

П03
В46

Проф. В. Р. Вильямсъ.

ПОЧВОВѢДѢНІЕ.

Книгоиздательство Студентовъ
Московского Сельскохозяйственного Института.

МОСКВА.

1916.

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО СТУДЕНТОВЪ Московскаго Сельскохоз. Института.

Москва, Петровско-Разумовское.

1. Заказы на сумму до одного рубля съ наложен. платеж. не исполняются.
2. При получении полной стоимости книгъ пересылк. идетъ за счетъ Кн-ства.
3. Школы, земскія и общественныя организаціи, книжные магазины пользуются скидкой. Пересылка за счетъ заказчика.
4. Книги, высланныя согласно требованію заказчика, обратно не принимаются и на другія не обмѣниваются.
5. На отвѣты необходимо прилагать марку или дѣлать запросы открытымъ письмомъ съ оплаченнымъ отвѣтомъ.
6. Адресъ просятъ писать возможно точнѣе и разборчивѣе.
7. Заказы исполняются не позднѣе 3-хъ дней со дня полученія.

Поступили въ продажу новыя книги:

Е. А. БОГДАНОВЪ, проф.

ПРОИСХОЖДЕНІЕ ДОМАШНИХЪ ЖИВОТНЫХЪ.

VIII+405 стр., 417 рис., М. 1913 г.

Цѣна 3 р. 60 к.; въ дермантиновомъ переплетѣ 4 руб.

Изъ отзывовъ печати:

„Среди книгъ по вопросамъ животноводства книга проф. Богданова должна обратить вниманіе какъ теоретиковъ, такъ и практиковъ, работающихъ въ этой области“.

„.....книга эта, освѣщая многіе вопросы происхожденія домашнихъ животныхъ, развертываетъ передъ читателемъ новыя картины, открывая ему данныя, которыя за послѣднее время привлекаютъ къ себѣ лицъ, занятыхъ вопросами зоотехніи“.

„Издана книга очень тщательно; и то, что она вышла изъ подъ пера Е. А. Богданова, придаетъ ей особый интересъ“.

„Въ помощь хозяину“ № 21, 1913 г.

„Безъ сомнѣнія, всякій интересующійся вопросами скотоводства—агрономъ, ветеринаръ, интеллигентный сельскій хозяинъ—найдетъ въ ней много интереснаго и поучительнаго“

„Земскій Агрономъ“ № 1, 1914 г.

ЕГО ЖЕ. МЕНДЕЛИЗМЪ или ТЕОРІЯ СКРЕЩИВАНЬЯ.

XIV+626 стр. съ 9 цвѣт. таблицами, 308 рис. и портретомъ Г. Менделя М. 1914 г.

Цѣна 4 р. 75 к.

Изъ отзывовъ печати:

«Болѣе подробныя свѣдѣнія интересующійся читатель найдетъ въ рядѣ книгъ, изданныхъ за послѣднее время и особенно въ капитальномъ трудѣ проф. Е. А. Богданова. Въ послѣднемъ—глубокое проникновеніе въ новую доктрину сопряжено съ яснымъ пониманіемъ и богатствомъ познаній въ области старыхъ ученій о разведеніи, теперь подлежащихъ коренному пересмотру на основаніи дѣйствительно научно-обоснованныхъ данныхъ».

ст. Н. Соплякова: «Данныя къ построению масти орловскаго рысака».

Вѣстникъ животноводства № 8—9 1914 г.

Утро Россіи № 316.

Солидный трудъ профессора Московскаго сельскохоз. института Е. А. Богданова интересенъ, какъ первое въ Россіи самостоятельное подробное изложеніе сложныхъ вопросовъ наслѣдственности. До сихъ поръ мы имѣли только переводные труды или краткія журнальныя статьи. Можно особенно привѣтствовать появленіе на русскомъ языкѣ всякой научной работы, которая имѣетъ характеръ не сообщенія о какихъ-либо спеціальныхъ фактахъ, а широкаго изложенія какого-либо общаго вопроса.

А насколько важнѣе оригинальное сочиненіе сравнительно съ переводнымъ, ясно при просмотрѣ книги Е. А. Богданова; у него не мало матеріала изъ области русской зоотехники, русскаго скотоводства, а нечего доказывать, что такой матеріалъ намъ гораздо интереснѣе, чѣмъ матеріалъ иностранный.

Григорій Кожевниковъ.

ЕГО ЖЕ. КРИТИКА ТАКЪ НАЗЫВАЕМОЙ «ДАТСКОЙ СИСТЕМЫ» КОРМЛЕНІЯ СКОТА и ОБОСНОВАНІЕ УЛУЧШЕННОЙ ЗЕРНОВОЙ СИСТЕМЫ КОРМЛЕНІЯ СКОТА.

Разборъ полемики по „Датскому“ вопросу. IV+128 стр., 1913 г. Цѣна 85 коп.

Изъ отзывовъ печати:

„Мы совѣтовали бы всѣмъ интересующимся вопросами кормленія скота—агрономамъ, ветеринарамъ и интеллигентнымъ сельскимъ хозяевамъ—обязательно ознакомиться съ этой книжкой“.

„Земскій Агрономъ“ № 1, 1914 г.

Книжная торговля при Кн-ствѣ имѣетъ болѣе 1000 названій книгъ по всѣмъ отдѣламъ сельск. хоз.

Заказы выполняются немедленно по полученіи 1/3 стоимости заказа.

Проф. В. Р. Вильямс.

ПОЧВОВѢДѢНІЕ.

Книгоиздательство Студентовъ
Московского Сельскохозяйственнаго Института.

МОСКВА.

1916.

МОСКВА.

Типографія Я. Г. Сазонова Никитскія ворота, д. 31, телеф. 81-20.
1916.

Выпускъ II.

Элементы основныхъ типовъ почво-
образовательнаго процесса: подзолообра-
зовательнаго, дерноваго и степнаго.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

Глава четвертая.

