75 11 — 30	26 — 77	25 — 50
Сильная	A ₁ (A ₁ A ₂) B ₁ (A ₁ B ₁) A ₁ +B ₁ (A ₁ +A ₂ B ₁)	76 — 100 до 50 31 — 70	77 — 90	51 — 75
Очень сильная	B ₁ (A ₂) A+B ₁	51 — 100 71 — 100	> 90	> 76

пени эродированности дифференцированных почв (табл. 14.2.2).

Однако главным вопросом при определении степени эродированности дифференцированных почв является правильный выбор незэродированной эталонной почвы. Не решив вопрос об эталоне, нельзя устанавливать степень эродированности почв, так как профиль эродированной почвы сравнивают с профилем незэродированной, принимаемой за эталон.

Наиболее достоверным считается выбор эталона на целинных участках, аналогичных распаханым. При отсутствии таковых эталон выбирают среди распаханых почв водоразделов. Возможность такого сопоставления обосновывается Г. П. Сурмачем (1954) и Н. П. Сорокиной (1965), которые считают, что мощность почвы на водораздельных участках и склонах до распахки была приблизительно одинаковой. М. Н. Заславский (1966) также допускает «возможно условно признать водораздельные равнинные участки в качестве эталона при определении критерия эродированности».

Другие авторы (Лидов, Дидуренко, 1955) указывают на невозможность использования равнинных эталонов для установления степени эродированности склоновых земель. При оценке степени эродированности с помощью эталонов С. В. Наумов (1955) ре-

комендует использовать метод профилей, закладываемых с водораздела вдоль склона.

С. У. Керимханов (1971) для получения эталона рекомендует в конкретных условиях местности иметь соответствующие соотношения между генетическими горизонтами отдельных типов и подтипов почв и пользоваться при этом формулой $(A + B) : B$, где A и B — мощности этих горизонтов незэродированной почвы. Существенный недостаток этих рекомендаций в том, что в них не учитывается природное (естественное) варьирование мощности почвенного профиля и отдельных его генетических горизонтов. В то же время известно, что абсолютно одинаковых почв и условий почвообразования в природе не существует.

На разных экспозициях и частях склонов создается неодинаковый гидротермический режим, отсюда и разные биоклиматические условия формирования почв. В горах Центрального Кавказа на высоте 1500 м н. у. м. на южных склонах формируются горно-степные, а на северных — субальпийские или горно-лесные оподзоленные почвы. На верхних частях склонов почвы имеют меньшую мощность, чем в нижних, так же, как почвы вогнутых форм склонов более мощные по сравнению с почвами на выпуклых склонах.

Мощность профиля почвы и отдельных ее

Почва	Мощность горизонтов, см ($\bar{x} \pm \sigma$)	
	A	A+B
Серая лесная	20 ± 2,5	40 ± 2,0
Темно-серая лесная	20 ± 1,3	50 ± 4,1
Чернозем маломощный	23,5 ± 1,8	40 ± 9,0
Светло-каштановая	17 ± 2,0	35 ± 3,6
Темно-каштановая	26 ± 3,0	60,0 ± 5,0
Каштановая	19 ± 1,0	39,7 ± 2,6
Бурая лесная	16 ± 4,0	44,0 ± 6,0

генетических горизонтов на равнинах одного и того же типа или подтипа почв во многом определяется глубиной залегания рыхлых почвообразующих пород и их механическим составом. Например, черноземы предкавказские, сформированные на желто-бурых карбонатных и лессовидных суглинках Силтанукской возвышенности и Цалыкской депрессии, более мощные ($A = 27,8 \pm 2$; $A + B = 70,8 \pm 8,2$ см), чем черноземы на делювиальных глинах, подстилаемых галечником ($A = 23,5 \pm 1,8$; $A + B = 49 \pm 9,0$).

Кроме того, мощность черноземов, сформированных на мелкоземистом чехле, подстилаемом галечником, зависит от глубины залегания галечника. Чем глубже залегает галечник, тем большую мощность профиля и отдельных генетических горизонтов имеют почвы.

На мощность профиля и отдельных генетических горизонтов значительное влияние оказывает и механический состав почв. Так, песчаные и супесчаные почвы, как правило, имеют более растянутый профиль, чем тяжелые по механическому составу.

Таким образом, один разрез, где бы он ни был заложен, не может быть эталоном при определении степени эродированности почв, так как он не характеризует природное варьирование мощности профиля незэродированной почвы, разнообразие склонового эффекта и механического состава.

Опыт картографирования степени эродированности почв Республики Северная Осетия-Алания позволил нам сделать вывод: при выборе эталона почвы должны быть

сгруппированы по мощности профиля и механическому составу. После этого внутри каждой группы из большого числа измерений следует вывести усредненный показатель мощности каждого генетического горизонта или их суммы и среднее квадратичное отклонение.

Полученный показатель мощности A и $A+B$, для всех групп незэродированных почв характеризует разнообразие природного варьирования механического состава, мощности этих горизонтов и позволяет с высокой достоверностью определить степень эродированности почв.

Для расчета степени эродированности дифференцированных почв используют формулу:

$$\mathcal{E} = \frac{x \cdot 100}{y - \sigma}$$

где $\mathcal{E}$ — степень эродированности; x — мощность редуцированного горизонта; y — средняя арифметическая мощность горизонта эталонной почвы; σ — среднее квадратичное отклонение.

В качестве примера рассмотрим чернозем выщелоченный маломощный, у которого мощность редуцированного горизонта A составляет 6,5 см, а средняя арифметическая мощность горизонта A эталонной почвы — 23,5 см, квадратическое отклонение — 1,8. Если подставим эти значения в формулу, то получим:

$$\mathcal{E} = \frac{6,5 \cdot 100}{23,5 - 1,8} = 30\%$$

По данным таблиц 14.2.2 и 14.2.3 это соответствует средней эродированности.

Растительность, состояние поверхности	Проективное покрытие по поверхности почвы, %	Уклон, градус	Смыв почвы с 1 га, м
Альпийские луга	100	40	—
Субальпийские луга	100	40	—
Остепненные луга	50	40	50
Райграс 2-го года жизни	96	10	0,04
Клевер 2-го года жизни	86	10	0,19
Озимая пшеница рано весной	20	10	15,0
Овес + клевер (под покров)	10	10	100
Кукуруза (до фазы 10 лис.)	50	10	150
Черный пар	—	10	500

Аналогичным способом можно рассчитать степень эродированности дифференцированных почв по содержанию гумуса и снижению урожая сельскохозяйственных культур и естественной растительности.

Из дополнительных диагностических признаков наиболее важным, характеризующим степень эродированности, является цвет поверхностного горизонта.

В дифференцированных почвах каждый генетический горизонт обладает определенным цветом, свойственным только ему. С повышением степени эродированности и выходом нижележащего горизонта на дневную поверхность цвет почвы меняется в соответствии с цветом редуцированного горизонта.

Полученные по методике И. И. Карманова (1974) коэффициенты цветности и спектрального отражения дают достоверную количественную характеристику степени эродированности почв. Однако в полевых условиях для каждого определения удобнее пользоваться атласом Манселла.

Крутизна склона — это фактор эрозии почв. Она сама по себе не определяет степень эродированности почв, но косвенно ее можно использовать при прогнозировании степени эродированности. Как правило, при одинаковых условиях с увеличением крутизны уклона увеличивается и степень эродированности почв.

По данным Д. Е. Ванина и др. (1977), несмытые почвы располагаются на склонах с крутизной до 1°; слабосмытые — 1—5°;

сильносмытые и часть среднесмытых — на склонах крутизной более 5°.

Нами получены несколько другие параметры зависимости степени эродированности от крутизны склона. Так, на пахотных землях несмытые почвы распространяются на склонах крутизной до 1°, слабосмытые — 1—3°, среднесмытые — 3—5°, сильносмытые — более 5—7°; на пастбищах незэродированные — до 5°, слабозэродированные — 5—10°, среднезэродированные — 10—15°, сильнозэродированные — более 20°.

В большинстве случаев связь крутизны уклона и степени смытости почв определяется многими факторами, но основным из них является защищенность поверхности почвы растительностью (табл. 14.2.4).

Из таблицы 14.2.4 видно, что альпийские и субальпийские плотно-дернинные луга, несмотря на большие уклоны (40°), практически не подвергаются эрозии. Незначителен смыв и под многолетними травами (0,04 — 0,19 м³/га), а под кукурузой, и особенно с черного пара, при одной и той же крутизне (10°) смыв почвы составляет соответственно 150 и 500 м³/га.

Диагностика степени эродированности недифференцированных и слабодифференцированных почв. Недифференцированный профиль характерен для почв, сформировавшихся на песках, молодых аллювиальных, аллювиально-делювиальных и золовых отложениях. В классификации США к этим почвам относятся энтисоли (недавно сформировавшиеся почвы) и аридосоли (по-

чвы аридных районов) с площадью соответственно 20 и 35% суши (Боул, Хоул, Мак-Крехен, 1977). В классификации Франции они выделены как неразвитые минеральные почвы, куда входят следующие большие группы: пустынные, неразвитые эродированные, неразвитые наносные — коллювиальные и аллювиальные (Дюшафур, 1970).

Часто причиной неразвитости профиля на других почвообразующих породах бывает сильная эродированность почв, когда все генетические горизонты полностью разрушены, и начинается новый цикл процесса почвообразования.

В Республике Северная Осетия-Алания недифференцированные почвы распространены в надпойменных террасах многочисленных горных рек. Они содержат незначительное количество гумуса, а почвы на песчаных почвообразующих породах лишены и легковыветривающихся минералов. Поэтому профиль недифференцированных почв весьма растянут, практически не расчленяется на генетические горизонты, а постепенно переходит от маломощного и слаборазвитого поверхностного гумусово-аккумулятивного горизонта к незатронутой почвообразованием породе.

Как правило, эти почвы обладают низкой эрозийной устойчивостью и легко подвергаются дефляции и смыву. Однако вопрос определения степени эродированности их до сих пор не решен; для них не разработаны диагностические показатели. В то же время диагностические показатели степени эродированности дифференцированных почв нельзя применять к ним — из-за отсутствия дифференциации профиля как по содержанию гумуса, структуре, цвету, так и по другим морфологическим признакам.

При проведении почвенно-эрозийных обследований на Центральном Кавказе мы столкнулись с трудностями определения степени эродированности недифференцированных почв, так как ни в «Общесоюзной инструкции по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования», ни в научной литературе нет указаний по их диагностике.

Чтобы разработать объективные диагностические признаки степени эродированности недифференцированных почв, нами проведено большое количество наблюдений по выявлению закономерностей развития процессов эрозии этих почв и разработана диагностика идентификации степени эродированности недифференцированных почв.

Результаты обследований позволили установить четкую количественную зависимость между величиной потери почвы и степенью эродированности, определенной по высоте оголения корневой шейки кустарниковой растительности и многолетних насаждений за период с момента начала интенсивного использования территории. При этом установлено, что потери почвы в процессе ускоренной эрозии и скорость накопления продуктов почвообразования (а в связи с этим и мощности генетических горизонтов) находятся в прямой зависимости от механического состава и глубины залегания плотных коренных пород. От интенсивности этих двух противоположных процессов зависит естественное варьирование мощности разных почв и отдельных их генетических горизонтов.

Так, по результатам большого количества измерений (более 1500) установлено, что мощность генетических горизонтов А и А+В, глинистых почв соответственно на 10 и 21% меньше по сравнению с почвами песчаного и супесчаного механического состава.

Неодинаковы мощность и набор генетических горизонтов и в почвах с разной глубиной залегания плотных пород. Например, почвы, подстилаемые на глубине 30—50 см плотными породами, в профиле имеют неполный набор генетических горизонтов (АС). Почвы же с глубиной залегания плотных пород более 50 см имеют в профиле полный набор полноразвитых генетических горизонтов (А, В, С). Поэтому без учета этих особенностей потери почвенной массы в результате эрозии будут маскироваться естественным варьированием мощности А и А+В, почв разного механического состава и глубины залегания плотных пород.

Для устранения этого влияния нами раз-

ДИАГНОСТИКА СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПОЧВ

Таблица 14.2.5

Степень эродированности	Потери почв, тыс. м ³ /га
Слабая	до 0,9
Средняя	1,0 — 2,0
Сильная	более 2,0

работаны коэффициенты, которые учитывают разнообразие механического состава и мощности почв и позволяют достоверно определять степень эродированности почв разного механического состава и мощности профиля.

По этому принципу величину потери почвы в процессе ускоренной эрозии определяют по формуле:

$$v = l \cdot S \cdot y \cdot z,$$

где v — объем потери почвы, м³/га; l — средняя арифметическая величина длины корней от корневой шейки до поверхности почвы, м; S — площадь, на которой проведен учет оголения корней, га; y — коэффициент поправки к механическому составу: при среднем и тяжелосуглинистом механических составах — 1,0; легкосуглинистом, супесчаном и песчаном — 1,5—1,6; z — коэффициент поправки к мощности профиля: при маломощном (до 50 см) — 1,19—1,20; среднемощном (до 80 см) — 1,0; при глубокоразвитом и мощном профилях (более 81 см) — 0,67—0,76.

Пользуясь данными потери почвы, полученными по этой формуле, можно по таблице 14.2.5 найти степень эродированности почв.

Разработанный метод, кроме количественного определения фактической эродированности, дает возможность прогнозировать также появление эрозии почв под многолетними насаждениями и, основываясь на этом, планировать почвозащитные мероприятия.

Диагностика степени эродированности почв горных пастбищ. В горных районах нашей страны природные кормовые угодья составляют около 79 млн. га (Зотов, 1975), а в республиках и областях Центрального Кавказа они занимают более половины всех сельскохозяйственных угодий. Ежегодно на

горных пастбищах пасется большое количество овец, коз, крупного рогатого скота и лошадей. Однако из-за отсутствия должного ухода и бессистемного их использования отдельные участки перегружаются и подвергаются эрозии.

В условиях малоземелья Северной Осетии защита их от эрозии и повышение продуктивности являются проблемой не только экономической, имея также большое экологическое значение. В решении этих вопросов большая роль отводится наиболее точному выявлению площадей эродированных земель и степени эродированности почв. Эти сведения необходимы для разработки конкретных противоэрозийных мероприятий и повышения плодородия почв, а также разработки научно обоснованной системы использования пастбищ. Однако до сих пор невыяснены диагностические показатели степени эродированности почв горных пастбищ.

Практика картографирования степени эродированности почв горных пастбищ Северной Осетии показала, что существующие основные принципы определения степени эродированности почв равнинных территорий не всегда можно применить к почвам горных пастбищ, особенно к альпийским и субальпийским, так как мощность почвенного профиля и отдельных его генетических горизонтов на склонах гор в основном определяется глубиной залегания плотных коренных пород, которые на разных элементах макро- и микрорельефа существенно изменяются.

Например, на расстоянии 100 м и менее мощность профиля одного и того же подтипа может меняться от 80 до 10 см (рис. 14.2.1). Кроме того, эрозийные процессы на почвах горных пастбищ имеют свои особенности. Они заключаются, во-первых, в

Степень эродированности	Суммарная площадь тропинок на единицу площади, %	Снижение урожая зеленой массы, %
Слабая	до 25	до 15
Средняя	25 — 50	15 — 30
Сильная	50 — 75	30 — 60
Очень сильная	75 — 100	> 60



Рис. 14.2.1. Изменение мощности горно-луговой почвы в зависимости от глубины залегания коренных пород

локальном ее проявлении; во-вторых, основным энергетическим фактором эрозии почв являются дождевые капли, которые разрушают почвенную структуру и разбрызгивают разрушенную массу преимущественно вниз по склону.

Эрозии подвергаются здесь в основном почвы скотобойных тропинок. Межтропиночное пространство с густым травянистым покровом и прочной дерниной практически не подвергается эрозии. Оно даже задерживает почвенные частицы, разбрызгиваемые с тропинок. При этом мощность гумусово-аккумулятивного горизонта почв уменьшается только на скотобойных тропах, а между ними увеличивается за счет разбрызгиваемых с тропинок частиц.

Плоскостной смыв почв на горных пастбищах формируется только в случае полного разрушения дернины и смыкания тропинок. Однако на почвах альпийских и субальпийских пастбищ такое состояние поверхности встречается редко. В основном степень эродированности почв здесь зависит от густоты тропинок. Чем ближе они расположены друг к другу, тем больше подвергается почва разбрызгиванию кинетической энергией дождевых капель. Одновременно возрастает и влияние поверхностного стока.

Исходя из особенностей развития эрозионных процессов на почвах горных пастбищ, наиболее достоверную количественную характеристику степени эродированности почв, отражающую одновременно и их продуктивность, получаем при учете суммы площади тропинок. Чем больше тропинок приходится на единицу площади, тем сильнее почвы подвергаются эрозии и тем ниже валовая продуктивность пастбищ. Аналогичной точки зрения придерживаются Э. Ф. Шур-Багдасарян и М. С. Казарян (1965).

С. С. Соболев (1948) в основу классификации степени эродированности почв горных пастбищ положил принцип последовательности развития процесса разрушения дернины и почвы с выделением восьми стадий.

С. У. Керимханов (1971) учет степени эродированности почв горных пастбищ предлагает проводить двухстадийно: сначала по выбитости (тропинчатости) определить степень эродированности, а затем (когда дернины уже нет) — по мощности горизонтов $A + B$.

В результате наших исследований установлено, что если пастбища полностью лишаются дернины и нет тропинок, то это не начало новой стадии, а продолжение первой, и, как правило, почвы на таких участ-

ках бывают сильноэродированными. Часто на участках горных пастбищ, лишенных дернины, почва смывается до плотных коренных пород. Поэтому для определения степени эродированности А. Джунушбаев (1974) рекомендует учитывать проективное покрытие почвы: если оно более 90%, их можно считать несмытыми, 70—90% — слабо-смытыми, 50—70% — среднесмытыми, 40—50% — сильносмытыми и менее 40% — очень сильносмытыми.

В связи с этим мы предлагаем следующую диагностику степени эродированности почв горных пастбищ (табл. 14.2.6).

В качестве дополнительных диагностических признаков степени эродированности можно использовать данные о содержании гумуса, NPK и другие показатели.

Степень эродированности почв пастбищ также может быть определена по тону фотозображения, структуре и другим фотоиндикационным признакам аэро- или космических снимков. По данным А. Г. Харина (1985), для пустынной зоны выбитые участки пастбищ имеют коэффициенты спектральной яркости от 0,4 до 0,5, а невыбитые — 0,3—0,2. Для других условий эти коэффициенты будут иными, но связь между коэффициентом световой яркости и выбитости пастбищ сохраняется.

Недостатком этого метода является то, что по нему наиболее достоверно можно определить только сильновыбитые участки; в горах это присельные и прикосарные земли.

Диагностика мощности намытого и навесного слоев почвы. На пахотных землях трудно определить толщину маломощных и среднемощных наносов, потому что они перемешиваются с верхним горизонтом зо-

нальной почвы. В таком случае мощность наносов можно рассчитать по формуле:

$$H = K \cdot B - A + B,$$

где B — мощность горизонта, см; H — мощность намытого слоя, см; A — мощность горизонта A эталонной почвы, см; A_i — мощность горизонта A исследуемой почвы, см; K — коэффициент, который рассчитывается по формуле:

$$K = A_i + B : B$$

Например, мощность горизонта A эталонной почвы составляет 25 см, B — 30 см, а мощность горизонта A_i с намытым слоем — 35 см. Тогда $K = 35 + 30 : 30 = 2,17 \cdot 30 = 55 = 10,1$ см.

В данном примере мощность намытого слоя составляет 10,1 см.

Классификация эродированных почв. С развитием и углублением знаний почвоведения, земледелия, растениеводства, гидрологии и аэродинамики на стыке их возникла новая наука — эрозиоведение. В ней используются методы исследования этих наук, но имеются и отличительные особенности.

Эрозиоведение изучает экстремальную форму движения вещества почвы, вызванную энергией падающей капли, поверхностного стока и ветра, а также приемы защиты почв от эрозии и повышения плодородия эродированных земель.

Поскольку эрозиоведение является самостоятельной наукой, оно должно иметь классификацию, построенную с учетом эволюции почв на основе их генезиса, согласно внутренне присущим эрозии процессам и формам движения вещества.

Однако как в понятии «эрозия почв», так и в понятии «классификация эрозии почв» до сих пор нет единого толкования исполь-

Класс почв	Тип эрозии и отложений	Вид эрозии и отложений	Категория эродированности, намытости и лавины дифференцированных почв
Эродированные	Водная	Плоскостной смыв	Слабая — смыв А до 25%, А+В ₁ — до 10% Средняя — смыв А от 26 до 75%, А+В ₁ — от 11 до 30% Сильная — смыв А от 76 до 100%, В(А ₂) — до 50%, А+В ₁ — от 31 до 70% Очень сильная — смыв В ₁ (А ₂) — от 51 до 100%, А+В ₁ — от 71 до 100%
		Овражная эрозия	Слабая — расстояние между оврагами более 1000 м Средняя — расстояние между оврагами 500 — 1000 м Сильная — расстояние между оврагами 250 — 500 м Очень сильная — расстояние между оврагами менее 250 м
		Пыльные бури	Слабая — выдуто А до 25%, А+В ₁ — до 10% Средняя — выдуто А от 26 до 75%, А+В ₁ — от 11 до 30%
		Повседневная (местная)	Сильная — выдуто А от 76 до 100%, В ₁ — до 50%, А+В ₁ — от 31 до 70% Очень сильная — выдуто В ₁ от 50 до 100%, А+В ₁ — от 71 до 100%
Нанесенные	Водные	Намыв мелкозема	Маломощный — менее 20 см Среднемощный — 20—50 см Мощный — более 50 см
		Каменистые	Слабо покрыты камнями — 5—10% Средне покрыты камнями — 10—20% Сильно покрыты камнями — 20—40% Очень сильно покрыты камнями — 40%
		Навеянность равномерная	Маломощные — менее 10 см Среднемощные — 10—30 см Мощные — более 30 см
		Навеянность холмисто-дунная	Маломощные — менее 10 см Среднемощные — 10—20 см Мощные — 20—100 см Очень мощные — более 100 см

зуемых терминов. Это обстоятельство затрудняет развитие самой науки и внедрение ее достижений в производство, так как без единого понимания и точного определения процессов, происходящих при эрозии почв, невозможно составить правильное представление о них и проектировать противоэрозионные мероприятия.

О важности однозначного толкования терминов еще Аристотель (1975) писал, что «...не означать что-то одно — значит ничего не означать; если же слова ничего определенного не означают, то конец всякому рассуждению «за» и «против»... — ибо невозможно что-либо мыслить, если не мыслить что-то одно, а если мыслить что-то одно возможно, то для него можно будет подобрать одно имя».

В научной литературе термин «классификация эрозии почв» часто используется для определения самых разнообразных понятий, иногда даже не связанных друг с другом.

Например, для определения степени эродированности почв разные авторы применяют разные диагностические показатели, а используют при этом термин «классификация степени смывости и дефлированности».

С. У. Керимханов (1971) приводит классификацию пастбищной эрозии на горных склонах, где помимо степени эродированности и их показателей использует стадии выветности и эродированности.

В «Общесоюзной инструкции по почвенным исследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт земледелия» (1973) приведен термин «степень эродированности», а почвы подразделяются по степени смывости и дефлированности.

С. С. Соболев (1954) при разделении почв по степеням смывости (эродированности) с указанием условий их формирования и диагностики пользуется термином «номенклатура» смывных почв, но не термином «классификация» или «диагностика».

Таким образом, для определения одних и тех же эрозионных процессов и систематизации их в научной литературе используют разные термины.

Большинство авторов используют термин

«классификация эрозии почв», приводя при этом их номенклатуру и диагностику.

В данной работе сделана попытка упорядочить терминологию эрозии почв, определить понятия: классификация, номенклатура, диагностика эрозии почв.

Согласно Большой Советской Энциклопедии (том 12, с. 269), классификация — это «система соподчиненных понятий... используемая как средство для установления связей между этими понятиями или классами объектов. Она должна фиксировать закономерные связи между классами объектов с целью определения места объекта в системе, которое указывает на его свойства».

К этому определению наиболее близки классификации С. С. Соболева (1954), Ч. Юзефащюка (1980), М. Н. Заславского (1983).

В классификации С. С. Соболева есть определенная соподчиненность понятий и закономерная связь между ними, но она не содержит, во-первых, количественных показателей процессов; во-вторых, в ней не отражены намытость и навеянность как следствия эрозии почв. Значит, эта классификация в известной мере является незавершенной.

М. Н. Заславский (1983) в классификации эрозии почв кроме форм проявления эрозии и количественных ее показателей включает поверхностный сток временных потоков, вызывающих эрозию. В этой классификации поверхностная эрозия разделена на категории смывости, а линейная — нет. Кроме того, в ней не приведена классификация ветровой эрозии (дефлированности), намытых и навеянных почв, что также делает ее незавершенной.

Если в классификации С. С. Соболева и М. Н. Заславского отражена эрозия, вызванная в основном неправильным использованием земли человеком, т. е. ускоренная, то в классификации Ч. Юзефащюка приведена и геологическая (нормальная) эрозия. Однако и эта классификация не содержит количественных параметров эрозионных процессов, и не разработана классификация ветровой эрозии, намытости и навеянности.

Разработанная нами классификация эрозии почв является дальнейшим развитием

рассмотренных (табл. 14.2.7). Она построена по принципу почвенной классификации на основе анализа большого материала почвенно-эрозионных исследований на Центральном Кавказе. Составлена классификация на основе соподчиненности понятий процесса эрозии почв, в ней зафиксированы закономерные связи между разными уровнями таксономических единиц, определяющих степень эродированности, намытости и наваянности почв.

В отличие от других классификаций она наиболее полно охватывает процессы ускоренной водной и ветровой эрозии. В ней впервые приведены намытые и наваянные почвы и показана их закономерная связь с процессами смыва и дефляции почв.

Среди намытых и наваянных почв впервые выделены каменистые отложения и холмисто-дюнная наваянность. Эти два вида отложений имеют большое значение в рациональном использовании земель. При сильном покрытии поверхности камнями (вследствие эрозии или создания дюнного рельефа) резко снижается плодородие и значительно увеличиваются дополнительные затраты на улучшение почв.

Иногда территории, очень сильно покрытые камнями, так же, как земли с большими (более 30 см) и частыми дюнами, исключаются из сельскохозяйственного использования. Поэтому учет их имеет большое научное и практическое значение.

Выделенные таксономические эрозионные процессы имеют следующую сущность; класс объединяет почвы, подверженные эрозии, а также имеющие на поверхности намытый или наваянный слой; тип эрозии объединяет почвы по энергетическому фактору (агенту) действия эрозии; вид включает фактор действия эрозии в пределах типа, но отличающихся по форме проявления; категория эродированности включает почвы в пределах вида эрозии, количественно отличающихся по степени эродированности или мощности намытого или наваянного слоев.

14.3. Картографирование степени эродированности и составление карт эрозии почв

Эрозия — сложный многофакторный про-

цесс. В нем в разных соотношениях участвуют экзогенные силы природы и хозяйственная деятельность человека, которые приводят к глубоким изменениям морфологических и физико-химических свойств почвы. Для практического решения вопроса защиты почв от эрозии и повышения плодородия эродированных земель отображение этих изменений на картах эрозии почв является обязательным условием.

Карта эрозии почв — основа правильного решения вопроса о том, какие площади можно включить в обычный полевой севооборот, а какие — с средне- и сильноэродированными почвами — отвести в почвозащитный; где разместить полевые защитные лесные полосы, как определить характер и объем противоэрозионных работ. Подобная карта позволяет также определить наиболее оптимальную структуру посевных площадей с учетом почвозащитных свойств каждой культуры, наметить систему рационального использования удобрений, определить участки, требующие специальных приемов углубления пахотного слоя, решить вопросы об отводе земель для залужения и, наконец, трансформации угодий.

Правильное решение этих вопросов во многом зависит от методики картографирования степени эродированности почв и в связи с этим качественного составления карт эрозии почв.

Существующие методические указания по картографированию степени эродированности почв имеют ряд недостатков, основным из которых является то, что на картах эрозии не выделяются: территории с защитными противоэрозионными мероприятиями; почвы неразвитого профиля с проявлением эрозии; вновь осваиваемые спланированные почвы с проявлением эрозии; холмисто-дюнная наваянность; каменистые отложения; эрозия почв горных пастбищ.

Предлагаемая методика картографирования степени эродированности почв составлена с учетом этих недостатков и является дальнейшим развитием существующих методических указаний.

Основные принципы предлагаемых мето-

дических указаний картографирования степени эродированности почв обсуждены и одобрены отделом эрозии почв Почвенного института им. В. В. Докучаева.

Предлагаемые методические указания предусматривают составление карты эрозии почв с отображением на ней контуров эрозионно-опасных территорий (водной, ветровой, совместного проявления водной и ветровой эрозии); почв в различной степени смытых и дефлированных; намытых и наваянных почв; территорий, расчлененных овражной эрозией; территорий с защитными противоэрозионными мероприятиями; вновь осваиваемых земель с проявлением эрозии; песков континентальных с очагами дефляции; недифференцированных почв; почв горных пастбищ и неразвитого профиля.

Эти контуры картографируются в поле по наиболее устойчивым морфологическим диагностическим показателям при почвенно-эрозионном обследовании и уточняются в камеральный период по результатам лабораторных анализов и учета урожайности сельскохозяйственных культур, естественной растительности и других дополнительных сведений.

Картографирование степени эродированности дифференцированных почв. Основным принципом определения степени эродированности дифференцированных почв в полевых условиях является степень разрушения эрозией поверхностных горизонтов, которая устанавливается по мощности редуцированного горизонта путем сравнения ее с незэродированной (эталонной) почвой.

За эталон незэродированной почвы принимается не затронутая процессом эрозии почва, вследствие этого имеющая характерное для данного типа морфологическое строение профиля, механический и химический составы.

Водная эрозия. Водная эрозия обнаруживается на склоновых землях и проявляется в виде плоскостного смыва, ручейкового размыва и овражной эрозии.

Плоскостной смыв характеризуется более или менее равномерным удалением почвы с поверхности. По интенсивности его прояв-

ления почвы объединяются в 4 категории по степени эродированности: слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые и очень сильносмытые.

Слабосмытые — мощность горизонта А смыва до 25%, А + В₁ — до 10%. Развиваются на склонах 1 — 3°. По цвету поверхностного горизонта не отличаются от несмытых почв. На аэрофотоснимках имеют одинаковый темный фон с незэродированными почвами. Содержание гумуса в редуцированном горизонте и урожай сельскохозяйственных культур и естественной растительности снижаются до 25%. Пахотный слой на мощных почвах состоит из горизонта А.

Почвы этой категории по возможности их использования в земледелии почти не отличаются от несмытых, за исключением очень маломощных видов, где разница может быть значительной. В контуре ставится индекс Р↓.

Среднесмытые почвы — когда смыв 26 — 75% горизонта А, А + В₁ — 11 — 30%. Развиваются преимущественно на склонах 3 — 5°. По сравнению с несмытыми почвами увеличивается светлота и насыщенность тона поверхностного горизонта на 2 — 3 порядка по шкале Манселла. На аэрофотоснимках имеют более светлый тон, чем слабоэродированные почвы. Содержание гумуса в редуцированном горизонте снижается на 26 — 76, а урожай сельскохозяйственных культур — на 25 — 50%.

Обычно пахотный слой состоит из смеси А и АВ, А₁ и А₂, А₁ и А₂В. Для углубления пахотного слоя требуется специальная обработка почвы. В контур ставится индекс Р↓.

Сильносмытые почвы — полностью смыт горизонт А, частично (50%) — горизонт В₁(А₂), А + В₁ — 31 — 70%. Развиваются преимущественно на склонах 5 — 7°. По сравнению с несмытыми почвами увеличивается светлота и насыщенность тона поверхностного горизонта на 4 — 5 порядка по шкале Манселла. На аэрофотоснимках имеют более светлый тон, чем среднеэродированные почвы. Содержание гумуса в поверхностном горизонте снижается на 77 — 90, а уро-

Степень расчлененности и интенсивности проявления овражной эрозии	Расстояние между соседними оврагами, м	Интенсивность среднегодового роста оврага, м	Знак в контуре
Слабая	500 — 1000	до 0,5	∨
Средняя	250 — 500	0,5 — 1,0	∨∨
Сильная	менее 250	1,0 — 2,0	∨∨∨

жай сельскохозяйственных культур, кроме многолетних трав, — на 51 — 75%.

Пахотный слой преимущественно состоит из горизонтов АВ, В, А₂В или из смеси этих горизонтов и ниже залегающих (В₂ или С). Земли данной категории используют исключительно в почвозащитном севообороте. В контуре ставится Р↓↓↓.

Очень сильно смытые почвы — смыт полностью В₁, эрозия подвергается материнская порода (горизонт С). Развиваются на выпуклых элементах рельефа и на склонах более 7°. Часто распространяются небольшими пятнами среди средне- и слабосмытых почв. На аэрофотоснимках выделяются наиболее светлым тоном. Содержание гумуса в поверхностном горизонте снижается более чем на 90, а урожай сельскохозяйственных культур и естественной растительности — на 76 — 90%.

Пахотный слой состоит из смеси горизонтов В и С, чаще — из материнской породы. Земли данной категории используются исключительно в почвозащитном севообороте. В контуре ставится Р↓.

Овражная эрозия является результатом удаления почвы концентрированным стоком воды с образованием оврагов разной ширины, глубины и формы. Она развивается на делювиально-пролювиальных отложениях шлейфов склонов, в бороздах, образовавшихся при пахоте, между рядами многолетних насаждений вдоль склона. В отличие от ручейков и промоин овраги не удаляются при обычной вспашке. Расчлененность территории овражной сетью определяется по среднему расстоянию между соседними оврагами

согласно приведенной классификации (табл. 14.3.1).

Картографирование намытых почв. Продукты транспортировки водной эрозии откладываются на зональные почвы в замкнутых понижениях. По мощности мелкоземистых отложений их подразделяют на маломощные (наносы до 20 см), знак на карте ↓; среднемощные (наносы 20 — 50 см), знак на карте ↓↓; мощные (более 50 см), знак на карте ↓↓↓; по количеству груботекстурных отложений (камни, галька) — на слабопокрытые (5 — 10%), знак на карте ↑; среднепокрытые (10 — 20%), знак на карте ↑↑; сильнопокрытые (20 — 40%), знак на карте ↑↑↑; очень сильнопокрытые (> 40%), знак на карте ↑↑↑↑.

Ветровая эрозия (дефляция) развивается в районах с засушливым климатом и с сильными ветрами, преимущественным распространением легких по механическому составу почв и лессовидных почвообразующих пород.

Выделяют 4 степени дефлированности почв: слабая, средняя, сильная и очень сильная.

Слабодефлированные почвы. Ветром удален до 25% мощности горизонт А или до 10% — А + В₁. Однако данное условие редко бывает однородным по всей площади картографирования. Обычно пахотный слой в основном состоит из горизонта А и не отличается по цвету от недефлированных участков пашни, в то время как на выпуклых элементах рельефа (ветроударные участки) горизонт А удален и вскрывается В₁. Местами корневая шейка кустарниковой растительности и многолетних насаждений обнажена

до 9 см. На аэрофотоснимке участки слабодефлированных почв не выделяются от недефлированных и имеют темный тон. Содержание гумуса в редуцированном горизонте и урожай сельскохозяйственных культур снижаются до 25%.

Опесчаненность пахотного слоя увеличивается до 10%. В контуре ставится индекс Е.

Среднедефлированные почвы. Ветром удалено 26 — 75% мощности горизонта А или 11 — 30% — А + В₁. На мощных почвах пахотный слой состоит из смеси горизонтов А + В₁, на маломощных — распахивается В₁ и частично верхняя часть В₂. В связи с этим светлота и насыщенность тона редуцированного горизонта увеличивается на 3 — 4 порядка по шкале Манселла. На участках выдувания мелкозема корневая шейка кустарниковой растительности и многолетних насаждений обнажена на 10 — 20 см. На аэрофотоснимках участки среднедефлированных почв выделяются более светлым тоном, чем слабодефлированных. Содержание гумуса в редуцированном горизонте снижается на 26 — 76, а урожай сельскохозяйственных культур — на 25 — 50%. Опесчаненность пахотного слоя увеличивается на 10 — 20%. В контуре ставится индекс Е₀.

Сильнодефлированные почвы. Горизонт А удален, частично (до 50%) удален и В₁, вследствие чего профиль почвы слабодефлирован. Поверхность песчаных почв покрыта золой, рябью, суглинистые разности почв с поверхности содержат почвенные новообразования. Наблюдается обнажение корневой шейки кустарниковой растительности и многолетних насаждений более 20 см. Ячейки, образовавшиеся вследствие эрозии, многочисленны, глубоко врезаются в породу. Площади, расположенные между выемками, покрыты слоем материнской породы из выемок. На аэрофотоснимках сильнодефлированные почвы выделяются более светлым тоном. Содержание гумуса снижается на 77 — 90, урожай сельскохозяйственных культур — на 51 — 75%. Опесчаненность увеличивается более чем на 20%. Использование земли под обычное земледелие не

представляется возможным. В контуре ставится индекс Е₀.

Очень сильнодефлированные почвы. Горизонт В полностью удален, эрозия подвергается материнская порода (горизонт С), вследствие этого профиль почв недифференцирован. Развиваются на ветроударных частях склонов и выпуклых элементах рельефа. Цветовой фон, светлота и интенсивность тона поверхностного горизонта соответствуют этим же показателям материнской породы. Суглинистые разности почв с поверхности содержат песчаные новообразования и включения хряща, гальки или камней. Естественная растительность отсутствует. Содержание гумуса снижается более чем на 90%. В контуре ставится индекс Е₀.

Картографирование навесных почв. Навесные почвы встречаются в зоне распространения ветровой эрозии. Они формируются в замкнутых отрицательных элементах рельефа и у ветропрепятствий, а также среди сильнодефлированных почв и вокруг незакрепленных песков, под кустарниковой растительностью и на участках, где проведены лесопосадки, т. е. выдувание и отложение продуктов дефляции и есть единый сложный процесс. Поэтому иногда трудно бывает разграничить дефлированные почвы от навесных, так как они чередуются в пределах небольших расстояний.