Подзолообразовательный процессъ* Соотношение между почвообразовательнымъ процессомъ и климатомъ. Четыре основныхъ типа почвообразовательнаго процесса Требования лѣсныхъ растительныхъ сообществъ по отношению къ элементамъ климата Тепловой и водный режимъ почвы подъ пологомъ лѣса Условия разложения мертвыхъ остатковъ деревянистой растительности Дѣйствие креновой кислоты на карбонаты щелочноземельныхъ металловъ. Дѣйствие креновой кислоты на полуторные окиси Дѣйствие креновой кислоты на гидратъ алюмокремневой кислоты. Дѣйствие креновой кислоты на фосфаты. Подзолистый горизонтъ Послѣдствія явленія усредненія креновой кислоты Ортштейновый, или рудяковый горизонтъ. Отложение въ немъ карбоната извести и полуторныхъ окисей. Отложение въ рудяковомъ горизонтѣ апокренатовъ извести, желѣза и алюминія Отложение фосфатовъ въ томъ же горизонтѣ Источники фосфорной кислоты рудяковаго горизонта. Глеевый горизонтъ Выщелачивание закисной желѣзной соли апокреновой кислоты Общая характеристика горизонтовъ—лѣсной подстилки, подзолистаго, рудяковаго и глееваго. Стр 105—134.

Глава пятая.

Дерновый почвообразовательный процессъ. Постепенное завоевание почвы, занятой лѣсными растительными сообществами, травянистой растительностью Причины этого явленія Корневищевое луговое растительное сообщество Условия зольнаго минеральнаго питания этого сообщества Условия влажности и аэрации среды въ моментъ ежегоднаго отмирания растительной массы луговой растительной формации. Условия разложения мертвыхъ органическихъ остатковъ корневищеваго лугового сообщества Накопление органическаго вещества въ почвѣ Измѣненіе условий зольнаго минеральнаго питания растений корневищеваго періода луга Измѣненіе другихъ условий существованія того-же растительнаго сообщества Сообщество рыхлокустовыхъ злаковъ Условия его зольнаго и азотистаго питания Развитие прочнаго комковатаго строенія луговой почвы Обогащеніе почвы луга органическимъ веществомъ Наростаніе условий анаэробіозиса въ почвѣ, покрытой луговой растительностью Измѣненіе въ условіяхъ зольнаго минеральнаго питания сообщества рыхлокустовыхъ злаковъ. Сообщество плотнокустовыхъ луговыхъ злаковъ Условия зольнаго и азотистаго питания этой группы растений. Микотрофный типъ ихъ питания Дерновоподзолистыя почвы и ихъ горизонты—живого дерна, дерновый, подзолистый, рудяковый, глеевый и горизонтъ материнской породы Измѣненіе урожайности луговой почвы по мѣрѣ развитія дерноваго процесса. Причины этого явленія. Стр. 135—172.

Глава шестая.

Болотный періодъ дерноваго почвообразовательнаго процесса. Отличіе луга отъ болота. Существенное отличіе этихъ двухъ стадій эволюціи дерноваго почвообразовательнаго процесса. Измѣненіе интенсивности процесса накопленія въ почвѣ органическаго вещества. Наростаніе условій анаэробіозиса. Луговое болото. Основной признакъ болотныхъ образованій. Деревянистыя и травянистыя растенія микотрофнаго типа питанія и корневищевыя растенія автотрофнаго типа питанія. Полупаразиты. Зелено-моховой періодъ развитія болота. Зольное питаніе растеній этого періода развитія болота. Взаимоотношенія между деревянистыми растеніями болота и мхами. Условія зольнаго и азотистаго питанія, водный режимъ и термическія условія зеленомохового болота. Періодъ сфагноваго болота. Зольное питаніе сфагнума. Антагонизмъ двухъ основныхъ типовъ растительности сфагноваго болота. Распредѣленіе содержанія золы въ толщѣ болота. Сапрофитизмъ сфагноваго мха. Роль пористыхъ клѣтокъ. Представители другихъ группъ растительнаго сообщества торфяныхъ болотъ. Степень разложенія торфа. Причины слоистости мохового болота. Сосновое болото. Горизонты сосновыхъ пней. Неизбѣжность прекращенія роста мохового болота. Стр. 173—204.

Глава седьмая.

Степной почвообразовательный процессъ. Степныя растительныя сообщества. Переходныя почвенныя зоны. Зональное и интразональное распредѣленіе почвенныхъ типовъ. Признаки степной растительной формаціи. Главныя растительныя формаціи. Развитіе существенныхъ признаковъ степныхъ почвъ какъ функція существеннаго признака степной растительной формаціи. Безструктурный поверхностный горизонтъ степной почвы. Второй плотный пористый горизонтъ степной почвы. Водный режимъ структурныхъ и безструктурныхъ почвъ. Силевые потоки. Эфемерность запаса воды въ безструктурныхъ почвахъ. Участь зольныхъ элементовъ растительныхъ тканей въ степной почвѣ. Горизонтъ скопленія сѣрнокальціевой соли. Водный режимъ степныхъ почвъ. Область питанія грунтовой водой и область питанія атмосферными осадками. Легко растворимыя въ водѣ соли. Миграція солей. Передвиженіе воднорастворимыхъ солей въ зависимости отъ рельефа. Выцвѣты солей и корки. Темпъ выщелачиванія различныхъ солей. Развѣваніе солей. Выщелачиваніе биологически важныхъ солей. Группа собственно степныхъ растеній. Сельскохозяйственныя однолѣтнія культурныя растенія. Группа озимыхъ растеній. Группа эфемеровъ. Многолѣтнія полудеревянистыя степныя растенія. Ихъ роль въ процессѣ осолоненія степныхъ областей. Солонцы степной области. Однолѣтняя флора солонцовъ. Особенности развитія этой группы. Мертвый органическій покровъ пониженныхъ элементовъ рельефа степной зоны. Многолѣтнія деревянистыя солонцовыя растенія. Стр. 205—230.

ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ II ВЫПУСКУ.

Чрезвычайныя обстоятельства, переживаемыя родиной, невольно отразились на значительномъ запозданіи выхода въ свѣтъ настоящаго второго выпуска *Почвовѣднія*. Кромѣ того, съ цѣлью избѣжанія значительнаго удорожанія этого выпуска, пришлось отложить печатаніе рисунковъ и діаграммъ, ранѣе предположенныхъ въ немъ, съ тѣмъ, чтобы выпустить ихъ отдѣльнымъ приложеніемъ при болѣе благоприятныхъ условіяхъ.