Выделяется два типа отложений: а) отложения недавно принесенного ветром вещества, покрывающего почву более или менее равномерным слоем мощностью до 30 см; б) отложения в виде прикустовых бугорков и барханчиков высотой 50 см и более.

Первые формируются преимущественно в широких замкнутых понижениях и состоят в основном из мелкой пыли; вторые формируются на выровненных участках под кустарниковой растительностью и покрывают почву мелким узором бугорков и холмиков высотой до 50 см и более, состоят из мелкого и крупного песка.

Навесной слой отличается от погребенной им почвы более светлой окраской, легким механическим составом, слоистостью,

отсутствием дифференциации профиля на генетические горизонты.

На картах эрозии почв в контуре равномерной навесности отмечают мощность 10 — 30 см, навесность до 10 см не картографируется, а больше 30 см, с начальной стадией почвообразования, картографируется как самостоятельный подтип почвы.

В контуре равномерной навесности ставится знак $\wedge$; бугристо-дюнную навесность мощностью до 0,5 м отмечают знаком $\mathcal{M}$, а более 0,5 м — $\mathcal{A}$.

Картографирование степени эродированности недифференцированных почв. Недифференцированный профиль имеют в основном песчаные, отчасти — супесчаные почвы, которые легко подвергаются дефляции.

Степень эродированности недифференцированных почв вследствие неразвитости профиля устанавливается по количеству удаленной дефляцией почвы, в результате которой обнажается корневая шейка кустарниковой растительности, а также по дополнительным признакам — накоплению на поверхности почвы гравия и почвенных новообразований, ячеистости, возникших вследствие дефляции.

Выделяют три степени дефлированности: слабая, средняя и сильная.

Слабодефлированные почвы. Ветром удалено до 0,9 тыс. м³ почвы, корневая шейка кустарниковой растительности и многолетних насаждений оголена до 9 см. В контуре ставится индекс $E_{\text{с}}$.

Среднедефлированные почвы. Ветром удалены 1 — 2 тыс. м³ почвы, корневая шейка кустарниковой растительности и многолетних насаждений оголена на 10 — 20 см. Местами на поверхности почвы имеется оловая рябь и ячейка между кустарниковой растительностью. В контуре ставится индекс $E_{\text{с}}$.

Сильнодефлированные почвы. Ветром удалено более 2,1 тыс. м³ почвы, корневая шейка кустарниковой растительности и многолетних насаждений оголена более чем на 20 см. Ячейки между кустарником многочисленны, а материал из них покрывает поверхность земли. Участки без кустарника на по-

верхности имеют оловую рябь. В контуре ставится индекс E .

Картографирование степени эродированности почв горных пастбищ. Основным принципом определения степени эродированности почв горных пастбищ является уменьшение защищенности поверхности почвы растениями вследствие перегрузки их скотом. С уменьшением проективного покрытия поверхности почвы растениями, увеличением скотобойных троп повышается разрушительное действие на почву ударов дождевых капель и энергии поверхностного стока и их эродированности.

Выделяют четыре степени эродированности: слабая, средняя, сильная и очень сильная.

Слабоэродированные почвы. Сумма площади скотобойных тропинок в почвенном контуре составляет до 25%, проективное покрытие поверхности почвы растениями — 75 — 90%, урожайность пастбищ снижается до 15%. В контуре ставится знак $P_{\sim}$.

Среднеэродированные почвы. Сумма площади скотобойных тропинок в почвенном контуре составляет 25 — 50%, проективное покрытие — 50—75%, урожайность пастбищ снижается на 15 — 30%. В контуре ставится знак $P_{\approx}$.

Сильноэродированные почвы. Сумма площади скотобойных тропинок в почвенном контуре составляет 50 — 75%, проективное покрытие — 25—50%, урожайность пастбищ снижается на 30 — 60%. В контуре ставится знак $P_{\approx}$.

Очень сильноэродированные почвы. Сумма площади скотобойных тропинок в почвенном контуре составляет 75 — 100%, т. е. практически нет растительного покрова, проективное покрытие < 25%, урожайность пастбищ снижается > 60%. В контуре ставится знак $P_{\#}$.

Картографирование почв, не характеризующихся по степени эродированности, т. е. почв, которые подвержены или подвергаются ускоренной эрозии, но вследствие неразвитости их профиля и большой мозаичности распространения нет возможности получить достоверную оценку критериев

степени эродированности. К ним относятся: вновь осваиваемые земли с проявлением эрозии; почвы неразвитого профиля (редзины) в различной степени смытые и дефлированные. В контуре неразвитого профиля ставится знак $V_{\downarrow}$.

Картографирование эрозии почв вновь осваиваемых земель. Вновь осваиваемые земли с проявлением эрозии — это почвы, у которых при планировке нарушается профиль. В момент картографирования они подвергаются ускоренной эрозии, но диагностические признаки степени эродированности этих почв не выражены из-за нарушенности профиля. Для определения степени эродированности к ним нельзя применить диагностические признаки степени эродированности ни дифференцированных, ни недифференцированных почв, ни почв горных пастбищ.

Идентификацией проявления эрозии является сглаживание борозд, наличие оловой ряби и ручейков-промоин на пашне.

Контур вновь осваиваемых земель, подвергаемых эрозии, составляются по границам освоения земель. В контуре ставится индекс W .

Картографирование почв участков с существующими противозерозионными комплексами. Это — территории, где осуществлены мероприятия по защите почв от ускоренной эрозии. На таких участках возведены валы, посажены лесополосы, древесные и кустарниковые растения, проведено механическое, химические и фитомелиоративное закрепление песков. Наличие указанных средств борьбы с эрозией почв позволяет выделить на карте эрозии почв участки, на которых сведен до минимума, а местами полностью процесс ускоренной эрозии. Внутри контура ставится индекс CE .

Картографирование почв с неоднородным проявлением типов и степени эродированности почв. В тех случаях, когда по указанным грациям эродированности почв невозможно выделить в заданном масштабе обособленные контуры той или иной степени эродированности, выделяются сложные контуры по аналогии с почвенными ассоциациями в виде процентного участия второ-

степенных компонентов по грациям: до 25%, от 25 до 50%. Знаки эродированности, характеризующие отдельные компоненты комплекса, выписываются через знак плюс в строку или дробно. Например:

$$C_{\text{л}} + 25\% C_{\text{в}} \downarrow \downarrow$$

Если почва подвержена одновременно водной и ветровой эрозии, то определить степень участия каждого типа эрозии в создании эродированной почвы практически невозможно. В таком случае необходимо ставить знак фактической эродированности и индекс совместного действия воды и ветра.

Картографирование эрозионноопасных земель по водной и ветровой эрозии. Эрозионноопасными по водной и ветровой эрозии считаются земли, на которых сочетание природных условий создает возможность проявления ускоренной эрозии почв при их хозяйственном использовании без осуществления необходимых противозерозионных мероприятий. К таким землям относятся и почвы разной степени эродированности, и почвы, на которых эрозия в данное время не выражена или приостановлена в результате применения противозерозионных мероприятий, но природные условия ее возникновения сохраняются. Эрозионноопасные земли выделяются на основе анализа всего комплекса природных особенностей территории и их хозяйственного использования с учетом собранных сведений о наблюдавшихся в хозяйствах фактах проявления эрозионных процессов (табл. 14.3.2).

При определении эрозионной опасности территории рекомендуется пользоваться перечнем качественных и количественных показателей.

Внутри контура ставится индекс эрозионноопасности по водной эрозии — P , по ветровой — E , совместного проявления водной и ветровой эрозии — PE , ветровой и водной — EP .

Составление карты эрозии почв. Карта эрозии почв составляется по материалам полевых почвенных обследований и уточняется в камеральный период по данным лабораторных анализов, коррелирующих со степенью эродированности (главным образом

Фактор	Показатель	
	водной эрозии	ветровой эрозии
Метеорологические условия	10 — 15-минутные ливни интенсивностью 2 — 3 мм в минуту. Высокие показатели стока ливневых вод (слой стока более 5 мм)	Активный ветровой режим — часто повторяющиеся (около 100 дней в году) скоростные ветры больше 20 — 30 м/сек. Малое выпадение атмосферных осадков (менее 400 мм в году) или полное их отсутствие в течение продолжительного времени (около 100 дней). Индекс аридности менее 10 — 12 ¹ .
Рельеф	Глубокие местные базисы эрозии (до 100 м и более). Большая расчлененность территории оврагами (коэффициент расчленения больше 4 ²). Высокая средневзвешенная крутизна (5 — 10°) и длина более 200 — 500 м склонов. Преимущественно выпуклая форма продольного профиля склонов.	Большой процент ветроударных склонов (грядово-ячеистый эоловый рельеф), наличие широких местных прогибов, ориентированных в направлении движения ветров; равнинность территорий, отсутствие орографических препятствий.
Почвенный покров	Укороченность профиля вследствие эрозии. Низкое содержание (менее 20 — 40% к весу почвы) в почве водонепроницаемых агрегатов (частиц размером 0,25 — 10,0 мм). Низкая влагоемкость (< 1000 м ³ /га) и водонепроницаемость (< 0,1 мм/мин). Высокий средневзвешенный показатель смывистости почвенного покрова (более 70% площади почв подвержены эрозии); наличие на поверхности почвы редкой сети промоин, не поддающихся при обычной обработке.	Укороченность профиля вследствие эрозии. Песчаный и супесчаный механический состав почв; низкое содержание гумуса (менее 1,0%); песчаные рыхлые почвообразующие породы; низкая влагоемкость (1000 м ³ /га) и очень высокая водонепроницаемость (1,7 мм/мин); наличие на обследуемой территории или в непосредственной близости незакрепленных песков; следы дефляции по поверхности почвы (косы навеканий, прикустовые бугорки, ветровая рябь и др.).
Растительный покров и использование земель	Разреженный (менее 50% покрытие почвы растениями) и угнетенный растительный покров пастбищ и большая выбитость их скотом. Высокий процент обрабатываемых земель (более 60%), находящихся на склонах значительной крутизны (средневзвешенная крутизна более 5 — 10°). Низкий урожай с/х культур на склонах; отсутствие почвозащитных мероприятий (лесополос и противозерозионных сооружений).	Разреженный и угнетенный растительный покров пастбищ и большая выбитость их скотом (проектное покрытие 30%). Наличие вновь осваиваемых спланированных почв; высокий процент обрабатываемых земель, изреженные и поврежденные ветровой эрозией посевы. Отсутствие почвозащитной технологии обработки почвы, новозащитных севооборотов, полосного размещения культур в севооборотах.

¹ Индекс аридности i по Мартону вычисляется по формуле:

$$i = \frac{P}{T + 10}$$

где i — индекс аридности; P — среднегодовое количество осадков; T — среднегодовая температура.

² Коэффициент расчленения рассчитан по формуле И. Д. Брауде:

$$K = \frac{\sum L}{S}$$

где K — коэффициент расчленения; $\sum L$ — сумма длин оврагов, долин, балок, ложинок и ложбин; S — площадь участка, км².

Условные обозначения:

II	Район слабой ветровой эрозии
III	Район совместного проявления слабой водной и ветровой эрозии
IV	Район средней и сильной водной эрозии
V	Район сильной водной эрозии
VI	Район слабой водной эрозии
VII	Район сильной эрозии почв горных пастбищ
VIII	Район слабой и средней эрозии почв горных пастбищ
IX	Район разной степени проявления водной эрозии
X	Район водно-ледниковой эрозии

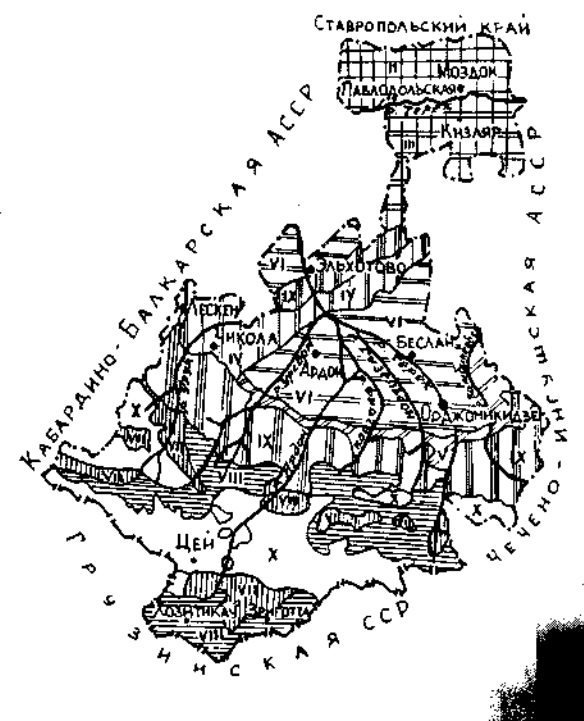


Рис. 14.3.1. Карта почвенно-эрозионного районирования земельного фонда РСФСР

с содержанием гумуса, а на легких почвах — с опесчаненностью).

Основой для составления карты эрозии почв является полевая почвенная карта, на которой путем группирования почвенных контуров наносятся контуры видов и степени эродированности почв.

Контуры незэродированных почв раскрашиваются в интенсивно зеленый цвет, внутри контура ставится индекс N . Контуры разной степени эродированности ветровой и водной эрозии раскрашиваются соответственно в оранжевый и синий цвета с усилением интенсивности тона по мере увеличения степени эродированности. Внутри контура слабой дефлированности ставится E_0 , средней — E_1 , сильной — E_2 , очень сильной — E_3 . В контуре слабой водной эрозии ставится P_1 , средней — P_2 , сильной — P_3 , очень сильной — P_4 .

Степень проявления овражной эрозии и намывистости показывается соответствующими знаками на фоне водной эрозии. Конту-

ры навеванных почв раскрашиваются в желтый цвет. Внутри контура равномерной навеванности ставится индекс O_n , бугристо-дунной до 50 см — n , более 50 см — m .

Эрозионноопасные территории выделяются на фоне существующего и прогнозируемого состояния эродированности почв.

В контуре незэродированной территории ставится индекс C , эрозионноопасной по водной эрозии — P , по ветровой — E , совместного проявления водной и ветровой — PE , ветровой и водной — EP .

Эрозия почв горных пастбищ показывается соответствующими знаками. В контуре слабой эродированности ставится индекс P_1 , средней — P_2 , сильной — P_3 , очень сильной — P_4 .

Контуры вновь осваиваемых земель, подверженных эрозии, раскрашиваются в фиолетовый цвет, внутри контура ставится индекс W .

Участки с защитными противозерозионными мероприятиями выделяются на фоне существующего состояния эродированности

почв, внутри контура ставится индекс СЕ.

В контур континентальных песков с очагами дефляции ставится индекс С и покрывается разреженными черными точками.

В контур скальных выходов, монолитных и каменистых отложений ставится индекс RT.

По этим методикам проведено почвенно-эрозионное обследование территории Северо-Осетинской АССР (1974 — 1976 гг.) и составлены карты эрозии почв (рис. 14.3.1).

Почвенно-эрозионное районирование территории РСО-Алания. Для осуществления конкретных эффективных мер защиты почв от эрозии и повышения плодородия эродированных земель необходимо иметь точный учет природных условий, обуславливающих проявление и распространение видов и степени эродированности почв.

Почвенно-эрозионное районирование наиболее полно отвечает этому требованию, поскольку учитывает всю совокупность факторов, определяющих проявление и развитие эрозии почв. Оно составляется на основе карт эрозии почв методом наложения их на карты почвенного, геоморфологического, агроклиматического, агрохимического и геоботанического районирования. В связи с этим почвенно-эрозионное районирование носит комплексный характер. В основу его положен принцип выделения территории со все более однородным типом и категорией эродированности, а также однотипной направленностью комплексов противоэрозионных мероприятий на фоне однородности природных факторов. При этом соблюдаются территориальная целостность и метод ведущего фактора.

На территории Республики Северная Осетия-Алания по принципу однотипности ведущего фактора процесса эрозии и территориального единства выделены три почвенно-эрозионные зоны: ветровая, водная, совместного проявления водной и ветровой эрозии.

Зона ветровой эрозии охватывает в основном левобережье р. Терек в Моздокском административном районе; зона водной — Северо-Осетинскую предгорную наклонную равнину и прилегающие к ней склоны

шлейфов Черных лесистых гор, Кабардино-Сунженскую, Силтанукскую и Дзагепбарзскую возвышенности, а также высокогорья; зона совместного проявления водной и ветровой эрозии — правобережье р. Терек в Моздокском районе и прилегающие к ней склоны Терского, отчасти Сунженского хребтов.

Внутри этих почвенно-эрозионных зон, по принципу однородности проявления вида эрозии и категории эродированности, выделяется 9 почвенно-эрозионных районов (рис. 14.3.1):

I. Район слабой ветровой эрозии; левобережье р. Терек в пределах Моздокского района.

II. Район совместного проявления слабой водной и ветровой эрозии; правобережье р. Терек в пределах Моздокского административного района.

III. Район средней и сильной водной эрозии; южные склоны Кабардино-Сунженского хребта, а также Силтанукской и Дзагепбарзской возвышенностей.

IV. Район сильной водной эрозии; безлесные шлейфы лесистых Черных гор. Он проходит неширокой (10 — 15 км) полосой с восточной границы республики до р. Хусфара (приток р. Дур-Дурки).

V. Район слабой водной эрозии; Северо-Осетинская предгорная наклонная и Змейская равнины. Здесь сосредоточены основные производственные массивы почв республики.

VI. Район сильной эрозии почв горных пастбищ; нижние части южных склонов Бокского, Скалистого и Пастбищного хребтов до высоты 1800 м н. у. м. Здесь сосредоточены в основном бывшие пахотные земли.

VII. Район слабой и средней эрозии почв горных пастбищ; горные сенокосы и пастбища в пределах высот 1800 — 3500 м н. у. м.

VIII. Район слабой эрозии и сильной эрозионной опасности; лесистые Черные горы и северные склоны Кабардино-Сунженского хребта.

IX. Район водно-ледниковой эрозии; субнивальный и нивальный пояса гор.

Глава

15

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ, ЕЕ ДИНАМИКА ВО ВРЕМЕНИ И ПОД ВЛИЯНИЕМ УДОБРЕНИЙ

15.1. Динамика подвижных форм макроэлементов в почвах под культурами севооборота

Питательный режим почвы характеризуется содержанием подвижных соединений основных элементов питания — азота, фосфора, калия, а также микроэлементов. Важность и необходимость глубокого изучения этого вопроса подчеркивали такие выдающиеся ученые, как Д. Н. Прянишников, К. К. Гедройц, А. А. Шмук, А. В. Соколов, А. В. Петербургский.

На Северном Кавказе исследования по динамике почвенных процессов, и в частности питательных веществ, проводили Черевик, Яковлева (1934), Простаков, Мина (1945), Музычкин (1964), Простаков (1964), Салманов (1964), Льгов (1964), Зинковский (1965), Дзанагов (1966), Адиньяев (1967), Бурлакова (1968), Симакин (1969), Газданов (1969), Уруцкоев (1973), Сокаев (1980), Фиापшев и др. (1985). Они довольно детально изучили закономерности изменения содержания подвижных форм азота (аммония и нитратов), фосфора, в меньшей степени — калия в основных типах почв под разными сельскохозяйственными культурами.

Пищевой режим находится под воздействием многих естественных факторов, среди которых важное значение имеют: содержание гумуса и валовых количеств питатель-

ных элементов, влажность, аэрация, тепловые свойства, биологическая активность, чередование культур в севообороте и, особенно, действие удобрений.

Закономерности динамики питательных веществ в почве имеют важное значение для практического применения удобрений, так как они в большой степени характеризуют интенсивность биохимических процессов в почве, свидетельствуют об изменениях в ней под влиянием удобрений и могут указать на необходимость внесения тех или иных удобрений в определенные фазы вегетации растений.

В условиях нашего региона удобрения используются очень широко, практически повсюду осуществляется систематическое внесение их в почву. При интенсивном земледелии применяются высокие дозы удобрений в комплексе с гербицидами, ретардантами, средствами защиты растений от вредителей и болезней, орошением, высокой агротехникой, поэтому их воздействие на эффективное плодородие почвы проявляется отчетливо. В то же время значение длительного применения удобрений в севообороте на пищевой режим изучено недостаточно: все вышеназванные исследователи изучали влияние невысоких доз удобрений на содержание доступных форм питательных веществ в краткосрочных

опытах и под одной культурой, вне севооборота.

Наши многолетние исследования (С. Х. Дзанагов) в условиях полевых севооборотов дали интересные результаты.

Сравнение материалов, полученных по динамике аммония в разных почвах, показывает, что между ними имеется много общего и по сезонной динамике, и по изменению по ротациям севооборота, и по влиянию разных систем удобрения. В то же время, судя по данным неудобренного варианта, можно отметить четко выраженную закономерность, являющуюся отражением вертикальной зональности в Центральном Предкавказье: содержание поглощенного аммония в метровой толще последовательно повышается от каштановых почв к дерново-глеевым (с 2,57 до 3,37 мг/100 г почвы в среднем за период наблюдений). На наш взгляд, эта закономерность находится в причинной связи с другой закономерностью: по мере повышения зоны над уровнем моря реакция почвенной среды последовательно изменяется от слабощелочной в каштановых почвах до среднекислой в дерново-глеевых. Дело тут не просто в подкислении почв, а в том, что при подкислении почвы снижается интенсивность нитрификации, то есть ослабляется деятельность нитрифицирующих бактерий, окисляющих аммоний в нитраты, процесс затормаживается, а это ведет к относительно большему накоплению аммония в почве и меньшему — нитратов.

Сравнивая изучаемые почвы между собой по содержанию нитратов в метровом слое, можно отметить вполне четкую закономерность снижения интенсивности нитрификации от почв степной зоны к почвам лесостепной. Это указывает на то, что интенсивность образования нитратов больше связана не с наличием гумуса в почве, а с условиями его минерализации. Кроме того, на всех типах почв применение удобрений, содержащих азот, оказывает существенное влияние на абсолютные размеры накопления нитратов.

Как показали наши наблюдения, применение удобрений в севообороте способствует

обогащению метрового слоя всех типов почв нитратами. Наиболее отчетливо это проявилось в обыкновенном черноземе, обладающем наибольшей нитрификационной способностью. На остальных типах почв эта закономерность действия удобрений тоже достаточно отчетлива и установлена под всеми культурами севооборота.

Сравнение минеральной и органо-минеральной систем удобрения позволяет выявить преимущество первой на всех почвах, хотя разница между ними по содержанию нитратов относительно невелика. Очевидно, азот минеральных удобрений нитрифицируется значительно быстрее, чем органических. Кроме того, при внесении последних, в частности навоза, имеет место, по-видимому, биологическое поглощение нитратов микроорганизмами, что ведет к снижению их количества в почве.

В условиях интенсификации земледелия, когда ставится задача получения высоких и максимально возможных урожаев сельскохозяйственных культур, важное значение приобретает проблема создания в почве оптимального фосфатного режима. Отсюда вытекает необходимость познания и разработки способов регулирования фосфатного режима почв под отдельными культурами при систематическом применении удобрений в севообороте. В почвах Северного Кавказа вопросы динамики фосфатов глубоко изучались в Краснодарском и Ставропольском краях (Симакин, 1969; Носов, 1971; Челядинов, Куйдан, 1966; Простаков, Носов, 1966), Северной Осетии (Джанаев, Дзанагов, Газданов, 1971), Кабардино-Балкарии (Зверева, 1983).

Наши многолетние исследования в стационарных полевых опытах показали, что содержание подвижного фосфора в почвах на протяжении вегетационного периода довольно сильно, но по-разному изменяется в зависимости от типа почвы и выращиваемой культуры. В каштановой почве и обыкновенном черноземе динамика его выражена в меньшей степени, чем в выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве. Это в какой-то мере связано с меньшим содержа-

нием подвижных фосфатов в почвах степной зоны, отличающихся значительной карбонатностью.

Общая направленность динамики подвижного фосфора характеризуется уменьшением от весны к концу лета-началу осени (причем во многих случаях осенью наблюдается некоторое увеличение, связанное с прекращением потребления фосфора растениями).

Во всех почвах наблюдается снижение количества подвижного фосфора во второй половине вегетации всех культур. Под одними культурами оно бывает резким, под другими происходит плавно, постепенно. Очевидно, это явление регулируется потребностью растений в фосфоре, хотя не исключено влияние физико-химических реакций в почве.

Применение удобрений, особенно систематическое внесение их в севообороте, оказывает существенное влияние на фосфатный режим почвы, что отмечали и другие исследователи (Симакин, 1969; Тукалова и др., 1982; Кордуняну, 1985; Шустикова, 1988; Коновалов, 1988; Наконечная, 1988; Гнатышина, 1988 и др.).

Под действием удобрений во всех почвах, кроме выщелоченного чернозема, содержание подвижного фосфора в метровом слое отчетливо повышалось, однако при этом прямо пропорциональной зависимости его от внесенной дозы фосфора не наблюдалось.

Удобренные варианты значительно превосходили неудобренный: в каштановой почве — на 0,6 — 0,9 мг в среднем за весь период наблюдений, обыкновенном черноземе — на 0,2 — 1,0 мг, дерново-глеевой почве — 1,1 — 1,7 мг/100 г почвы. Из эквивалентных вариантов N_2P_2K , и навоз + NPK последний имел преимущество только на выщелоченном черноземе, на остальных почвах лишь немного (на 0,14 — 0,7 мг) уступал двойной дозе NPK. Расчетная доза в сравниваемые годы имела некоторые преимущества перед вышеуказанными на каштановой почве и обоих подтипах черноземов. Известкование дерново-глеевой почвы положительно ска-

залось на фосфатном режиме почвы: за весь период наблюдений на варианте N_2P_2K , + известь в метровом слое обнаружено 11,4 мг P_2O_5 против 10,5 на контроле, то есть столько же, сколько по навозу + NPK (11,5 мг). Он превосходил N_2P_2K на 0,2 мг в среднем за сравниваемые годы.

Наши исследования показали, что наращивание суммарной дозы фосфора при ежегодном внесении фосфорных удобрений не сопровождается адекватным увеличением содержания подвижного фосфора ни в пахотном, ни в метровом слоях почвы. Это объясняется, по всей вероятности, выносом элемента с урожаем и переходом значительной части внесенного фосфора удобрений в труднорастворимые формы при взаимодействии почвенного раствора с катионами поглощающего комплекса почвы. Аналогичные результаты получены Тукаловой и др. (1982) на обыкновенном черноземе Молдавии.

Калийный режим почв Центрального Предкавказья, как и всего Северного Кавказа, изучен значительно слабее, чем азотный и фосфатный, что объясняется, на наш взгляд, ложными представлениями о богатстве их доступным калием, основанными на несовершенстве методов его обнаружения, имевшем место до недавнего времени. Действительно, в почвах содержатся большие запасы валового калия, но даже при этом необходимо заботиться о поддержании достаточно высокого уровня калийного питания, особенно в условиях интенсификации земледелия.

Проведенные исследования показали, что обеспеченность почв обменным калием неодинакова: наибольшее количество в метровом слое содержится в обыкновенном черноземе (24,2 — 39,4 мг/100 г почвы), далее следует каштановая почва (13,4 — 28,8 мг), выщелоченный чернозем (8,4 — 19,7 мг). Наименее обеспечена дерново-глеевая почва (6,7 — 12,2 мг). Среднее за 18-летний период наблюдений содержание обменного калия в неудобренной почве составило в обыкновенном черноземе 29,0 г/почвы, каштановой почве — 21,4, выще-

лоченном черноземе — 12,6, дерново-глеевой почве — 8,6 мг/100 г.

Динамика обменного калия в течение вегетационного периода выражена в разных почвах и под разными культурами неодинаково: наиболее изменчиво его содержание в каштановой почве, обыкновенном и выщелоченном черноземах, мало изменялось оно под большинством культур в дерново-глеевой почве. Очевидно, такое положение обусловлено различием в климатических условиях и большой зависимостью содержания обменного калия от увлажнения почвы: при увлажнении оно увеличивается, при иссушении уменьшается.

В условиях равнинной и предгорной зон почва часто подвергается иссушению, а при поливах — увлажнению; сравнительно частые дожди в лесостепной зоне вызывают эффект полива. Попеременное иссушение и увлажнение ведет, соответственно, к снижению и увеличению количества обменного калия в этих почвах, что и установлено нашими наблюдениями.

В горно-лесном поясе наблюдается достаточное и избыточное увлажнение, дерново-глеевые почвы почти никогда не иссушаются, бывают хорошо увлажнены. Поэтому содержание обменного калия подвергается небольшим изменениям в основном под влиянием потребления растениями (на контроле).

Калийный режим почв был неодинаков и по ротациям севооборота: на контроле в каштановой почве содержание обменного калия в 1 — 2-й ротациях было почти одинаковым, однако в 3-й оно значительно возросло (на 9 мг в слое 0 — 20 см). В обыкновенном черноземе элемента больше обнаружено в 1-й и 3-й ротациях. Во 2-й накапливалось меньше обменного калия, хотя в общем обеспеченность находилась на уровне средней, иногда и повышенной.

Динамика обменного калия в выщелоченном черноземе характеризуется большой изменчивостью в 1-й ротации, когда количество его в слое 0 — 80 см многократно и резко падало и повышалось в пределах от 27 до 5 мг, особенно под клевером, озимой пшеницей,

поздней кукурузой, картофелем. Во 2-й и 3-й ротациях колебания и их амплитуда значительно сократились. Среднее содержание его в 1-й ротации на неудобренном варианте колебалось в пределах 16,3 — 8,6 мг, во 2-й — 19,7—10,9 мг, в 3-й — 11,8—11,6, в 4-й — 10,5—8,4 мг/100 г почвы, в среднем за весь период наблюдений — 12,6 мг/100 г.

В отличие от других дерново-глеевой почва имеет довольно стабильный калийный режим, о чем свидетельствуют показатели неудобренного варианта.

Четко выраженную сезонную динамику обменного калия в почвах установить трудно, но можно говорить о тенденции к уменьшению его в середине вегетации и некоторому увеличению в конце, хотя эта тенденция проявляется под разными культурами по-разному.

Применение калийных удобрений в составе NPK по-разному повлияло на калийный режим почв. На каштановой почве вносили сравнительно небольшие дозы калия (30 — 60 кг/га), тогда как с урожаем его выносилось довольно много. Поэтому под люцерной, подсолнечником, кукурузой на силос в 1-й ротации, люцерной во 2-й, озимой пшеницей в 3-й на удобренных вариантах его было меньше, чем на неудобренном, а под другими культурами удобренные варианты имели весьма незначительное преимущество. В среднем за период наблюдений по $N_2P_2K_2$ метровый слой содержал обменного калия 22,5 мг, по навозу + NPK — 22 мг против 21,4 мг/100 г на контроле; расчетный вариант тоже превосходил контроль на 1,0 мг/100 г почвы.

На обыкновенном черноземе действие удобрений на накопление обменного калия в метровом слое почвы тоже было неодинаковым под разными культурами и в большинстве случаев не сопровождалось увеличением его количества, за исключением озимой пшеницы (1978, 1981), кукурузы (1978), подсолнечника (1980). В среднем за период наблюдений одинарная доза NPK находилась на уровне контроля, расчетная доза превышала его на 3 мг, а $N_2P_2K_2$ и навоз + NPK уступали ему на 2,8 — 3,2 мг/100 г почвы.

На выщелоченном черноземе применяемые дозы калия были достаточно высокими (одинарная доза 40 — 90 кг/га), однако здесь удобренные варианты $N_2P_2K_2$ и навоз + NPK почти под всеми культурами (кроме клевера, 1977; кукурузы, 1984; озимой пшеницы, 1989) уступали неудобренному. По видимому, сказалось потребление калия растениями и фиксация обменного калия в необменную форму. В слое 0 — 20 см указанных вариантов в среднем обнаружено на 2,9 мг/100 г почвы меньше обменного калия, чем на контроле, а в слое 0 — 80 см — на 1,5 мг меньше в среднем за весь период наблюдений.

Иная картина наблюдалась в дерново-глеевой почве, где внесение в почву калийных удобрений, правда, в более высоких дозах (одинарная доза чаще 60 — 90 кг/га), под всеми культурами повышало содержание обменного калия в среднем за период наблюдений на 1,4 — 2,2 мг по $N_2P_2K_2$ и навозу + NPK, на 1,2 мг — по $N_2P_2K_2$ + известь, на 2,3 мг — по расчетному варианту. Положительное действие на накопление обменного калия оказывала и одинарная доза NPK, которая превосходила контроль на 0,4 мг/100 г. Применение ее на фоне известкования было более эффективным — количество обменного калия в среднем повысилось в метровом слое на 0,8 мг/100 г почвы, что свидетельствует о положительном влиянии известкования на калийный режим дерново-глеевой почвы. По накоплению обменного калия в почве этот вариант почти не уступал сочетанию навоза с NPK.

Содержание подвижных форм питательных веществ в почве подвергается изменениям не только в течение вегетации растений, но и по профилю почв. Наши исследования показали, что динамика по профилю основных типов почв происходит идентично в общих чертах, хотя имеются отдельные отклонения.

Динамика содержания аммония по профилю всех почв характеризуется большим однообразием: наибольшее количество сосредоточено в пахотном слое, с глубиной происходит его уменьшение, причем почти полная аналогия наблюдается в каштано-

вой почве и обыкновенном черноземе. Здесь одинаковы не только ход динамики по глубине, но и его параметры на соответствующих вариантах. В выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве картина аналогичная предыдущим с той лишь разницей, что в слое 0 — 20 см аммония накапливалось больше (4 — 6 мг/100 г), чем в каштановой почве и обыкновенном черноземе (3,5 мг). На всех почвах применение удобрений сопровождалось большим накоплением аммония во всех слоях, особенно 0 — 20 и 20 — 40 см, по сравнению с контролем. Их преимущество особенно четко проявилось в дерново-глеевой почве, несколько слабее — в выщелоченном черноземе. В почвах степной зоны разница была меньше. Из удобренных вариантов некоторое предпочтение можно отдать навозу + NPK в выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве, в остальных — $N_2P_2K_2$.

Количество нитратов в профиле всех почв изменяется аналогично аммонии, то есть с глубиной постепенно уменьшается. Максимум их приходится на пахотный слой (в обыкновенном черноземе — 0—40 см).

На всех типах почв применение удобрений в севообороте оказывает существенное влияние на абсолютные размеры накопления нитратов. За некоторым исключением максимум их приходится на пахотный горизонт. Исключения чаще всего наблюдаются в выщелоченном черноземе в связи с близким залеганием галечника, который способствует усилению фильтрации и, как следствие, большему промыванию нитратов в нижние слои почвы. Это обстоятельство приводит нередко к большему накоплению их в подпахотном слое, иногда и глубже. Такое явление может наблюдаться и в других почвах, особенно в условиях орошения и промывного водного режима.

Как показали наблюдения, удобрения способствуют обогащению всего метрового слоя почв, но в наибольшей степени — пахотного, несколько меньше — подпахотного. Наиболее отчетливо это проявилось в обыкновенном черноземе, обладающем наибольшей нитрификационной способно-

стью. На остальных типах почв эта закономерность действия удобрений тоже достаточно отчетлива и установлена под всеми культурами севооборота.

Количество подвижного фосфора в каштановой почве и обыкновенном черноземе по глубине изменяется аналогично, в направлении уменьшения с глубиной. Систематическое применение удобрений привело к обогащению подвижными фосфатами пахотного (0 — 20 см) слоя в большей степени и подпахотного (20 — 40 см). В выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве динамика фосфора по профилю существенно отличается: количество его сверху вниз уменьшается до слоя 40 — 60 см в первой и 20 — 40 см — во второй почве, а потом значительно возрастает, намного превышая уровень содержания в пахотном слое. Надо полагать, что решающее значение для растений имеют все-таки запасы подвижного фосфора, которые сосредоточены в пахотном слое.

Неодинаково происходит и динамика обменного калия по профилю почв: в каштановой почве, обыкновенном и выщелоченном черноземах содержание его с глубиной постепенно уменьшается, тогда как в дерново-глеевой почве уменьшение происходит до 20 — 40 см, глубже наблюдается постепенное увеличение.

Обобщенные данные по материалам многолетних наблюдений за динамикой питательного режима основных типов почв рассматриваемого региона представлены в таблице 15.1.1. Они показывают, что содержание питательных веществ изменяется не только в течение вегетации растений, но и от ротации к ротации севооборота. На всех почвах в 1-й ротации аммиачного азота было больше, чем во 2-й на 27,6 — 85,5% в варианте без удобрений. В 3-й ротации в каштановой и дерново-глеевой почвах — соответственно на 0,39, 1,17 и 1,86 мг/100 г почвы, в выщелоченном черноземе количество азота снизилось на 0,66 мг. Уровень 1-й ротации был превзойден лишь в обыкновенном черноземе.

Применение удобрений сказывалось по-

разному на накоплении аммиачного азота: в каштановой почве в первых двух ротациях повышалось, в 3-й снижалось, в большей степени по навозу + NPK, а в целом за 3 ротации повышалось количество $N - NH_4$ в слое 0 — 20 см при внесении N_2P_2K , на 0,07 мг/100 г и снижалось по навозу + NPK на 0,08 мг/100 г почвы. В остальных почвах, за исключением 1-й ротации на выщелоченном черноземе, преимущество систем удобрения в севообороте было бесспорным: превышение над контролем составило в среднем за 3 ротации 0,23 — 0,31 мг в обыкновенном, 0,23 — в выщелоченном, 0,15 — 0,46 мг/100 г — в дерново-глеевой почве, или соответственно 7,8 — 10,5, 7,2 и 3,8 — 11,6%. Лучшее действие проявила минеральная система на каштановой почве и обыкновенном черноземе, на выщелоченном действие минеральной и органо-минеральной системы было одинаковым, а на дерново-глеевой почве лучшей была органо-минеральная система.

По содержанию нитратного азота без применения удобрений почвы отличались следующим образом: в каштановой почве и обыкновенном черноземе оно последовательно повышалось от 1-й к 3-й ротации, а в выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве — во 2-й и несколько (на 0,07 — 0,21 мг/100 г) снижалось в 3-й, при этом уровень их содержания в 3-й ротации был соответственно в 2,7 и 1,6 раза выше, чем в 1-й.

Применение систем удобрения в севообороте на всех почвах и во всех ротациях оказало устойчивое положительное действие на накопление нитратного азота в пахотном слое: в среднем за 3 ротации превышение их над неудобренным вариантом составило на каштановой почве 0,20 — 0,34, обыкновенном черноземе — 0,37—0,57, выщелоченном — 0,20—0,25, дерново-глеевой почве — 0,16—0,29 мг/100 г почвы (или соответственно 17,7 — 30,0, 26,1 — 40,1, 40,0 — 50,0 и 22,9 — 41,4%).

Наибольшим накоплением отличался обыкновенный чернозем, наименьшим — выщелоченный. На дерново-глеевой почве некоторое предпочтение можно отдать ор-гано-минеральной системе, на остальных

СОДЕРЖАНИЕ ДОСТУПНЫХ ФОРМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЛОЕ ПОЧВЫ 0 — 20 см
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ И РОТАЦИИ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА
(кг/100 г почвы, среднее за 1972 — 1987 гг.)

Вариант	N - NH ₄				N - NO ₃				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	1	2	3	среди.	1	2	3	среди.	1	2	3	среди.	1	2	3	среди.
Каштановая почва																
Без удобрений	4,03	2,33	2,72	3,03	0,68	0,79	1,92	1,13	1,9	1,0	3,2	2,0	33,6	31,2	40,7	35,2
N ₂ P ₂ K ₂	4,27	2,95	2,17	3,10	0,72	1,31	2,35	1,47	4,4	2,3	5,1	3,9	37,1	36,6	44,5	39,4
Навоз + NPK	4,04	2,72	2,08	2,95	0,72	1,08	2,21	1,33	3,9	2,3	4,7	3,6	33,9	33,4	44,4	37,2
Обыкновенный чернозем																
Без удобрений	3,03	2,02	3,88	2,95	0,88	1,42	1,99	1,42	1,4	0,8	2,0	1,4	46,4	34,2	42,9	41,2
N ₂ P ₂ K ₂	3,26	2,41	4,11	3,26	1,67	1,85	2,46	1,99	4,6	2,1	4,4	3,7	37,7	39,6	37,8	38,4
Навоз + NPK	3,26	2,41	3,80	3,18	1,40	1,88	2,10	1,79	3,8	2,1	4,4	3,4	36,9	38,2	35,5	36,9
Выщелоченный чернозем																
Без удобрений	3,96	3,07	2,41	3,18	0,23	0,68	0,61	0,50	17,3	17,4	14,8	16,5	17,4	17,3	13,4	16,0
N ₂ P ₂ K ₂	3,65	3,34	3,18	3,41	0,34	0,95	0,95	0,75	12,9	20,2	15,9	16,3	11,8	15,2	12,4	13,1
Навоз + NPK	3,96	3,26	3,03	3,41	0,23	0,90	0,97	0,70	13,5	18,1	15,9	15,8	10,5	14,2	14,7	13,1
Дерново-глеевая почва																
Без удобрений	5,12	2,79	3,96	3,96	0,45	0,93	0,72	0,70	6,7	7,4	5,1	6,4	6,2	6,7	7,2	6,7
N ₂ P ₂ K ₂	5,74	3,18	4,19	4,35	0,61	1,49	0,81	0,97	9,2	9,8	7,2	8,7	9,1	9,0	11,6	9,9
Навоз + NPK	6,21	2,79	4,35	4,42	0,57	1,40	0,99	0,99	9,7	10,1	6,6	8,8	8,5	10,7	10,5	9,9
N ₂ P ₂ K ₂ + изв.	5,51	2,56	4,19	4,11	0,47	1,29	0,84	0,86	9,8	9,8	6,2	8,6	7,9	9,0	9,1	8,7

почвах преимущество имеет минеральная. На дерново-глеевой почве положительное влияние оказывало известкование в сочетании с минеральной системой удобрения.

По суммарному содержанию аммиачного и нитратного азота в подпахотном слое преимущество (в пределах 0,08 — 0,29 мг) имела минеральная ($N_2P_2K_2$) система на каштановой почве, обыкновенном и выщелоченном черноземах и лишь на дерново-глеевой почве — органо-минеральная (навоз + NPK — 0,09 мг/100 г почвы). Наибольшее накопление доступного азота под действием удобрений по сравнению с контролем происходит в обыкновенном черноземе (0,88 мг) и дерново-глеевой почве (0,75 мг), далее следуют выщелоченный чернозем (0,48 мг) и каштановая почва (0,41 мг).

Длительное применение удобрений в севообороте обеспечило содержание доступного минерального азота в слое 0 — 20 см в количестве 4,5 — 5,4 мг/100 г почвы в рассматриваемых почвах, что можно считать оптимальным с учетом полученной продуктивности севооборота. Не принимая во внимание азот, усвоенный растениями для формирования урожая, на удобренных вариантах всех почв в слое 0 — 20 см элемента накапливается: от 102,7 в каштановой до 162,3 кг/га азота в дерново-глеевой почве, тогда как без удобрений — соответственно 99,8 и 139,8 кг/га.

Однако в наших условиях растения потребляют питательные вещества не только из пахотного, но и всего метрового слоя почв, в котором запасы этих веществ значительно больше: без удобрений 347 кг/га — в каштановой почве, 335 — в выщелоченном, 410 — в обыкновенном черноземе, 466 — в дерново-глеевой почве. При длительном применении удобрений запасы минерального азота в метровой толще значительно возрастают: на 31 — 114 кг/га в каштановой почве, на 38—164 — в обыкновенном, на 42 — 100 — в выщелоченном черноземе, на 68 — 156 — в дерново-глеевой почве. Наименьшее увеличение запасов азота характерно одинарной дозе NPK, наибольшее — расчетному варианту. Из эквивалентных вари-

антов лучшим на дерново-глеевой почве является навоз + NPK, на остальных — $N_2P_2K_2$.

Фосфатный режим почв в течение трех ротаций севооборота подвергается заметным изменениям под влиянием выращиваемых культур и вносимых удобрений. Без внесения удобрений пахотный слой каштановой почвы и обыкновенного чернозема обеднялся подвижным фосфором в значительной степени: во 2-й ротации его обнаружено меньше, чем в 1-й, на 0,90 — в каштановой и на 0,60 мг/100 г — в обыкновенном черноземе. В выщелоченном черноземе количество его не изменилось, а в дерново-глеевой почве увеличилось на 0,7 мг (10,4%). В 3-й ротации севооборота в первых двух почвах оно увеличилось в 3,2 — 2,5 раза, а остальных уменьшилось на 2,6 и 2,3 мг/100 г (на 14,9 — 31,0%).

Длительное систематическое применение удобрений в севообороте слабо отразилось на содержании подвижного фосфора в выщелоченном черноземе (уменьшение на 0,2 — 0,7 мг/100 г почвы в слое 0 — 20 см) и значительно в сторону увеличения в остальных почвах: в каштановой в среднем количество подвижного фосфора повысилось в 1,80 — 1,95 раза по сравнению с контролем, в обыкновенном черноземе — в 2,4—2,6 раза, в дерново-глеевой — на 2,2 — 2,4 мг (34 — 38%). На первых трех почвах лучшие результаты дала минеральная, на последней — органо-минеральная система. Эффективным было и известкование этой почвы: по накоплению подвижного фосфора $N_2P_2K_2$ + известь находилось на уровне $N_2P_2K_2$ в среднем за 3 ротации.

Естественные запасы подвижного фосфора в пахотном слое каштановой почвы и обыкновенного чернозема сравнительно невелики — 48 и 39 кг/га, в 4 раза больше они в дерново-глеевой почве (192 кг/га), еще больше — в выщелоченном черноземе (462 кг/га). Однако под влиянием длительного применения удобрений в севообороте они в первых двух почвах возросли в 1,8 — 2,5 раза, в дерново-глеевой — в 1,3 — 1,4 раза, а в выщелоченном черноземе уменьшились на 6 — 20 кг/га.

Содержание обменного калия в пахотном слое почв в течение трех ротаций севооборота изменялось во многом аналогично подвижному фосфору (без применения удобрений), то есть в каштановой почве и обыкновенном черноземе от 1-й ко 2-й ротации оно снижалось (происходило обеднение, причем сильнее во второй почве), а в 3-й вновь возросло, превышая уровень 1-й ротации в каштановой почве и намного уступая ему в обыкновенном черноземе. В выщелоченном черноземе в течение первых двух ротаций количество обменного калия оставалось неизменным, а в 3-й снизилось на 3,0 мг/100 г почвы. В дерново-глеевой почве наблюдалась тенденция к повышению от 1-й к 3-й ротации. Обращает на себя внимание практически одинаковое количество подвижного фосфора и обменного калия в этих двух почвах.

Систематическое применение удобрений, в том числе калийных, по-разному отразилось на содержании обменного калия в пахотном слое: в каштановой и дерново-глеевой почвах в среднем за 18 лет произошло повышение, а в выщелоченном и обыкновенном черноземах — снижение на 3 — 4 мг/100 г почвы. В то же время на всех почвах значительно возросла продуктивность севооборота. Следовательно, в черноземах более интенсивно идут процессы мобилизации почвенных запасов калия.

Сравнивая между собой почвы по запасам обменного калия в пахотном слое неудобренного варианта, можно обнаружить следующую закономерность: от почв равнинной зоны к почвам лесополосного пояса идет снижение этих запасов в 4 — 5 раз, в противоположном направлении изменяются запасы подвижного фосфора. В каштановой почве и обыкновенном черноземе сравнительно невелико содержание фосфора (39 — 48 кг/га) и достаточно значительны запасы обменного калия (845 — 1071 кг/га). Количество этих питательных веществ в выщелоченном черноземе практически одинаково (462 и 448 кг/га) и находится на высоком уровне. В дерново-глеевой почве они также почти одинаковы (192 и 201 кг/га), но в два с лишним ра-

за меньше, чем в выщелоченном черноземе.

Наши исследования показывают, что в метровом профиле рассматриваемых почв сосредоточены еще большие запасы подвижного фосфора и обменного калия, чем в пахотном. Особенно это касается обменного калия во всех почвах и подвижного фосфора в выщелоченном черноземе и дерново-глеевой почве. Применение удобрений в севообороте в течение 3-х ротаций значительно повысило запасы подвижного фосфора по сравнению с неудобренным контролем в каштановой и дерново-глеевой почвах и обыкновенном черноземе; запасы обменного калия в каштановой и дерново-глеевой почвах; снизило (на 1 — 5%) количество подвижного фосфора в выщелоченном черноземе и обменного калия в обоих подтипах чернозема (на 11 — 13%). Расчетная доза NPK на всех почвах значительно увеличивала количество подвижных форм всех питательных веществ и их запасы в метровой толще.

Сравнивая между собой изучаемые типы почв, можно отметить, что содержание минерального азота (суммы аммиачного и нитратного) в зональном разрезе увеличивается от каштановой почвы (4,16 мг/100 г почвы) к дерново-глеевой (4,66 мг) без внесения удобрений (несколько выпадает выщелоченный чернозем — 3,68 мг, в котором интенсивно идут процессы вымывания в галечниковый слой). В таком же направлении уменьшается количество обменного калия; содержание подвижного фосфора увеличивается от каштановой почвы и обыкновенного чернозема (они бедны им) к выщелоченному, затем в дерново-глеевой почве оно вновь снижается.

Эффективность применения фосфорных и калийных удобрений в большой степени согласуется с указанной закономерностью изменения содержания доступных форм фосфора и калия в пахотном слое. Что касается азотных удобрений, то их эффективность не всегда обусловлена показателями содержания минерального азота в пахотном слое: в дерново-глеевых почвах оно больше, чем в других, а эффективность азотных удобре-

ний, тем не менее, выше. По-видимому, в этом случае играет роль содержание минерального азота в большом слое, по крайней мере в метровом, а не только в пахотном; кроме того, важное значение имеют условия минерализации азотистых веществ, которые в дерново-глеевой почве значительно хуже, чем в почвах степной зоны.

На основании полученных и обобщения литературных данных можно считать, что оптимальным содержанием подвижного фосфора в каштановой почве и обыкновенном черноземе является 3,4 — 3,5, в выщелоченном — 13—16, дерново-глеевой почве — 10—12 мг/100 г почвы; по обменному калию соответственно: 34—37 — в каштановой почве, 35—40 — в обыкновенном, 15—18 — в выщелоченном черноземе, 10—15 мг/100 г — в дерново-глеевой почве.

Полученные экспериментальные данные имеют не только научное, но и практическое значение. В первую очередь, они придают уверенность в том, что систематическое применение удобрений позволяет не только получать высокий урожай, но и добиваться, как минимум, сохранения плодородия почвы, а во многих случаях — улучшения питательного режима.

Данные по сезонной динамике минеральных форм азота показали, что во всех почвах, особенно выщелоченном черноземе, подстилаемом галечником, в почве содержится мало азота, доступного растениям, из-за неблагоприятных условий минерализации азотистых веществ почвы. Поэтому для озимых культур и многолетних трав необходима ранневесенняя подкормка азотом из расчета N_{30-40} для ускорения ростовых процессов.

Для яровых культур необходимо вносить азот в качестве основного удобрения под предпосевную культивацию для обеспечения оптимального азотного питания растений. Летний минимум нитратов и аммония в почве служит основанием для проведения азотных подкормок многих культур, особенно озимой пшеницы (в период колошения-цветения) и кукурузы.

Постепенное уменьшение количества нит-

ратов с глубиной во всех почвах свидетельствует о наличии промывания их нисходящим током воды, поэтому нитратосодержащие удобрения, в частности аммиачную селитру, не следует вносить заблаговременно осенью, под озимые лучше вносить ее перед посевом, а под яровые культуры — весной, под предпосевную культивацию.

Концентрация подвижного фосфора в почвах рано весной бывает небольшой, в то же время в фосфоре растения остро нуждаются в самом начале вегетации, а затем и в дальнейшем, поэтому с посевом всех яровых культур следует применять припосевное внесение гранулированного суперфосфата из расчета P_{10-20} или аммофоса, диаммофоса, нитроаммофоса (0,3 — 0,5 ц/га).

Исследования показали, что даже при систематическом внесении высоких доз фосфора (120 — 180 кг/га) в пахотном слое почв не происходило значительного накопления подвижного фосфора. На наш взгляд, это объясняется сравнительно быстрым переходом подвижного фосфора в менее подвижную форму при участии карбонатов кальция и магния в почвах щелочного ряда и оксидов алюминия и железа — в почвах кислого ряда.

В этих условиях было бы заблуждением рассчитывать на заметное перемещение фосфорных удобрений, внесенных в подкормку, по профилю почвы к корням растений. Отсюда следует практический вывод — не увлекаться внесением суперфосфата в подкормку, особенно на посевах озимых культур, где он будет заделан неглубоко, а вносить большую часть запланированной нормы под зяблевую вспашку в виде гранулированного суперфосфата.

В выщелоченном черноземе за 18 лет систематического применения удобрений не произошло увеличения количества подвижного фосфора по двойной дозе NPK и навозу + NPK, что указывает на необходимость ежегодного внесения фосфорного удобрения хотя бы в умеренных дозах (60 — 90 кг/га). В дерново-глеевой почве отмечено небольшое накопление (2,2 — 2,4 мг/100 г почвы) подвижного фосфора в пахотном слое, однако и здесь следует ежегодно вно-

сить фосфор, особенно под зерновые культуры и бобовые травы.

В каштановой почве и обоих подтипах черноземов не отмечено перемещения калия внесённых удобрений по профилю, поэтому калийные удобрения следует вносить под зяблевую вспашку. В дерново-глеевой почве имеет место заметное обогащение не только пахотного, но и подпахотных слоев до 60 см. Это можно считать основанием для применения калийной подкормки под бобовые травы и картофель (в последнем случае при наличии сернокислого калия в качестве удобрения).

Практическим работникам следует обратить внимание на то, что в обоих подтипах черноземов при систематическом применении калийных удобрений в севообороте количество обменного калия не увеличивалось по сравнению с неудобренным вариантом, а даже уменьшалось в среднем за 3 ротации севооборота (приблизительно на 9 — 145% от запасов контроля в метровом слое). Хотя запасы обменного калия в этих почвах достаточно большие (3500 — 1300 кг/га), тем не менее калийные удобрения, пусть даже в небольших дозах (30 — 60 кг/га K_2O), следует вносить для поддержания допустимого уровня дефицита калия в балансе рассматриваемого региона.

15.2. Динамика плодородия почв по результатам систематического агрохимического обследования

С созданием Государственной агрохимической службы страны (1964 г.) началось проведение крупномасштабного агрохимического картографирования почв сельскохозяйственных угодий с целью их агрохимической оценки и контроля за изменением плодородия почв. Выполнение этих задач в Республике Северная Осетия-Алания было возложено на созданную тогда Северо-Осетинскую республиканскую агрохимлабораторию (с 1999 г. — Государственная станция агрохимической службы «Северо-Осетинская»). Агрохимическому обследованию подлежали почвы всех типов сельскохозяйственных угодий колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий.

За 30 лет, с 1965 по 1995 г., была проведена огромная работа и собран большой материал по агрохимическому обследованию и картографированию почв сельхозугодий колхозов и совхозов республики. За указанный период проведены циклы агрохимического обследования почв: 7 — пашни и многолетних насаждений; 5 — сенокосов и пастбищ по определению содержания подвижного фосфора, обменного калия и кислотности; по 2 — по определению содержания подвижной серы и гумуса.

Результаты агрохимического обследования почв используются для разработки рекомендаций по применению экологически безопасных доз удобрений в колхозах, совхозах и фермерских хозяйствах, научно обоснованного определения потребности и распределения минеральных удобрений на всех уровнях землепользования, установления тенденции в изменении почвенного плодородия.

В основе агрохимического обследования почв лежит отбор смешанных образцов и проведение массовых анализов, по результатам которых составляются агрохимические картограммы содержания доступных для растений форм питательных веществ и кислотности для каждого конкретного поля хозяйства.

Периодичность агрохимического обследования и размеры элементарного участка были определены на основе методических указаний по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий (1994 г.) в зависимости от вида их и почвенно-климатических особенностей. Был установлен 4 — 5-годичный цикл обследования, т. е. почвы каждого конкретного хозяйства подвергались агрохимическому обследованию в среднем через каждые 4 — 5 лет.

Размеры элементарных участков были приняты следующие: пашня богарная — 5 га, пашня орошаемая — 2,5, многолетние насаждения — 2,5, сенокосы — 10, пастбища — 25 га.

На каждом элементарном участке отбирался смешанный образец, составляемый из 15 — 20 индивидуальных проб, взятых тро-

По Чирикову		Группа	Содержание	По Мачигину	
P ₂ O ₅	K ₂ O			P ₂ O ₅	K ₂ O
<20	<20	I	очень низкое	<10	<10
21 — 50	21 — 40	II	низкое	11 — 15	101 — 200
51 — 100	41 — 80	III	среднее	16 — 30	201 — 300
101 — 150	81 — 120	IV	повышенное	31 — 45	301 — 400
151 — 200	121 — 180	V	высокое	46 — 60	401 — 600
> 200	> 180	VI	очень высокое	> 60	> 600

стевым буром равномерно вдоль длинной оси участка (маршрутный способ).

Агрохимические анализы почв выполнялись согласно утвержденным ГОСТам: подвижный фосфор и обменный калий в карбонатных почвах — по методу Мачигина (в 1% углеаммонийной вытяжке), в некарбонатных почвах — по методу Чирикова (в 0,5 н уксусно-кислой вытяжке), гумус определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, кислотность — в 1 н КСl вытяжке с помощью рН-метра, подвижную серу — по методу ЦИНАО (в 1 н КСl вытяжке с последующим осаждением сульфатов хлористым барием и турбидиметрическим определением их в виде сульфата бария по оптической плотности взвеси).

В основу картирования была положена нижеследующая группировка почв по содержанию подвижного фосфора и обменного калия (мг/кг) (табл. 15.2.1).

За 7 циклов агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий Республики Северная Осетия-Алания был собран значительный материал для агрохимической оценки почв каждого конкретного хозяйства, районов и республики в целом. В настоящей работе приводятся результаты агрохимической характеристики почв пашни, многолетних насаждений, сенокосов, пастбищ и сельскохозяйственных угодий в целом по республике по всем циклам обследования; отмечаются площади пахотных почв с различным содержанием подвижного фосфора, обменного калия, кислотности и гумуса по районам по последнему циклу агрохимического обследования.

Обобщение полученных в течение 30 лет обследования результатов свидетельствует о неоднородности почв республики по содержанию гумуса, подвижного фосфора, серы, обменного калия, степени кислотности. В целом плодородие почв РСО-А варьирует не только по районам и хозяйствам, но и внутри конкретного хозяйства по полям и участкам.

Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почв. Проведенный в 1965 — 1968 гг. первый цикл обследования показал, что около 60% пахотных почв республики бедны фосфором, 23% — со средним содержанием, и только 17,3% от обследованной площади занимают почвы с высоким содержанием подвижного фосфора (табл. 15.2.2).

После второго цикла агрохимического обследования (1969 — 1972 гг.) площади с низким содержанием фосфора уменьшились на 16,3%, соответственно увеличились площади со средним содержанием на 6%, с высоким — на 10,2%.

Анализируя данные третьего цикла агрохимического обследования (1973 — 1977 гг.) следует отметить, что часть площадей с очень низким содержанием подвижного фосфора (4,3%) перешла в группу с низким содержанием этого элемента, что является положительным фактором в динамике содержания фосфора в почвах. В то же время увеличились площади почв со средним содержанием фосфора за счет уменьшения площадей с повышенным содержанием, т. е. произошла как бы стабилизация среднего содержания фосфора в почвах республики.

В дальнейшем, из года в год, от цикла к

Таблица 15.2.2

ПЛОЩАДИ ПАХОТНЫХ ПОЧВ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию подвижного фосфора				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое
I	1965 — 1968	тыс. га, %	193,9	189,8	68,7	44,8	43,5	19,7	8,0
II	1969 — 1972	тыс. га, %	193,9	98,0	36,2	23,6	22,9	10,4	4,2
III	1973 — 1977	тыс. га, %	193,9	184,9	37,4	43,1	53,4	26,1	12,9
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	194,8	95,0	20,2	23,3	28,9	14,1	7,0
V	1983 — 1986	тыс. га, %	196,2	185,9	29,6	51,7	60,4	18,2	16,2
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	197,1	96,0	15,9	27,8	32,5	9,8	8,7
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	194,0	190,4	21,3	45,9	57,3	34,8	18,9
				98,0	11,2	24,1	30,1	18,3	9,9
				191,6	5,4	25,3	77,0	40,6	28,4
				98,0	2,8	13,2	40,2	21,2	14,8
				189,4	7,4	22,7	70,7	37,3	27,7
				96,0	3,9	12,0	37,3	19,7	14,6
				189,2	5,9	26,3	67,2	37,1	25,3
				97,0	3,1	13,9	55,5	19,6	13,4
									5,1
									2,7
									12,0
									6,5
									9,8
									5,3
									12,2
									6,4
									14,9
									7,8
									23,7
									12,5
									27,4
									14,5

Таблица 15.2.3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ПАХОТНЫХ ПОЧВ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА ПО РАЙОНАМ ПО ДАННЫМ VII ЦИКЛА (1991 — 1995 гг.) АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

№ п/п	Наименование районов	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию подвижного фосфора				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое
1.	Алагирский	тыс. га, %	10,1	9,9	0,30	2,90	3,6	1,5	0,50
2.	Ардонский	тыс. га, %	20,9	98,0	2,60	29,80	36,1	14,9	5,00
3.	Дигорский	тыс. га, %	15,1	20,9	0,80	4,90	5,3	3,1	1,90
4.	Ирафский	тыс. га, %	11,6	100,0	3,90	23,40	25,4	14,7	8,90
				15,1	0,03	1,20	5,5	3,9	2,60
				100,0	0,20	7,80	36,7	26,0	17,30
				11,6	0,40	4,10	4,2	1,1	0,40
				100,0	3,60	35,00	36,3	9,4	3,90
									1,1
									11,6
									4,9
									23,7
									1,8
									12,0
									1,4
									11,8

Продолжение

5.	Кировский	тыс. га, %	17,3	17,3	0,50	1,50	5,7	3,9	3,10	2,6
6.	Моздокский	тыс. га, %	67,7	100,0	2,90	8,60	33,0	22,3	17,90	15,3
7.	Правобережный	тыс. га, %	25,6	94,0	5,10	11,30	28,4	14,1	6,2	4,3
8.	Пригородный	тыс. га, %	25,8	100,0	0,10	1,80	44,8	22,3	9,8	6,7
					0,60	6,90	10,6	4,6	4,7	3,8
					0,50	2,80	41,3	17,9	18,4	14,9
					1,80	10,90	3,9	4,9	5,8	7,5
							15,3	19,5	23,0	29,5

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПОД МНОГОЛЕТНИМИ НАСАЖДЕНИЯМИ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.4

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию подвижного фосфора				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое
I	1965 — 1968	тыс. га, %	9,9	9,8	2,4	3,1	2,4	1,3	0,2
II	1969 — 1972	тыс. га, %	10,1	99,0	24,5	31,6	24,5	13,3	2,0
III	1973 — 1977	тыс. га, %	10,0	9,3	1,3	2,0	2,6	2,0	0,8
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	9,0	92,0	14,0	21,5	28,0	21,5	8,6
V	1983 — 1986	тыс. га, %	8,6	8,8	0,3	2,7	2,4	1,2	1,3
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	7,7	88,0	3,4	30,7	27,3	13,6	14,8
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	7,1	8,9	0,4	1,3	31,5	14,6	1,7
				99,0	4,5	14,6	2,3	2,4	1,3
				97,0	3,6	12,0	27,6	29,0	15,8
				7,7	—	0,6	2,3	2,0	1,3
				100,0	—	7,8	29,9	25,9	16,9
				6,6	0,2	0,8	1,6	1,4	1,3
				93,0	3,0	12,1	24,3	21,2	19,7

циклу, по мере применения все возрастающих доз органических и минеральных удобрений, вплоть до окончания шестого цикла агрохимического обследования (1987 — 1990 гг.) происходило уменьшение площадей с низким содержанием фосфора и увеличение площадей со средним и высоким содержанием, т. е. наблюдалось постепенное улучшение фосфатного режима почв.

Сложившиеся в последние годы неблагоприятные экономические условия в стране и республике, резкое снижение применения органических и минеральных удобрений, полное прекращение известкования кислых почв и работ по комплексному агрохимическому окультуриванию полей (КАХОП) затормозили процесс улучшения агрохимических показателей почв, в т. ч. по содержанию подвижного фосфора.

Поэтому после VII цикла (1991 — 1995 гг.) агрохимического обследования площади пахотных почв с очень низким и низким содержанием фосфора вновь увеличились на 1,1% по сравнению с VI циклом, а площади со средним содержанием уменьшились на 1,8%. Часть площадей с высоким содержанием фосфора перешла в группу с очень высоким содержанием, по-видимому, за счет более интенсивно удобряемых полей.

В настоящее время удельный вес пахотных почв с низкой обеспеченностью фосфором составляет 17%, средней — 35,5% и высокой — 47,5% ко всей обследованной площади. Как видно из приведенных данных, произошел позитивный сдвиг в повышении плодородия пахотных почв по содержанию в них фосфора по сравнению с результатами I-го цикла агрохимического обследования (1965 — 1968 гг.).

О современном состоянии пахотных почв по содержанию подвижного фосфора в районах республики можно судить по данным таблицы 15.2.3. Больше почв с низким содержанием этого элемента в процентном отношении находится в Ирафском районе — 38,6% от обследованной пашни, затем в Алагирском — 32,6% и Ардонском — 27,3%. В то же время в Дигорском, Кировском, Правобережном и Пригородном районах — более 80% пахотных почв с высоким и сред-

ним содержанием фосфора. В этом плане лучше выглядит Пригородный район, где 72% и 15,3% соответственно занимают почвы с высокой и средней обеспеченностью подвижным фосфором и только 12,7% — пашни с низким содержанием.

Рассматривая данные семи циклов агрохимического обследования почв под многолетними насаждениями по содержанию подвижного фосфора (табл. 15.2.4) следует сказать, что динамика обеспеченности их элементом в течение 30 лет складывалась аналогично той, которую мы наблюдали на пашне, т. е. площади с низкообеспеченными подвижным фосфором почв после первого цикла обследования постепенно уменьшались до VI цикла, и затем после VII цикла вновь увеличились до уровня V цикла. Одновременно шло увеличение площадей почв с повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора.

После завершения первого цикла агрохимического обследования земель под многолетними насаждениями (1965 — 1968 гг.) оказалось, что более 56% сравнительно небольшой площади садов (9,9 тыс. га) низко обеспечено фосфором, 25,5% — средне, а 19,4% площади отмечается повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора. В течение последних 25 лет произошел существенный сдвиг в повышении фосфатного уровня в садах, что явилось следствием проведения рациональных агрономических мероприятий в садах.

В последние годы общая площадь садов значительно сократилась, однако 60% оставшихся площадей хорошо обеспечены фосфором. В то же время к 1990 г. в республике не оставалось почв под многолетними насаждениями с очень низким содержанием фосфора, а к завершению VII цикла обследований они снова появились в количестве около 200 га. Параллельно увеличились и площади с низким содержанием этого элемента, за счет уменьшения площадей со средним и повышенным содержанием. Причиной такого положения, по-видимому, является прекращение применения в садах удобрений в последние годы.

ПЛОЩАДИ ПОЧВ СЕНОКОСОВ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА
ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.5

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию подвижного фосфора				
					очень низкое	низкое	среднее	повышен- ное	очень высокое
I	1973 — 1977	тыс. га, %	12,1	9,6	0,9	5,2	2,8	0,1	0,3
II	1978 — 1982	тыс. га, %	12,1	79,0	9,4	54,2	29,2	1,0	3,1
III	1983 — 1986	тыс. га, %	12,0	85,0	3,2	3,2	2,9	0,6	0,2
IV	1987 — 1990	тыс. га, %	11,9	11,5	31,1	31,1	28,2	5,8	1,9
V	1991 — 1995	тыс. га, %	12,6	96,0	4,1	3,0	2,4	1,2	0,5
				11,5	33,9	26,8	21,4	10,7	4,5
				97,0	2,2	3,3	4,4	0,7	0,6
				11,0	19,1	28,7	38,3	6,1	5,2
				87,0	1,7	3,2	3,5	1,3	0,7
					15,5	29,1	31,8	11,8	6,4

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПАСТБИЩ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА ПО
ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.6

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию подвижного фосфора				
					очень низкое	низкое	среднее	повышен- ное	очень высокое
I	1973 — 1977	тыс. га, %	55,3	40,0	2,8	20,2	10,1	0,9	3,6
II	1978 — 1982	тыс. га, %	53,6	72,0	7,0	50,5	25,2	2,3	9,0
III	1983 — 1986	тыс. га, %	52,2	46,5	8,1	10,5	14,4	5,0	4,3
IV	1987 — 1990	тыс. га, %	51,7	87,0	17,4	22,6	31,0	10,7	9,3
V	1991 — 1995	тыс. га, %	47,5	51,4	10,0	12,2	13,7	6,6	6,1
				98,0	19,4	23,7	26,6	12,8	11,8
				51,0	5,2	8,2	20,8	8,4	5,1
				99,0	10,2	16,0	40,8	16,5	10,0
				45,6	4,7	10,2	15,4	7,8	4,9
				96,0	10,3	22,4	33,8	17,1	10,7

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ УГОДЬЯМИ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.7

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию подвижного фосфора				
					очень низкое	низкое	среднее	повышен- ное	очень высокое
I	1965 — 1968	тыс. га, %	271,2	199,6	71,1	47,9	45,9	21,0	8,2
II	1969 — 1972	тыс. га, %	271,4	74,0	35,6	24,0	23,0	10,5	4,1
III	1973 — 1977	тыс. га, %	271,3	194,2	38,3	45,1	56,0	28,1	13,7
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	269,5	72,0	19,7	23,2	28,8	14,4	7,1
V	1983 — 1986	тыс. га, %	269,0	244,3	33,6	79,8	75,7	20,4	20,2
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	268,4	90,0	13,8	32,6	31,0	8,4	8,3
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	261,2	256,1	12,9	23,7	77,4	41,7	25,0
				95,0	19,8	41,5	95,4	50,8	9,8
				262,9	7,5	15,8	36,3	19,3	35,2
				259,6	14,8	34,8	98,2	48,4	13,4
				97,0	5,7	13,4	37,8	18,6	32,6
				252,4	12,5	40,5	87,7	47,6	12,6
				97,0	4,9	16,1	34,7	18,8	29,8
									11,8
									13,6

ПЛОЩАДИ ПАХОТЫХ ПОЧВ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ ОБМЕННОГО КАЛИЯ ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.8

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию обменного калия				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	очень высокое
I	1965 — 1968	тыс. га, %	193,9	189,8	2,7	15,0	60,9	66,4	13,3
II	1969 — 1972	тыс. га, %	193,9	98,0	1,4	7,9	32,1	35,0	7,0
III	1973 — 1977	тыс. га, %	193,9	184,9	3,7	45,9	53,8	38,1	9,1
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	194,8	95,0	2,0	24,8	29,1	20,6	4,9
V	1983 — 1986	тыс. га, %	196,2	185,9	5,6	15,4	63,6	47,4	16,2
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	197,1	96,0	3,0	34,2	34,2	25,5	8,7
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	194,0	190,4	0,2	21,1	40,6	76,0	11,6
				98,0	0,1	11,1	21,3	39,9	21,5
				191,6	—	13,0	36,2	63,2	56,3
				98,0	—	6,8	18,9	33,0	29,4
				189,4	—	2,3	17,6	60,8	73,5
				96,0	—	1,2	9,3	32,1	38,8
				189,2	1,1	1,7	10,8	49,9	74,2
				98,0	0,6	0,9	5,7	26,4	39,2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ПАХОТНЫХ ПОЧВ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОБМЕННОГО КАЛИЯ ПО РАЙОНАМ РЕСПУБЛИКИ ПО ДАННЫМ VII ЦИКЛА (1991 — 1995 гг.)
АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.9

№ п/п	Наименование районов	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию обменного калия					
					очень низкое	низкое	среднее	повышен- ное	высокое	очень высокое
1.	Алагирский	тыс. га, %	10,1	9,9	—	—	0,70	3,0	3,30	2,9
2.	Ардонский	тыс. га, %	20,9	98,0	0,02	0,30	7,40	30,0	33,50	29,1
3.	Дигорский	тыс. га, %	15,1	100,0	0,10	1,20	1,90	6,7	8,20	3,6
4.	Ирафский	тыс. га, %	11,6	100,0	—	—	9,30	32,9	39,40	17,1
5.	Кировский	тыс. га, %	17,3	17,3	0,4	0,70	0,04	3,3	6,50	5,3
6.	Моздокский	тыс. га, %	67,7	100,0	2,2	3,80	0,30	21,6	42,70	35,4
7.	Правобережный	тыс. га, %	25,6	63,4	—	—	0,70	2,5	4,70	3,7
8.	Пригородный	тыс. га, %	25,8	94,0	—	—	5,90	21,5	40,40	32,2
				25,6	—	—	2,00	3,9	5,00	5,3
				100,0	—	—	11,60	22,3	29,60	30,5
				25,6	0,8	0,70	1,30	15,4	26,7	20,0
				100,0	3,0	2,90	2,00	24,3	42,1	31,6
				25,4	—	0,70	2,70	7,8	8,2	5,4
				98,0	—	2,90	10,50	30,4	31,9	21,3
					—	0,15	1,40	7,4	11,5	5,1
					—	0,20	5,30	29,3	45,2	20,0

К агрохимическому обследованию почв сенокосов и пастбищ станция агрохимической службы приступила на два цикла позже, чем пашни и многолетних насаждений. Начиная с 1973 г. проведено пять циклов обследований. За 1973 — 1977 гг. было обследовано 9,6 тыс. га сенокосов и 40 тыс. га пастбищ. Характер первоначального распределения площадей почв с различным содержанием подвижного фосфора в I цикле обследования выглядел таким образом: 63,6% обследованной площади сенокосов занимали почвы с низким содержанием подвижного фосфора, 29,2% — со средним и только 7,1% — с высоким. 57,5% пастбищ также были низко обеспечены подвижным фосфором и всего 17,3% хорошо обеспечены.

К V циклу обследования площади сенокосов, низко обеспеченных фосфором, сократились на 19%, примерно на столько же увеличились площади почв с высокой обеспеченностью фосфором. Аналогичные изменения произошли и в распределении площадей почв пастбищ (табл. 15.2.5).

Оценивая современное состояние почв республики по данным последнего цикла агрохимического обследования (1991 — 1995 гг.) следует отметить, что почвы сенокосов и пастбищ значительно беднее подвижным фосфором, чем пахотные земли и почвы под многолетними насаждениями.

Группировка почв под сельскохозяйственными угодьями по содержанию подвижного фосфора приведена в таблице 15.2.6. Характер распределения площадей почв сельскохозяйственных угодий по обеспеченности подвижным фосфором примерно совпадает с таковым пахотных почв и многолетних насаждений.

По результатам последнего цикла агрохимического обследования почв (1991 — 1995 гг.), в плоскостной части Республики Северная Осетия-Алания насчитывается 261,2 тыс. га селхозугодий, из них обследовано 252,4 тыс. га, что составляет 97% общей площади. По содержанию подвижного фосфора обследованная площадь распределяется следующим образом: 21% — с

низким содержанием, 34,7% — со средним и 44,2% — с высоким (табл. 15.2.7).

По итогам I цикла обследования на долю низкообеспеченных площадей приходилось почти 60%, среднеобеспеченных — 23,0% и хорошо обеспеченных — 17,0%.

Следовательно, благодаря мероприятиям по химизации земледелия за 30 лет в республике произошло существенное улучшение фосфатного режима почв, что характеризуется почти трехкратным уменьшением площади низкообеспеченных почв при одновременном увеличении в 1,5 раза площади среднеобеспеченных и 2,6 раза — хорошо обеспеченных.

Содержание обменного калия в пахотном слое почв. Распределение площадей пахотных почв с различным содержанием обменного калия в республике и по районам показано в таблицах 15.2.8 и 15.2.9. По всем циклам агрохимического обследования отмечено преобладание площадей пахотных земель с высоким содержанием обменного калия (за исключением II цикла — 44,1%), что характерно для всего Северо-Кавказского региона (Агрохимическая характеристика почв СССР по данным I цикла обследования, 1975).