Долженъ отмѣтить существенную помощь при осуществленіи настоящаго изданія, которую оказали мнѣ члены Книгоиздательства студентовъ М. С. И. Николай Евгеньевичъ Ивановъ, Всеволодъ Ивановичъ Шукшинцевъ и Алексѣй Георгіевичъ Серебряковъ, которымъ считаю пріятною обязанностью принести свою глубокую благодарность.

В. Вильямсъ.

28 ноября 1916 года.

Петровско-Разумовское.

Глава четвертая.

Подзолообразовательный процессъ.

Если понимать подъ почвообразовательнымъ процессомъ тотъ комплексъ природныхъ явленій, совершающихся на поверхности суши, при которомъ, подъ вліяніемъ процесса созданія органическаго вещества и процесса его разрушенія и при посредничествѣ геологическихъ процессовъ переноса и отложенія элементовъ материнской породы, послѣдняя пріобрѣтаетъ ту совокупность признаковъ, которая позволяетъ выдѣлить такимъ образомъ измѣнившуюся ея часть въ особый разрядъ природныхъ тѣлъ—почвъ, то мы неминуемо должны придти къ заключенію, прямо вытекающему изъ предыдущаго: почвообразовательный процессъ долженъ протекать подъ вліяніемъ той совокупности природныхъ условій, которую принято характеризовать какъ климатъ страны.

Зависимость характера и интенсивности проявленія процесса созданія органическаго вещества хлорофиллоносными растеніями отъ элементовъ климата находится внѣ всякаго сомнѣнія. Зависимость интенсивности процессовъ разрушенія органическаго вещества отъ тѣхъ же элементовъ такъ же ясна, какъ и зависимость отъ нихъ того направленія, въ которомъ это разрушеніе пойдетъ, смотря по степени заполненности материнской породы водой и по характеру господствующаго растительнаго сообщества.

Наконецъ, характеръ геологическихъ процессовъ переноса и отложенія элементовъ материнской породы и самой почвы, а также и свойства материнской породы являются въ свою очередь функціей климатическихъ условій данной страны такъ же, какъ и характеръ измѣненій первичнаго рельефа страны.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы будемъ неоднократно имѣть случай подтвердить эти общія положенія доказательствами и примѣрами.

Элементы, слагающіе климатическую фізіономію страны, опредѣляющую въ свою очередь особенности всѣхъ вышеперечисленныхъ факторовъ почвообразованія, очень несложны и исчерпываются на пря-

женіемъ тепловыхъ условій страны по различнымъ временамъ года и количествомъ и распредѣленіемъ осадковъ за то же время.

На поверхности земного шара напряженіе и распредѣленіе этихъ двухъ основныхъ элементовъ климата распредѣляются поясами, или зонами, приблизительно параллельно кругамъ широты, образуя рядъ климатическихъ зонъ, характеризующихся какъ опредѣленною равномерностью напряженія и распредѣленія элементовъ климата—тепла и влаги, такъ и совершенно опредѣленною равномерностью распредѣленія характера и свойствъ функцій этихъ климатическихъ элементовъ—элементовъ эволюціи рельефа, направленія геологическихъ процессовъ переноса и отложенія элементовъ материнской породы и почвы, флористическаго ландшафта страны, или другими словами—характера созданія органическаго вещества и, наконецъ, характера разрушенія этого вещества, или иначе—характера микрофлоры.

Очевидно, мы вправѣ ожидать, что и конечное слѣдствіе сложнаго взаимодействія всѣхъ вышеперечисленныхъ факторовъ,—измѣненіе свойствъ и характера почвеннаго покрова страны,—также должно подчиняться тому же общему закону — зональности распредѣленія, такъ какъ всѣ вышеперечисленные элементы являются одновременно и факторами почвообразованія.

Кромѣ факторовъ, опредѣляющихъ поясное или зональное распредѣленіе и напряженіе главныхъ элементовъ климата—тепла и влажности, существуетъ еще одинъ факторъ, вліяющій настолько глубоко на тѣ же элементы, что подъ его воздѣйствіемъ можетъ произойти самое глубокое перемѣщеніе въ количественномъ притокѣ и напряженіи основныхъ элементовъ климата.

Этотъ факторъ есть высота надъ уровнемъ моря, и его вліяніе на климатическія условія настолько извѣстно, что подробно останавливаться на немъ излишне.

Но очевидно, что разъ подъ вліяніемъ высоты надъ уровнемъ океана устанавливается новое распредѣленіе климатическихъ факторовъ, выражающееся въ существованіи вертикальныхъ климатическихъ поясовъ или зонъ, то въ соотвѣтствіи съ климатическими измѣненіями этого порядка должны претерпѣть соотвѣтствующія измѣненія и всѣ природныя явленія, обусловленныя климатомъ страны, а слѣдовательно, и функція воздѣйствія всѣхъ этихъ элементовъ на поверхностный горизонтъ коры вывѣтриванія—почвенный покровъ—долженъ измѣняться въ своихъ свойствахъ въ строгомъ соотвѣтствіи съ измѣненіями климатическихъ элементовъ.

Если мы припомнимъ, что качественнымъ признакомъ, отличающимъ процессы почвообразованія отъ процессовъ образованія материнской породы, является непремѣнное господствующее участіе въ

первыхъ процессахъ агентовъ біотическихъ, отсутствующихъ въ процессахъ вывѣтриванія, и что въ случаѣ процесса почвообразованія, протекающаго въ материнской породѣ, совершенно законченной въ смыслѣ пріобрѣтенія ею полной устойчивости свойствъ при господствующихъ термодинамическихъ условіяхъ, участіе абіотическихъ агентовъ должно ограничиться лишь явленіями переноса и отложенія продуктовъ вывѣтриванія и почвообразованія, то станетъ яснымъ, что основные признаки, на которыхъ можетъ быть основана группировка различныхъ возможныхъ проявленій почвообразовательнаго процесса въ основные типы, должны быть выбраны изъ области воздѣйствія факторовъ біотическихъ; а въ области вліянія геологическихъ (абіотическихъ) агентовъ могутъ быть почерпнуты признаки для подраздѣленія только въ предѣлахъ границъ основныхъ типовъ почвообразованія.