В динамике по годам и циклам обследования в целом по республике, начиная с II цикла, происходило постепенное увеличение площадей с высоким содержанием обменного калия (табл. 15.2.8). Одновременно шло уменьшение площадей с низким и средним его содержанием. К V циклу обследования в республике не осталось пашни с очень низким содержанием обменного калия. Однако в VII цикле она снова появилась с площадью 1100 га, что объясняется резким сокращением количества применяемых удобрений.

К VI циклу агрохимического обследования площадь пашни с высоким содержанием обменного калия достигла максимального размера — 89,5% от обследованной площади. В VII цикле она уменьшилась до 82,8%, очевидно, по причине снижения количества вносимых удобрений. Так, если в 1987 г. в республике было использовано более одного миллиона (1003,7 тыс. т) органи-

Вид удобрения	Годы внесения							
	1965	1968	1972	1977	1982	1987	1990	1995
Органические (тыс. т)	267,5	290,6	387,5	468,1	647,0	1004,0	442,9	81,4
Минеральные (тыс. т д. в.)	7,5	13,0	13,2	15,1	18,1	38,2	27,7	3,2

ческих и 38,2 тыс. т минеральных удобрений, то к концу VII цикла (1995 г.) применили всего 81 тыс. т органических и 3,2 тыс. т минеральных удобрений (табл. 15.2.10).

Анализируя современное состояние пахотных почв в районах республики (табл. 15.2.9), можно сказать, что все они хорошо обеспечены обменным калием. Совершенно нет площадей с очень низким и низким содержанием этого элемента в Алагирском, Дигорском, Ирафском и Моздокском районах.

Аналогично пашне складывается картина по содержанию обменного калия в почвах под многолетними насаждениями (табл. 15.2.11). Отмечается высокое содержание элемента по всем циклам агрохимического обследования. Если по результатам I и II циклов обследований в республике имелись небольшие площади с очень низким содержанием обменного калия, то в последующие годы вплоть до окончания VII цикла их больше не обнаружено. К VI и VII циклам почти не осталось почв с низким содержанием калия, сократились площади почв и со средним содержанием. Неуклонно происходило увеличение площади с высоким содержанием калия за счет уменьшения площади с низким и средним содержанием.

Если для пашни и многолетних насаждений характерно значительное преобладание площади с высокой обеспеченностью обменным калием (92,8 — 93,9%), то на обследованной площади сенокосов и пастбищ (табл. 15.2.12 и 15.2.13) это преобладание несколько снижается (90,0 и 84,4%).

Распределение площадей почв под сельскохозяйственными угодьями показано в

таблице 15.2.14. Содержание обменного калия в почвах сельхозугодий и характер его динамики по годам обследования аналогичны содержанию и динамике калия в пашне, так как она доминирует в составе сельскохозяйственных угодий.

Говоря в целом о временной динамике обеспеченности почв сельхозугодий республики обменным калием, можно сделать вывод о том, что за 30 лет проведения обследований калийный режим почв неуклонно улучшался за счет внесения органических и минеральных удобрений, о чем свидетельствует снижение доли низкообеспеченных калием почв с 9,4 до 2,0%, среднеобеспеченных — с 31,8 до 6,8%, за счет увеличения доли высокообеспеченных — с 58,8 до 91,4%.

Выводы по динамике фосфатного и калийного режима почв республики за последние 30 лет хорошо согласуются с динамикой средневзвешенного показателя содержания подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое почв за тот же период (табл. 15.2.15). Приведенные данные свидетельствуют о последовательном увеличении этого показателя от I до VII цикла и, следовательно, о повышении эффективного плодородия почв.

Содержание серы в почвах. По размерам потребления ее сельскохозяйственными культурами сера приближается к фосфору. Она способствует фиксации азота из атмосферы, усиливая образование клубеньков у бобовых растений.

Обычно в почве содержится около 0,1% SO_4 . Основная масса серы в почве (80 — 90%) находится в органическом веществе и лишь 10—20% — в виде сульфатов кальция, магния, калия и натрия. Поэтому больше се-

ры содержится в тех почвах, которые богаче гумусом. Исходя из сказанного, картирование содержания серы, как одного из элементов питания растений, представляет определенный интерес.

С целью установления обеспеченности почв и необходимости внесения серосодержащих удобрений государственной станцией агрохимической службы «Северо-Осетинская» проведено два цикла агрохимического обследования земель республики на содержание подвижной серы.

Агрохимическое обследование почв проводилось под всеми сельскохозяйственными угодьями. В I цикле (1987 — 1990 гг.) обследовано 88,6% пашни, 66% — многолетних насаждений, 97% — сенокосов и почти вся площадь пастбищ.

Группировка почв по содержанию подвижной серы показала, что 43,7% от обследованной площади пашни занимали почвы с низким содержанием (< 6 мг/кг почвы), 37,5% — средним (6 — 12 мг/кг) и 18,8% — высоким (более 12 мг/кг) (табл. 15.2.16). В распределении площадей сенокосов и пастбищ отмечается также преобладание почв со средним и низким содержанием серы.

Под многолетними насаждениями наблюдается несколько иная картина. Здесь в I цикле обследования площадь почв с низким содержанием серы занимала всего 9,8%, и почти половина обследованных почв имела высокое содержание этого элемента.

Однако во II цикле обследования картина резко изменилась: существенно увеличилась площадь почв с низким содержанием подвижной серы за счет уменьшения площадей сенокосов с высоким содержанием; площадь среднеобеспеченных почв практически не изменилась.

В почвах всех видов сельскохозяйственных угодий между двумя циклами обследования произошло увеличение площади со средним содержанием SO_4 . На пашне это происходило за счет уменьшения площади почв с низким содержанием, а на сенокосах — как за счет площади низкообеспеченных, так и за счет уменьшения площади с высокой обеспеченностью серой. Под многолет-

ними насаждениями произошел переход площади из группы с высоким в группу с низким содержанием серы.

В целом по результатам двух циклов агрохимического обследования можно говорить об отчетливой тенденции сокращения площади низкообеспеченных почв пашни, сенокосов и пастбищ за счет увеличения площади среднеобеспеченных почв, в садах за счет уменьшения площади высокообеспеченных почв значительно увеличилась площадь низкообеспеченных.

На изменение содержания серы в почвах оказывают влияние многие факторы, в том числе климатические условия. Потери элемента из почвы происходят не только в связи с выносом его с урожаем сельскохозяйственных культур, но и в результате выщелачивания в грунтовые воды, поскольку анионы серной кислоты слабо поглощаются почвой. Вымывание подвижной серы усиливается при промывном водном режиме почв, при большом количестве атмосферных осадков и орошении.

Увеличению количества элемента в почвах способствуют промышленные выбросы, особенно залповые выбросы в атмосферу таких предприятий, как завод «Электроцинк» и др.

Из сказанного следует, что необходимо продолжать агрохимический мониторинг содержания подвижной серы в почвах республики для установления закономерностей в ее динамике, регулирования питания растений, расчета баланса этого элемента в земледелии.

Кислотность почв. Обследование пахотных земель и группировка площадей по степени кислотности показали, что значительную часть обследованной площади занимают нейтральные и близкие к нейтральным почвы (табл. 15.2.17). Однако около четверти пахотных земель в республике приходится на кислые в различной степени почвы.

Если после завершения I цикла агрохимического обследования в 1968 г. площадь кислых почв составляла 35,9 тыс. га, то во II цикле (1972 г.) она увеличилась до 47 тыс. га; с подведением итогов III цикла площадь кис-

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию обменного калия				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	очень высокое
I	1965 — 1968	тыс. га, %	9,9	9,8	0,2	0,8	2,6	3,3	0,8
II	1969 — 1972	тыс. га, %	10,1	9,3	2,0	8,2	26,5	33,7	2,1
III	1973 — 1977	тыс. га, %	10,0	8,8	1,1	3,2	15,1	33,3	2,8
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	9,0	8,0	—	0,8	2,3	1,3	2,1
V	1983 — 1986	тыс. га, %	8,6	8,9	—	0,6	1,3	14,8	23,9
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	7,7	7,7	—	0,1	0,8	2,5	2,1
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	7,1	6,6	—	—	5,2	16,9	49,3
				93,0	—	1,5	4,6	7,6	22,7

ПЛОЩАДИ ПОЧВ СЕНОКОСОВ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОБМЕННОГО КАЛИЯ
ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.12

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию обменного калия				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	очень высокое
I	1973 — 1977	тыс. га, %	12,1	9,6	—	1,5	4,1	1,2	1,0
II	1978 — 1982	тыс. га, %	12,1	79,0	—	15,6	42,8	12,5	18,7
III	1983 — 1986	тыс. га, %	12,0	10,3	—	1,9	2,3	3,4	2,2
IV	1987 — 1990	тыс. га, %	11,9	85,0	—	18,4	22,3	33,0	21,4
V	1991 — 1995	тыс. га, %	12,6	11,5	—	1,3	3,6	3,9	1,4
				96,0	—	11,3	31,3	33,9	12,2
				11,5	0,1	0,4	2,2	4,1	2,2
				97,0	0,8	3,5	19,2	35,6	21,8
				11,0	0,1	0,2	0,8	3,0	3,4
				87,0	0,9	1,8	7,3	27,3	31,8

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПАСТБИЩ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОБМЕННОГО КАЛИЯ
ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.13

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию обменного калия				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	очень высокое
I	1973 — 1977	тыс. га, %	55,3	40,0	0,8	6,8	13,9	6,5	3,9
II	1978 — 1982	тыс. га, %	53,6	72,0	2,0	17,0	34,8	16,3	20,2
III	1983 — 1986	тыс. га, %	52,2	46,5	1,1	5,6	9,5	14,4	8,4
IV	1987 — 1990	тыс. га, %	51,7	87,0	2,4	12,0	20,4	31,0	18,1
V	1991 — 1995	тыс. га, %	47,5	51,4	0,2	6,4	14,3	13,2	7,5
				98,0	0,4	12,4	27,8	25,7	14,6
				51,0	0,7	2,4	7,6	14,5	12,7
				99,0	1,4	4,7	14,9	28,4	24,9
				45,6	0,5	1,3	5,3	11,7	11,6
				96,0	1,1	2,9	11,6	25,7	25,4

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ УГОДЬЯМИ РСО-А С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ
ОБМЕННОГО КАЛИЯ ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.14

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию обменного калия				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	очень высокое
I	1965 — 1968	тыс. га, %	271,2	199,6	2,9	15,8	63,5	69,7	33,6
II	1969 — 1972	тыс. га, %	271,4	74,0	1,5	7,9	31,8	34,9	16,8
III	1973 — 1977	тыс. га, %	271,3	194,2	3,8	46,2	55,2	41,2	37,2
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	269,5	72,0	2,1	23,8	28,4	21,2	19,2
V	1983 — 1986	тыс. га, %	269,0	244,3	6,4	24,5	83,9	56,4	49,9
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	268,4	90,0	2,6	10,0	34,3	23,1	20,4
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	261,2	256,1	1,3	29,2	53,7	96,2	54,1
				95,0	0,5	11,4	20,9	37,6	21,1
				262,9	0,2	21,6	54,9	82,5	67,7
				98,0	0,4	8,2	20,9	31,4	25,8
				259,6	0,8	5,7	27,8	80,7	90,9
				96,0	0,3	2,2	10,7	31,1	20,9
				252,4	1,7	3,3	17,2	65,1	90,8
				97,0	0,7	1,3	6,8	25,8	36,1

Таблица 15.2.15

Показатели	Цикл агрохимобследования						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
P ₂ O ₅	56,7	75,8	74,6	85,8	103,3	108,1	109,0
K ₂ O	94,4	82,6	95,1	99,3	112,0	129,9	138,2

лых почв достигла 61 тыс. га, что составило 32,8% от обследованной территории. Причиной, очевидно, явилось то, что в те годы в республике почти не занимались известкованием кислых почв, а возрастающие дозы и объемы вносимых минеральных удобрений способствовали подкислению почв.

По данным IV цикла, площадь кислых

почв сократилась до 49,3 тыс. га и в течение последующих циклов агрохимобследования стабилизировалась на уровне 49 — 50 тыс. га.

Сокращению площади кислых почв способствовали возросшие объемы известкования. Так, к 1985 — 1986 гг. площадь произвесткованных кислых почв достигла 10 тыс. га ежегодно.

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ УГОДЬЯМИ
С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОЙ СЕРЫ ПО ЦИКЛАМ
АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Таблица 15.2.16

Цикл обследо- вания	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследо- ванная площадь	Группировка почв по содержанию серы		
					низкое	среднее	высокое
Пашня							
I	1987 — 1990	тыс. га %	197,1	174,7 88,6	76,3 43,7	65,5 37,5	32,9 18,8
II	1991 — 1995	тыс. га %	194,0	134,6 70,0	39,9 29,6	66,2 49,2	28,5 21,2
Многолетние насаждения							
I	1987 — 1990	тыс. га %	7,7	5,1 66,0	0,5 9,8	2,1 41,2	2,5 49,0
II	1991 — 1995	тыс. га %	7,1	6,6 93,0	2,4 36,4	2,8 42,4	1,4 21,2
Сенокосы							
I	1987 — 1990	тыс. га %	11,9	11,4 97,0	3,8 33,3	4,4 38,6	3,2 28,1
II	1991 — 1995	тыс. га %	12,6	11,0 87,0	2,7 24,6	5,7 51,8	2,6 23,6
Пастбища							
I	1987 — 1990	тыс. га %	51,7	51,0 99,0	17,0 33,4	19,5 38,2	14,5 28,4
II	1991 — 1995	тыс. га %	47,5	41,0 86,0	9,1 22,2	19,5 47,6	12,4 30,2

Таблица 15.2.17
ПЛОЩАДИ ПАХОТЫХ ПОЧВ РСО-А С РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО
ОБСЛЕДОВАНИЯ

Цикл обследо- вания	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследо- ванная площадь	Группировка почв по степени кислотности					
					очень сильно- кислые	сильно- кислые	средне- кислые	слабо- кислые	близкие к нейтральным	нейтральные
I	1965 — 1968	тыс. га, %	193,9	189,8 98,0	—	7,6 4,0	13,3 7,0	15,0 7,9	5,9 3,1	148,0 78,0
II	1969 — 1972	тыс. га, %	193,9	184,9	1,7	11,3	18,1	15,9	4,3	133,7
III	1973 — 1977	тыс. га, %	193,9	95,0	0,9	6,1	9,8	8,6	2,3	72,3
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	194,8	185,9	2,2	13,8	24,2	20,8	21,9	103,0
V	1983 — 1986	тыс. га, %	196,2	96,0	1,2	7,4	16,9	16,2	11,9	55,4
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	197,1	190,4	1,7	14,5	16,9	16,2	10,3	130,8
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	194,0	98,0	0,9	7,6	8,9	8,5	5,4	68,7
				191,6	0,2	7,5	19,2	21,5	10,5	132,8
				98,0	0,1	3,9	10,0	11,2	5,5	69,3
				189,4	0,9	8,7	22,2	18,9	10,8	127,8
				96,0	0,5	4,6	11,7	10,0	5,7	67,5
				189,2	0,8	7,0	20,1	21,7	12,7	126,9
				97,0	0,4	3,7	10,6	11,5	6,7	67,1

Таблица 15.2.18
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАХОТЫХ ПОЧВ РСО-А С РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ ПО РАЙОНАМ ПО ДАННЫМ
VII ЦИКЛА (1991 — 1995 гг.) АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

№ п/п	Наименование районов	Единица измерения	Общая площадь	Обследо- ванная площадь	Группировка почв по степени кислотности					
					очень сильно- кислые	сильно- кислые	средне- кислые	слабо- кислые	близкие к нейтральным	нейтральные
1.	Алагирский	тыс. га, %	10,1	9,9	0,60	2,30	3,4	2,0	0,80	0,8
2.	Ардонский	тыс. га, %	20,9	98,0	6,30	23,60	33,8	19,8	8,10	8,4
3.	Дигорский	тыс. га, %	15,1	20,9	—	2,20	3,7	4,0	2,20	8,8
4.	Ирафский	тыс. га, %	11,6	100,0	—	10,50	17,6	19,3	10,30	42,3
				15,1	—	0,20	0,6	1,5	2,10	10,7
				100,0	—	1,00	4,0	9,9	14,00	71,1
				11,6	0,03	0,90	4,8	3,6	1,70	0,6
				100,0	0,30	8,10	41,2	31,1	14,60	4,7

5.	Кировский	тыс. га, %	17,3	17,3	—	—	—	—	17,3
6.	Моздокский	тыс. га, %	67,7	100,0	—	—	—	—	100,0
7.	Правобережный	тыс. га, %	25,6	94,0	—	—	—	—	63,4
8.	Пригородный	тыс. га, %	25,8	25,6	—	—	—	—	100,0
				100,0	—	—	0,2	3,3	19,8
				25,4	—	—	0,7	13,0	77,2
				98,0	0,03	1,50	7,4	7,4	5,6
					0,01	5,70	29,3	29,1	21,9

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПОД МНОГОЛЕТНИМИ НАСАЖДЕНИЯМИ РСО-А С РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ ПО ЦИКЛАМ АТРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Цикл обследования	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по степени кислотности					
					очень сильно-кислые	сильно-кислые	средне-кислые	слабо-кислые	близкие к нейтральным	нейтральные
I	1965 — 1968	тыс. га, %	9,9	9,8	—	1,6	1,0	0,7	0,6	6,0
II	1969 — 1972	тыс. га, %	10,1	9,3	—	16,2	10,1	7,1	6,0	60,6
III	1973 — 1977	тыс. га, %	10,0	92,0	—	1,4	1,2	0,7	0,4	5,6
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	9,0	8,8	—	15,1	12,9	7,5	4,3	60,2
V	1983 — 1986	тыс. га, %	8,6	88,0	—	1,6	0,7	0,7	0,6	5,2
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	7,7	8,9	—	18,2	7,9	7,9	6,8	59,2
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	7,1	99,0	—	0,9	1,7	0,7	0,5	5,1
				99,0	—	10,1	19,1	7,9	5,6	57,3
				8,3	0,2	1,2	0,6	0,6	0,7	5,0
				96,0	2,4	14,5	7,2	7,3	8,4	60,2
				7,7	—	0,6	1,7	1,0	0,5	3,9
				100,0	—	7,8	22,1	13,0	6,5	50,6
				6,6	—	0,5	0,7	1,0	0,4	4,0
				93,0	—	7,6	10,6	15,2	6,0	60,6

В 1988 г. в Алагирском районе было произвестковано более 2,5 тыс. га пашни, в Ардонском — 1,8, Дигорском — 1,5, Ирафском — 2,7 и в Пригородном районе более 4 тыс. га. В дальнейшем объемы известкования вновь стали сокращаться и в последние годы сошли на нет. Причиной этого послужило отсутствие в республике завода по выработке известняковой муки и тяжелое финансовое положение колхозов и совхозов.

Современное состояние почв пахотных почв по степени кислотности в районах республики показано в таблице 15.2.18. Основные площади кислых почв сосредоточены в Алагирском районе — 83,5%, Ирафском — 80,7%, Пригородном — 64,2% и Ардонском — 47,4% от обследованной площади этих районов. Совершенно нет кислых почв в Кировском и Моздокском районах, в небольшом количестве они имеются в Дигорском, не требуют известкования почвы Правобережного района.

Группировка почв по степени кислотности под многолетними насаждениями, сенокосами и пастбищами приведена в таблицах 15.2.19 — 15.2.21.

Следует отметить, что доля кислых почв в садах и сенокосах значительно выше, чем на пашне. Но если в садах площади кислых почв стабильно держатся на уровне 33 — 35%, то на сенокосах происходило постепенное их сокращение по циклам обследования от 42,8% в I цикле (1973 — 1977 гг.) до 33,7% в последнем (1991 — 1995 гг.).

Что касается пастбищ, то они в основном распространены на нейтральных и близких к нейтральным почвах. Доля кислых почв здесь значительно ниже, чем под всеми другими сельскохозяйственными угодьями. По циклам агрохимического обследования наблюдается некоторое увеличение площади кислых почв.

В целом по результатам последнего (VII) цикла агрохимического обследования в республике насчитывается 66,6 тыс. га кислых почв (табл. 15.2.22).

Приведенные данные показывают, что если 30 лет назад площадь сильнокислых почв составляла 11,8%, то к 1990 г. она снизилась

до 7,6% благодаря проводимому известкованию почв. В последующем эти работы практически были прекращены, и доля указанных почв возросла до 15,5% за счет перехода части нейтральных в близкие к ним, а также в слабо- и среднекислые. Отсюда следует вывод, что необходимо принимать срочные меры по возобновлению работ, связанных с известкованием сильно- и среднекислых почв

Содержание гумуса в почве. К сплошному картированию земель по содержанию гумуса в почвах республики приступили только в 1981 г. С тех пор проведено два цикла агрохимического обследования почв по содержанию гумуса, с перерывом между ними в 10 лет.

В первом цикле (1981 — 1985 гг.) было обследовано 254,7 тыс. га сельхозугодий, в т. ч. 188,2 тыс. га пахотных почв. Во втором (1991 — 1995 гг.) — всего 176,2 тыс. га сельхозугодий, в т. ч. 135,2 тыс. га пашни. Ввиду отказа некоторых хозяйств, во II цикле была обследована не вся площадь. Так, в Моздокском районе от обследования отказалось 11 хозяйств; в Пригородном — 6; 5 хозяйств — в других районах, с общей площадью пашни 52,8 тыс. га и других сельхозугодий 16,9 тыс. га.

В основу картирования почв по содержанию гумуса была положена градация по уровню его содержания в пахотном слое (табл. 15.2.23).

Для сравнимости результатов между двумя циклами обследования из данных I цикла (табл. 15.2.24 и 15.2.25) исключены площади тех хозяйств, в которых не было проведено обследование во II цикле.

Из 137,4 тыс. га обследованной в 1 цикле пашни 64,3 тыс. га (48,8%) занимали почвы с очень низким и низким содержанием гумуса, 32,2 тыс. га (23,4%) — со средним и только 40,7 тыс. га (29,8%) с высоким содержанием (табл. 15.2.24).

Плодородие пахотных почв, судя по содержанию гумуса, изменяется по районам. Так, в Алагирском районе почвы достаточно хорошо обеспечены гумусом, в Ардонском и Дигорском районах, наоборот, па-

Цикл обследова- ния	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследован- ная площадь	Группировка почв по степени кислотности				
					очень сильно- кислые	сильно- кислые	средне- кислые	слабо- кислые	близкие к нейтральным
I	1973 — 1977	тыс. га, %	12,1	9,6	—	1,3	1,4	1,4	0,20
II	1978 — 1982	тыс. га, %	12,1	79,0	—	13,6	14,6	14,6	2,00
III	1983 — 1986	тыс. га, %	12,0	85,0	—	2,7	1,1	0,7	0,40
IV	1987 — 1990	тыс. га, %	11,9	11,5	0,1	26,2	10,7	6,8	3,90
V	1991 — 1995	тыс. га, %	12,6	96,0	0,9	1,6	2,3	0,5	0,40
				11,5	—	14,0	20,0	4,3	3,50
				97,0	—	1,5	1,9	1,1	0,70
				11,0	—	12,0	15,2	8,8	5,60
				87,0	0,1	1,4	1,2	1,0	1,50
					1,0	12,7	10,9	9,1	13,60
									5,3
									55,2
									5,4
									52,4
									6,6
									57,3
									6,3
									50,4
									5,8
									52,7

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПАСТБИЩ РС-А С РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ ПО ЦИКЛАМ
АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Цикл обследова- ния	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследован- ная площадь	Группировка почв по степени кислотности				
					очень сильно- кислые	сильно- кислые	средне- кислые	слабо- кислые	близкие к нейтральным
I	1973 — 1977	тыс. га, %	55,3	40,0	—	1,3	2,5	1,5	0,8
II	1978 — 1982	тыс. га, %	53,6	72,0	—	3,2	6,3	3,7	2,0
III	1983 — 1986	тыс. га, %	52,2	46,5	—	4,1	4,4	2,6	2,0
IV	1987 — 1990	тыс. га, %	51,7	87,0	—	8,8	9,5	5,6	4,3
V	1991 — 1995	тыс. га, %	47,5	51,4	0,4	2,3	3,5	4,2	3,1
				98,0	0,8	4,5	6,8	8,2	6,0
				51,0	0,9	3,5	4,7	2,9	2,7
				99,0	1,8	6,8	9,2	5,7	5,3
				45,6	0,3	2,6	4,2	4,0	2,4
				96,0	0,7	5,7	9,2	8,8	5,3
									33,9
									84,8
									33,4
									71,8
									37,9
									73,7
									36,3
									71,2
									32,1
									70,4

ПЛОЩАДИ ПОЧВ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ УГОДЬЯМИ РС-А С РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ
ПО ЦИКЛАМ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Цикл обследова- ния	Годы обследования	Единица измерения	Общая площадь	Обследован- ная площадь	Группировка почв по степени кислотности				
					очень сильно- кислые	сильно- кислые	средне- кислые	слабо- кислые	близкие к нейтральным
I	1965 — 1968	тыс. га, %	271,2	199,6	—	9,2	14,3	15,7	6,5
II	1969 — 1972	тыс. га, %	271,4	74,0	—	4,6	7,2	7,9	3,3
III	1973 — 1977	тыс. га, %	271,3	194,2	1,7	12,7	19,3	16,6	4,7
IV	1978 — 1982	тыс. га, %	269,5	72,0	0,9	6,5	9,9	8,6	2,4
V	1983 — 1986	тыс. га, %	269,0	244,3	2,2	18,0	28,8	24,4	23,5
VI	1987 — 1990	тыс. га, %	268,4	90,0	0,9	7,4	11,8	9,9	9,6
VII	1991 — 1995	тыс. га, %	261,2	256,1	1,7	22,2	24,1	20,2	13,2
				95,0	0,7	8,7	9,4	7,9	5,2
				262,9	0,9	12,6	25,6	26,8	14,7
				98,0	0,4	4,8	9,7	10,2	5,6
				259,6	1,8	14,3	30,5	23,9	14,7
				96,0	0,7	5,5	1,4	9,2	5,7
				252,4	1,2	11,5	26,2	27,7	17,0
				97,0	0,5	4,6	10,4	10,9	6,7
									154,0
									77,2
									139,3
									71,7
									147,4
									60,3
									174,7
									68,2
									182,3
									69,3
									174,3
									67,2
									168,8
									66,9

Почва	Группы по содержанию гумуса				
	I	II	III	IV	V
	очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое
Серая лесная	< 2,0	2,1 — 2,5	2,6 — 3,0	3,1 — 4,0	> 4,0
Чернозем оподзоленный	< 4,0	4,1 — 5,0	5,1 — 6,0	6,1 — 7,0	> 7,0
Чернозем выщелоченный	< 5,0	5,1 — 6,0	6,1 — 7,0	7,1 — 8,0	> 8,0
Чернозем обыкновенный	< 5,0	5,1 — 6,0	6,1 — 7,0	7,1 — 8,0	> 8,0
Чернозем предкавказский карбонатный лугово-черноземный	< 3,0	3,1 — 3,5	3,6 — 4,0	4,1 — 4,5	> 4,5
Темно-каштановая	< 2,5	2,6 — 3,0	3,1 — 3,5	3,6 — 4,0	> 4,0
Каштановая	< 2,0	2,1 — 2,5	2,6 — 3,0	3,1 — 3,5	> 3,5

№ п/п	Наименование районов	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию гумуса				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое
1.	Алагирский	тыс. га, %	10,1	9,6	0,1	0,2	2,2	3,7	3,4
2.	Ардонский	тыс. га, %	20,9	95,0	1,0	2,1	22,9	38,6	35,4
3.	Дигорский	тыс. га, %	15,1	17,0	13,6	2,8	0,6	—	—
4.	Ирафский	тыс. га, %	11,6	81,0	9,6	0,6	0,1	—	—
5.	Кировский	тыс. га, %	17,3	10,3	68,0	5,8	1,0	—	—
6.	Моздокский	тыс. га, %	67,7	11,0	2,2	1,1	0,8	2,2	4,7
7.	Правобережный	тыс. га, %	25,6	95,0	20,0	10,0	7,3	20,0	42,7
8.	Пригородный	тыс. га, %	25,8	17,3	7,8	4,7	2,9	1,3	0,6
				100,0	45,1	27,2	16,8	7,5	3,4
				46,0	1,3	7,4	28,4	55,5	7,4
				22,6	12,0	5,4	3,3	1,5	0,4
				88,0	53,1	23,9	14,6	6,6	1,8
				16,4	6,1	3,5	1,8	2,1	2,9
				64,0	37,2	21,3	11,0	12,8	17,7
9.	По республике	тыс. га, %	194,0	135,2	51,8	20,6	20,5	28,0	14,3
				70,0	38,5	15,2	15,1	20,7	10,5

№ п/п	Наименование районов	Единица измерения	Общая площадь	Обследованная площадь	Группировка почв по содержанию гумуса				
					очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое
1.	Алагирский	тыс. га, %	9,9	9,6	—	—	0,5	1,7	7,4
2.	Ардонский	тыс. га, %	21,8	97,0	—	—	5,2	17,7	77,1
3.	Дигорский	тыс. га, %	15,6	16,3	13,6	2,4	0,2	0,1	—
4.	Ирафский	тыс. га, %	11,7	75,0	83,5	14,7	1,2	0,6	—
5.	Кировский	тыс. га, %	17,5	10,1	8,0	2,1	—	—	—
6.	Моздокский	тыс. га, %	66,1	65,0	79,2	20,8	—	—	—
7.	Правобережный	тыс. га, %	25,6	10,7	2,4	0,3	0,9	0,9	6,2
8.	Пригородный	тыс. га, %	26,1	91,0	22,4	2,8	8,4	8,4	58,0
				17,2	8,5	4,4	3,6	0,6	0,1
				98,0	49,4	25,6	20,9	3,5	0,6
				33,4	—	1,9	17,1	12,8	1,6
				51,0	—	5,7	51,4	38,1	4,8
				24,3	61,1	9,2	6,9	1,8	0,3
				95,0	25,1	37,9	28,4	7,4	1,2
				15,8	3,3	2,1	3,0	1,6	5,8
				61,0	20,9	13,3	19,0	10,1	36,7
9.	По республике	тыс. га, %	194,3	137,4	41,9	22,4	32,2	19,5	21,4
				71,0	30,5	16,3	23,4	14,2	15,6

Цикл обследо- вания	Годы обследо- вания	Единица измере- ния	Общая площадь	Обследо- ванная площадь	Группировка почв по содержанию гумуса				
					очень низкое	низкое	среднее	повы- шенное	высокое
Многолетние насаждения									
I	1981 — 1985	тыс. га	8,3	4,9	1,5	0,4	1,0	0,6	1,4
II	1991 — 1995	%	6,6	59,0	30,6	8,2	20,4	12,2	28,6
		тыс. га		3,4	0,9	0,2	0,7	0,9	
		%		51,5	26,5	5,9	20,6	20,5	26,5
Сенокосы									
I	1981 — 1985	тыс. га	11,5	9,4	1,7	0,9	1,7	1,0	4,1
II	1991 — 1995	%	11,0	81,7	18,1	9,6	18,1	10,6	43,6
		тыс. га		8,2	1,7	0,4	0,9	1,7	3,5
		%		74,5	20,7	4,9	10,9	20,7	42,8
Пастбища									
I	1981 — 1985	тыс. га	52,2	35,3	9,9	5,4	4,9	5,6	9,5
II	1991 — 1995	%	47,5	70,0	28,0	15,3	13,9	15,9	26,9
		тыс. га		29,4	10,8	4,2	3,6	4,0	6,8
		%		62,0	36,7	14,2	12,2	13,6	23,3

хотные почвы в основном малогумусированы. Значительная часть земель Кировского и Правобережного районов также отличается недостаточным содержанием гумуса.

По данным II цикла обследования видно, что в течение 8 — 10 лет, прошедших между двумя циклами, площадь бедных гумусом пахотных почв в целом по республике увеличилась на 8,1 тыс. га и составила 53,7% от обследованной территории (табл. 15.2.25).

Снижение содержания гумуса в почвах произошло из-за сокращения агрохимических работ в последние годы, особенно мероприятий по вывозке и внесению органических удобрений. Так, если к 1986 — 1987 гг. в республике вносилось более одного миллиона тонн органики, то в 1993 г. всего внесено 100 тыс. т, 1994 — 42 тыс. т, 1995 г. — 81 тыс. т навоза.

Вследствие этого в Алагирском районе появились почвы с низким и очень низким содержанием гумуса, за счет сокращения до-

ли богатых гумусом почв увеличилась площадь со средним его содержанием.

В Ирафском районе увеличилась площадь малогумусированных почв. Значительно беднее гумусом стали почвы Пригородного района. Произошел переход их групп с более высоким содержанием гумуса в группы с низким его содержанием и в других районах.

Менее значительные изменения в гумусированности произошли в почвах под многолетними насаждениями, сенокосами и пастбищами (табл. 15.2.26), т. к. традиционно они слабо унавоживались.

Таким образом, по уровню гумусированности почв республики во временном аспекте наблюдается частичная трансформация площади среднегумусированных в малогумусированные на пашне, что является следствием процессов минерализации гумуса и неполной компенсации его за счет новообразования.

Глава

16

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ

Важная роль в минерализации органических соединений принадлежит аммонифицирующим бактериям. Как показали результаты наших исследований, аммонифицирующие бактерии (бактерии, растущие на МПА) богато представлены в почвах республики. Численность аммонификаторов увеличивается от дерново-глеевых почв к каштановым. В первых имеется около 3 млн. клеток аммонификаторов, в последних — около 5 млн. в 1 г почвы.

Не менее важную роль играют в почве аммонифицирующие бактерии, использующие минеральные формы азота (растущие на КАА). Их численность также увеличивается от 3,6 млн. в дерново-глеевых до 9,3 млн. в 1 г каштановых почв (табл. 16.1).

Если распространение бактерий, усваивающих органический (МПА) и минеральный (КАА) азот, отражает смену условий жизнедеятельности их в различных почвах, то соотношение двух названных групп бактерий косвенно характеризует степень активности минерализационных процессов в них. Наиболее широко это соотношение для каштановых почв и карбонатных черноземов (1:2,2 и 1:1,7) и более узко для дерново-глеевых почв и выщелоченных черноземов (1:1,2 и 1:1,4). Это свидетельствует о высокой интенсивности процессов минерализации в первых двух почвах и о подавленности их во

вторых, что хорошо подтверждается и более высоким содержанием гумуса в дерново-глеевых почвах и выщелоченных черноземах.

Среди аммонифицирующих бактерий довольно богато представлены споры. Деятельность их в почве связана с превращением относительно устойчивых форм органического вещества, а также с превращением продуктов, синтезированных микроорганизмами. Это обусловлено наличием у них более мощной протеолитической ферментативной системы по сравнению с неспорообразующими аммонифицирующими бактериями.

Установлено, что эти микроорганизмы участвуют в более поздних стадиях распада органических остатков и служат индикатором направленности почвообразования. Кроме того, спороносные бактерии рассматриваются как определенная экологическая группировка, характеризующая интенсивность минерализации органического вещества в почве (Мишустин, 1958).

В дерново-глеевых почвах численность бактериальных спор не превышает 200, в выщелоченных черноземах — 500 тыс., а в карбонатных черноземах она составляет 900 тыс. и в каштановых почвах 1400 тыс. в 1 г сухой почвы. Распространение бактериальных спор находится в прямой связи с со-

Почва	Состояние почвы	Слой, см	тыс/г сухой почвы		Соотношение кол-ва бактерий на МПА и КАА
			бактерии, растущие на		
			МПА	КАА	
Дерново-глеевая	Пашня	0 — 25	3000	3620	1 : 1,2
	Лесополоса	0 — 25	2520	3820	1 : 1,3
Выщелоченный чернозем	Пашня	0 — 25	3580	5220	1 : 1,4
	Лесополоса	0 — 25	4840	4570	1 : 0,9
Карбонатный чернозем	Пашня	0 — 25	5130	8560	1 : 1,7
	Лесополоса	0 — 25	5820	9480	1 : 1,6
Каштановая	Пашня	0 — 25	4230	9310	1 : 2,2
	Лесополоса	0 — 25	5040	10840	1 : 2,1

стоянием органического вещества в почвах, со степенью его минерализации (табл. 16.2).

Отмеченное положение может быть доказано сопоставлением содержания перегноя с абсолютной и относительной насыщенностью почв бактериальными спорами. Установлено закономерное понижение содержания бацилл при повышении содержания гумуса. Понижается и относительное содержание бацилл в общей сумме бактерий, что указывает на преобладание в слабоминерализованном органическом веществе дерново-глеевых почв неспорообразующих бактерий.

При определении видового состава бацилл обнаружено, что в общем числе спорообразующих бактерий наиболее распространенным видом в почвах является *Bac. megaterium*, который составляет большую часть бациллярного микронаселения во всех исследованных почвах.

В дерново-глеевых почвах и выщелоченных черноземах наряду с *Bac. megaterium* широко представлены *Bac. mycoides* и *Bac. cereus*, не усваивающие минеральный азот и потребляющие органические соединения. Для предкавказских карбонатных черноземов и каштановых почв характерно высокое содержание зародышей *Bac. megaterium*, *Bac. idosus* и *Bac. mesentericus* — видов, хо-

рошо ассимилирующих минеральные формы азота, что также доказывает более высокую интенсивность процессов минерализации на этих почвах по сравнению с дерново-глеевыми почвами и выщелоченными черноземами.

Весной и в начале лета в почве имеется достаточно большой запас относительно простых и доступных основной массе бактерий и грибов органических соединений; в дальнейшем органическое вещество почвы все больше обогащается сложными органическими соединениями, доступными более ограниченной группе микроорганизмов (актиномицетам), численность которых в почвах с кислой и слабокислой реакцией (дерново-глеевые почвы и выщелоченные черноземы) составила 860 — 1000 тыс., а в почвах с нейтральной и слабощелочной реакцией, которую они предпочитают (карбонатных черноземах и каштановых почвах) — 3000 и 5000 тыс. в 1 г сухой почвы.

На предкавказских карбонатных черноземах и каштановых почвах численность грибов резко падает по сравнению с их численностью на дерново-глеевых почвах и выщелоченных черноземах. По-видимому, это происходит из-за возрастающей конкуренции между бактериями и актиномицетами, с

Таблица 16.2

ЧИСЛЕННОСТЬ И СООТНОШЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ
РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ

№ п/п	Почва	Состояние почвы	Гумус, %	Тыс/г сухой почвы					%			
				Общее кол-во микроорганизмов	Бактерии на КАА	Спор из числа бактерий	Актиномицетов	Грибов	Бактерий	Спор из числа бактерий	Актиномицетов	Грибов
1.	Дерново-глеевая	Пашня Лесополоса	7,63 7,87	4505 4700	3620 3820	190 180	860 870	25 10	80,3 81,3	5,3 4,7	19,1 18,5	0,6 0,2
2.	Выщелоченный чернозем	Пашня Лесополоса	5,95 6,32	6286 5802	5220 4570	497 463	1020 1222	46 12	83,0 78,8	9,1 10,1	16,2 21,0	0,7 0,2
3.	Карбонатный чернозем	Пашня Лесополоса	5,36 5,19	11514 12733	8560 9480	900 963	2940 3240	14 13	74,4 74,5	10,5 10,2	25,5 25,5	0,1 0,1
4.	Каштановая	Пашня Лесополоса	3,07 3,45	14153 15762	9310 10840	1344 1302	4830 4900	13 20	65,8 68,8	14,4 12,0	34,1 31,1	0,1 0,1

одной стороны, и грибами — с другой, в почвах с нейтральной и щелочной реакцией.

Во всех исследуемых почвах доминируют грибы рода *Penicillium*, но представлены и другие роды: *Aspergillus*, *Trichoderma* и *Mucor*.

В почвах степных зон, карбонатных черноземах и каштановых почвах, грибная флора малочисленна, но более разнообразна. Здесь наряду с *Penicillium* встречаются *Aspergillus* и *Trichoderma*.

Нитрифицирующие бактерии весьма требовательны к условиям внешней среды. Они достаточно активны только в почвах, в которых интенсивно протекает минерализация органического вещества. Если на дерново-глеевых почвах количество нитрифицирующих бактерий не превышало несколько десятков зародышей, то на выщелоченных черноземах оно составило 1 тыс., а на карбонатных черноземах и каштановых почвах — соответственно 9 и 6 тыс. в 1 г сухой почвы.

Их жизнедеятельность на дерново-глеевых почвах ограничивается кислой реакцией почвенного раствора, тяжелым механическим составом и плохой аэрацией. Резкое же увеличение численности нитрификаторов на карбонатных черноземах и каштановых почвах объясняется нейтральной и слабощелочной реакцией этих почв, лучшей аэрацией их, а также более высокой степенью минерализации органического вещества.

При движении от дерново-глеевых почв к каштановым возрастает количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов (с 2 до 25 тыс. в 1 г сухой почвы). Следует отметить, что на дерново-глеевых почвах и выщелоченных черноземах в разложении целлюлозы в основном участвуют плесневые грибы. На карбонатных черноземах и каштановых почвах преобладают миксобактерии, имеются также целлюлозоразлагающие актиномицеты, доминирующим видом которых является *Actinomyces cellulosa*.

При определении активности разложения целлюлозы (по убыли сухого веса ваты в почве через 90 дней) в большинстве случаев наблюдается прямая связь между численно-

стью целлюлозоразлагающих микроорганизмов и интенсивностью разложения клетчатки. Так, за 90 дней в дерново-глеевых почвах целлюлоза разложилась на 35%, на выщелоченных черноземах — на 63, на карбонатных — на 75 и на каштановых почвах — на 74%. Более высокую интенсивность разложения целлюлозы на карбонатных черноземах и каштановых почвах можно объяснить высокой интенсивностью аммонификации и нитрификации в этих почвах.

По результатам наших исследований, различие почвенно-климатических условий накладывает свой отпечаток и на распределение азотобактера в почвах. Методом обрастания комочков на дерново-глеевых почвах он не обнаружен. Это говорит либо об отсутствии, либо о латентном его состоянии. На выщелоченных и карбонатных черноземах и каштановых почвах весной азотобактер развивается хорошо — процент обросших комочков почвы азотобактера составил 44 — 86%.

Слабое размножение азотобактера на карбонатных черноземах по сравнению с выщелоченными, видимо, объясняется более низким содержанием в них подвижного фосфора.

Гораздо больше распространен в почвах республики *Clostridium pasteurianum*. В отличие от азотобактера анаэробный азотфиксатор устойчив к кислой и щелочной реакции среды, хорошо переносит как высокую влажность почвы, так и дефицит увлажнения. По нашим данным, численность *Clostridium pasteurianum* весной колеблется от 25 до 40 тыс. в 1 г почвы.

Установленные закономерности распределения микроорганизмов в почвах республики объясняются вертикальной зональностью почв, которая приводит к изменению гидротермических условий, растительного покрова и агрохимических свойств. Это существенным образом сказывается как на численности различных групп микроорганизмов и их видовом составе, так и на общей биогенности почв. Кроме того, исследования показали, что микробиологические процессы в различных типах почв под лес-

ными полосами сохраняют основные закономерности, присущие тому или иному типу почв.

Динамика микробиологических процессов. Чтобы выявить изменение степени биогенности почв в течение вегетационного периода и определить уровень населенности исследуемых почв микроорганизмами, на основе средних показателей изучали характер сезонной динамики микробиологических процессов. Эта работа проводилась на двух, резко отличающихся друг от друга, типах почв: дерново-глеевой слабоподзоленной почве и предкавказском карбонатном черноземе.

Исследования показали, что содержание бактерий, актиномицетов и грибов в почвах закономерно изменяется по сезонам. Это связано с состоянием органического вещества, температурой, влажностью и другими почвенными условиями. В дерново-глеевой слабоподзоленной почве наибольшее количество бактерий отмечается в начале лета (июнь), а в карбонатном черноземе — весной (апрель). В конце лета бактерий становится значительно меньше на обоих типах почв.

Амплитуда колебаний количества бактерий и грибов по сезонам в дерново-глеевой почве ниже, чем в карбонатном черноземе, что объясняется более высокой ее влажностью. При рассмотрении сезонных колебаний количества бациллярных спор и актиномицетов мы отмечали закономерность, обратную развитию бактерий, наибольшая их численность отмечалась во второй половине вегетации.

Отмеченная динамика свидетельствует о способности спорообразующих бактерий и актиномицетов утилизировать сложные органические соединения и переносить сравнительно низкую влажность, что делает их весьма конкурентоспособными по отношению к грибам и бактериям в летне-осенний период.

Изучение сезонной динамики физиологических групп микроорганизмов показало, что нитрифицирующие бактерии лучше развиваются в карбонатном черноземе весной,

а в дерново-глеевой почве — в начале лета, что объясняется более благоприятными условиями влажности, аэрации и температуры почвы в эти периоды. В общем, численность нитрифицирующих бактерий изменяется соответственно динамике влажности почвы.

Динамика развития целлюлозоразлагающих микроорганизмов в течение вегетации связана с динамикой нитрифицирующих. Это объясняется не только оптимальной влажностью и благоприятной температурой почвы в отмеченный период времени, но и наличием значительного количества нитратов, которые необходимы для развития целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Об этом говорит и тот факт, что в верхних горизонтах карбонатного чернозема целлюлоза разлагалась интенсивнее, чем в дерново-глеевой слабоподзоленной почве.

Азотобактер методом обрастания комочков почвы в дерново-глеевой почве не обнаруживается. В карбонатном черноземе азотобактер развивался хорошо, особенно весной. Летом и осенью численность его резко падала, что, по-видимому, объясняется уменьшением влажности почвы.

В динамике развития *Clostridium pasteurianum* в дерново-глеевой почве какую-либо закономерность установить не удалось. Если в один год наибольшая численность его наблюдалась в начале лета (июнь), то в другом этот максимум сдвигался к концу весны (май). В карбонатном черноземе наибольшее количество его всегда отмечалось рано весной. Пределы колебаний в течение вегетации значительно шире на карбонатном черноземе, чем в дерново-глеевой почве.

Динамика денитрификаторов часто связана с динамикой нитрифицирующих бактерий. Пределы колебаний численности денитрификаторов незначительны на дерново-глеевой почве и более широки на карбонатном черноземе. Необходимо отметить, что в верхних горизонтах почв динамика численности микроорганизмов выражена более отчетливо, в нижних горизонтах она слабее.

Отмеченные сезонные колебания численности микроорганизмов объясняются раз-

Горизонт, см	Тысяч сухой почвы					%			
	Общее количество микроорганизмов	Бактерии	Спор из числа бактерий	Актиномицетов	Грибов	Бактерий	Спор из общего числа бактерий	Актиномицетов	Грибов
Дерново-глеевая слабоподзоленная почва									
0 — 10	2919	2136	205	738	46	73,2	9,6	25,3	1,7
10 — 20	2188	1616	151	558	15	73,9	9,3	25,4	0,7
20 — 30	1938	1467	121	463	9	75,7	8,2	23,9	0,5
30 — 50	1037	846	80	190	1	81,6	9,5	18,3	0,1
50 — 70	438	349	50	88	1	79,8	14,2	20,0	0,2
70 — 100	211	173	39	38	0	82,1	22,4	17,9	0,0
Предкавказский карбонатный чернозем									
0 — 10	6062	3838	945	2208	17	63,3	24,6	36,4	0,3
10 — 20	4088	2436	595	1636	15	59,6	24,4	40,0	0,4
20 — 30	2210	1245	321	961	4	56,4	25,8	43,5	0,2
30 — 50	1744	959	281	784	1	55,0	29,3	44,9	0,1
50 — 70	938	504	204	433	1	53,7	40,3	46,2	0,1
70 — 100	720	318	194	402	0	44,2	61,1	55,8	0,0

ными причинами: изменениями степени аэрации почвы и интенсивностью поступления органического вещества в почву.

Распределение микроорганизмов по профилю почв. Численность основных групп микроорганизмов (бактерий, бацилл и актиномицетов) по всем исследованным горизонтам в карбонатном черноземе значительно выше, чем в дерново-глеевой слабоподзоленной почве (табл. 16.3).

Число бактериальных спор в дерново-глеевой почве ограничено и достигает примерно 10% от общего количества бактерий. В карбонатном черноземе отмечена более высокая численность бактериальных спор, удельный вес их в пахотном слое составляет 25%.

По профилю обоих типов почв абсолютное число бацилл убывает по мере углубления в толщу почвы. Однако, несмотря на уменьшение общего числа бактериальных спор в нижних горизонтах, их относительное число увеличивается. По-видимому, эта закономерность обуславливается относительным уменьшением количества легкоомобильных веществ в нижних горизонтах почвенного профиля.

Актиномицеты более многочисленны во всем профиле карбонатного чернозема по сравнению с дерново-глеевой почвой. Их удельный вес в общей численности микроорганизмов пахотного слоя карбонатного чернозема составляет около 40%, а дерново-глеевой почвы — около 25%. Относительное количество актиномицетов по мере углубления в карбонатном черноземе возрастает и на глубине 1 м составляет 55,8%. Вероятно, такое явление связано с комплексом факторов, свойственных карбонатным черноземам.

Относительное количество актиномицетов в профиле дерново-глеевой слабоподзоленной почвы с глубиной практически не изменяется. Численность же микроскопических грибов снижается более резко, чем содержание бактерий и актиномицетов. Основная масса их в обоих типах почв находится в пахотном слое, т. е. в местах аккумуляции свежих растительных остатков. Пре-

обладающее количество грибов в пахотном слое дерново-глеевой слабоподзоленной почвы объясняется кислой реакцией почвенного раствора, которую они предпочитают.

Характерно распределение по профилю почв и физиологических групп микроорганизмов. Нитрифицирующие бактерии в дерново-глеевой почве малочисленны, не обнаружены глубже пахотного слоя, тогда как в карбонатном черноземе количество их достигает 6 — 10 тыс. в 1 г сухой почвы пахотного слоя, и они отмечены в нем на глубине 1 м (табл. 16.4).

Численность нитрифицирующих бактерий с глубиной резко снижается.

Аналогичное распределение по профилю почв имеют и аэробные целлюлозоразлагающие микроорганизмы. Численность их в десятки раз выше в карбонатном черноземе, чем в дерново-глеевой слабоподзоленной почве. Основная масса как нитрифицирующих бактерий, так и аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов распределяется в пахотном слое почв.

Отмеченные выше свойства дерново-глеевой почвы препятствуют развитию в них и такого требовательного к субстрату микроорганизма, как азотобактер. На предкавказском карбонатном черноземе азотобактер размножается хорошо. Максимальное его развитие обнаруживается в слое 0 — 50 см, который наиболее увлажнен в течение вегетационного периода.

Анаэробный азотфиксатор *Clostridium pasteurianum* и денитрифицирующие бактерии широко представлены во всем профиле исследуемых почв. Максимальное количество этих бактерий находится в верхнем слое до глубины 30 см.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что предкавказские карбонатные черноземы, как и их аналоги в других районах России, являются весьма благоприятной средой для развития микроорганизмов. В них отмечается высокая общая численность микроорганизмов по всему почвенному профилю. Специфичность микробных ассоциаций, населяющих карбонатные черноземы, заключается в том, что в них имеют

Горизонт, см	Тыфл сухой почвы						%			
	Общее количество микроорганизмов	Бактерии	Спор из числа бактерий	Актиномицеты	Грибов	Бактерий	Спор из общего числа бактерий	Актиномицетов	Грибов	
Дерново-глеевая слабоподзоленная почва										
0 — 10	2919	2136	205	738	46	73,2	9,6	25,3	1,7	
10 — 20	2188	1616	151	558	15	73,9	9,3	25,4	0,7	
20 — 30	1938	1467	121	463	9	75,7	8,2	23,9	0,5	
30 — 50	1037	846	80	190	1	81,6	9,5	18,3	0,1	
50 — 70	438	349	50	88	1	79,8	14,2	20,0	0,2	
70 — 100	211	173	39	38	0	82,1	22,4	17,9	0,0	
Предкавказский карбонатный чернозем										
0 — 10	6062	3838	945	2208	17	63,3	24,6	36,4	0,3	
10 — 20	4088	2436	595	1636	15	59,6	24,4	40,0	0,4	
20 — 30	2210	1245	321	961	4	56,4	25,8	43,5	0,2	
30 — 50	1744	959	281	784	1	55,0	29,3	44,9	0,1	
50 — 70	938	504	204	433	1	53,7	40,3	46,2	0,1	
70 — 100	720	318	194	402	0	44,2	61,1	55,8	0,0	

ными причинами: изменениями степени аэрации почвы и интенсивностью поступления органического вещества в почву.

Распределение микроорганизмов по профилю почв. Численность основных групп микроорганизмов (бактерий, бацилл и актиномицетов) по всем исследованным горизонтам в карбонатном черноземе значительно выше, чем в дерново-глеевой слабоподзоленной почве (табл. 16.3).

Число бактериальных спор в дерново-глеевой почве ограничено и достигает примерно 10% от общего количества бактерий. В карбонатном черноземе отмечена более высокая численность бактериальных спор, удельный вес их в пахотном слое составляет 25%.

По профилю обоих типов почв абсолютное число бацилл убывает по мере углубления в толщу почвы. Однако, несмотря на уменьшение общего числа бактериальных спор в нижних горизонтах, их относительное число увеличивается. По-видимому, эта закономерность обуславливается относительным уменьшением количества легкоомобильных веществ в нижних горизонтах почвенного профиля.

Актиномицеты более многочисленны во всем профиле карбонатного чернозема по сравнению с дерново-глеевой почвой. Их удельный вес в общей численности микроорганизмов пахотного слоя карбонатного чернозема составляет около 40%, а дерново-глеевой почвы — около 25%. Относительное количество актиномицетов по мере углубления в карбонатном черноземе возрастает и на глубине 1 м составляет 55,8%. Вероятно, такое явление связано с комплексом факторов, свойственных карбонатным черноземам.

Относительное количество актиномицетов в профиле дерново-глеевой слабоподзоленной почвы с глубиной практически не изменяется. Численность же микроскопических грибов снижается более резко, чем содержание бактерий и актиномицетов. Основная масса их в обоих типах почв находится в пахотном слое, т. е. в местах аккумуляции свежих растительных остатков. Пре-

обладающее количество грибов в пахотном слое дерново-глеевой слабоподзоленной почвы объясняется кислой реакцией почвенного раствора, которую они предпочитают.

Характерно распределение по профилю почв и физиологических групп микроорганизмов. Нитрифицирующие бактерии в дерново-глеевой почве малочисленны, не обнаружены глубже пахотного слоя, тогда как в карбонатном черноземе количество их достигает 6 — 10 тыс. в 1 г сухой почвы пахотного слоя, и они отмечены в нем на глубине 1 м (табл. 16.4).

Численность нитрифицирующих бактерий с глубиной резко снижается.

Аналогичное распределение по профилю почв имеют и аэробные целлюлозоразлагающие микроорганизмы. Численность их в десятки раз выше в карбонатном черноземе, чем в дерново-глеевой слабоподзоленной почве. Основная масса как нитрифицирующих бактерий, так и аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов распределяется в пахотном слое почв.

Отмеченные выше свойства дерново-глеевой почвы препятствуют развитию в них и такого требовательного к субстрату микроорганизма, как азотобактер. На предкавказском карбонатном черноземе азотобактер размножается хорошо. Максимальное его развитие обнаруживается в слое 0 — 50 см, который наиболее увлажнен в течение вегетационного периода.

Анаэробный азотфиксатор *Clostridium pasteurianum* и денитрифицирующие бактерии широко представлены во всем профиле исследуемых почв. Максимальное количество этих бактерий находится в верхнем слое до глубины 30 см.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что предкавказские карбонатные черноземы, как и их аналоги в других районах России, являются весьма благоприятной средой для развития микроорганизмов. В них отмечается высокая общая численность микроорганизмов по всему почвенному профилю. Специфичность микробных ассоциаций, населяющих карбонатные черноземы, заключается в том, что в них имеют

Горизонт, см	Влажность, %	Гумус, %	тыс/г сухой почвы				Азотобактер, % обрастания комочков почвы
			нитрифика-торы	аэробные целлюлозоразлаг.	Clostr. past.	денитрифи-каторы	
Дерново-глеевая слабоподзоленная почва							
0 — 10	26,3	8,1	0,08	2,7	34	35	0,0
10 — 20	26,4	7,9	0,03	2,5	33	33	0,0
20 — 30	25,9	6,9	0,01	1,9	33	32	0,0
30 — 50	23,7	3,7	0,0	0,3	8	3	0,0
50 — 70	22,7	2,9	0,0	0,0	4	3	0,0
70 — 100	22,0	1,3	0,0	0,0	1	1	0,0
Предкавказский карбонатный чернозем							
0 — 10	21,1	5,7	11,0	25,0	53	70	62
10 — 20	22,3	5,6	11,0	20,0	25	60	48
20 — 30	22,3	4,8	6,0	20,0	16	25	29
30 — 50	20,2	3,6	1,0	10,0	3	6	11
50 — 70	20,0	2,8	0,10	1,0	2	4	8
70 — 100	19,5	1,5	0,01	0,6	0	3	4

очень большой удельный вес бактериальные споры и актиномицеты. Благоприятное сочетание различных факторов, наблюдающееся здесь, приводит к тому, что в них развиваются такие требовательные к условиям среды группы микроорганизмов, как нитрифицирующие, целлюлозоразлагающие бактерии и азотобактер.

Из спорообразующих форм специфическими видами являются *Bac. megaterium* и *Bac. idosus*, развитие которых связано с интенсивностью процесса нитрификации в этом типе почв. Высокая степень аммонификации и нитрификации в карбонатных черноземах способствует развитию и других групп микроорганизмов. Все исследователи,

изучавшие микрофлору черноземов, отмечают их высокую биологическую активность.

Дерново-глеевая слабоподзоленная почва в целом имеет значительную биогенность, но относительно бедна бактериальным населением. Значительно меньшая численность микроорганизмов, низкое содержание бактериальных спор и актиномицетов, немалое распространение *Bac. mycoides* и *Bac. cereus* приближает их к подзолистым почвам. Кроме того, кислая реакция среды этих почв препятствует развитию нитрифицирующих, аэробных целлюлозоразлагающих бактерий и азотобактера. Следовательно, их следует считать биологически слабоактивной.

Биохимическая деятельность почвенных микроорганизмов. Зеленое растение представляет собой как бы лабораторию, где из углекислоты, воды и минеральных веществ при участии солнечной энергии образуются органические соединения. Из почвы корневая система растений поглощает азот, серу, калий, железо, фосфор. Другие элементы необходимы растениям в значительно меньших количествах.

Фотосинтетическое связывание углерода и перевод его в органические соединения производится главным образом растениями и водорослями путем вовлечения в биосинтетические процессы CO_2 из атмосферы. Отмершие растения и трупы животных, которые возвращаются в почву, не могут непосредственно использоваться зелеными растениями. Чтобы растения могли усвоить элементы, входящие в состав органических веществ, последние должны разложиться (или, как принято говорить, минерализоваться).

Минерализация происходит при активном участии микробов. В результате их непрерывающейся работы из отмерших растений, трупов животных и других органических остатков высвобождаются вещества, которые после ряда изменений становятся доступными для растений. Кроме того, минерализация органических веществ возвращает CO_2 в атмосферу. Около 90% образующейся из органических веществ углекислоты — «микробного происхождения» и только 10% приходится на долю дыхания высших организмов и деятельность человека. При этом в аэробных условиях грибы дают $2/3$, а бактерии — $1/3$ CO_2 . Все процессы минерализации представляют собой длинную цепь последовательных и взаимопереплетающихся реакций. Причем минеральные элементы могут переходить из окисленного состояния в восстановленное и обратно. Часть веществ вовлекается в обменные реакции и включается в состав резервных образований почвы (гумуса, или перегноя).

Биологические реакции обратимы. Как правило, они образуют циклы повторяющихся биохимических процессов. Ни одно

органическое вещество не может быть устойчивым, ни одна стадия синтеза или минерализации не является окончательной. Если бы в результате жизнедеятельности микроорганизмов какое-либо стойкое вещество не принимало участия в обменных реакциях, оно накапливалось бы в таких количествах, что могло бы покрыть толстым слоем весь земной шар. Разрушая остатки растений и трупы животных, микробы способствуют очищению земной поверхности, являются великими санитарами природы. В случае гибели всех почвенных микробов жизнь на нашей планете не просуществовала бы и 30 лет. Одна из важнейших функций почвенных микроорганизмов — их участие в круговороте веществ.

Круговорот азота. Основные запасы азота находятся в атмосфере. Растения этот азот усваивать не способны. Особые ферменты, благодаря которым возможно использование атмосферного азота для синтеза белка, есть лишь у некоторых почвенных микроорганизмов. Организмы-азотфиксаторы встречаются среди свободноживущих, анаэробных, аэробных и фотосинтезирующих бактерий, среди бактерий, живущих в симбиозе с бобовыми, и, наконец, среди микроскопических водорослей. К какой бы группе организмов ни относился микроб-фиксатор, конечный продукт обмена, в состав которого входит азот, всегда имеет белковую природу.

В почву элемент поступает в виде органических соединений. Для растений же, не способных усваивать органические вещества, необходим минеральный азот в виде нитратов. Процесс биологической минерализации органического азота в почве называется аммонификацией. Аммонификация — второй этап цикла превращения элемента.

Первыми на белковые соединения азота воздействуют внеклеточные ферменты микробов (протеазы), расщепляющие на более простые молекулы аминокислот. Последние проникают в клетки микроорганизмов и уже там подвергаются воздействию внутриклеточных ферментов. Ферменты, разрушающие аминокислоты, называются дезами-

назами. Они способствуют освобождению аммиака из белковых соединений. В процессе аммонификации расщепляются самые разнообразные азотсодержащие вещества: белковые соединения, аминокислоты, нуклеиновые кислоты, пуриновые основания, фосфатиды, алкалоиды, амины, мочевиная кислота и мочевиная.

Аммонификацию вызывают многие виды бактерий, в том числе некоторые аэробные споровые бациллы и анаэробные клостридии. Наиболее распространенными аммонифицирующими бактериями являются непорочные представители рода *Pseudomonas*. В период максимального выделения аммиака к бактериям присоединяются актиномицеты, а в конце процесса усиленно развиваются микроскопические грибы.

Часть аммиака, освобождающегося при биохимических реакциях почвы, адсорбируется глинисто-гумусовыми частицами или нейтрализует почвенные кислоты. Другая часть превращается в белки многочисленных гетеротрофных бактерий и грибов, если в распоряжении этих организмов находятся усваиваемые углеродсодержащие соединения, служащие для них источником энергии. Выделяющийся аммиак также окисляется автотрофами в нитраты и нитриты. Наконец, при определенных условиях некоторое его количество остается свободным и уходит в атмосферу, вследствие чего почва обедняется, снижается ее плодородие. Потерям аммиака способствуют высокая влажность, плохая аэрация, жаркий климат, щелочная реакция почвы, внесение слишком большого количества органических удобрений.

Третий этап превращений азота — нитрификация. Это процесс окисления аммонийного азота и образования нитратов, играющих важную роль в питании высших растений. Окисление аммиака осуществляется в две стадии. Сначала образуется нитритная форма окисла (NO_2):

$2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, а затем — нитрат (NO_3):

$\text{HNO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$.

В окислении участвуют две группы микроорганизмов: нитрозные бактерии типа

Nitrosomonas и нитратные бактерии типа *Nitrobacter*. Реакции нитрификации сопровождаются выделением тепла, которое используется бактериями для восстановления углекислоты, служащей для них источником углерода. Бактерии-нитрификаторы присутствуют во всех почвах, за исключением очень кислых. В плодородных их численность достигает 1 млн/г. Особенно много нитрификаторов в поверхностном слое. Только в случае кислых почв они предпочитают средние слои.

Содержание нитратов в почве невелико (от 2 до 20 мг на 1 кг почвы). Оно в значительной степени зависит от того, находится данное поле под паром или занято какой-либо культурой. Большое значение имеет также влажность почвы и ее насыщенность кислородом, а следовательно, качество обработки (вспашки, боронования). Накопление нитратов в почве происходит при температуре от +10 до +33°, но наиболее благоприятная температура — около +30°.

Нитраты легко вымываются из почвы, что приводит к значительным потерям азота. В связи с этим одной из задач почвенной микробиологии является изучение возможностей искусственного подавления активности организмов-нитрификаторов с помощью особых веществ (ингибиторов).

Последний этап превращения азота — частичное восстановление нитратов — денитрификация. Конечный продукт восстановления — молекулярный азот, выделяющийся в атмосферу: $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$.

Денитрификацию вызывают многие почвенные микроорганизмы, в том числе некоторые виды автотрофных бактерий с довольно сложным обменом веществ. Денитрификационные процессы протекают в анаэробных условиях. Поэтому в тяжелых, насыщенных водой почвах с большим содержанием органических веществ потери азота вследствие денитрификации особенно велики.

Круговорот углерода. Цикл углерода в почве — основной геохимический цикл на планете, обеспечивающий стабильность углерод-кислородной системы Земли.

С круговоротом углерода связаны важнейшие процессы — фотосинтез и судьба почвенного органического вещества. От динамики этих процессов зависит состояние наземного покрова и атмосферы.

Высшие растения ежегодно синтезируют миллионы тонн различных органических веществ. Около половины усвоенного ими углерода приходится на клетчатку, в разложении которой участвуют многие аэробные и анаэробные бактерии, а также микроскопические грибы.

Процесс анаэробного разложения клетчатки был впервые изучен одним из учеников С. Н. Виноградского — В. Л. Омелянским. Для выявления микроорганизмов, разрушающих клетчатку без доступа воздуха на дне водоемов, в пищеварительном тракте животных и т. д., Омелянский подготовил жидкую питательную среду, в которую вместе с необходимыми для питания микробов минеральными солями помещались полоски фильтровальной бумаги (т. е. клетчатка), а затем вносился речной ил или свежий навоз. Через несколько дней на бумаге появлялись пятна, постепенно превращавшиеся в дыры, а еще позже бумага становилась сетчатой, как бы изъеденной. С частично разрушенных полосок фильтровальной бумаги В. Л. Омелянским были выделены анаэробные бактерии, вызывающие брожение клетчатки.

Анаэробные бактерии, разлагающие клетчатку, имеют форму барабанной палочки. Основным представителем этой группы микроорганизмов, насчитывающей более десяти видов, в честь ученого, который его открыл, назван *Clostridium omelianskii*.

В процессе брожения клетчатки сначала образуется глюкоза, а затем — углекислый газ и водород, органические кислоты (уксусная, режее муравьиная и масляная), этиловый спирт.

К аэробным организмам, разлагающим клетчатку, относятся миксобактерии родов *Cytophaga*, *Sorangium* и *Polyangium*, а также бактерии рода *Cellvibrio*. При выращивании на клетчатке бактериальные клетки располагаются вдоль ее волокна (иногда в виде

витого шнурка). Это объясняется тем, что разлагающий целлюлозу фермент — целлюлоза из клеток бактерий — во внешнюю среду не выделяется. Так как ферменты находятся на поверхности бактериальной клетки, разложение целлюлозы происходит только при непосредственном соприкосновении микробов с ее волокнами.

В кислых почвах (лесные подстилки, кислые торфяники, подзолы) клетчатку разлагают микроскопические грибы.

Микроорганизмы, разлагающие клетчатку до углекислоты и воды, присутствуют в почвах всех типов. В хорошо аэрируемых нейтральных или слабокислых почвах это в основном аэробные бактерии, в кислых — грибы, в тяжелых (особенно в условиях жаркого климата) — анаэробные бактерии.

Весной под посевом кормовых трав в почве активно размножаются аэробные бактерии. Они лучше приспособлены к сравнительно низким температурам и легко находят необходимый им минеральный азот. В первой половине лета активизируются микроскопические грибы, использующие как минеральный, так и органический азот. Во второй половине лета, когда в почве накапливаются растительные остатки и образуются большое количество нитратов, развиваются миксобактерии. Затем начинается интенсивный рост аммонифицирующих бактерий, и численность микробов, разлагающих клетчатку, сокращается.

Процессы разложения клетчатки микроорганизмами широко используются во многих отраслях народного хозяйства. Продуктами брожения целлюлозы являются такие ценные соединения, как этиловый спирт, органические кислоты, метан. По мнению специалистов, метан, выделяющийся при брожении растительных отходов, может стать в будущем одним из важных источников энергии.

Большое значение для народного хозяйства имеют также процессы разложения пектинов. Например, при мочке льна и конопли и благодаря деятельности анаэробных бактерий высвобождаются и становятся пригодными для последующей промыш-

ленной обработки волокна этих растений.

Почвенные микроорганизмы обеспечивают расщепление и других соединений углерода (гемицеллюлозы, крахмала, лигнина), содержащихся в растительных тканях. На каждом этапе разрушения углеродсодержащих соединений часть их исключается из процессов минерализации и включается в реакции синтеза, из которых наиболее важными для плодородия почв являются гумусобразующие.

Реакции углеродного питания организмов-нитрификаторов выявляют взаимосвязь между циклами превращений углерода и азота. Без деятельности бактерий все атомы углерода и азота оказались бы связанными в телах погибших растений и животных, и жизнь скоро прекратилась бы из-за отсутствия сырья для синтеза новой цитоплазмы. Разрушая органическое вещество, участвуя в круговороте азота и углерода, почвенные микробы создают условия, необходимые для жизни высших организмов.

Круговорот минеральных элементов. Как наиболее важные (фосфор, сера, железо и т. д.), так и второстепенные элементы в результате деятельности растений и микроорганизмов последовательно переходят из органических соединений в минеральные и обратно. В почве они находятся в свободном состоянии или входят в состав гумуса. Превращения минеральных веществ регулируются микроорганизмами и тесно связаны с круговоротом углерода и азота. Практически нет ни одного элемента, который не подвергался бы воздействию почвенной микрофлоры. Микробы ассимилируют, окисляют, восстанавливают, осаждают и растворяют самые разнообразные химические соединения, создают их комплексы и освобождают их из уже образовавшихся комплексов.

Микроорганизмы и продуктивность земледелия. Влияние обработки и мелиорации почвы на ее микрофлору. При вспашке образуются слои почвы, в которых создаются условия, благоприятные для развития корневой системы растений и накопления питательных веществ. Пахотный слой биологически

неоднороден: по мере углубления в почву микробов в ней становится все меньше. Одним из основных показателей микробиологической активности почвы служит интенсивность ее «дыхания», т. е. выделения углекислого газа, который является продуктом жизнедеятельности микробов. Энергичнее других «дышат» верхние слои почвы. Постепенное сокращение численности микроорганизмов с глубиной объясняется, по-видимому, наличием в глубоких слоях почвы токсичных веществ, в роли которых могут выступать продукты неполного распада растительных остатков (например, соединения ароматического ряда и летучие органические кислоты). Поскольку нижние горизонты пахотного слоя плохо аэрируются и окислительные процессы протекают медленно, токсичные вещества не распадаются, а накапливаются.

При вспашке с оборотом пахотного слоя подвижные органические вещества перемещаются вверх и в условиях лучшего аэрирования быстрее подвергаются минерализации, что способствует повышению плодородия почвы. Благодаря отвальной вспашке пахотный слой становится более благоприятной средой для развития корневой системы растений.

Однако резервные соединения в глубине пахотного слоя накапливаются довольно медленно, в связи с чем, вероятно, целесообразно чередовать отвальную пахоту с безотвальной. Периодичность чередования зависит от системы земледелия и почвенно-климатических условий и определяется для каждого конкретного хозяйства опытным путем.

При безотвальной вспашке по методу Т. С. Мальцева происходит рыхление обычно не затрагиваемого обработкой подпахотного слоя (30 — 50 см), способствующее активизации в нем жизнедеятельности микроорганизмов (особенно в почвах, богатых гумусом). Вспашка по методу Т. С. Мальцева, по существу, углубляет пахотный слой.

По мнению почетного члена ВАСХНИЛ Т. С. Мальцева, при глубокой (на 40 — 50 см) безотвальной вспашке растительные остат-

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ
В ТЕМНОЙ КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ

Таблица 16.5

Почва	Слой, см	Численность микроорганизмов в 1 г почвы, млн.			
		20 мая	5 июня	27 июня	4 августа (после уборки урожая)
Неорошаемая	0 — 10	13,2	13,0	16,7	5,6
	10 — 27	13,4	14,1	13,0	4,6
Орошаемая	0 — 10	28,7	16,7	36,0	10,2
	10 — 27	19,8	42,6	18,2	5,1

ки лучше гумифицируются в пахотном слое, который при этом не подвергается сильной аэрации. Т. С. Мальцев полагает, что для поддержания структуры почвы достаточно пожнивных остатков однолетних растений. В соответствии с его рекомендациями глубокая безотвальная обработка почвы должна производиться один раз в 5 — 6 лет, а в промежутках между вспашками следует применять безотвальное лушение.

Тип вспашки определяет характер формирования корневой системы растений. Так как основная масса вторичных корней образуется в зоне запаханных растительных остатков, при безотвальной вспашке разветвленная корневая система растений формируется в верхнем слое почвы, а при отвальной — в более глубоких слоях. Первый тип корневой системы менее устойчив к засухе, чем второй.

Способы обработки почвы следует выбирать с учетом климатических условий зоны. В районах относительно холодного и достаточно влажного климата с коротким летом более эффективной является безотвальная вспашка, при которой растительные остатки находятся в хорошо прогреваемом и аэрируемом верхнем слое почвы и могут быстро минерализоваться. В районах теплого климата, особенно в условиях орошаемого земледелия, нередко бывает необходимо замедлить распад органических остатков, что обеспечивается при глубокой их запашке. Например, в Средней Азии люцерновый

пласт лучше всего действует на хлопчатник при глубокой заделке отвальной вспашкой. Мелко заделанный травяной пласт в условиях этой зоны быстро разлагается, и растения хлопчатника не успевают полностью ассимилировать продукты его распада.

Важную роль в повышении плодородия почв играют мелиоративные мероприятия, к которым относятся: орошение почв в зонах с недостаточным количеством осадков; осушение избыточно увлажненных почв; внесение в кислые и щелочные почвы соединений, нормализующих реакцию, и т. д. При недостатке влаги микробиологические процессы приостанавливаются, так как большая часть микроорганизмов переносит засуху в состоянии анабиоза. Увлажнение почвы активизирует микрофлору (табл. 16.5), что способствует более интенсивному накоплению необходимых для растений минеральных соединений. Осушение переувлажненных участков благотворно влияет на состав микрофлоры, а следовательно, тоже является фактором повышения плодородия почв.

Для нейтрализации кислых подзолистых и дерново-подзолистых почв широко применяется известкование. Внесение извести устраняет вредную кислотность, уменьшает концентрацию подвижного алюминия, оказывающего токсичное действие на многие микроорганизмы и растения, а также увеличивает содержание кальция, которого в кислых почвах обычно не хватает. При извест-

ленной обработки волокна этих растений.

Почвенные микроорганизмы обеспечивают расщепление и других соединений углерода (гемицеллюлозы, крахмала, лигнина), содержащихся в растительных тканях. На каждом этапе разрушения углеродсодержащих соединений часть их исключается из процессов минерализации и включается в реакции синтеза, из которых наиболее важными для плодородия почв являются гумусобразующие.

Реакции углеродного питания организмов-нитрификаторов выявляют взаимосвязь между циклами превращений углерода и азота. Без деятельности бактерий все атомы углерода и азота оказались бы связанными в телах погибших растений и животных, и жизнь скоро прекратилась бы из-за отсутствия сырья для синтеза новой цитоплазмы. Разрушая органическое вещество, участвуя в круговороте азота и углерода, почвенные микробы создают условия, необходимые для жизни высших организмов.

Круговорот минеральных элементов. Как наиболее важные (фосфор, сера, железо и т. д.), так и второстепенные элементы в результате деятельности растений и микроорганизмов последовательно переходят из органических соединений в минеральные и обратно. В почве они находятся в свободном состоянии или входят в состав гумуса. Превращения минеральных веществ регулируются микроорганизмами и тесно связаны с круговоротом углерода и азота. Практически нет ни одного элемента, который не подвергался бы воздействию почвенной микрофлоры. Микробы ассимилируют, окисляют, восстанавливают, осаждают и растворяют самые разнообразные химические соединения, создают их комплексы и освобождают их из уже образовавшихся комплексов.