Если обратиться къ факторамъ біотическимъ, какъ къ основанію для группировки возможныхъ проявленій почвообразовательнаго процесса, то прежде всего наше вниманіе останавливается на двухъ основныхъ группахъ организмовъ, обусловливающихъ всю совокупность проявленія своей жизнедѣятельности занимающій насъ процессъ: на организмахъ, созидающихъ органическое вещество, и организмахъ, его разрушающихъ, или—организмахъ зеленыхъ и организмахъ безхлорофилльныхъ.

Мы уже останавливались на общей роли зеленыхъ растеній въ процессѣ развитія основныхъ свойствъ почвы, отличающихъ ее отъ материнской породы, и мы видѣли также при разсмотрѣніи общихъ условій разложенія органическаго вещества, что дѣятельность безхлорофилльныхъ растеній можетъ въ значительной степени вліять на интенсивность выраженія основного признака почвы. Если припомнить, что всѣ группы зеленыхъ растеній, снабженныхъ корневой системой, дѣйствуютъ на измѣненіе признаковъ материнской породы въ одномъ направленіи—въ смыслѣ обогащенія породы зольными элементами пищи растеній и что дѣятельность безхлорофилльныхъ растеній можетъ быть направлена, въ зависимости отъ характера наличнаго ихъ сообщества, или къ ускоренію пріобрѣтенія породой признаковъ почвы, или, наоборотъ, къ замедленію этого явленія, и что характеръ господствующаго сообщества низшихъ растеній опредѣляется въ числѣ другихъ агентовъ и характеромъ сообщества зеленыхъ растеній, занимающихъ ту же территорію, то станетъ яснымъ, что существованіе основныхъ типовъ почвообразовательнаго процесса будетъ опредѣляться характеромъ основныхъ сообществъ зеленыхъ растеній.

Сообразно съ существованіемъ двухъ основныхъ типовъ сообществъ зеленыхъ растеній, обладающихъ корневой системой, и почвообразовательный процессъ естественно распадается на два основныхъ

типа: первый процессъ, протекающій подъ пологомъ деревянистыхъ растительныхъ сообществъ, и второй процессъ, протекающій подъ покровомъ травянистыхъ растеній.

Наличность сообщества деревянистыхъ растеній исключаетъ возможность совмѣстнаго съ нимъ существованія сообщества аэробныхъ бактерій въ силу особенныхъ свойствъ отлагаемаго деревянистыми растеніями мертваго органическаго вещества, которое, скопляясь въ условіяхъ аэробіозиса, можетъ разрушаться только путемъ грибного разложенія. При этихъ условіяхъ развивается совершенно опредѣленный своеобразный процессъ измѣненія первоначальныхъ свойствъ материнской породы, который можно назвать *подзолообразовательнымъ процессомъ*.

Мертвые органическіе остатки травянистыхъ растительныхъ сообществъ не обладаютъ специфическими свойствами остатковъ сообществъ предыдущаго типа, и поэтому на нихъ поселяются, въ зависимости отъ условій ихъ отложенія, сообщества бактерій или аэробныхъ, или анаэробныхъ, или одновременно и тѣхъ и другихъ; развитіе же грибовъ, какъ растительнаго сообщества, отходитъ далеко на задній планъ—вѣроятно, главнымъ образомъ подъ вліяніемъ конкуренціи аэробныхъ бактерій.

При этихъ условіяхъ развивается почвообразовательный процессъ, носящій во многихъ отношеніяхъ характеръ, діаметрально противоположный первому; и всю совокупность измѣненій свойствъ первоначальной материнской породы, происходящую подъ вліяніемъ сообществъ травянистыхъ растеній, можно назвать *дерновымъ процессомъ*,—если они совершались подъ покровомъ образующихъ *дернину луговыхъ сообществъ* травянистыхъ растеній, или *процессомъ степнымъ*,—когда всѣ эти измѣненія протекаютъ при господствѣ на поверхности почвъ *необразующихъ сомкнутой дернины степныхъ сообществъ* травянистыхъ растеній.

Наконецъ возможны—и въ природѣ осуществляются—такія условія, при которыхъ существованіе растеній, обладающихъ корневой системой, встрѣчаетъ неодолимые препятствія, и при которыхъ роль созидателей органическаго вещества должны взять на себя сообщества низшихъ зеленыхъ растеній, не развивающихъ настоящей корневой системы или вовсе лишенныхъ всякой корневой системы, или даже—сообщества низшихъ безхлорофилльных организмовъ; и въ крайнихъ случаяхъ проявленія этихъ условій мы должны допустить такой наиболѣе упрощенный типъ почвообразовательнаго процесса, въ которомъ какъ роль созидателей органическаго вещества, такъ и роль его разрушителей берутъ на себя сообщества безхлорофилльных растительныхъ организмовъ. Всю совокупность измѣненій свойствъ первичной материнской породы подъ вліяніемъ такихъ двухъ противоположныхъ

типовъ сообществъ низшихъ растительныхъ организмовъ—созидающихъ и разрушающихъ органическое вещество, можно назвать *пустыннымъ почвообразовательнымъ процессомъ* вслѣдствіе его проявленія въ чистомъ видѣ въ областяхъ какъ жаркихъ такъ и холодныхъ пустынь.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы увидимъ, что эти четыре основныхъ почвообразовательныхъ процесса должны неизбежно—какъ совмѣщаться во времени и пространствѣ, такъ и вслѣдствіе временнаго поочереднаго преобладанія каждаго изъ нихъ связываться въ одну непрерывную, замкнутую цѣпь эволюціи поверхностныхъ горизонтовъ суши земного шара, начальнымъ звеномъ которой является воздѣйствіе пустыннаго процесса, неизбежно эволюціонирующаго въ процессъ подзолообразовательный, который въ свою очередь приходитъ къ неизбежному господству процесса дерноваго и за нимъ степного, концомъ котораго неминуемо долженъ стать опять пустынный процессъ; и всѣ наблюдаемые нами разнообразныя проявленія пестраго почвеннаго покрова земного шара суть только отдѣльныя, генетически между собой связанныя стадіи одной общей, грандіозной по своей протяженности во времени и пространствѣ исторіи воздѣйствія біологическихъ элементовъ природы на поверхностные слои земной суши.

Въ наиболѣе чистой формѣ подзолообразовательный процессъ протекаетъ подъ пологомъ сомкнутаго древеснаго насажденія—подъ пологомъ лѣса.

Требованія, предъявляемыя лѣсными сообществами къ климатическимъ условіямъ страны, довольно ясно вытекаютъ изъ сопоставленія климатическихъ условій странъ лѣсистыхъ и безлѣсныхъ.

Мы встрѣчаемъ лѣса, какъ господствующую растительную формацию, въ двухъ зонахъ земного шара—въ поясѣ лѣсовъ умѣреннаго климата и въ поясѣ тропическихъ лѣсовъ; и, наоборотъ, совсѣмъ не встрѣчаемъ лѣсныхъ сообществъ въ сколько-нибудь ясно выраженныхъ размѣрахъ въ поясахъ арктическихъ, въ поясѣ тундры, въ поясѣ прерій, или луговыхъ степей и въ поясѣ настоящихъ степей. Если сопоставить климатическія условія этихъ поясовъ, то рѣзко бросается отсутствіе лѣсныхъ растительныхъ сообществъ во всѣхъ зонахъ, гдѣ колебанія температуры и влажности втеченіе года достигаютъ значительныхъ размѣровъ.

Какъ зона лѣсовъ умѣреннаго климата такъ и зона тропическихъ лѣсовъ прежде всего характеризуются равномерностью увлаженія почвы втеченіе всего вегетаціоннаго періода, т. е. втеченіе весны,

лѣта и осени въ лѣсной зонѣ умѣреннаго климата и втеченіе круглаго года въ тропической лѣсной зонѣ, гдѣ и растительный вегетаціонный періодъ не прерывается втеченіе всего года. Изъ сопоставленія условій увлажненія втеченіе вегетаціоннаго періода въ разсматриваемыхъ двухъ зонахъ мы можемъ сдѣлать выводъ, что для процвѣтанія лѣсныхъ растительныхъ сообществъ важно не столько количество выпадающихъ осадковъ,—которое колеблется отъ 500 мм. въ годъ для нѣкоторыхъ областей зоны лѣсовъ. умѣреннаго климата до 3000-4000 и даже до 6000 мм. для пояса тропическихъ лѣсовъ,—сколько равномерность увлажненія втеченіе вегетаціоннаго періода.

Такого рода требованіе древесной растительности находитъ себѣ и достаточное объясненіе въ томъ, что мы имѣемъ дѣло съ растеніями многолѣтними съ продолжительнымъ періодомъ вегетаціи. Въ полномъ согласіи съ вышесказаннымъ стоитъ и тотъ фактъ, что въ областяхъ съ наиболѣе постоянною и обезпеченною степенью увлажненія втеченіе вегетаціоннаго періода мы встрѣчаемъ сообщества вѣчнозеленыхъ лѣсовъ—хвойныхъ въ умѣренной зонѣ и лиственныхъ въ тропической. Но, какъ только мы вступаемъ въ область переходную къ луговымъ степямъ, гдѣ уже обезпеченность влаги въ осенній періодъ недостаточно велика, мы встрѣчаемъ и лѣсныя сообщества, теряющія свою листву ко времени наименьшей влажности слоя почвы, въ которомъ находится преобладающее количество корней.

На сѣверной границѣ лѣсовъ, гдѣ наступленіе момента критическаго недостатка воды опредѣляется не столько количествомъ воды сколько термическими условіями среды, изъ которой черпаютъ воду корни деревьевъ, мы вновь встрѣчаемъ сообщества лѣсныхъ деревьевъ, теряющихъ хвою,—различные виды лиственницы.

Къ тому же фактору—степени увлажненія—должно быть повидимому сведено и несомнѣнное вліяніе на предѣлъ развитія лѣсныхъ сообществъ распространенія низкой температуры на большую глубину въ почву въ области тундры, гдѣ вслѣдствіе незначительной толщины зимняго снѣжнаго покрова почва промерзаетъ на большія глубины и гдѣ вслѣдствіе этого древесная растительность при весеннемъ пробужденіи и развитіи листьевъ—или не будетъ въ состояніи пополнять убыль испаряющейся воды изъ недостаточно согрѣтой почвы или въ случаѣ запозданія своего развитія вслѣдствіе той же причины—не будетъ въ состояніи своевременно закончить періодъ своей лѣтней вегетаціи, и недостаточно одревенѣвшіе, содержащіе слишкомъ много воды побѣги будутъ убиты осенними морозами.

Справедливость вышеприведеннаго объясненія находитъ себѣ еще косвенное подтвержденіе въ томъ, что всякое лѣсное сообщество вліяетъ на среду, въ которой оно развивается, какъ разъ въ напра-

вленіи увеличенія равномерности ея увлаженія и въ смыслѣ уменьшенія колебанія ея температуры въ областяхъ, гдѣ температура зимы понижается значительно ниже 0^0 .

Это послѣднее вліяніе становится совсѣмъ яснымъ, если припомнить, что всякое древесное сообщество способствуетъ въ зимнее время сохраненію снѣжнаго покрова на мѣстѣ его выпаденія, препятствуя снесенію его вѣтромъ, и почва лѣса, равномерно покрытая снѣгомъ, въ меньшей степени охлаждается, благодаря очень малой теплопроводности снѣга. Къ этому моменту, препятствующему глубокому промерзанію лѣсной почвы, присоединяется еще и вліяніе лѣса на задержаніе весенняго таянія снѣга, который въ лѣсахъ сходится недѣли на двѣ, иногда даже на три позже, чѣмъ съ окружающихъ луговъ и пустошей, съ которыхъ часто снѣга сносятся вѣтромъ еще зимой въ овраги и долины и въ сугробы. Подъ вліяніемъ задержанія таянія снѣга, сохраняющаго температуру поверхности почвы лѣса на 0^0 , неглубоко промерзшая за зиму лѣсная почва въ большинствѣ случаевъ успѣваетъ оттаять ко времени исчезновенія снѣга и съ этого момента наступаетъ періодъ медленнаго, умѣряемаго затѣненіемъ кроной деревъ днемъ, но чрезвычайно равномернаго согрѣванія почвы. Равномерность согрѣванія почвы подъ лѣсомъ должна въ значительной мѣрѣ поддерживаться уменьшеніемъ ночного излученія тепла почвою вслѣдствіе затѣненія кроною деревъ и излученіемъ темной теплоты, поглощенной тою же кроною втеченіе дня.