Микроорганизмы и продуктивность земледелия. Влияние обработки и мелиорации почвы на ее микрофлору. При вспашке образуется слой почвы, в котором создаются условия, благоприятные для развития корневой системы растений и накопления питательных веществ. Пахотный слой биологически

неоднороден: по мере углубления в почву микробов в ней становится все меньше. Одним из основных показателей микробиологической активности почвы служит интенсивность ее «дыхания», т. е. выделения углекислого газа, который является продуктом жизнедеятельности микробов. Энергичнее других «дышат» верхние слои почвы. Постепенное сокращение численности микроорганизмов с глубиной объясняется, по-видимому, наличием в глубоких слоях почвы токсичных веществ, в роли которых могут выступать продукты неполного распада растительных остатков (например, соединения ароматического ряда и летучие органические кислоты). Поскольку нижние горизонты пахотного слоя плохо аэрируются и окислительные процессы протекают медленно, токсичные вещества не распадаются, а накапливаются.

При вспашке с оборотом пахотного слоя подвижные органические вещества перемещаются вверх и в условиях лучшего аэрирования быстрее подвергаются минерализации, что способствует повышению плодородия почвы. Благодаря отвальной вспашке пахотный слой становится более благоприятной средой для развития корневой системы растений.

Однако резервные соединения в глубине пахотного слоя накапливаются довольно медленно, в связи с чем, вероятно, целесообразно чередовать отвальную пахоту с безотвальной. Периодичность чередования зависит от системы земледелия и почвенно-климатических условий и определяется для каждого конкретного хозяйства опытным путем.

При безотвальной вспашке по методу Т. С. Мальцева происходит рыхление обычно не затрагиваемого обработкой подпахотного слоя (30 — 50 см), способствующее активизации в нем жизнедеятельности микроорганизмов (особенно в почвах, богатых гумусом). Вспашка по методу Т. С. Мальцева, по существу, углубляет пахотный слой.

По мнению почетного члена ВАСХНИЛ Т. С. Мальцева, при глубокой (на 40 — 50 см) безотвальной вспашке растительные остат-

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ
В ТЕМНОЙ КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ

Таблица 16.5

Почва	Слой, см	Численность микроорганизмов в 1 г почвы, млн.			
		20 мая	5 июня	27 июня	4 августа (после уборки урожая)
Неорошаемая	0 — 10	13,2	13,0	16,7	5,6
	10 — 27	13,4	14,1	13,0	4,6
Орошаемая	0 — 10	28,7	16,7	36,0	10,2
	10 — 27	19,8	42,6	18,2	5,1

ки лучше гумифицируются в пахотном слое, который при этом не подвергается сильной аэрации. Т. С. Мальцев полагает, что для поддержания структуры почвы достаточно пожнивных остатков однолетних растений. В соответствии с его рекомендациями глубокая безотвальная обработка почвы должна производиться один раз в 5 — 6 лет, а в промежутках между вспашками следует применять безотвальное лушение.

Тип вспашки определяет характер формирования корневой системы растений. Так как основная масса вторичных растительных остатков, при безотвальной вспашке разветвленная корневая система растений формируется в верхнем слое почвы, а при отвальной — в более глубоких слоях. Первый тип корневой системы менее устойчив к засухе, чем второй.

Способы обработки почвы следует выбирать с учетом климатических условий зоны. В районах относительно холодного и достаточно влажного климата с коротким летом более эффективной является безотвальная вспашка, при которой растительные остатки находятся в хорошо прогреваемом и аэрируемом верхнем слое почвы и могут быстро минерализоваться. В районах теплого климата, особенно в условиях орошаемого земледелия, нередко бывает необходимо замедлить распад органических остатков, что обеспечивается при глубокой их запашке. Например, в Средней Азии люцерновый

пласт лучше всего действует на хлопчатник при глубокой заделке отвальной вспашкой. Мелко заделанный травяной пласт в условиях этой зоны быстро разлагается, и растения хлопчатника не успевают полностью ассимилировать продукты его распада.

Важную роль в повышении плодородия почв играют мелиоративные мероприятия, к которым относятся: орошение почв в зонах с недостаточным количеством осадков; осушение избыточно увлажненных почв; внесение в кислые и щелочные почвы соединений, нормализующих реакцию, и т. д. При недостатке влаги микробиологические процессы приостанавливаются, так как большая часть микроорганизмов переносит засуху в состоянии анабиоза. Увлажнение почвы активизирует микрофлору (табл. 16.5), что способствует более интенсивному накоплению необходимых для растений минеральных соединений. Осушение переувлажненных участков благотворно влияет на состав микрофлоры, а следовательно, тоже является фактором повышения плодородия почв.

Для нейтрализации кислых подзолистых и дерново-подзолистых почв широко применяется известкование. Внесение извести устраняет вредную кислотность, уменьшает концентрацию подвижного алюминия, оказывающего токсичное действие на многие микроорганизмы и растения, а также увеличивает содержание кальция, которого в кислых почвах обычно не хватает. При извест-

Дата	Почва	Бактерии (всего)	Бациллы	Актиноми- цеты	Грибы	Азотобактер	Нитрификаторы
		тыс. на 1 г почвы					
27 июня	Без известкования	3900	770	160	67	0	1
	Известкован.	6500	1600	250	10	2	5
10 августа	Без известкования	2900	880	200	130	0	1
	Известкован.	15500	2130	2200	50	15	10

ковании в почву вносятся магний. Известь резко меняет соотношение отдельных групп микроорганизмов (табл. 16.6) в почве: увеличивается численность бактерий (в том числе бацилл) и актиномицетов, становится меньше микроскопических грибов, появляются микробы, характерные для высокоплодородных почв (азотобактер, целлюлозо-разлагающие миксобактерии и вибрионы). В нейтрализованной почве значительно лучше размножаются клубеньковые бактерии. Рост численности этих микроорганизмов способствует более интенсивному образованию клубеньков у бобовых растений, особенно у люцерны и клевера.

Микрофлора корневой зоны и ее значение для растений. В процессе жизнедеятельности растения через корневую систему выделяют в почву минеральные соли, содержащие фосфор, кальций и натрий, а также органические соединения (сахара, органические кислоты, витамины, аминокислоты, ростовые вещества, ферменты и т. д.). Все эти вещества усваиваются микроорганизмами. Наряду с корневыми выделениями растений микробы используют отмершие корни, корневые волоски и постоянно обновляющиеся их части (слущивающиеся клетки корневых чехликов, эпидермиса корня и

т. д.). Вследствие этого в непосредственной близости от корней высших растений образуется зона, благоприятная для развития микроорганизмов и по их численности отличающаяся от остальной почвы (табл. 16.7). Эта зона называется ризосферой.

Влияние сельскохозяйственных культур на жизнедеятельность микробов различно. Оно зависит от вида растений, стадии их развития и почвенных условий.

Например, в ризосфере бобовых численность микроорганизмов больше, чем в ризосфере злаковых. Это, по-видимому, объясняется тем, что корневые выделения бобовых содержат много азотистых и углеродистых соединений.

Ризосфера образуется вскоре после прорастания семян. Между пятым и пятнадцатым днями развития растений (например, пшеницы, овса и люцерны) численность микробов в ризосфере возрастает в 10 — 30 раз. Больше всего микробов в ризосфере бывает в период интенсивного роста растений, меньше всего — во время их созревания.

Микрофлора ризосферы может быть равномерно диффузной или состоять из более или менее изолированных колоний. Колонии бактерий располагаются гроздьями или даже слоями вокруг корневых волосков.

Почва (культура)	Вне ризосферы	Ризосфера
Дерново-подзолистая (пшеница)	2500	1750000
Каштановая (пшеница)	14000	2100000
Серозем (хлопчатник)	74000	3500000
Краснозем (табак)	500	500000

Особенно много микробов обычно сосредоточено в непосредственной близости к тонким корням. Их плотность здесь настолько велика, что корни оказываются как бы окруженными плотной муфтой, практически изолирующей их от почвы.

Растение не просто способствует накоплению микробов в ризосфере, а отбирает (селекционирует) их, поэтому микрофлора ризосферы отличается от микрофлоры остальной почвы не только численностью, но и составом организмов. Преобладающей группой здесь, как правило, являются неспоровые бактерии. Второе место по численности занимают миксобактерии. Актиномицеты, грибы и споровые бактерии представлены в ризосфере в небольших количествах. Данные о распределении бактерий разных групп в почвенных зонах представлены в таблице 16.7.

В ризосфере широко представлены азотфиксирующие микроорганизмы: неспоровые бактерии (клубеньковые и фотосинтезирующие, азотобактер, азотомонас), миксобактерии, маслянокислые бактерии и водоросли. Численность клеток отдельных групп бактерий-азотфиксаторов в этой зоне может составлять от сотен тысяч до миллиардов на 1 г почвы. В ризосфере растений содержится обычно в 2 — 3 раза больше водорослей, чем в остальной части почвы.

Здесь более интенсивно развиваются также аммонификаторы, нитрификаторы и денитрификаторы. Общая численность этих микробов в ризосфере достигает миллионов и даже миллиардов клеток на 1 г почвы. Высокая

концентрация микроорганизмов в ризосфере способствует развитию в этой зоне питающихся бактериями простейших и нематод.

С помощью агротехнических и мелиоративных мероприятий (таких как известкование, внесение органических и минеральных удобрений, орошение и т. д.) можно целенаправленно изменять состав микрофлоры в ризосфере и тем самым активно влиять на микробиологические процессы, определяющие условия питания растений.

Значение биологического азота для земледелия. Около 2000 лет назад было замечено, что возделывание бобовых культур возвращает плодородие истощенной почве. Это свойство связывали с наличием особых образований на их корнях (клубеньков), но объяснить не могли. В 1838 г. французский химик Буссенго заметил, что в урожае культур, посеянных после бобовых, накапливается значительно больше азота, чем после злаков. Через несколько лет результаты опытов Буссенго подтвердили английские ученые Лоуз и Джилберт.

Русский ботаник М. С. Воронин, которому были известны опыты Буссенго, решил выяснить, откуда растения бобовых получают азот. Прежде всего он определил содержание азота в песке до посева гороха. Так как оно оказалось очень незначительным, ученый пришел к выводу, что растения бобовых культур используют атмосферный азот. Изучая под микроскопом срезы корневой системы бобовых, Воронин обнаружил, что клетки клубеньков сильно отличаются от клеток корня, на котором они образуют-

ся: в них содержится множество самостоятельных движущихся палочковидных тел. Это позволило ученому предположить, что клубеньки на корнях бобовых растений образуются в результате деятельности бактерий, проникающих в клетки корня.

М. С. Воронин открыл клубеньковые бактерии в 1886 г., но только через два года после этого удалось доказать, что бактерии в клубеньках бобовых растений находятся не случайно, а выполняют там очень важную функцию — связывают атмосферный азот. Это сделали уже другие ученые в опытах с бобовыми и небобовыми культурами.

Клубеньковые бактерии живут с бобовыми растениями в симбиозе, т. е. являются взаимно полезными. Бактерии усваивают азот атмосферы и включают его в соединения, которые могут использоваться растениями, а растения снабжают их веществами, содержащими углерод. Клубеньковые бактерии — это палочковидные организмы длиной 1,2 — 3 мкм и шириной 0,5 — 0,9 мкм со сложным и довольно длительным циклом развития. На разных стадиях появляются кокковидные, подвижные и неподвижные формы. Вне клубеньков (на искусственных питательных средах) эти бактерии развиваются при температуре от 0 до 37°, но наиболее интенсивно — при 20 — 31°. Особенно благоприятной для них является нейтральная среда (рН 6,5 — 7,2), к воздействию щелочной они относительно устойчивы, а в кислой, как правило, представлены неэффективные их расы.

Отдельные расы клубеньковых бактерий могут вступать в симбиоз лишь с определенными бобовыми растениями. По этому признаку они делятся на следующие группы: 1) клубеньковые бактерии люцерны и донника; 2) клевера; 3) гороха, вики, чины и кормовых бобов; 4) сои; 5) люпина и сераделлы; 6) фасоли; 7) арахиса, вигны, коровьего гороха и т. д.

Бобовые растения, которых насчитывается около 12 тыс. видов, широко представлены на всем земном шаре. Однако далеко не у всех видов на корнях образуются клубеньки. Из 1063 специально изученных видов бобовых у 133 они не развиваются.

К симбиозу с азотфиксаторами способны не только бобовые растения. Установлено, например, что атмосферный азот связывают бактерии, живущие в корневых клубеньках лоха, облепихи, шедерии, сосны лучистой, ногоплодника, ежи сборной, субтропических растений рода *Causarina*, а также в узлах листьев некоторых тропических кустарников семейства мареновых (например, паветты). Фиксировать азот могут актиномицеты, живущие в клубеньках корней ольхи, и микроскопические грибы, живущие в корнях райграса и некоторых вересковых растений. Под некоторыми видами ольхи может ежегодно накапливаться более 100 кг азота на 1 га. Для сельского хозяйства из растений, вступающих в симбиоз с азотфиксаторами, наибольший интерес, безусловно, представляют бобовые.

Клубеньковые бактерии сравнительно долго могут существовать в почве и при отсутствии бобовых растений, но в этих условиях они теряют способность фиксировать азот.

Выделяют четыре основных стадии клубеньков: заражение (инфицирование) растения, образование клубенька, его зрелость и, наконец, перерождение (дегенерация). Проникнув в корни бобовых растений через корневые волоски, клубеньковые бактерии воздействуют на них своими выделениями, в состав которых входит бетайндолилуксусная кислота (гетероауксин). Клеточные оболочки корневых волосков при этом растворяются, а сами волоски изгибаются в виде ручки зонтика. В корневых волосках образуются так называемые инфекционные нити, которые представляют собой слизистую массу, состоящую из палочковидных клеток клубеньковых бактерий. Затем клубеньковые бактерии выходят из инфекционных нитей и, активно размножаясь, распространяются в клетках корней. Зараженные и расположенные по соседству с ними клетки начинают интенсивно делиться. Начинается развитие клубеньков. На этой, второй, стадии бактерии распространяются в корне вместе с делящимися клетками растения-хозяина.

После массового размножения клеток корня происходит обособление (дифференциация) его тканей. Выделяются четыре зоны: кора, зона меристемы (делящиеся клетки), сосудистая и бактериальная ткани. Последняя образует внутреннюю часть клубенька и состоит из видоизмененных клеток клубеньковых бактерий (бактероидов). Фиксация азота происходит именно в бактериальной ткани корня.

Клубеньки на корнях бобовых существуют недолго. Только у многолетних растений (кустарников и деревьев) они могут сохраняться в течение 5 — 6 лет. Перерождение (дегенерация) клубенька обычно происходит постепенно. Разрушение его тканей сопровождается растворением (лизисом) клубеньковых бактерий. Клубеньки отделяются от растения, а оставшиеся в живых бактерии покидают их и переходят в почву.

В сложном процессе образования клубеньков принимают участие три фактора: два живых организма (бактерии и бобовое растение), между которыми устанавливаются тесные симбиотические взаимоотношения, и внешняя среда. Каждый из этих факторов активно влияет на процесс развития клубеньков.

Одна из основных особенностей клубеньковых бактерий — способность выделять стимулирующие рост вещества. В начале заражения под влиянием этих веществ происходит искривление корневых волосков (вследствие их неравномерного роста), а на последующих стадиях развития клубенька ростовые вещества бактерий способствуют интенсивному размножению клеток корневых тканей. Важным свойством клубеньковых бактерий является также их инфекционная способность, т. е. способность проникать в корни определенных растений и вызывать образование клубеньков.

Роль бобовых растений в образовании клубеньков состоит в выделении ими веществ, стимулирующих развитие клубеньковых бактерий определенных рас. На стадии заражения эти вещества способствуют проникновению бактерий в корень.

При совместном выращивании бобовых

растений разных видов (клевера, люцерны, вики) на их корнях образуется значительно меньше клубеньков, чем при раздельном. Это объясняется тем, что корни бобовых выделяют вещества, угнетающие жизнедеятельность рас клубеньковых бактерий, которые не вступают с ними в симбиоз. При внесении в почву древесного угля, активно поглощающего различные вещества (в том числе и токсичные), клубеньки на корнях бобовых растений начинают интенсивно развиваться. Это свойство угля используют также для борьбы с клевероутомлением почвы, сущность которого заключается в том, что при ежегодном выращивании на одном и том же участке клевер перестает давать урожай.

Большое содержание углеводов в тканях бобовых растений повышает их восприимчивость к заражению клубеньковыми бактериями и стимулирует образование клубеньков, тогда как соединения азота мешают развитию симбиотических связей. Азот, содержащийся в тканях растения, как бы препятствует внедрению азота-пришельца.

Инфекционная способность клубеньковых бактерий еще не говорит об их активности в фиксации азота. По способности к азотфиксации расы клубеньковых бактерий делятся на эффективные, неэффективные и переходные. Заражение бобовых растений эффективной расой бактерий способствует интенсивной фиксации азота. Неэффективная раса образует клубеньки, но свободного азота не связывает.

Эффективность клубеньковых бактерий меняется в зависимости от условий внешней среды. Например, при длительном культивировании микроорганизмов на искусственной питательной среде, хранении в стерильной почве и т. д. эффективные расы становятся неэффективными. Добиться обратного превращения значительно труднее. Эффективность симбиотической азотфиксации зависит от степени взаимодействия клубеньковых бактерий и бобового растения. По-видимому, существует тесная координация функций этих двух организмов.

Различий в форме и поведении эффектив-

ся: в них содержится множество самостоятельных движущихся палочковидных телец. Это позволило ученому предположить, что клубеньки на корнях бобовых растений образуются в результате деятельности бактерий, проникающих в клетки корня.

М. С. Воронин открыл клубеньковые бактерии в 1886 г., но только через два года после этого удалось доказать, что бактерии в клубеньках бобовых растений находятся не случайно, а выполняют там очень важную функцию — связывают атмосферный азот. Это сделали уже другие ученые в опытах с бобовыми и небобовыми культурами.

Клубеньковые бактерии живут с бобовыми растениями в симбиозе, т. е. являются взаимно полезными. Бактерии усваивают азот атмосферы и включают его в соединения, которые могут использоваться растениями, а растения снабжают их веществами, содержащими углерод. Клубеньковые бактерии — это палочковидные организмы длиной 1,2 — 3 мкм и шириной 0,5 — 0,9 мкм со сложным и довольно длительным циклом развития. На разных стадиях появляются кокковидные, подвижные и неподвижные формы. Вне клубеньков (на искусственных питательных средах) эти бактерии развиваются при температуре от 0 до 37°, но наиболее интенсивно — при 20 — 31°. Особенно благоприятной для них является нейтральная среда (рН 6,5 — 7,2), к воздействию щелочной они относительно устойчивы, а в кислой, как правило, представлены неэффективные их расы.

Отдельные расы клубеньковых бактерий могут вступать в симбиоз лишь с определенными бобовыми растениями. По этому признаку они делятся на следующие группы: 1) клубеньковые бактерии люцерны и донника; 2) клевера; 3) гороха, вики, чины и кормовых бобов; 4) сои; 5) люпина и сераделлы; 6) фасоли; 7) арахиса, вигны, коровьего гороха и т. д.

Бобовые растения, которых насчитывается около 12 тыс. видов, широко представлены на всем земном шаре. Однако далеко не у всех видов на корнях образуются клубеньки. Из 1063 специально изученных видов бобовых у 133 они не развиваются.

К симбиозу с азотфиксаторами способны не только бобовые растения. Установлено, например, что атмосферный азот связывают бактерии, живущие в корневых клубеньках лоха, облепихи, шефедрии, сосны лучистой, ногоплодника, ежи сборной, субтропических растений рода *Causarina*, а также в узлах листьев некоторых тропических кустарников семейства мареновых (например, паветты). Фиксировать азот могут актиномицеты, живущие в клубеньках корней ольхи, и микроскопические грибы, живущие в корнях райграсса и некоторых вересковых растений. Под некоторыми видами ольхи может ежегодно накапливаться более 100 кг азота на 1 га. Для сельского хозяйства из растений, вступающих в симбиоз с азотфиксаторами, наибольший интерес, безусловно, представляют бобовые.

Клубеньковые бактерии сравнительно долго могут существовать в почве и при отсутствии бобовых растений, но в этих условиях они теряют способность фиксировать азот.

Выделяют четыре основных стадии клубеньков: заражение (инфицирование) растения, образование клубенька, его зрелость и, наконец, перерождение (дегенерация). Проникнув в корни бобовых растений через корневые волоски, клубеньковые бактерии воздействуют на них своими выделениями, в состав которых входит бетайндолилуксусная кислота (гетероауксин). Клеточные оболочки корневых волосков при этом растворяются, а сами волоски изгибаются в виде ручки зонтика. В корневых волосках образуются так называемые инфекционные нити, которые представляют собой слизистую массу, состоящую из палочковидных клеток клубеньковых бактерий. Затем клубеньковые бактерии выходят из инфекционных нитей и, активно размножаясь, распространяются в клетках корней. Зараженные и расположенные по соседству с ними клетки начинают интенсивно делиться. Начинается развитие клубеньков. На этой, второй, стадии бактерии распространяются в корне вместе с делящимися клетками растения-хозяина.

После массового размножения клеток корня происходит обособление (дифференциация) его тканей. Выделяются четыре зоны: кора, зона меристемы (делящиеся клетки), сосудистая и бактериальная ткани. Последняя образует внутреннюю часть клубенька и состоит из видоизмененных клеток клубеньковых бактерий (бактериоидов). Фиксация азота происходит именно в бактериальной ткани корня.

Клубеньки на корнях бобовых существуют недолго. Только у многолетних растений (кустарников и деревьев) они могут сохраняться в течение 5 — 6 лет. Перерождение (дегенерация) клубенька обычно происходит постепенно. Разрушение его тканей сопровождается растворением (лизисом) клубеньковых бактерий. Клубеньки отделяются от растения, а оставшиеся в живых бактерии покидают их и переходят в почву.

В сложном процессе образования клубеньков принимают участие три фактора: два живых организма (бактерии и бобовое растение), между которыми устанавливаются тесные симбиотические взаимоотношения, и внешняя среда. Каждый из этих факторов активно влияет на процесс развития клубеньков.

Одна из основных особенностей клубеньковых бактерий — способность выделять стимулирующие рост вещества. В начале заражения под влиянием этих веществ происходит искривление корневых волосков (вследствие их неравномерного роста), а на последующих стадиях развития клубенька ростовые вещества бактерий способствуют интенсивному размножению клеток корневых тканей. Важным свойством клубеньковых бактерий является также их инфекционная способность, т. е. способность проникать в корни определенных растений и вызывать образование клубеньков.

Роль бобовых растений в образовании клубеньков состоит в выделении ими веществ, стимулирующих развитие клубеньковых бактерий определенных рас. На стадии заражения эти вещества способствуют проникновению бактерий в корень.

При совместном выращивании бобовых

растений разных видов (клевера, люцерны, вики) на их корнях образуется значительно меньше клубеньков, чем при раздельном. Это объясняется тем, что корни бобовых выделяют вещества, угнетающие жизнедеятельность рас клубеньковых бактерий, которые не вступают с ними в симбиоз. При внесении в почву древесного угля, активно поглощающего различные вещества (в том числе и токсичные), клубеньки на корнях бобовых растений начинают интенсивно развиваться. Это свойство угля используют также для борьбы с клевероутомлением почвы, сущность которого заключается в том, что при ежегодном выращивании на одном и том же участке клевер перестает давать урожай.

Большое содержание углеводов в тканях бобовых растений повышает их восприимчивость к заражению клубеньковыми бактериями и стимулирует образование клубеньков, тогда как соединения азота мешают развитию симбиотических связей. Азот, содержащийся в тканях растения, как бы препятствует внедрению азота-пришельца.

Инфекционная способность клубеньковых бактерий еще не говорит об их активности в фиксации азота. По способности к азотфиксации расы клубеньковых бактерий делятся на эффективные, неэффективные и переходные. Заражение бобовых растений эффективной расой бактерий способствует интенсивной фиксации азота. Неэффективная раса образует клубеньки, но свободного азота не связывает.

Эффективность клубеньковых бактерий меняется в зависимости от условий внешней среды. Например, при длительном культивировании микроорганизмов на искусственной питательной среде, хранении в стерильной почве и т. д. эффективные расы становятся неэффективными. Добиться обратного превращения значительно труднее. Эффективность симбиотической азотфиксации зависит от степени взаимодействия клубеньковых бактерий и бобового растения. По-видимому, существует тесная координация функций этих двух организмов.

Различий в форме и поведении эффектив-

Культура	Фиксируемый азот, кг/га	Культура	Фиксируемый азот, кг/га
Люцерна	217	Бобы	100
Клевер (разные сорта)	105 — 200	Вика	89
Люпин	169	Фасоль	44
Соя	65	Чечевица	115
Горох	80	Бобовые на пастбище	118

ных и неэффективных рас бактерий, культивируемых на искусственных питательных средах, пока выявить не удалось. Видимо, эффективность бактерий связана с объемом зараженных ими тканей корня (у эффективных рас он в 4 — 6 раз больше, чем у неэффективных) и длительностью функционирования этих тканей. В тканях, зараженных эффективными бактериями, обнаруживаются бактериоиды и красный пигмент, по химическому составу близкий к гемоглобину крови и поэтому названный леггемоглином (или легоглобином), т. е. гемоглином бобовых (от латинского названия семейства бобовых *Leguminosae*). Леггемоглибин, который является пока единственным представителем гемоглибинов, найденных в растениях, образуется только при симбиозе бобовых с клубеньковыми бактериями. Ни бобовые растения, ни клубеньковые бактерии по отдельности не способны синтезировать это вещество.

Важную роль в симбиотическом взаимодействии бобовых с клубеньковыми бактериями играет содержание в почве азотнокислых и аммиачных солей. На первых стадиях развития растения и образования клубеньков присутствие в почве небольшого количества этих солей оказывает положительное влияние, позже то же их содержание (в первую очередь это касается нитратов) угнетает азотфиксацию. Почвенный азот

(как и азот, содержащийся в растении) как бы препятствует привлечению новых его порций из атмосферы.

Выявлено также влияние молибдена на азотфиксацию. При внесении в почву небольших количеств этого элемента в растениях накапливается значительно больше азота. Объясняется это, по-видимому, тем, что молибден входит в состав ферментов, участвующих в фиксации атмосферного азота. Бобовые, выращиваемые на почвах, в которых недостаточно молибдена, развиваются удовлетворительно и образуют клубеньки, но атмосферного азота не усваивают. Оптимальным для эффективной азотфиксации является содержание в почве около 100 г молибдата натрия на 1 га.

Роль бобовых культур в повышении плодородия почвы очевидна. Накапливая азот, они препятствуют истощению его запасов в почве. Особое значение имеет их использование в качестве зеленых удобрений.

В случае заражения эффективными расами клубеньковых бактерий бобовые могут связывать от 50 до 200 кг азота на 1 га посева (в зависимости от почвы, климата и вида растения). Данные о количестве азота, фиксируемого отдельными представителями бобовых в обычных полевых условиях, приведены в таблице 16.8.

Содержание азота в корневых остатках однолетних и многолетних бобовых расте-

ний может меняться в зависимости от условий возделывания и типа почвы. Бобовые ежегодно возвращают почвам нашей страны около 3,5 млн. т азота. Если учитывать весь азот, усваиваемый бобовыми в симбиозе с клубеньковыми бактериями, то к этому количеству следует прибавить еще около 2,5 млн. т азота, который уносится с поля вместе с урожаем (частично он возвращается в почву с навозом).

Запасы азота в почвах достаточно велики. Например, в 20-сантиметровом слое окультуренных дерново-подзолистых почв содержится более 3 т азота в расчете на 1 га, а в таком же слое черноземов — более 10 т.

Такого количества хватило бы для получения очень высоких урожаев в течение многих десятков лет, но поскольку основная часть азота почвы входит в состав устойчивых к воздействию микроорганизмов перегнойных соединений, сельскохозяйственные культуры обычно ощущают недостаток азота даже в

случае черноземных почв. Одним из наиболее эффективных методов восполнения азотного дефицита является внесение минеральных удобрений (технического азота).

Растения поглощают относительно большое количество азота. При урожае зерна 10 ц/га с поля уносится около 30 кг/га азота (в том числе в виде соломы). Коэффициент использования азотных удобрений практически не превышает 50%. Если удовлетворять потребность растений в азоте только за счет минеральных удобрений, то для получения урожая 20 ц/га в почву нужно внести около 120 кг/га азота, а для получения урожая 30 ц/га — 180 кг/га. Дозы азотных удобрений можно снизить, используя азот, фиксируемый микроскопическими организмами из воздуха (биологический азот).

Для обогащения почвы биологическим азотом в севообороты вводят бобовые культуры. Следует учитывать, что у многолетних представителей этого семейства значи-

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНОКУЛЯЦИИ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 16.9

Культура	Учитываемый объект	Средний урожай, ц/га	Прибавка урожая при инокуляции	
			ц/га	%
Горох	Зерно	16,7	2,5	14,9
Кормовые бобы	Зерно	16,8	3,1	18,0
Люпин	Зеленая масса	232,4	154,1	66,1
	Семена	10,5	2,2	20,9
Соевые бобы	Зерно	12,9	1,6	12,3
Нут	Сено	13,4	2,1	14,9
Люцерна	Сено	45,7	12,4	26,9
	Семена	1,9	1,1	57,9
Эспарцет	Сено	35,9	11,2	31,1
	Семена	6,0	2,4	46,6
Клевер	Сено	39,3	6,4	17,5
	Семена	4,1	1,4	34,2

Культура	Фиксируемый азот, кг/га	Культура	Фиксируемый азот, кг/га
Люцерна	217	Бобы	100
Клевер (разные сорта)	105 — 200	Вика	89
Люпин	169	Фасоль	44
Соя	65	Чечевица	115
Горох	80	Бобовые на пастбище	118

ных и неэффективных рас бактерий, культивируемых на искусственных питательных средах, пока выявить не удалось. Видимо, эффективность бактерий связана с объемом зараженных ими тканей корня (у эффективных рас он в 4 — 6 раз больше, чем у неэффективных) и длительностью функционирования этих тканей. В тканях, зараженных эффективными бактериями, обнаруживаются бактериоиды и красный пигмент, по химическому составу близкий к гемоглобину крови и поэтому названный леггемоглином (или леггемоглином), т. е. гемоглином бобовых (от латинского названия семейства бобовых *Leguminosae*). Леггемоглибин, который является пока единственным представителем гемоглинов, найденных в растениях, образуется только при симбиозе бобовых с клубеньковыми бактериями. Ни бобовые растения, ни клубеньковые бактерии по отдельности не способны синтезировать это вещество.

Важную роль в симбиотическом взаимодействии бобовых с клубеньковыми бактериями играет содержание в почве азотнокислых и аммиачных солей. На первых стадиях развития растения и образования клубеньков присутствие в почве небольшого количества этих солей оказывает положительное влияние, позже то же их содержание (в первую очередь это касается нитратов) угнетает азотфиксацию. Почвенный азот

(как и азот, содержащийся в растении) как бы препятствует привлечению новых его порций из атмосферы.

Выявлено также влияние молибдена на азотфиксацию. При внесении в почву небольших количеств этого элемента в растениях накапливается значительно больше азота. Объясняется это, по-видимому, тем, что молибден входит в состав ферментов, участвующих в фиксации атмосферного азота. Бобовые, выращиваемые на почвах, в которых недостаточно молибдена, развиваются удовлетворительно и образуют клубеньки, но атмосферного азота не усваивают. Оптимальным для эффективной азотфиксации является содержание в почве около 100 г молибдата натрия на 1 га.

Роль бобовых культур в повышении плодородия почвы очевидна. Накапливая азот, они препятствуют истощению его запасов в почве. Особое значение имеет их использование в качестве зеленых удобрений.

В случае заражения эффективными расами клубеньковых бактерий бобовые могут связывать от 50 до 200 кг азота на 1 га посева (в зависимости от почвы, климата и вида растения). Данные о количестве азота, фиксируемого отдельными представителями бобовых в обычных полевых условиях, приведены в таблице 16.8.

Содержание азота в корневых остатках однолетних и многолетних бобовых расте-

ний может меняться в зависимости от условий возделывания и типа почвы. Бобовые ежегодно возвращают почвам нашей страны около 3,5 млн. т азота. Если учитывать весь азот, усваиваемый бобовыми в симбиозе с клубеньковыми бактериями, то к этому количеству следует прибавить еще около 2,5 млн. т азота, который уносится с поля вместе с урожаем (частично он возвращается в почву с навозом).

Запасы азота в почвах достаточно велики. Например, в 20-сантиметровом слое окультуренных дерново-подзолистых почв содержится более 3 т азота в расчете на 1 га, а в таком же слое черноземов — более 10 т.

Такого количества хватило бы для получения очень высоких урожаев в течение многих десятков лет, но поскольку основная часть азота почвы входит в состав устойчивых к воздействию микроорганизмов перегнойных соединений, сельскохозяйственные культуры обычно ощущают недостаток азота даже в

случае черноземных почв. Одним из наиболее эффективных методов восполнения азотного дефицита является внесение минеральных удобрений (технического азота).

Растения поглощают относительно большое количество азота. При урожае зерна 10 ц/га с поля уносится около 30 кг/га азота (в том числе в виде соломы). Коэффициент использования азотных удобрений практически не превышает 50%. Если удовлетворять потребность растений в азоте только за счет минеральных удобрений, то для получения урожая 20 ц/га в почву нужно внести около 120 кг/га азота, а для получения урожая 30 ц/га — 180 кг/га. Дозы азотных удобрений можно снизить, используя азот, фиксируемый микроскопическими организмами из воздуха (биологический азот).

Для обогащения почвы биологическим азотом в севообороты вводят бобовые культуры. Следует учитывать, что у многолетних представителей этого семейства значи-

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНОКУЛЯЦИИ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 16.9

Культура	Учитываемый объект	Средний урожай, ц/га	Прибавка урожая при инокуляции	
			ц/га	%
Горох	Зерно	16,7	2,5	14,9
Кормовые бобы	Зерно	16,8	3,1	18,0
Люпин	Зеленая масса	232,4	154,1	66,1
	Семена	10,5	2,2	20,9
Соевые бобы	Зерно	12,9	1,6	12,3
Нут	Сено	13,4	2,1	14,9
Люцерна	Сено	45,7	12,4	26,9
	Семена	1,9	1,1	57,9
Эспарцет	Сено	35,9	11,2	31,1
	Семена	6,0	2,4	46,6
Клевер	Сено	39,3	6,4	17,5
	Семена	4,1	1,4	34,2

тельная часть фиксируемого азота остается в корнях, а у однолетних он к моменту созревания растения практически полностью переходит в надземную часть. Поэтому в случае однолетних культур азот должен возвращаться в почву в виде навоза. Выбор той или иной культуры в основном определяется экономическими и природно-климатическими условиями. Однако необходимо принимать во внимание и тот факт, что бобовые дают продукцию, богатую белком, в состав которого входит азот, полученный растениями главным образом из атмосферного воздуха.

В ближайшее десятилетие предполагается увеличить долю биологического азота в почве за счет интенсификации производства бобовых (повышения уровня семеноводства, обеспечения посевов фосфорными и калийными удобрениями, предпосевной обработки семян препаратами активных клубеньковых бактерий и т. д.). При повышении урожайности бобовых культур и расширении занятых ими площадей объем биологического азота может быть удвоен.

Основная часть азота, содержащегося в остатках бобовых растений, трансформируется в перегнойные соединения и служит как бы фоном, повышения плодородия почвы. Около 40% этого азота используется последующими культурами.

Для накопления биологического азота большое значение имеют влага, содержание в почве доступного для растений фосфора, калия, кальция и других макро- и микроэлементов. Из микроэлементов особенно важными являются молибден и бор. Существен-

ное влияние на интенсивность фиксации азота оказывает реакция почвы. Для одних бобовых (например, для клевера) необходима нейтральная среда, для других (например, для люпина) — более кислая. Внесенные больших доз азота (25 — 50 кг/га) ускоряет рост бобовых растений и образование клубеньков. При больших дозах условия для инфицирования растений, а следовательно, и для фиксации атмосферного азота, становятся неблагоприятными. Накоплению биологического азота способствует заражение семян бобовых чистыми культурами клубеньковых бактерий (препарат нитрагин) (табл. 16.9) и внесение солоmistых удобрений (особенно в верхний слой почвы).

Связывают атмосферный азот и разнообразные свободноживущие микроорганизмы, большинство из которых — сапрофиты, использующие в качестве источника энергии корневые выделения растений и пожнивные остатки. Стимулирует деятельность азотфиксирующих сапрофитов внесение в почву солоmistых удобрений. Автотрофные азотфиксаторы (анаэробные фотосинтезирующие бактерии и сине-зеленые водоросли-азробы) особенно активны в сильно увлажненных и затопленных почвах (например, на рисовых полях). В окультуренных почвах свободноживущие микроорганизмы ежегодно связывают около 15 — 20 кг/га, а на всей пахотной площади нашей страны — около 2,5 — 3 млн. т азота.

Этот азот не может сразу использоваться растениями и является резервом почвенного плодородия.

Знаки



ХИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И МИКРОФЛОРА ПОЧВ

Влияние удобрений на пищевой режим и биологическую активность почв

Сельскохозяйственные культуры с урожаем выносят из почвы огромные количества азота, фосфора, калия. Эти потери нельзя компенсировать только за счет деятельности микробов или внесения навоза. Решающую роль в получении высоких урожаев играет внесение в почву минеральных удобрений. Мировая промышленность уже сейчас производит в виде минеральных удобрений свыше 30 млн. т азота в год. В будущем масштабы производства и применения технического азота значительно возрастут.

Производя минеральные удобрения и обеспечивая растения элементами корневого питания в «готовом виде», человек как бы взял на себя функцию почвенных микроорганизмов. Однако химизация земледелия отнюдь не уменьшает значения микробов. Минерализация органических соединений продолжает оставаться важным звеном круговорота веществ, а биологическая азотфиксация — самым дешевым и безопасным способом удовлетворения потребности растений в питательных элементах (прежде всего в азоте).

Применение минеральных удобрений несколько снижает значение почвенных микробов для формирования урожая. Более того, деятельность азотфиксаторов в условиях химизации земледелия может отрицательно

влиять на урожай. Установлено, что почвенные микробы являются конкурентами растений в использовании технического азота и могут отнимать у них немалую часть азотных удобрений. Специальные опыты с тяжелым изотопом азота $^{15}\text{N}_2$ показали, что микроорганизмы «съедают» на культурном поле до 30% азотных удобрений. В процессе микробной денитрификации азот нитратов обращается в газ и улетучивается в атмосферу. Вот почему коэффициент использования минеральных удобрений растениями оказывается сравнительно низким (50 — 60%), а экономический эффект их применения не таким высоким, как ожидали специалисты. Урожай растет медленнее, чем дозы минеральных удобрений, что приводит к значительному удорожанию продукции.

Эффективность минеральных удобрений можно существенно повысить, если при их внесении в почву принимать во внимание уже имеющиеся в ней запасы питательных элементов. Для каждого хозяйства должны быть составлены почвенные карты и картограммы, позволяющие учитывать свойства почв и определять их потребность в тех или иных удобрениях.

Важную роль в формировании урожая играют и органические удобрения (навоз, компосты, городские отходы и т. д.), которые по-прежнему нужны полям. Использование

Удобрения	Общая численность микроорганизмов	Актиномицеты	Грибы
	тыс. на 1 г почвы		
Без удобрений	538	180	8
НРК	324	150	14
Известь	640	260	10
Навоз	1136	610	16
Известь + навоз	1397	850	17

биологического азота, по существу, позволяет бесплатно обогащать почву азотом и тем самым экономить минеральные удобрения.

При внесении удобрений в почву следует учитывать, что микроорганизмы тоже нуждаются в минеральных элементах питания. При благоприятных условиях численность микробов и их активность после удобрения почвы значительно возрастают (табл. 17.1). Минеральные удобрения способствуют интенсивному размножению микроскопических грибов и водорослей, сокращению численности актиномицетов, а органические благоприятно влияют на все группы сапрофитного микронаселения почвы. Если внесение минеральных удобрений стимулирует развитие миксобактерий и таких организмов, как *Cillvibrio*, то унавоживание почвы приводит к интенсивному росту бактерий *Cytophaga*.

Внесение минеральных удобрений, особенно в больших количествах, может в отдельных случаях приводить к снижению плодородия почвы.

Примером такого неблагоприятного действия минеральных удобрений могут служить результаты опыта, поставленного Соликамской опытной станцией на легких малоплодородных песчаных и супесчаных подзолистых почвах. Во время опыта ежегодно вносились по 90 кг/га азота и фосфо-

ра, по 120 кг/га калийного удобрения. Применение в течение 14 лет минеральных удобрений привело к сокращению численности микроорганизмов в почве. Не пострадали только микроскопические грибы. Урожай при этом практически снизился до нуля.

Известкование и унавоживание почвы способствовало достаточно высокому урожаю.

Микрофлора почвы реагировала на изменение почвенного плодородия примерно так же, как растительность.

Если минеральные удобрения используются правильно, с учетом особенностей почвы, неприятных последствий, связанных с ухудшением ее свойств, как правило, не бывает. Например, на малобуферных почвах при внесении больших доз удобрений целесообразно подбирать физиологически нейтральные соединения. Сульфат аммония следует заменять азотнокислым аммонием или мочевиной.

На удобренной почве микроорганизмы распределяются неравномерно. Вокруг внесенных в почву частичек минеральных или органических удобрений создаются радиальные микрзоны с разной концентрацией питательных веществ и значением pH. В каждой из таких зон образуется особое сообщество микроорганизмов, характер которого зависит от состава удобрений, их растворимости и т. д.

Варианты опыта	Бактерии на МПА, тыс./г сухой почвы				
	V	VI	VIII	IX	средн.
Дерново-глеевая слабоподзоленная почва					
Контроль	1562	2040	871	938	1353
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1751	1935	1120	854	1415
Навоз 20 т/га	4138	5865	2648	2140	3698
Навоз 10 т/га + НРК до 60	3256	4180	1804	981	2555
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 1/2 Нг	3968	5516	2459	1387	3332
CaCO ₃ 1/2 Нг	2100	3261	1205	811	1844
Навоз 20 т/га + CaCO ₃ 1/2 Нг	4362	6540	2421	2074	3849
Предкавказский карбонатный чернозем					
Контроль	4200	3151	1263	865	2370
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4157	3025	1380	721	2321
Навоз 20 т/га	7649	5108	3460	1551	4442
Навоз 10 т/га + НРК до 60	6831	4081	1710	930	3388

Интенсивность процессов аммонификации и нитрификации при удобрении почвы

По данным исследований, проведенных в Республике Северная Осетия-Алания видно, что внесение удобрений (минеральных, органических, известковых) изменяет пищевой режим почвы. На всех удобренных вариантах опытов с сахарной свеклой содержание доступных форм питательных веществ было значительно выше, чем на контрольных. Можно было предположить, что внесение удобрений окажет определенное влияние и на интенсивность микробиологических процессов почвы, так как микроорганизмы активно реагируют на изменение условий окружающей среды.

Данные таблицы 17.2 показывают, что внесение минеральных удобрений как на дерново-глеевой слабоподзоленной почве,

так и на карбонатном черноземе не оказало существенного влияния на численность аммонифицирующих бактерий, учитываемых на МПА (мясо-пептонном агаре).

При внесении минеральных удобрений по известковому фону численность гнилостных бактерий увеличилась в 2,0 — 2,4 раза.

Совместное внесение навоза и минеральных удобрений увеличивало численность аммонификаторов на дерново-глеевой почве в среднем в 2 раза, а на карбонатном черноземе — в 1,5 раза. Значительное увеличение численности аммонификаторов свидетельствует о повышении активности процесса аммонификации.

Наиболее сильное влияние на развитие аммонификаторов в обоих типах почв оказало внесение 20 т/га навоза. Самая высокая интенсивность аммонификации наблюдалась

Таблица 17.3

Варианты опыта	Тыс/г сухой почвы				
	V	VI	VIII	IX	среди.
Дерново-глеевая слабоподзоленная почва					
Контроль	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,1	0,0	0,0	0,1	0,05
Навоз 20 т/га	3,1	6,3	2,8	1,9	3,5
Навоз 10 т/га + NPK до 60	0,6	1,1	0,5	0,1	0,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 1/2 Нг	8,8	16,2	2,1	4,2	7,8
CaCO ₃ 1/2 Нг	0,7	1,7	0,6	0,3	0,8
Навоз 20 т/га + CaCO ₃ 1/2 Нг	11,0	17,2	3,8	8,0	10,0
Предкавказский карбонатный чернозем					
Контроль	8,0	9,6	4,2	2,4	6,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,5	11,2	6,6	2,1	7,4
Навоз 20 т/га	12,6	15,0	7,3	4,5	9,9
Навоз 10 т/га + NPK до 60	10,2	12,1	6,8	3,1	8,1

на дерново-глеевой почве при внесении 20 т/га навоза на фоне известкования, а на карбонатном черноземе — при внесении 20 т/га навоза.

В большинстве случаев более высокой численности аммонификаторов в почве соответствует и более высокое содержание аммония.

Важным показателем биологической активности почвы является процесс нитрификации. Энергия нитрификации, по мнению многих исследователей, считается объективным показателем уровня плодородия почвы (Прянишников, 1945; Пошон, Г. де Баржак, 1960). В наших исследованиях активность нитрификации характеризовалась численностью нитрифицирующих бактерий и содержанием нитратов в почве.

Внесение навоза, а также совместное внесение навоза и минеральных удобрений существенно повышало интенсивность нитри-

фикации на обоих типах почв (табл. 17.3). Положительное влияние удобрений на нитрификацию определяется прежде всего тем, что с навозом и минеральными удобрениями в почву вносится большое количество аммиака — жизненно необходимого материала для нитрифицирующих бактерий.

Известкование дерново-глеевой почвы также способствовало повышению интенсивности нитрификации. Это объясняется тем, что при известковании уменьшается кислотность почвы, ограничивающая развитие нитрифицирующих бактерий. Еще значительно повышалась интенсивность нитрификации при внесении удобрений, особенно навоза, на фоне известкования. Увеличение численности нитрифицирующих бактерий сопровождалось образованием в почве большего количества нитратов.

Процесс нитрификации наиболее интен-

Таблица 17.4

Варианты опыта	Убыль сухого веса ваты, г и % к исходной навеске					
	через 30 дней		через 60 дней		через 90 дней	
	г	%	г	%	г	%
Дерново-глеевая слабоподзоленная почва						
Контроль	0,5	5	2,0	20	3,3	33
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,7	7	1,8	18	3,6	36
Навоз 20 т/га	0,9	9	2,4	24	4,7	47
Навоз 10 т/га + NPK до 60	0,9	9	2,6	26	4,1	41
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 1/2 Нг	1,0	10	2,7	27	4,8	48
CaCO ₃ 1/2 Нг	0,7	7	2,3	23	3,8	38
Навоз 20 т/га + CaCO ₃ 1/2 Нг	1,3	13	2,8	28	5,2	52
Предкавказский карбонатный чернозем						
Контроль	4,8	48	6,3	63	7,5	75
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,3	43	5,6	56	7,5	75
Навоз 20 т/га	6,1	61	8,2	82	9,3	93
Навоз 10 т/га + NPK до 60	5,7	57	7,1	71	8,5	85

Примечание: исходный вес сухой стерилизованной ваты был равен 10 г.

сивно протекает на тех вариантах, где отмечалась более высокая интенсивность аммонификации. Это подчеркивает метабиоз аммонификаторов и нитрификаторов, тесную связь этих двух процессов в почве.

Влияние удобрений на интенсивность разложения целлюлозы

Внесение удобрений интенсифицирует развитие целлюлозоразлагающих микроорганизмов, причем среди них появляется большое количество активных бактерий. Положительное действие минеральных удобрений отмечено на обоих типах почв. Наиболее существенное влияние на целлюлозоразлагающие микроорганизмы оказало внесение навоза, а также совместное внесе-

ние навоза и минеральных удобрений на обоих типах почв.

В удобренной почве преобладали целлюлозоразлагающие грибы, внесение минеральных удобрений приводило к усиленному размножению бактерий *Cellvibrio* и *Mycobacterium*, а унавоживание почвы вызвало бурный рост *Cytophaga*. Отмеченная закономерность отчетливее проявилась на карбонатном черноземе, чем на дерново-глеевой почве.

Известкование дерново-глеевой почвы повышало численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, но наибольший эффект был получен при внесении удобрений на фоне известкования.

вторую, что является косвенным показателем спада деятельности микроорганизмов в конце лета и осенью. Весной различия в выделении CO_2 почвами разных вариантов были незначительны, за исключением деелянок, получивших навоз и минеральные удобрения по известковому фону, где интенсивность «дыхания» была выше. Влияние удобрений отчетливее проявилось позже, в конце лета. Известь и навоз, особенно в сочетании, значительно стимулировали выделение почвой углекислоты. Более плодородные почвы — предкавказские карбонатные черноземы — выделяют в среднем за вегетацию в 1,8 — 1,9 раза больше CO_2 , чем дерново-глеявые почвы.

Связь между урожайностью сахарной свеклы и биологической активностью почв

Ряд исследователей (Абросимова, 1968; Геллер, Николаенко, 1970; Дараселия, 1970) отмечает прямую связь между биологической активностью почв и урожайностью сельскохозяйственных культур. Внесение удобрений в разные почвы в наших опытах оказывало неодинаковое действие. На дерново-глеявой слабоподзоленной почве внесение 20 т/га навоза на фоне известкования по 1/2 (гидролитической кислотности) резко повышало как общую биогенность ее, так и интенсивность микробиологических процессов. Наивысший уровень биологической активности был отмечен на этом варианте. Внесение минеральных удобрений ($\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$) на фоне известкования также резко повышало биологическую активность почв, но влияние их было несколько слабее на такие показатели, как общая биогенность, интенсивность разложения целлюлозы и интенсивность «дыхания» почвы.

Сравнивая удобренные варианты между собой по биологической активности почвы и величине урожая, можно отметить четкую связь этих показателей: на варианте с более высокой биологической активностью (20 т/га навоза + известь и $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ + известь) получен и более высокий урожай сахарной свеклы (соответственно 260 и 229 ц/га) (табл. 17.6).

На дерново-глеявой слабоподзоленной почве на контроле (без удобрений) и на ва-

рианте с внесением минеральных удобрений ($\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$) растения полностью погибали, хотя и на этих вариантах отмечалась определенная биологическая активность. Несомненно, что причиной гибели растений являлась кислая реакция почвы.

Аналогичная в общих чертах картина наблюдалась и на карбонатном черноземе, где внесение минеральных удобрений способствовало заметному повышению биологической активности. Более существенным оказалось влияние 20 т/га навоза и 10 т/га навоза + NPK до 60 кг. Обе комбинации значительно повышали биологическую активность почв. На этих вариантах был получен и наиболее высокий урожай сахарной свеклы.

Следует отметить, что одни и те же удобренные варианты на дерново-глеявой почве и карбонатном черноземе характеризовались разным уровнем биологической активности почв: на карбонатном черноземе он был значительно выше, чем на дерново-глеявой почве. Соответственно этому был получен и урожай сахарной свеклы — на карбонатном черноземе значительно больший, чем на дерново-глеявой почве.

Следовательно, в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур нельзя ограничиваться применением только минеральных туков, необходимо хотя бы периодическое внесение в почву органических удобрений, в частности полуперепревшего навоза (20 т/га), для повышения биологической активности почвы. На кислых дерново-глеявых почвах с этой же целью, кроме того, следует периодически проводить известкование по 1/2 Нг (гидролитической кислотности) 5 — 9 т/га.

Воздействие пестицидов на микрофлору и их разложение в почве

Химические средства защиты растений (пестициды) широко используются в сельском хозяйстве. Название «пестициды» объединяет средства борьбы с сорняками (гербициды), фитопатогенными грибами (фунгициды), вредными насекомыми (инсектициды), нематодами и т. д.

Для борьбы с сорняками и вредителями в мире используется более 1000 препаратов.

Наша промышленность выпускает около 70 наименований пестицидов (примерно 50 соединений). Пестициды относятся более чем к 20 различным группам химических соединений. Например, в качестве инсектицидов применяют фосфорорганические соединения, карбаматы, а также соединения, содержащие хлор, мышьяк и растительные яды, а в качестве фунгицидов — карбаматы, соединения меди, ртути и т. д.

Пестициды могут трансформироваться в почве под влиянием различных химических и физических факторов, однако главным фактором их превращений являются микроорганизмы.

Каждое химическое вещество разлагается в почве определенными группами микроорганизмов. Скорость разложения пестицидов в почве может существенно меняться в зависимости от свойств почвы, ее температуры, влажности, климата и т. д. Недооценка значения почвенно-климатических факторов при применении пестицидов может иметь самые неожиданные последствия.

На основании данных о разложении симазина в почве в условиях Америки в европейских странах высевали пшеницу после кукурузы, обработанной этим препаратом. Но поскольку закономерности трансформации симазина в европейском климате несколько иные, чем на американском континенте, урожайность пшеницы резко снижалась.

Гербициды быстрее всего разлагаются при одновременном воздействии ряда микроорганизмов, окисляющих различные органические вещества. Комплекс микробиологических реакций, которые при этом происходят, называется кометаболизмом. При частичном разрушении гербицида часто возникают высокотоксичные соединения. Некоторые гербициды (например, симазин) или продукты их распада образуют прочные комплексы с перегнойными соединениями, что задерживает их обезвреживание (детоксикацию). При определенных условиях вещества, в которые трансформируются гербициды, конденсируются в сложные трудноразложимые соединения. Научно-исследовательскими учреждениями России, в

частности Институтом агрохимии и почвоведения АН СССР, велась работа по составлению специальных карт, позволяющих судить о способности почв отдельных районов страны очищаться от вносимых в нее токсических соединений.

Дозы гербицидов, обычно применяемые в сельском хозяйстве, не оказывают существенного влияния на микрофлору почвы. Правда, иногда наблюдается некоторое замедление процессов нитрификации, так как участвующие в них микроорганизмы очень чувствительны к различного рода воздействиям. На высокие концентрации гербицидов в почве микробы реагируют по-разному. Например, неспорообразующие бактерии к ним более устойчивы, чем бациллы, а микроскопические грибы легко ими подавляются.

Отрицательные последствия применения некоторых пестицидов (например, ДДТ) заставляют относиться к химическим средствам защиты растений крайне осторожно и отбирать для практического использования наименее вредные, быстроразлагающиеся соединения. Совсем отказаться от пестицидов пока невозможно, так как сорняки и вредители причиняют сельскому хозяйству огромный ущерб. Например, без гербицидов применение удобрений оказывается малоэффективным: на удобренных полях бурно растут сорняки, заглушающие культурные растения. Однако в целом ряде случаев можно обойтись и без химических ядов, если использовать для защиты растений определенные свойства почвенных микроорганизмов.

Использование микробных препаратов и антагонизма микробов для стимуляции роста растений и их защиты от вредителей и болезней

В течение многих тысячелетий почвенные микроорганизмы были союзниками земледельца, помогая ему выращивать урожай и поддерживать естественное плодородие почвы. В эпоху научно-технической революции их функции расширились. Почвенные микробы стали участниками борьбы с загрязнением окружающей среды, приобрели

«специальность» пурификаторов (очистителей) и нейтрализаторов отходов и сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Интенсификация сельского хозяйства требует все более эффективного использования почвенной микрофлоры. В целом ряде случаев микроорганизмы могут успешно совмещать функции агента плодородия и очистителя окружающей среды, частично или полностью заменяя химические препараты. Речь идет о таких традиционных для сельского хозяйства областях применения химических соединений, как удобрение почвы и защита растений. Правильное сочетание бактериальных и химических воздействий позволит получать высокие урожаи без существенного нарушения сложившихся биоценозов и без отравления среды.

Для бобовых культур на основе клубеньковых бактерий созданы препараты: нитрагин и ризоторфин, которые могут использоваться как наряду с минеральными азотными удобрениями, так и вместо них. Применение этих бактериальных препаратов способствует значительному увеличению содержания белка в растениях. Если нитрагинизировать хотя бы половину бобовых, можно дополнительно получить около 1 млн. т белка, т. е. столько, сколько его содержится в нескольких миллионах тонн зерновых. Этого достаточно, чтобы удовлетворить годовую потребность в белке 30 млн. человек.

Бактериальные удобрения отвечают самым строгим требованиям охраны окружающей среды и здоровья человека. Они не токсичны, обладают широким спектром действия (способствуют накоплению азота в растениях, стимулируют их рост, ускоряют ферментативные процессы и т. д.). Однако экономическая эффективность применения многих бактериальных препаратов (например, азотобактерина или фосфобактерина) очень низка, и они не могут конкурировать с минеральными удобрениями.

Значительно более перспективным является использование почвенных микроорганизмов для защиты растений от болезней, осо-

бенно в случае корневых инфекций. Пестициды, столь действенные в борьбе с вредителями, сорняками и болезнетворными микробами в листьях растений, против корневых инфекций малоэффективны. При обычных методах применения проникнуть в корни растений им труднее, чем в листья, а насыщать почву химическими ядами опасно, так как могут погибнуть и полезные микроорганизмы.

Типичной корневой инфекцией является, например, вилт хлопчатника. Его возбудители — грибы, накапливаясь в почве и проникая в растения, ставят под угрозу урожай хлопка. Внесение органических удобрений играет в борьбе с вилтом более важную роль, чем создание устойчивых к нему сортов. Содержание в почве большого количества органических веществ способствует развитию микроорганизмов, подавляющих болезнетворные грибы. Численность возбудителей вилта в почве значительно сокращается, например, при запашке растительных остатков. Органическое вещество, запашанное в почву, стимулирует размножение микробов с самыми разнообразными свойствами, в том числе разлагающих гербициды и инсектициды.

Антагонизм представителей микрофлоры — явление весьма распространенное. Он обусловлен тем, что одни микроорганизмы вырабатывают вещества, уничтожающие или подавляющие рост других (антибиотики). Продуцировать антибиотики могут многие грибы (например, виды *Penicillium* и *Aspergillus*), актиномицеты и бактерии. Выделено и изучено несколько сот различных антибиотических соединений, одни из которых приостанавливают рост микробных клеток (бактериостатики), другие убивают их (бактерициды). Есть антибиотики, вызывающие не только гибель, но и лизис (распад) клеток микроорганизмов. Различны антибиотики и по химическому строению. Это ациклические и ароматические соединения, производные хинонов и азотсодержащие гетероциклики, липептиды и т. д. Микробы-антагонисты и вырабатываемые ими антибиотики играют

важную роль в борьбе с фитопаразитами.

Некоторые патогенные микроорганизмы (например, возбудители сибирской язвы, вилта хлопчатника и фузариозных заболеваний разных растений) могут довольно долго жить в почве. Продолжительность их существования в определенной степени зависит от способности к сапрофитному питанию и устойчивости к воздействию микробов-антагонистов.

С находящимися в почве болезнетворными микробами можно бороться путем введения в севообороты тех или иных культур. Посевы люцерны, например, способствуют сокращению численности возбудителей вертициллезного вилта хлопчатника. Корневая система люцерны выделяет в почву алкалоиды, угнетающие многие микроорганизмы и активирующие размножение антагонистов возбудителя вертициллеза. Сокращение удельного веса люцерны в хлопковых севооборотах приводит к росту поражаемости растений хлопчатника этим заболеванием. Введение в севооборот вики и клевера помогает освобождению почвы от сибирской язвенной бациллы, а такие растения, как картофель и житняк, стимулируют размножение этого микроорганизма.

Предупреждать заболевания сельскохозяйственных культур можно также путем искусственного обогащения ризосферы растений микробами-антагонистами определенных фитопаразитов. Исследовательская работа в этом направлении была начата в 1935 г. Я. П. Худяковым, который выделил бактерии рода *Pseudomonas*, способные растворять мицелий некоторых патогенных грибов. Эти миколитические микробы были успешно использованы в полевых опытах для борьбы с фузариозом пшеницы, льна и других культур.

Подавлять деятельность фитопаразитов способны многие микроорганизмы. Гриб *Trichoderma*, например, предупреждает заболевания хлопчатника, картофеля и других растений, а гриб *Darlasia Filum* убивает возбудителя ржавчины кукурузы.

Микробы-антагонисты не только угнетают фитопаразитов в зоне корня, но и выра-

батывают антибиотики, проникающие в ткани растений и повышающие их устойчивость к заболеваниям. Преимуществом антибиотиков перед химическими препаратами является селективность (избирательность) их действия. Убивая вредителя, они не оказывают отрицательного влияния на растение, а в некоторых случаях даже стимулируют его рост.

Многие антибиотики, несмотря на сложность их молекул, легко проникают в различные ткани растительного организма. Например, стрептомицин хорошо впитывается корнями, листьями и семенами растений. Биомицин, тетрацилин и другие антибиотики применяются для протравливания семян в целях предупреждения фузариоза тыквенных культур и гороха.

Положительные результаты получены при использовании антибиотиков для борьбы с болезнями вегетирующих растений. Чаще всего применяют в чистом виде или в различных смесях производные стрептомицина, актидиона, тетрациклина, гризеофульфина и других антибиотических веществ актиномицетного происхождения. Стрептомицин является хорошим средством против таких заболеваний, как бактериальная язва табака, рак цитрусовых, мягкая гниль крестоцветных овощных культур. Для борьбы с фузариозом риса, паршой яблони и груши используется поликсин, а против бактериального ожога риса — хлорамфеникол.

В Японии для предупреждения пирикулярноза риса (очень опасной грибной болезни) и лечения уже пораженных посевов широко применяется безвредный для растений и людей касугамицин, получаемый с помощью культуры *Actinomyces casigensis*. Антибиотики используют также против ржавчины пшеницы, гельминтоспориоза злаков, мучнистой росы бобовых, ряда заболеваний овощных, декоративных и древесных растений.

Микробы можно использовать и для борьбы с растениями-паразитами. Некоторые микроорганизмы, не причиняя вреда растениям-хозяевам (помидоры, капуста), на которых паразитирует заразиха, поража-

ют сам сорняк. Тщательный подбор культур микроорганизмов, действующих на определенные группы сорняков, позволит создать препараты, обладающие свойствами гербицидов, но не отравляющие почву.

Весьма эффективным является использование бактериальных препаратов для защиты растений от насекомых-вредителей. Такие препараты уже выпускаются в нашей стране и за рубежом. Из микроорганизмов, поражающих насекомых, наибольший интерес представляют собой бактерии группы *Bacillus turingiensis*. В клетках этих микробов находятся особые кристаллические образования, которые при попадании в пищеварительный тракт насекомых проявляют себя как токсичные, а при введении в лимфу токсикоза не вызывают. Поступая вместе с пищей в кишечник насекомого, микробный токсин вызывает его паралич, сопровождающийся распадом эпителия. При параличе кишечника насекомое не может питаться и погибает. При отравлении часто наблюдается понос.

Подобное действие на насекомых оказывают и многие бактерии, не имеющие кристаллических включений. В этом случае заболевание и гибель насекомых обусловлены только инфекционным процессом. На основе выделенной из больных гусениц сибирского шелкопряда чистой культуры *Bacillus dendrolimus* создан препарат дендробациллин, который может быть использован для борьбы с сибирским шелкопрядом, шелкопрядом-монашенкой, совкой хлопчатника и некоторыми другими насекомыми. Губительно действует на сибирского шелкопряда и препарат инсектицин, содержащий бактерию *Bacillus insectis*. Энтобактерин, полученный на основе бациллы, выделенной из гусениц пчелиной огневки, является эффективным средством борьбы против большой группы листогрызущих вредителей. Он поражает хлебного жука, плодовую и яблоневую моль, капустную и репную белянок, а также других насекомых. Для борьбы с колорадским жуком, совкой хлопчатника может применяться предложенный Институтом сельскохозяйственной микробиологии ВАСХНИЛ препарат битоксибациллин

(БТБ-202), который содержит клетки *Bacillus turingiensis* и выделяемый этой бактерией яд (экзотоксин).

Препараты на основе *Bacillus turingiensis* широко используются за рубежом под названием турицид, дипел, биотрол (США), бактоспеин (Франция), ВІВ-183 (Англия), бутарин (Чехословакия), туринджин (Румыния) и т. д.

Микробными препаратами опыляют растения, пораженные гусеницами насекомых-вредителей. При обработке больших площадей используется авиация. Эффективность энтомопатогенных препаратов зависит от состояния насекомых, плотности их популяции, погодных-климатических и других факторов. Изучение условий, при которых тот или иной препарат вызывает эпидемию и массовую гибель насекомых, обеспечивает действенность биологической защиты растений.

Возбудителями болезней насекомых могут быть не только бактерии, но и многие грибы. Например, белую мускардину насекомых вызывают грибы рода *Beuveria*, а зеленую — грибы рода *Metarrisium*.

Конидии грибов рода *Beuveria* прорастают на поверхностных тканях насекомых и могут проникать даже через хитиновый покров. При белой мускардине насекомые гибнут вследствие разрушения лимфоцитов в жидкости, выполняющей у них функцию крови (гемолимфе). Препарат боверин, созданный на основе культуры этих грибов, является эффективным средством борьбы с такими вредителями сельскохозяйственных растений, как совки, сосновый и тутовый шелкопряд, яблонная плодожорка, стеблевой мотылек, репная белянка, свекловичный долгоносик, вредная черепашка, колорадский жук, пильщик-короед и садовый клещ. Гриб легко культивируется на искусственной среде. Его споры отделяют центрифугированием и смешивают с наполнителем (тальком, мелом и т. д.).

Возбудитель зеленой мускардины поражает хлебного жука, свекловичного долгоносика, майского хруща, колорадского жука, гусениц озимой совки и других насекомых-

вредителей. Споры этого гриба через покровные ткани проникают внутрь тела насекомого. Мицелий, разрастаясь, пронизывает все органы. Ткани насекомого-хозяина исчезают, полностью потребленные грибом-паразитом.

Известно около 300 вирусов, вызывающих болезни насекомых. Одни из них поражают ядра разных органов эктодермы и мезодермы (ядерный полиэдроз), другие локализуются в цитоплазме кишечного эпителия (цитоплазматический полиэдроз). Вирусы ядерного полиэдроза успешно применяются для борьбы с гусеницами совок, репной белянки, белой американской бабочки и других насекомых. В Канаде, например, благодаря использованию этого вируса численность пильщиков сократилась настолько, что они уже не представляют опасности для лесного хозяйства страны. С помощью вируса цитоплазматического полиэдроза уничтожают южного шелкопряда. В России для борьбы с

непарным шелкопрядом и совками создан препарат вирин. Аналогичный препарат выпускается в США под названием ботрол.

В настоящее время для борьбы с насекомыми-вредителями разрабатываются комбинированные препараты, в состав которых должны входить энтомопатогенные микроорганизмы и инсектициды микробного происхождения.

Болезнетворные микроорганизмы используются и для борьбы с грызунами (домашними мышами, полевками, крысами).

Микробные препараты пока выпускаются в ограниченном количестве и применяются далеко не так широко, как минеральные удобрения и ядохимикаты. Однако в будущем микробиологические методы повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур будут играть, по-видимому, более важную роль и смогут внести достойный вклад в защиту окружающей среды от загрязнения.

Общая площадь территории республики составляет 798,7 тыс. га. Из них сельскохозяйственные угодья занимают 404 тыс. га, в том числе пашни — 205,1, горные сенокосы и пастбища — 100,5. На долю лесов и древесно-кустарниковой растительности приходится 213,8 тыс. га, болотами занято 0,5, водой — 11,6, постройками, дорогами, улицами — 29,4 (в том числе постройками — 15,4), нарушенные земли занимают 0,3, прочие — 139,1 тыс. га (табл. 18.1).

Сельскохозяйственные угодья в структуре земельного фонда РСО-Алания по своему составу представлены пахотными землями (20,1 тыс. га), многолетними насаждениями (9,7 тыс. га), залежами (0,2 тыс. га), сенокосами и пастбищами (189,0 тыс. га).

Почвы сельскохозяйственных угодий обладают рядом неблагоприятных свойств, которые снижают их плодородие. Так, из 404 тыс. га сельскохозяйственных угодий 94 переувлажнены, заболочены, засорены камнями; 90 нуждаются в химической, 77 — в водной и более 100 тыс. — в культурно-технической мелиорации; 208 тыс. га подвержены водной и ветровой эрозии. Из общей площади сельскохозяйственных угодий 100,5 тыс. га — горные земли с тонким почвенным слоем, суровыми климатическими условиями, крутыми склонами (табл. 18.2), используемыми в году 3 — 4 месяца как пастбища.

Горные сельскохозяйственные угодья

представлены малопродуктивными сенокосами и пастбищами. В субальпийском поясе — (900) 1800 — 2400 м н. у. м. — продуктивность сенокосов и пастбищ не превышает 1,5 т/га сухой массы, а в альпийском (2400 — 3200 м н. у. м.) — 0,5—0,7 т/га. Из-за отсутствия ухода за ними почвы подвергаются эрозионным процессам, луга засоряются камнями, зарастают кустарником и ядовитыми травами.

Так, 38,9% площади кормовых угодий засорены камнями, 10,3 — заросли кустарником, 62 — подвержены эрозии. В результате этого в последнее время снизилась не только продуктивность их, но они сохранились за счет перевода их в малопродуктивные и прочие земли.

Уменьшение площадей сельскохозяйственных угодий происходит не только в горной зоне, но и в целом в республике. Так, в связи с земельной реформой и введением различных форм владения землей, многоукладностью способов хозяйствования (отвод, передача земель сельским органам местного самоуправления, становление фермерских хозяйств, садоводческих товариществ, переход к арендным отношениям, формирование специального фонда перераспределения земель) произошли значительные изменения.

За шесть лет (1990 — 1996 гг.) площадь сельскохозяйственных угодий сократилась на 108,1 га, в том числе пашни — на 19,1 га.

ТАБЛИЦА 18.1
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА РСО-А ПО КАТЕГОРИЯМ ЗЕМЕЛЬ И УГОДЬЯМ
НА 1 ЯНВАРЯ 1997 г. (тыс. га) (Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель РСО-А за 1996 г.)

Категории земель	Земельные угодья										
	Общая площадь	Сельскохозяйственные угодья		Лесные площади	Древесно-кустарниковая растительность	Болота	Под водой	Площади, улицы, застроенные территории		Нарушенные земли	Прочие земли
		всего	из них пашни					всего	в т. ч. под стройками		
Земли сельскохозяйственных предприятий, организаций и граждан	384,7	297,2	189,4	12,7	6,0	0,3	4,9	7,1	3,5	0,1	56,4
Земли, находящиеся в ведении городских, поселковых и сельских администраций	101,7	70,4	13,3	4,1	1,6	0,1	2,2	12,4	6,7	0,1	10,8
Земли промышленности, транспорта и иного несельскохозяйственного назначения	20,7	2,1	0,1	3,4	1,4	—	0,3	8,4	4,5	0,1	5,0
Земли природоохранного назначения	29,9	1,2	—	7,0	0,1	—	0,2	0,5	0,3	—	20,9
Земли лесного фонда	189,2	5,8	0,1	172,6	—	0,1	2,0	0,5	0,2	—	8,2
Земли водного фонда	2,5	—	—	0,1	—	—	1,8	0,4	0,2	—	0,2
Земли запаса	70,0	27,3	2,2	3,1	1,7	—	0,2	0,1	—	—	37,6
Итого земель	798,7	404,0	205,1	203,0	10,8	0,5	11,6	29,4	15,4	0,3	139,1

Район	Склон			Высота		
	до 15°	выше 15°	неудобные земли	до 1500 м	выше 1500 м	неудобные земли
Ардонский	1185	12319	12039	40	13464	12039
Алагирский	704	7446	5934	1938	6203	5934
Пригородный	583	3036	1539	580	3206	1539
Кировский	417	3968	2105	—	4385	2105
Дигорский	307	3171	1149	—	3478	1149
Правобережный	289	3480	2992	37	3732	2992
Ирафский	5698	27587	46644	3198	30087	46644
Всего по республике	9183	61007	72402	5793	64555	72402

За это время общая площадь земель по всем категориям землепользователей уменьшилась, за исключением нарушенных земель, площади которых увеличились на 100 га.

За период с 1990 по 1996 г. площадь земель, находящихся в ведении городских, поселковых и сельских администраций, существенно увеличилась. Так, за указанный период общая площадь местных администраций увеличилась от 20,6 тыс. га в 1990 г. до 81,1 тыс. га в 1996, соответственно увеличилась площадь сельскохозяйственных угодий — от 6,9 до 63,5 тыс. га, в том числе пашни — от 0,6 до 12,7 тыс. га.

В то же время за указанный период сократилась площадь земель промышленного, транспортного и иного несельскохозяйственного назначения. Так, их общая площадь сократилась от 22,7 до 20,7 тыс. га, сельско-

хозяйственные угодья — от 3,9 до 2,1 тыс. га. В этой категории землепользователей в 1990 г. числилось 100 га пашни, а в 1995 г. ее уже не было.

Земли запаса, наоборот, увеличились от 39,1 тыс. га в 1990 г. до 70,0 тыс. га в 1996 г., в том числе сельскохозяйственные угодья — соответственно от 8,0 до 27,3 тыс. га, из них пашня — от 0,1 до 2,2 тыс. га. Увеличение площадей земель запаса позволило создать специальный фонд перераспределения для крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств, садоводческих товариществ за счет земель сельхозпредприятий. При этом значительная часть площади, непригодная для сельскохозяйственного использования (9,1 тыс. га), переведена в прочие земли. Увеличились также площади земель природоохранного назначения — от 27,6 в 1990 до 29,9

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РСО-А

Таблица 18.3

Вид удобрения	Годы внесения							
	1965	1968	1972	1977	1982	1987	1990	1995
Органические (т/га)	267,5	290,6	387,5	468,1	647,0	1004,0	442,9	81,4
Минеральные (тыс. т. д. в)	7,5	13,0	13,2	15,1	18,1	38,2	27,7	3,2

тыс. га в 1996 г. Основную площадь этой категории на начало 1997 г. занимают заповедники, заказники, памятники природы и культурно-оздоровительные зоны.

Прочие земли в республике занимают 139,1 тыс. га, к ним отнесены: полигоны отходов, свалки, овраги, пески, территории консервации и другие неиспользованные земли (ледники, оползни, осыпи, галечники и др.).

В составе земель сельскохозяйственных предприятий, организаций и граждан также имеются прочие земли. В 1990 г. они составляли 79,3 тыс. га. К 1997 г. их площадь уменьшилась до 23,6 тыс. га за счет передачи их садоводческим товариществам и крестьянским (фермерским) хозяйствам.

Современное качественное состояние земель. Эрозионное состояние земель

Территория РСО-Алания находится в центральной, наиболее суженной, части Северного Кавказа. Основные площади пахотных угодий сконцентрированы в предгорной зоне с уклонами более 2% и составляют 68,8%. На этой площади почвенный покров является эрозионноопасным по водной эрозии, а 66,6 тыс. га уже в той или иной степени смыты. Этому способствует высокая распаханность территории, которая превышает экологически допустимые нормы. В целом в предгорной части территории республики распаханность составляет 61,1%, а в равнинной (в Моздокском районе) — 74,1.

Из-за малоземелья в предгорье местами распаханы крутые склоны (склоны с крутизной более 12°). Почвы на этих склонах в хозяйствах Пригородного, Ирафского, Алагирского, Кировского и Правобережного районов средне- и сильноэрозийные, т. е. практически весь плодородный слой почвы исчез и в пашню вовлекаются нижние малоплодородные горизонты, часто — почвообразующая порода. На склоновой пашне эрозионные процессы усиливаются вследствие нарушения почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, большого участия в структуре посевных площадей пропашных культур, которые обладают плохими почвозащитными свойствами.

В равнинной зоне почвы подвержены в основном ветровой и совместной (ветровой и водной) эрозии. Основной причиной ветро-

вой эрозии является большое участие пропашных культур в структуре посевных площадей, отвальная вспашка, которая ведет к распылению структуры почвы.

В горной зоне на крутых склонах перегрузка пастбищ скотом является основной причиной пастбищной (тропинчатой) эрозии. Особенно сильно подвержены ей бывшие пахотные земли, присельные и прикошарные участки. На этих землях дернина выбита, и почвы подвергаются сильным эрозионным процессам. Это приводит к нарушению водного баланса, резкому снижению продуктивности пастбищ и частичному опустыниванию территории, разбалансированию элементов экосистемы, снижению способности природных комплексов к саморегуляции.