Вліяніе всякаго лѣсного растительнаго сообщества на увеличеніе длительности и равномерности увлаженія среды, въ которой оно развивается, еще болѣе рельефно, и, въ виду большой важности этого момента для объясненія явленій почвообразованія подъ пологомъ лѣса, мы на немъ остановимся подробнѣе.

Количества атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ надъ лѣсомъ и надъ лугомъ, не отличаются сколько-нибудь существенно другъ отъ друга. Предполагавшіяся притяженіе атмосферныхъ осадковъ лѣсами и разсѣивающее вліяніе лишенныхъ лѣса пространствъ на тѣ же осадки не находятъ себѣ подтвержденія въ прямыхъ измѣреніяхъ.

Но въ количествѣ атмосферной воды, достигающей поверхности почвы, и, въ еще большей степени, въ количествѣ воды, проникающей въ самую почву, подъ пологомъ лѣса и на поверхностяхъ, занятыхъ травянистой растительностью, въ частности на лугу, мы встрѣчаемъ огромную разницу.

Какъ въ лѣсу такъ и на лугу почти все количество выпадающаго надъ ними дождя попадаетъ не непосредственно на почву, а встрѣчаетъ на своемъ пути листья, хвою, вѣтки, сучья и стволы деревьевъ—въ лѣсу или листья и стебли травянистыхъ растеній—на

лугу, и, предварительно смочивъ ихъ, скатывается на землю частью въ видѣ капель, частью въ видѣ струй, пробираясь по вѣтвямъ и стеблямъ до земли. Распредѣляясь на обширной листовой поверхности растительности, часть воды должна испариться съ кроны растеній и уже напередъ можно предугадать, что эта т. наз. испаряющая способность кроны, ввиду чрезвычайнаго развитія послѣдней у древесной растительности, окажется значительно большей у этихъ растеній по сравненію съ представителями луговой растительности.

Прямыхъ измѣреній испаряющей способности кроны у растеній травянистыхъ произведено не было, но, насколько можно судить по косвеннымъ указаніямъ для этихъ растеній и по прямымъ измѣреніямъ испаряющей способности кроны лѣсныхъ древесныхъ породъ, можно считать, не дѣлая большой ошибки, что, если принять количество атмосферной воды, достигающей поверхности почвы на лугу, равнымъ 100%, то количество дождевой воды, достигающей поверхности почвы въ лѣсу, въ среднемъ не болѣе 75% и что слѣдовательно къ почвѣ лѣса притекаетъ дождевой воды въ среднемъ на 25% меньше, чѣмъ къ поверхности луга и что эта четвертая часть всей дождевой воды вновь разсѣивается въ атмосферѣ.

Дальнѣйшая участь дождевой воды, дошедшей до поверхности почвы въ лѣсу и на лугу, будетъ различна.

Въ лѣсу дождевая вода, попадая на поверхность почвы, сразу проникаетъ въ горизонтъ лѣсной подстилки. Послѣдняя представляетъ мертвые органическіе остатки деревянистыхъ растеній лѣсного растительнаго сообщества, состоитъ изъ отмершей листвы или хвои, вѣтокъ, сучьевъ, элементовъ коры и отжившихъ оболочекъ плодовъ и соплодій. Всѣ эти элементы накаплиются поверхъ материнской породы и, несмотря на давленіе выпадающаго на нихъ снѣга, никогда не слеживаются плотнымъ слоемъ, благодаря значительному содержанію упругой механической ткани — древесины. Рыхлый слой такой подстилки можетъ достигать нѣсколькихъ сантиметровъ толщины. Благодаря рыхлости расположенія своихъ элементовъ лѣсная подстилка совмѣщаетъ въ себѣ свойства, повидимому исключая другъ друга.

Вслѣдствіе того, что элементы лѣсной подстилки состоятъ изъ мертваго органическаго вещества, она обладаетъ однимъ изъ существеннѣйшихъ свойствъ мертваго органическаго вещества — чрезвычайно высокой влагоёмкостью, будучи въ состояніи впитать и удержать въ себѣ количество воды въ два и даже въ три раза больше своего вѣса.

Но рядомъ съ этимъ, благодаря рыхлости расположенія своихъ элементовъ, лѣсная подстилка обладаетъ и чрезвычайно рѣзко выра-

женной проницаемостью. Вода проникаетъ въ широкіе промежутки между элементами подстилки, передвигается по ней въ силу тяжести и, встрѣчая на своемъ пути огромную поверхность мертвыхъ органическихъ остатковъ, обладающихъ огромной влагоёмкостью, а слѣдовательно и волосностью, быстро разсасывается по волоснымъ промежуткамъ элементовъ подстилки; и быстрота нисходящаго поступательнаго движенія воды сразу сильно уменьшается, такъ какъ движеніе воды по волосной средѣ совершается съ большою медленностью. Вслѣдствіе такихъ свойствъ залеганія мертваго лѣснаго покрова дошедшая до поверхности его дождевая вода даже сильныхъ дождей быстро и легко усваивается подстилкой и далѣе начинается медленное нисходящее волосное ея движеніе сначала по элементамъ подстилки, а затѣмъ и проникновеніе ея въ нижележащую материнскую породу.

Несмотря на то, что движеніе воды въ средѣ, пронизанной сѣтью исключительно капиллярныхъ промежутковъ, совершается по закону равномерно-замедлительнаго движенія, этотъ законъ въ случаѣ нисходящаго движенія воды по почвѣ, занятой лѣснымъ растительнымъ сообществомъ, не можетъ осуществиться въ полной мѣрѣ и не можетъ повлечь даже въ чрезвычайно мелкозернистыхъ почвахъ полной остановки движенія воды и длительного накопленія капельно-жидкой воды на поверхности почвы, занятой живымъ лѣснымъ насажденіемъ. Мельчайшія развѣтвленія корневой системы лѣсныхъ деревьевъ преобладающимъ образомъ распредѣляются въ почвѣ на глубинѣ около 60—70 см., и все время вегетативнаго періода, при обильномъ испареніи вегетативной воды кроною, создается на этой глубинѣ горизонтъ болѣе сухой почвы, въ которомъ нарушается волосное равновѣсіе жидкости—онъ служитъ какъ бы горизонтомъ притяженія волосной воды, которая и устремляется длительнымъ токомъ изъ поверхностныхъ горизонтовъ почвы.

Даже въ томъ случаѣ, когда количество выпавшаго дождя настолько велико, что вся вода не въ состояніи помѣститься въ волосныхъ промежуткахъ элементовъ подстилки и часть ея занимаетъ и неволосные промежутки между ними, то и въ этомъ случаѣ вода защищена отъ быстраго стеканія по поверхности материнской породы—благодаря большому механическому сопротивленію элементовъ подстилки, прокладывая между которыми извилистый путь, вода въ это время вся будетъ поглощена волосными промежутками почвы.

Вслѣдствіе этихъ причинъ послѣ cadaго дождя, смочившаго поверхность подстилки, въ ней, равно какъ и въ почвѣ, лежащей подъ ней, устанавливается медленный, но упорный въ своей длительности нисходящій токъ воды; и мы не рискуемъ сдѣлать ошибки или

впасть въ преувеличеніе, если скажемъ, что установившійся токъ, ослабѣвая въ высшей степени постепенно въ своей быстротѣ, будетъ продолжаться вплоть до слѣдующаго дождя, послѣ котораго онъ рѣзкимъ скачкомъ вновь усилится. Совершенно подтверждается этотъ выводъ прямымъ опытомъ въ лизиметрахъ при Лабораторіи Почвовѣдѣнія Московскаго Сельскохозяйственнаго Института, въ которыхъ даже въ грубомъ, легкопроницаемомъ пескѣ, покрытомъ мертвымъ покровомъ изъ еловаго насажденія въ количествѣ, строго отвѣчающемъ естественнымъ условіямъ его залеганія, токъ лизиметрической воды прерывался всего на нѣсколько дней втеченіе начатаго съ 1904 года десятилѣтняго опыта, продолжая за исключеніемъ этихъ немногихъ дней течь непрерывною струею какъ зимой такъ и лѣтомъ втеченіе нѣсколькихъ лѣтъ подрядъ.

Кромѣ медленности капиллярнаго тока воды, опускающагося по элементамъ подстилки и изсушеніе почвы лѣса его корнями, не съ поверхности, а на значительной глубинѣ, причиной непрерывности тока воды черезъ почву, покрытую лѣсной подстилкой, должно быть и почти полное прекращеніе, подъ вліяніемъ той же подстилки, испаренія воды изъ почвы и, какъ прямое слѣдствіе этого отсутствія испаренія, невозможность образованія восходящихъ токовъ.

Какъ только прекратится дождь и подъ вліяніемъ вѣтра, постоянно смѣняющаго слои воздуха, непосредственно соприкасающагося съ поверхностью мертваго лѣснаго покрова почвы, самый поверхностный слой его высохнетъ (что тоже произойдетъ не быстро вслѣдствіе умѣряющаго вліянія лѣса на движеніе въ немъ воздуха), такъ дальнѣйшее испареніе воды изъ мертваго покрова почти прекратится, ибо передвиженіе воды изъ нижележащихъ элементовъ подстилки въ вышележащіе почти совершенно неосуществимо вслѣдствіе рыхлости подстилки, отдѣльные упругіе элементы которой соприкасаются другъ съ другомъ лишь въ отдѣльныхъ точкахъ, представляющихъ, такъ сказать, слишкомъ узкія ворота, чтобы пропустить сколько-нибудь замѣтное количество воды снизу вверхъ. Испареніе изъ элементовъ подстилки, лежащихъ непосредственно ниже верхняго высохшаго ея слоя, будетъ происходить въ воздухъ, заключенный въ неволосныхъ промежуткахъ подстилки. Воздухъ же въ этихъ промежуткахъ между элементами подстилки, заключенный въ извилистую запутанную сѣть каналовъ, ходовъ и полостей, взаимно пересѣкающихся во всѣхъ направленияхъ, обмѣнивается лишь съ большимъ трудомъ — главнымъ образомъ въ силу диффузіи газовъ и колебаній барометрическаго давленія. Этимъ же путемъ лѣсная подстилка можетъ терять лишь незначительное количество воды, ибо разница въ парціальномъ давленіи паровъ воды въ воздухѣ подстилки и въ атмосферѣ лѣса не

будетъ рѣзко отличаться, вслѣдствіе большой влажности лѣсного воздуха.

Не менѣе полно происходитъ усвоеніе лѣсною подстилкою и весенней воды, происходящей отъ таянія снѣга. Мы уже выше разобрали общія условія накопленія болѣе равномернаго слоя снѣга въ лѣсу и причины какъ болѣе медленнаго и равномернаго его таянія, такъ и отчасти условія лучшаго усвоенія снѣговой воды талой почвой лѣса; послѣднія условія нужно дополнить еще однимъ явленіемъ, наблюдающимся ежегодно при таяніи снѣга въ лѣсу.

Всѣмъ извѣстно явленіе образованія воронкообразныхъ углубленій весной въ снѣгу вокругъ cadaго дерева. Въ образованіи этихъ воронкообразныхъ углубленій принимаютъ участіе повидимому нѣсколько агентовъ. Несомнѣнно, что эти воронки представляютъ отчасти котловинки выдуванія снѣга вѣтромъ, отражающимся отъ ствола дерева; также не подлежитъ сомнѣнію и участіе въ ихъ образованіи отраженныхъ лучей солнца. Но несомнѣнно, что въ случаѣ только этихъ двухъ источниковъ образованія воронкообразныхъ углубленій вокругъ деревьевъ эти углубленія должны бы быть расположенными нѣсколько эксцентрично по отношенію къ геометрической оси дерева. На самомъ же дѣлѣ наблюденіе показываетъ, что воронки располагаются равномерно, concentрически вокругъ дерева и весной расширяются настолько, что уже лишь съ трудомъ можно это расширение объяснить отраженіемъ солнечныхъ лучей или вѣтра отъ ствола. При наблюденіи за отдѣльно стоящими деревьями,—особенно хвойными съ высокой кроной, на примѣръ соснами въ изрѣженныхъ борахъ,—мы замѣчаемъ, что почва освобождается отъ снѣга, при бывшемъ до этого общемъ равномерномъ снѣжномъ покровѣ, прежде всего вокругъ ствола, на мѣстѣ бывшаго воронкообразнаго углубленія, а затѣмъ снѣгъ быстро исчезаетъ подъ всей кроной, такъ что въ извѣстные моменты явленія образовавшаяся проталина представляетъ правильную проэкцію кроны дерева на горизонтальную поверхность, хотя на первый взглядъ снѣгъ на освободившейся площади долженъ былъ бы сохраняться дольше вслѣдствіе частичнаго затѣненія ея кроною дерева отъ непосредственной инсоляціи.