Культуртехническое состояние земель

Переуплотнение почв — основная форма физической деградации почв. Наиболее склонны к уплотнению тяжелосуглинистые и глинистые почвы. Кроме того, особенно сильному уплотнению подвержены средне- и сильноэродированные почвы, у которых в пашню вовлекаются нижние малогумусные горизонты.

Деградация физических свойств почв при переуплотнении происходит в значительной мере в результате необратимых пластических деформаций влажных почв, обрабатываемых тяжелыми колесными тракторами типа К-700, приводящими к разрушению структурного состояния почв, уменьшению агрегатной и межагрегатной порозности, увеличению плотности выше равновесных для данной почвы значений, снижению водо- и воздухопроницаемости. В результате ухудшения физических свойств почв снижается урожайность сельскохозяйственных культур. На каждые 0,01 г/см³ увеличение плотности от оптимальных величин (1,0 — 1,3 г/см³) приводит к снижению урожая зерновых на 0,6 — 0,65, а зеленой массы — на 12 — 14 ц/га.

В переуплотненных почвах плодородие также падает вследствие ограничения распространения корневой системы и возможности использования элементов минерального питания из более мощного слоя почвы. Кроме того, в переуплотненных почвах снижается эффективность работы дренажных систем, что приводит к локальному переув-

лажнению почвы и вследствие этого — к снижению ее плодородия.

На орошаемых землях ухудшение физических свойств приводит к образованию плотной почвенной корки, под которой часто погибают всходы сельскохозяйственных культур.

Заращение угодий. В связи с отсутствием ухода за горными и предгорными пастбищами и сенокосами они зарастают кустарником. Особенно интенсивно — урочища Дидинат, Ханазон, Цагат, Фонсиуаран, склоны передового хребта Черных лесистых гор и Кабардино-Сунженской возвышенности, а также лесные поляны.

Переувлажнение и заболачивание. В РСО-Алания 55,9 тыс. га, в том числе 51,7 тыс. га сельскохозяйственных угодий, находится в условиях повышенного увлажнения (39,1 тыс. га — пашни, 8,5 — пастбищ, 2,8 — сенокосов, 1,3 — многолетних насаждений, 25 — прочих земель). Эти площади располагаются в основном в предлесной полосе республики. Причиной переувлажнения их является, во-первых, большое количество осадков (более 900 мм в год); во-вторых, наличие в почвах на небольшой глубине (25 — 30 см) слоя с большой объемной массой (1,5 — 1,7 г/см³), обладающего очень низкой фильтрационной способностью. Вследствие этого осадки накапливаются в верхнем слое, переувлажняя его.

По данным государственного учета, в республике — 10,3 тыс. га заболоченных земель. Из них сельскохозяйственных угодий — 8,2, в том числе пашни — 4,7, многолетних насаждений — 0,3, сенокосов и пастбищ — 3,2, лесных площадей — 0,5, древесно-кустарниковой растительности — 0,6, болот — 0,3 и прочих земель — 0,7 тыс. га.

В предгорной зоне заболоченные территории встречаются в урочищах Балта, Тарское, Бекан и Туаца; в горной зоне — в урочищах Харес, Сатум и др.

Засоление почв. По государственному учету земель площадь засоленных почв в республике составляет 18,3 тыс. га, из них пашни — 17,4. Они распространены в Моздокском районе. Это — почвы вторичного засоления, основной причиной которого является неправильное орошение; в результате из соленосного горизонта с глубины 170

— 200 см поднимаются соли и накапливаются в верхнем горизонте. Основным мероприятием по предупреждению вторичного засоления является расчет норм орошения, который позволяет не смыкать капиллярную кайму верхнего горизонта почвы с солевым поясом.

Засоренность камнями. В РСО-Алания площадь каменистых почв составляет 88,5 тыс. га (50,6% сельхозугодий). Каменистые пахотные земли распространены в основном в Северо-Осетинской предгорной наклонной равнине и в горной зоне.

Мелиоративное состояние земель. В республике по государственному учету земель имеется 95,2 тыс. га мелиорированных земель, в том числе — 76,8 орошаемых и 18,4 — осушенных.

Основные площади мелиорированных земель находятся в пользовании предприятий, организаций и граждан, занимающихся сельскохозяйственным производством.

В последние годы существенно сократились объемы финансирования работ по текущему уходу и реконструкции мелиорированных систем, уменьшились объемы их нового строительства, нарушилась действовавшая ранее система их эксплуатации и технического обслуживания. Все это привело к тому, что техническое состояние гидромелиоративных систем ухудшается, они выходят из строя, площади орошаемых земель республики сокращаются.

Неудовлетворительное техническое состояние мелиорированных систем приводит к возникновению на орошаемых землях процессов подтопления и вторичного засоления.

Состояние и динамика плодородия почв РСО-Алания

Почвенный покров республики чрезвычайно пестрый, при этом 70% почв характеризуется низким естественным плодородием. В последнее время плодородие почв снижается из-за сокращения объемов внесения органических и минеральных удобрений (табл. 18.3).

Из данных таблицы 18.3 видно, что в 90-е годы резко сократилось применение органических и минеральных удобрений. В земледелии республики создается отрицательный баланс гумуса и основных элементов минерального питания растений.

ЛИТЕРАТУРА

- Агрохимическая характеристика почв СССР по данным первого цикла обследования. М., 1975.
- Адиняев Э. Д. Орошение и удобрение кукурузы на лугово-черноземных почвах степной зоны КБАССР // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Орджоникидзе, 1967. 23 с.
- Аболин Р. И., Зонин С. В. Почвенно-мелиоративный очерк бассейна р. Терек. Л., 1933.
- Азбалаева В. В., Чернова Л. В., Цогоев В. Б. Основные черты геоморфологии Северной Осетии // Геология и полезные ископаемые Северной Осетии. Орджоникидзе, 1969.
- Адерихин П. Г. и др. Черноземы СССР // Сб. докл. к VIII Международному конгрессу почвоведов. М., 1964.
- Акимцев В. В. Содержание микроэлементов в почвах Ростовской области // Роль микроэлементов в сельском хозяйстве. Тр. 2-го межвузовского совещания по микроэлементам. М., 1961.
- Александрова И. В. Процесс гумусообразования в некоторых горных примитивных почвах // Почвоведение. 1951. № 10.
- Алиев Г. А. К вопросу классификации горных почв и их рационального использования // Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия. Нальчик, 1971.
- Антипов-Каратаев И. Н. О бурых лесных и коричневых лесных почвах // Почвоведение. 1947. № 12.
- Антипов-Каратаев И. Н., Прасолов Л. И. Почвы Крымского государственного лесного заповедника // Тр. Почвенного ин-та. Т. 7. 1932.
- Антипов-Каратаев И. Н. О бурых лесных и коричневых лесных почвах // Почвоведение. 1947. № 12.
- Артабазар А. Разнообразие мер защиты почв от ветровой эрозии в богарном земледелии Монголии // Эрозия почв и борьба с ней. М., 1980. С. 258 — 267.
- Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования. Л., 1973. 187 с.
- Аристотель. Сочинения. В 9 т. М., 1975. Т. 1. С. 9.
- Базилевич А. И., Родин Л. Е. Продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Л., 1971. С. 5-35.
- Бельчикова Н. П. Некоторые закономерности содержания состава гумуса и свойств гуминовых кислот в главнейших группах почв Союза // Тр. Почвенного ин-та. Т. 38. 1951.
- Берг Л. С. Климат и жизнь. М., 1922.
- Берестецкий О. А., Боровков А. В. Фитотоксические метаболиты почвенных пенициллинов // Микробиол. журнал. 1979. Т. 41. № 3. С. 291 — 302.
- Блажнев Е. С. Геоморфология и почвы низовьев р. Кубани // Тр. Юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. М., 1949.
- Богатырев К. П. К изучению высокогорных почв верхнего пояса гор // Почвоведение. 1959. № 5.
- Богословский Н. А. Несколько слов о почвах Крыма // Известия геологического комитета. Т. 16. 1987. № 8, 9.
- Болотина Н. И. Запасы гумуса и азота в основных типах почв СССР // Почвоведение. 1947. № 5.
- Боул С., Хоул Ф., Мак-Крехен Р. Генезис и классификация почв. М., 1977. 416 с.
- Будун А. С. Природа. Природные ресурсы Северной Осетии и их охрана. Владикавказ, 1989. 192 с.
- Бузмак Д. И. Влияние степени смытости почв на количество и качество сельскохозяйственных культур // Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель Молдавии. Кишинев, 1962. Т. 2. С. 124 — 132.
- Бурлакова А. И. Влияние удобрений на элементы плодородия почвы и урожай кукурузы в зоне достаточного увлажнения Северо-Осетинской АССР // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Орджоникидзе, 1968. 26 с.
- Бурыкин А. М. О темпах эрозии и почвообразования // Почвоведение. 1966. № 6. С. 79 — 92.
- Бясев К. Х. Итоги изучения эрозии почв и мелиорации эродированных земель в Центральном Предкавказье // Решение 115-го выездного объединенного заседания Президиума ВРО ВАСХНИЛ и СКНЦВШ. Орджоникидзе, 1985. С. 47 — 51.
- Бясев К. Х., Олисаев В. В., Вагин В. С. Агроэкологическое районирование территории Республики Северная Осетия-Алания. Владикавказ, 1999. 20 с.
- Бясев К. Х. Защита почв от эрозии // Система ведения сельского хозяйства в Северной Осетии. Орджоникидзе, 1986. С. 125 — 128.
- Бясев К. Х. Эрозия почв в Северной Осетии и меры борьбы с ней. Орджоникидзе, 1986. 167 с.
- Бясев К. Х. Почвенные ресурсы СОАССР и характеристика главнейших типов почв // 50 лет Ставропольскому НИИСХ. Ставрополь, 1982. С. 257 — 260.
- Бясев К. Х. Агроэкологическая характеристика природных условий, почвенно-климатическое районирование, состояние и перспектива развития земледелия // Научно обоснованная система земледелия Северо-Осетинской АССР. Орджоникидзе, 1982. С. 5 — 10.
- Бясев К. Х. Горные почвы Северной Осетии. Орджоникидзе, 1978. 136 с.
- Бясев К. Х. Содержание микроэлементов в почвах Северной Осетии // Вестник Московского университета. 1969. № 4. С. 67 — 76.
- Вайтер Я. Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми. М., 1972.
- Ванин Д. Е. и др. Вопросы обоснования мероприятий по защите почв от эрозии // Водная эрозия почв и борьба с ней. М., 1977. С. 3 — 23.
- Веригина К. В. Микроэлементы в почвах Ярославской области. М., 1962.
- Вернадский В. И. Избранные сочинения. Т. 5. М., 1960.
- Виноградов А. П., Виноградова Х. Г. Молибден в почвах СССР. Т. 62. М., 1948.
- Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М., 1957.
- Виноградовский С. Н. Микробиология почвы. М., 1952.

Вилениский Д. Г. О красноземовидных почвах южного берега Крыма // Бюллетень почвовед. № 5 – 7. 1926.

Вилениский Д. Г. Почвенные районы Терского округа // Почвоведение. 1927. № 3.

Вилениский Д. Г. География почв. М., 1926.

Вильямс В. Р. Почвоведение. М., 1936.

Вильямс В. Р. Почвоведение. М., 1947. 447 с.

Вильямс В. Р. Земледелие. М., 1951. 397 с.

Вильямс В. Р. Собрание сочинений. Т. 5. М., 1951.

Владимиров А. Х. Содержание различных форм марганца в обыкновенных и южных черноземах Ростовской области // Авторефераты НИИР РГУ. Ростов-на-Дону, 1961.

Гаврилюк Ф. Я. Черноземы Западного Предкавказья. Харьков, 1955.

Газданов А. В. Удобрение озимой пшеницы на основных типах почв Северной Осетии // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Орджоникидзе, 1969. 22 с.

Герасимов И. П. О типах почв горных стран и вертикальной почвенной зональности // Почвоведение. 1948. № 1.

Герасимов И. П. Четвертичная геология. М., 1939.

Герасимов И. П. Бурные лесные почвы в СССР, европейских странах и в США // Почвоведение. 1954. № 7.

Глинка К. Д. О так называемых буроземах // Почвоведение. 1911. № 13.

Гнатышина В. М. Влияние длительного внесения полных минеральных удобрений на содержание усвояемых форм NPK в почве. Влияние удобрений на обмен веществ и продуктивность растений. Кишинев, 1988. С. 41 – 49.

Гольдшидт В. М. Сборник статей по геохимии редких элементов. М.; Л., 1954.

Гольдберг И. А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. Л., 1961.

Горбунов Н. И. О передвижении илстых и коллоидных частиц в почвах // Почвоведение. 1961. № 7.

Грибовский И. С., Мешкова А. И. К познанию почв предгорий Северного Кавказа // Труды СОСХИ. Орджоникидзе, 1947.

Гусак В. Б. Наблюдения над современной эрозией в Ленкоранской чайной зоне // Агроресомелиоративная характеристика почв Ленкоранской зоны Азербайджана. М., 1960. С. 318 – 344.

Гюльхамедов А. Н. Содержание микроэлементов в основных типах почв Азербайджана и отзывчивость на них сельскохозяйственных культур // Почвоведение. Применение микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Рига, 1959.

Дзанагас Г. Г., Дзанагас С. Х., Газданов А. В. Динамика пищевого режима основных типов почв Северной Осетии // Труды Горского СХИ. Т. 32. Орджоникидзе, 1971. С. 44 – 62.

Дзанагас Г. Г. Применение удобрений в Чечено-Ингушетии. Грозный, 1978.

Джунушбаев А. Эрозия почв в Киргизии // Почвы Киргизской ССР. Фрунзе, 1974. С. 301 – 344.

Дзанагас С. Х. Удобрение кукурузы на дерново-глеевых почвах Северной Осетии // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Орджоникидзе, 1966. 20 с.

Дзоблаев М. Г. Сенокосы и пастбища. Орджоникидзе, 1966.

Добровольский Г. В., Федоров К. Н., Стасюк Н. В. Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека. М., 1975. 247 с.

Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Экологические функции почвы. М., 1986. 134 с.

Добровольский Г. В., Уручевская И. С. География почв. М., 1984. 413 с.

Докучаев В. В. Русский чернозем. СПб, 1883.

Докучаев В. В. Избранные сочинения. Т. II, III. М., 1947.

Дроздова Т. В. Роль гуминовых кислот в геохимии почв // Почвоведение. 1963.

Дюшафур Ф. Основы почвоведения, эволюция почв. М., 1970. С. 291.

Дюшафур Ф. Лессиваж и подзолообразование. М., 1951.

Дюшафур Ф. Дегградация структуры в почвах. М., 1953.

Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. М., 1969.

Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Микробиология. М., 1993.

Захаров С. А. Вертикальная зональность почв на Кавказе // Почвоведение. 1924. № 6.

Захаров С. А. Почвы // Природные условия Северо-Кавказского края. Ростов-на-Дону, 1925.

Захаров С. А. Почвы Предкавказья // Почвы СССР. Т. III. М., 1939.

Завалишина А. А. Почвы Кузнецкой лесостепи // Материалы Кузнецкой Барнаульской почвенной экспедиции. М., 1936.

Зотов А. А. Рекомендации по улучшению и использованию горных пастбищ и сенокосов. М., 1975.

Заславский М. Н. Эрозия почв и земледелие на склонах. Кишинев, 1966. 494 с.

Заславский М. Н. Эрозиоведение. М., 1983. 320 с.

Зайцева А. А. Причины возникновения ветровой эрозии и устойчивость почв ветру // Защита почв от ветровой эрозии. Алма-Ата, 1970. С. 120 – 125.

Зереева Е. А. Эффективность фосфорных удобрений в зависимости от содержания подвижного фосфора в темно-каштановых почвах в предкавказском карбонатном черноземе, прогнозирование изменения содержания фосфора в почвах и расчет норм фосфорных удобрений // Агрохимия. 1983. № 10. С. 59 – 69.

Зинковский В. Н. Динамика пищевого режима под кукурузой при орошении // Труды ГСХИ. Т. 24. Орджоникидзе, 1965. С. 121 – 124.

Зонн С. В. Горно-лесные почвы Северо-Западного Кавказа. М.; Л., 1950.

Зонн С. В. К вопросу об эволюции бурых лесных почв на Северном Кавказе // Почвоведение. 1950. № 6.

Зырин Н. Г., Белицына Г. Д. Ванадий, хром, марганец, кобальт, никель, медь в почвах Дагестана // Микроэлементы и естественная радиоактивность почв. Ростов-на-Дону, 1968.

Иванченко Т. Е., Народецкая Ш. Ж., Токов В. П. Агроклиматические ресурсы Кабардино-Балкарской, Северо-Осетинской, Чечено-Ингушской АССР. Л., 1980. 270 с.

Калоева Н. И. К характеристике дерновых почв юго-западной части СОАССР // Сб. работ молодых ученых ГСХИ. Вып. I. Орджоникидзе, 1964.

Калоева Н. И. Запасы и состав гумуса в почвах западной части Силтанукской возвышенности и прилегающих склонов Черных гор // Тр. ГСХИ. Т. 25. Орджоникидзе, 1965.

Калоева Н. И. К особенностям серых и темно-серых лесных почв юго-западной части Кабардино-Сунженского хребта // Тр. ГСХИ. Т. 27. Орджоникидзе, 1967.

Калоева Н. И. Черноземы западной части Силтанукской возвышенности // Сб. тр. молодых ученых ГСХИ. Вып. 23. Орджоникидзе, 1967.

Калоева Н. И. Почвы юго-западных предгорий Северной Осетии и пути рационального их использования // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Орджоникидзе, 1968. 23 с.

Калоева Н. И. Агрономическая характеристика основных типов и подтипов почв западной части СОАССР // Тр. ГСХИ. Т. 28. Орджоникидзе, 1969.

Калоева Н. И. К характеристике бурых лесных почв // Науч. основы рационального использования почв Северного Кавказа. Нальчик, 1970.

Калоева Н. И. Почвы Горского сортоучастка // Рукопись, 1983.

Калоева Н. И. Почвы Дигорского Госсортоучастка // Рукопись, 1984.

Калоева Н. И. Научные основы производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции в предгорной зоне РСО-А // Гос. доклад «О состоянии окружающей среды». Орджоникидзе, 1994.

Калоева Н. И. Экологические аспекты улучшения почв // Тезисы докладов 2-й международной конференции «Безопасность и экология горных территорий». Владикавказ, 1995.

Калоева Н. И. и др. Состояние плодородия почв лесостепной зоны РСО-А и пути его улучшения // Сб. экологических исследований. Владикавказ, 1998.

Карманов И. И. Спектральная отражательная способность и цвет почв как показатель их свойства. М., 1974.

Катялымов М. В. Микроэлементы и микроудобрения. М.; Л., 1965.

Кашинов А. Н., Заславский М. Н. Почвоохранное земледелие. М., 1984. 462 с.

Керимханов С. Ц. Почвы Дагестана. Махачкала, 1976. 120 с.

Ковалев Р. В. Почвы горно-алтайского края. Новосибирск, 1973.

Ковда В. А. Принципы классификации почв // Тр. МАП. Т. III. 1933. Отчет по опытному полю. Новочеркасск, 1904.

Ковда В. А. и др. Микроэлементы в почвах Советского Союза. М., 1959. 67 с.

Ковда В. А. Биосфера, почвы и их использование. М., 1965. 28 с.

Коновалов Н. Д. Накопление основных питательных элементов в типичных черноземах в результате систематического применения удобрений // Агрохимия. 1988. № 3. С. 25.

Кордуяну П. Н. Биологический круговорот элементов питания сельскохозяйственных культур в интенсивном земледелии. Кишинев, 1985. 269 с.

Коржинский С. И. Предварительный отчет о почвенном и геоботанических исследованиях // Тр. об-ва естествоиспытателей. СПб, 1877.

Косыкин Ю. В. Микроэлементы повышают урожай кукурузы, картофеля и сои // Сельское хозяйство Северного Кавказа. 1961. № 2.

Красильников Н. А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М., 1958. 350 с.

Кузнецов С. С. Геология Северной юрской депрессии Дигоро-Осетинской части Большого Кавказа. М., 1947.

Кузнецов М. С. Противозеронозная стойкость почв. М., 1981. 135 с.

Круглова Е. К. Микроэлементы в почвах и их влияние на хлопчатник. Ташкент, 1966.

Крупеников И. А. Черноземы Молдавии. Кишинев, 1974.

Кумахов В. И. Гидроморфные почвы Кабардинской равнины // Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия. Нальчик, 1971. С. 228 – 229.

Кумахов В. И. Плодородие почв, подверженных водному и ирригационному видам эрозии // Охрана и рациональное использование почв, недр и водных ресурсов Кабардино-Балкарии. Нальчик, 1977. С. 54 – 55.

Кумахов В. И. Почвы семигумидных и семиаридных областей в системе вертикальной поясности Центрального Кавказа // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Курск, 1995. 43 с.

Ливеровский Ю. А. К географии и генезису бурых лесных почв // Тр. Почвенного ин-та. Т. XXVII. М., 1948.

Лидов В. П., Дидуренко Н. Ф. Некоторые замечания классификации смытых почв // Почвоведение. 1955. № 11.

Лукашов К. И., Петухов Н. Н. Миграция и формы аккумуляции меди в породах и растениях юго-восточного полесья. Минск, 1962.

Лукашов К. И., Лукашов В. К. Геохимические поиски элементов в зоне гипергенеза. Минск, 1968.

Лупанович И. С., Дубиковский Г. П. О зависимости содержания микроэлементов от механического состава дерново-подзолистых почв в БССР // Агрохимия. 1966. № 12.

Лысак Г. Н. Растения защищают почвы. Челябинск, 1981. 80 с.

Львов Г. К. Влияние орошения и удобрений на динамику питательных веществ и урожай растений // Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. М., 1964. С. 320 – 332.

Львов Г. К. Методические указания по производству комплексного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий. М., 1994.

Маслюгин К. И., Дубошина С. Н. Почвы Кабардинской АССР. Нальчик, 1952.

Мина В. Н., Рубилин Е. В. О динамике почвенных процессов в слабоподзоленных почвах полосы СОАССР. Орджоникидзе, 1939.

Минцев В. Г., Дебрецки Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. М., 1993.

Михайловская О. Н. К вопросу о генезисе высокогорных почв // Тр. Почвенного ин-та АН СССР. Т. 12. М., 1930.

Михайловская О. Н. О генезисе бурых лесных почв Закавказья. М., 1936.

Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., 1968.

Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. Почвенные азотфиксирующие бактерии рода Клостридиум. М., 1974.

Молчанов Э. Н. Сравнительная характеристика основных типов почв высокогорий Северного Кавказа // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1973.

Моргун Ф. Т., Шикун Н. К. Почвозащитное бесплужное земледелие. М., 1984. 279 с.

Музыкалин Е. Г. Влияние орошения предкавказских черноземов на их питательный режим и эффективность удобрений // Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. М., 1964. С. 47 – 57.

Мусоханов В. Е. Повышение продуктивности склоновых земель. Барнаул, 1979. 91 с.

Наконечная З. И. Агроэкологическое обоснование системы удобрения в зерносовковых севооборотах Молдавии. Кишинев, 1988. 373 с.

Народецкая М. М. Агроклиматические ресурсы КБАССР, СОАССР, Чечено-Ингушской АССР. Л., 1980.

Наумов С. В. К вопросу классификации смытых почв // Почвоведение. 1955. № 5. С. 60 – 68.

Неустров С. С., Иванова Е. Н. Почвы Мало-Кабардинского округа // Сообщение отдела почвоведения. Вып. I. М., 1920.

Носов П. В. Формы фосфатов в почвах Кубани // Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия. Нальчик, 1971. С. 305 – 307.

Овчаренко М. И., Алешин С. Н., Курбатов А. И. О превращении первичных и вторичных минералов в профиле солонцов Северного Казахстана // Тр. X Международного конгресса почвоведов. М., 1974. С. 146 – 153.

Панков А. И. К познанию почв Северного Кавказа. Владикавказ, 1923.

Панков А. И. К вопросу о методах исследования эрозии почв в полевых условиях // Борьба с эрозией почв в СССР. М., Л., 1938. С. 50 – 71.

Парфенова Е. И., Артюхова Е. А. К вопросу о лессиваже и оподзоливании // Почвоведение. 1960. № 12.

Пейс Я. В. Биохимия почв. М., 1961.

Пейс Я. В. Руководство по применению микроудобрений. М., 1963.

Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М., 1966.

Полякова А. А. Метаморфизм горных пород. Геолого-разведывательно-учебный комбинат. М., 1931.

Пошон Ж., де Баржак Г. Почвенная микробиология. М., 1960.

Прасолов Л. И. О черноземах Приазовских степей // Почвоведение. 1916. № 1.

Прасолов Л. И. Буроземы Крыма и Кавказа // Природа. 1929. № 5.

Прасолов Л. И. Горно-лесные почвы Кавказа // Тр. Почвенного ин-та. Т. 25. М., 1947.

Простаков П. Е., Мина В. Н. Нитрификация в выщелоченных черноземах на галечнике в Северной Осетии в связи с применением удобрений // Тр. Горского СХИ. Т. 5 (13). Орджоникидзе, 1945. С. 67.

Простаков П. Е. Динамика питательных веществ в предкавказских черноземах // Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. М., 1964. С. 213.

Простаков П. Е., Носов П. В. Агрохимическая характеристика почв Северного Кавказа. Т. 2. М., 1966. С. 95 – 260.

Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и земледелия СССР. М., Л., 1945.

Рейнгард Я. Р. К вопросу о делении Кавказа на морфологические области. Изв. Кавк. отд. Русского геогр. общества. Т. 252. 1917.

Рейнгард Я. Р. Влияние физико-географических условий на развитие эрозионных процессов и почвенно-эрозионное районирование территории Омской области // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 1975. 21 с.

Роуз Э. Химическая микробиология. М., 1971.

Розов А. А. Серые лесные почвы европейской части СССР // Почвы юго-восточной Европы. София, 1964.

Руде А. А. К вопросу об оподзоливании и лессиваже // Почвоведение. 1964. № 7.

Рубилин Е. В. Почвы Дигорского р-на Сев.-Осет. АССР // Тр. ГСХИ. Т. 4 (12). Орджоникидзе, 1941.

Рубилин Е. В. Почвы лесостепи предгорий северного склона Центрального Кавказа // Доклады СОСХИ. Орджоникидзе, 1944.

Рубилин Е. В. Почвы междурья Майрамада-Гизельдон в предгорной части Северного Кавказа. Дзауджикау, 1945.

Рубилин Е. В. Почвы предгорной части Северной Осетии // Тр. СОСХИ. Т. 1 (14). 1947.

Рубилин Е. В., Трофименко К. И. Почвы Алагирского района Северной Осетии // Тр. СОСХИ. Дзауджикау, 1951.

Рубилин Е. В. Почвы предгорий и предгорных равнин Северной Осетии. М., 1956.

Рубилин Е. В. О природе черноземов предгорий северного склона Центрального Кавказа // Вопросы генезиса и географии почв. М., 1957.

Рубилин Е. В., Трофименко К. И. Природные зоны Северной Осетии // Материалы III совещания по естественнотерриториальному районированию СССР для целей с.-х. М., 1959.

Рубилин Е. В. Северо-Осетинская АССР. Агрохимическая характеристика почв СССР, районы Северного Кавказа. М., 1964.

Рубилин Е. В., Долотов В. А. Серые лесные почвы провинции лесостепи европейской части СССР. Л., 1968.

Рудин В. Д. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Ставрополь, 1961.

Руденская К. В. Содержание марганца и меди в орг. в-ве некоторых почв Ростовской области // Микроэлементы и естественная радиоактивность почв. Ростов-на-Дону, 1962.

Рыбаков М. М. Почвы правоб. Осетии, Северо-Западной Ингушетии, средн. части Сунж. авт. округа и западной Чечни // Тр. ГСХИ. Т. 2. Владикавказ, 1927.

Сабашвили М. Н. Почвы Грузии. Тбилиси, 1955.

Саламов А. Б., Хутинаев М. А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность горных сенокосов и пастбищ центральной части Северного Кавказа // Пути интенсификации горного сельского хозяйства. Орджоникидзе, 1965.

Саламов А. Б. Дагестанская АССР // Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. М., 1964. С. 245.

Симакин А. И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов и удобрений. Краснодар, 1969. 277 с.

Сикорский М. И. Водопроницаемость основных типов почв предгорных равнин Северной Осетии // Тр. ГСХИ. Т. 24. Орджоникидзе, 1965.

Скрябин Г. К., Головаева Л. А. Использование микроорганизмов в органическом синтезе. М., 1976.

Слепушкин Н. П. Почвы плоскостной Осетии // Известия Осетинского НИИ краеведения. Вып. 2. Владикавказ, 1926. С. 103 – 153.

Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. М., 1936.

Соболев С. С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. М., 1954.

Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. Т. 1. М., Л., 1948. 307 с.

Сокаев К. Е. Удобрение подсолнечника на каштановых почвах Северной Осетии // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Орджоникидзе, 1980. 20 с.

Сорокина А. П. Статистический метод оценки смывости на примере мощных тилличных черноземов Курской опытной станции // Почвоведение. 1965. № 5. С. 25 – 30.

Степанов Р., Эдельберг Э., Инграм Д. Мир микробов. М., 1979.

Сурмац Г. П. Классификация смытых почв и ее применение при составлении крупномасштабных почвенно-эрозионных карт // Почвоведение. 1954. № 1. С. 90 – 100.

Тарасавили Г. М. О горно-лесных буроземах Абхазии // Почвоведение. 1939. № 7.

Тарасавили Г. М. Горно-лесные и горно-луговые почвы Восточной Грузии. Тбилиси, 1956.

Теллер Е. З. Микроорганизмы рода Нокардина и разложение гумуса. М., 1976.

Токоноженко Е. В. Молибден и марганец в почвах Кубани // Почвоведение. 1964. № 1.

Троцкий А. И. О горно-степных почвах Северной Осетии // Почвоведение. 1947. № 9.

Трофименко К. И. Почвы правобережья р. Терек в пределах Северной Осетии // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Дзауджикау, 1946. 23 с.

Трофименко К. И. Продольный профиль почв и грунтов правобережья р. Терек в пределах Северной Осетии // Тр. ГСХИ. Т. 1 (14). Дзауджикау, 1947.

Трофименко К. И. Природные зоны Северной Осетии // Тр. СОНИИ. Орджоникидзе, 1959.

Трофименко К. И. Выщелоченные черноземы Северной Осетии // Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. М., 1964. С. 195 – 200.

Трофименко К. И. Предкавказские карбонатные черноземы Северной Осетии. Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. М., 1964. С. 205 – 210.

Трофименко К. И. Каштановые почвы Моздокского района // Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. М., 1964. С. 232 – 235.

Туев Н. А. Биологические основы плодородия почвы. М., 1984. 75 с.

Тукалова Е. И. и др. Систематическое применение удобрений при орошении. Кишинев, 1982. 221 с.

Тюрин И. В. Географические закономерности гумусообразования // Тр. Юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. 1949.

Уртаев А. Л. Микроэлементы в почвах плоскостной части СОАССР. Орджоникидзе, 1968.

Урушадзе Т. Ф. Горные почвы СССР. М., 1989. 270 с.

Ферман А. Е. Геохимия. Т. 2. Л., 1934.

Филиппов Б. Х., Федорова С. И. О составе органического вещества высокогорных почв Северного Кавказа // Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия. Нальчик, 1971.

Филиппов Б. Х. Горно-степные почвы Кабардино-Балкарии // Пути интенсификации горного сельского хозяйства. Орджоникидзе, 1976. С. 27 – 33.

Филиппов Б. Х. Южные черноземы КБАССР как объект орошения // Ученые записки. Вып. 38. Нальчик, 1977.

Филиппов Б. Х. и др. Черноземы Центрального и Восточного Предкавказья // Черноземы СССР / Предкавказье и Кавказ. М., 1985. С. 59 – 150.

Фридланд В. М. Древние коры выветривания в Закарпатской области УССР и формирующиеся на них почвы // Докл. АН СССР. М., 1950.

Фридланд В. М. Оподзоливание и иммерилизация // Докл. АН СССР. 1957. Т. 115. № 5.

Фридланд В. М. Об оподзоливании и иммерилизации // Почвоведение. 1958. № 1.

Фридланд В. М. Структура почвенного покрова и задачи ее дальнейшего использования // Тез. докл. на III Всесоюз. делегатск. съезде почвоведов. Тарту, 1966.

Фридланд В. М. Изображение почвенного покрова на картах и пути прогноза его изменения // Картографирование динамики географических явлений и составление прогнозных карт. Иркутск, 1968.

Харин А. Г. Оценка дешифровочных свойств зональных съемок с космического корабля «Союз-22» // Проблемы освоения пустынь. Ашхабад. 1980. № 4.

Шербина В. В. К геохимии зоны окисления рудных месторождений // Советская геология. 1955. № 43.

Швецов М. С. Геологическое строение западной оконечности Кабардинского хребта // Тр. Нефтяного НИИ. Вып. 3. Нальчик, 1928.

Шифферс Е. В. Растительность Северного Кавказа и его плодородные кормовые угодья. М., 1953. 396 с.

Шукин И. С. Очерки геоморфологии Кавказа // Ин-т географии АН СССР. М., 1926.

Шустикова Е. П. Изменение фосфатного режима карбонатного чернозема при систематическом внесении увеличивающихся доз фосфорных удобрений // Плодородие почв Ставрополя и приемы его повышения. Ставрополь, 1988. С. 134 – 144.

Черевик В. П., Яковлева В. В. Динамика нитратного и аммиачного поглощений азота в почвах опытного поля Горской зональной опытной станции. Вып. 8. Орджоникидзе, 1934. 36 с.

Черемисков Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. М., 1968.

Челядинов Г. Н., Кудай А. П. О связывании легкорастворимых фосфатов в предкавказском черноземе центральной части Ставропольского края // Агрохимия. 1966. № 2. С. 39 – 42.

Юзефаук Ч. Агротехнические и мелiorативные приемы защиты почв от эрозии в Польше // Эрозия почв и борьба с ней. М., 1980. С. 258 – 268.

Яковлев С. А. Почвы и грунты по линии Армавир-Туапсинской ж. д. СПб, 1914.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Естественнoисторические природные зоны РСО-Алания. <i>К. Х. Бясов</i>	7
Глава 2. Условия почвообразования. <i>К. Х. Бясов</i>	15
2.1. Геологическое строение и рельеф	—
2.2. Почвообразующие породы как фактор почвообразования	21
2.3. Климат как фактор почвообразования	28
2.4. Растительность как фактор почвообразования	33
2.5. Гидрологические условия формирования почв	40
Глава 3. История исследования почв. <i>К. Х. Бясов</i>	45
Глава 4. Общие закономерности географического распределения почв. <i>К. Х. Бясов</i>	51
Глава 5. Классификация почв. <i>К. Х. Бясов</i>	57
Глава 6. Общие направления эволюции почв. <i>К. Х. Бясов</i>	67
Глава 7. Систематическое описание почв. <i>К. Х. Бясов</i>	72
7.1. Почвы равнинной зоны	—
7.1.1. Темно-каштановые почвы	73
7.1.2. Каштановые почвы	80
7.1.3. Лугово-каштановые карбонатные почвы	86
7.1.4. Черноземы южные	88
7.2. Почвы предгорной зоны	89
7.2.1. Черноземы обыкновенные предкавказские	—
7.2.2. Черноземы выщелоченные на галечнике	99
7.2.3. Черноземы оподзоленные и выщелоченные на глинах. <i>Н. И. Калоева</i>	107
7.2.4. Лугово-черноземные почвы	118
7.2.5. Луговые почвы	120
7.2.6. Аллювиальные почвы	121
Глава 8. Почвы горно-лесной зоны. <i>К. Х. Бясов</i>	126
8.1. Серые лесные оподзоленные почвы. <i>Н. И. Калоева</i>	—
8.2. Бурые лесные почвы. <i>Н. И. Калоева</i>	138
8.3. Дерново-карбонатные почвы. <i>К. Х. Бясов</i>	150
8.4. Горно-лесные почвы хвойных лесов	152
8.5. Горные лесо-луговые почвы	153
Глава 9. Почвы горных лугов. <i>К. Х. Бясов</i>	156
9.1. Горно-луговые неполноразвитые (примитивные) почвы	157
9.2. Горно-луговые альпийские почвы	160
9.3. Горно-луговые субальпийские почвы	168
9.4. Горно-луговые альпийские и субальпийские темноцветные почвы	181
9.5. Горно-луговые субальпийские глееватые почвы	189
Глава 10. Почвы горных степей. <i>К. Х. Бясов</i>	193
10.1. Горные каштановидные почвы	—
10.2. Горные лугово-степные почвы	200
10.3. Горно-луговые черноземовидные почвы	207
Глава 11. Микроэлементы в почвах. <i>К. Х. Бясов</i>	214
11.1. Бор	—
11.2. Марганец	216

11.3. Медь	223
11.4. Цинк	230
11.5. Кобальт	236
11.6. Молибден	240
Глава 12. Загрязнение почв тяжелыми металлами. <i>С. Х. Дзанагов</i>	244
Глава 13. Аминокислоты в почвах. <i>Б. К. Кцоев</i>	251
Глава 14. Эрозия почв. <i>К. Х. Бясов</i>	261
14.1. Влияние эрозионных процессов на изменение свойств почвы	—
14.2. Диагностика и классификация степени эродированности почв	286
14.3. Картографирование степени эродированности и составление карт эрозий почв	298
Глава 15. Агрохимическая характеристика почв, ее динамика во времени и под влиянием удобрений. <i>С. Х. Дзанагов, К. Е. Сокаев</i>	307
15.1. Динамика подвижных форм макроэлементов в почвах под культурами севооборота	—
15.2. Динамика плодородия почв по результатам систематического агрохимического обследования	317
Глава 16. Биологическая активность почв Республики Северная Осетия-Алания. <i>А. М. Фарниев</i>	339
Глава 17. Химизация земледелия и микрофлора почв. <i>А. М. Фарниев</i>	359
Глава 18. Динамика земельных ресурсов РСО-Алания. <i>К. Х. Бясов, И. З. Мецаев</i>	372
Литература	377