Правильное объясненіе всѣхъ описанныхъ явленій будетъ повидимому лежать во вліяніи излученія, особенно ночью, темной теплоты, поглощенной кроной днемъ и передаваемой ею въ силу теплопроводности стволу дерева. Подтвержденіе этого объясненія мы найдемъ и въ томъ фактѣ, что задолго до схода всего снѣжнаго покрова мы найдемъ талую почву какъ у основанія ствола дерева, такъ и вокругъ главныхъ отходящихъ отъ него корней, даже прикрытыхъ еще снѣгомъ.

Это оттаиваніе части поверхности почвы при еще сохранившемся частично снѣжномъ покровѣ должно несомнѣнно играть огромную роль въ опредѣленіи количества воды, проникающей какъ въ подстилку лѣса такъ и въ лѣсную почву, и всѣ эти обстоятельства будутъ вліять въ одномъ и томъ же направленіи — созданія непрерывнаго нисходящаго тока воды въ почвѣ подъ покровомъ лѣсной подстилки и пологомъ лѣса.

Непосредственнымъ выводомъ изъ вышесказаннаго будетъ то, что подъ вліяніемъ лѣсныхъ растительныхъ сообществъ дѣятельность и самая возможность образованія делювіальныхъ потоковъ воды будетъ сведена до наименьшаго, но зато, наоборотъ, будетъ въ высшей степени обезпечено существованіе длительныхъ потоковъ грунтовыхъ водъ и наивысшая степень ихъ, какъ въ смыслѣ количества притекающей воды такъ и продолжительности и равномерности. И, если мы сопоставимъ этотъ выводъ съ тѣми, которые мы ранѣе сдѣлали относительно вліянія делювіальныхъ и грунтовыхъ водъ на аллювіальные потоки, мы должны придти къ выводу, что рѣки въ мѣстностяхъ лѣсистыхъ должны отличаться многоводностью и что всѣ колебанія уровней аллювіальныхъ водъ—рѣкъ и озеръ—должны отличаться высшей степенью устойчивости какъ въ количественномъ отношеніи такъ и по отношенію къ длительности всякаго измѣненія режима и что амплитуды колебаній режима этихъ водъ не могутъ быть значительными.

Если сопоставить вышеописанный водный режимъ, устанавливающийся въ почвѣ подъ вліяніемъ всей совокупности воздѣйствій на нее лѣсныхъ растительныхъ сообществъ, съ тѣми требованіями, которыя предъявляются къ обитаемой средѣ безхлорофилльными организмами, разрушающими мертвое органическое вещество, мы найдемъ въ немъ полное соотвѣтствіе съ этими послѣдними требованіями.

Мы уже видѣли, что вслѣдствіе специфическихъ особенностей мертваго органическаго вещества, отлагаемаго деревянистыми растеніями, оно способно разрушаться только грибами, и для возможности развитія этихъ послѣднихъ требуется осуществленіе совершенно ясно опредѣленныхъ условій, а именно: органическое вещество, отлагаемое деревянистыми растеніями, должно находиться въ рѣзко выраженныхъ аэробныхъ условіяхъ и въ немъ долженъ господствовать длительный нисходящій токъ воды, уносящій продуктъ выдѣленія грибовъ съ мѣста его образованія.

Аэробныя условія въ мертвомъ лѣсномъ покровѣ осуществляются во всей возможной полнотѣ благодаря накопленію остатковъ лѣсныхъ растеній надъ поверхностью минеральной материнской породы и благодаря рыхлости слоя мертваго покрова, слѣдствія упругости его

элементовъ. Рыхлость покрова является и причиной того, что онъ можетъ задерживать большія количества воды, которыя однако не будутъ нарушать аэробныхъ условій—вода будетъ удержана влагоемкими элементами подстилки, промежутки же между ними будутъ всегда свободны для воздуха, кислородъ котораго вслѣдствіе безпрепятственной диффузіи будетъ непрерывно возобновляться по мѣрѣ его потребленія аэробной флорой и фауной лѣсной мертвой подстилки.

Стоитъ только попытаться поднять съ поверхности почвы лѣса часть мертваго покрова, какъ мы убѣдимся, что отдѣльные элементы его связаны въ довольно прочный войлокъ, отдирающійся кусками вплоть до минеральной материнской породы, и даже простымъ невооруженнымъ глазомъ можно убѣдиться, что вся масса лѣсного войлока пронизана во всѣхъ направленіяхъ бѣлыми и коричневыми нитями; микроскопъ даетъ возможность убѣдиться въ томъ, что эти нити представляютъ сплошную сѣть мицелія, или грибницы.

Подъ вліяніемъ условій, создаваемыхъ самими сообществами деревянистыхъ растеній, разложеніе мертваго покрова лѣса, идущее при аэробныхъ условіяхъ, протекаетъ быстро, и лучшимъ подтвержденіемъ этой быстроты разложенія лѣсной подстилки служитъ отсутствіе ея накопленія въ природѣ. Количество лѣсной подстилки во всякомъ лѣсу есть величина очень постоянная, и въ лиственныхъ лѣсахъ, теряющихъ свой лиственный покровъ періодически, мы къ концу лѣта лишь мѣстами среди лѣса отыскиваемъ слѣды листьевъ, опавшихъ предшествовавшей осенью: весь годовой притокъ мертвой листвы успѣваетъ минерализоваться втеченіе года. Въ лѣсахъ вѣчнозеленыхъ хвойныхъ, гдѣ притокъ мертвой хвои къ поверхности почвы распределенъ болѣе равномерно втеченіе года, мы встрѣчаемъ мертвую подстилку втеченіе всего года, но количество ея изъ годъ въ годъ не растетъ, а остается постояннымъ—вѣрный признакъ равенства прихода и расхода непрерывно притекающаго органическаго вещества.

Подъ вліяніемъ грибного аэробнаго процесса разложенія органическое вещество подстилки распадается на цѣлый рядъ болѣе простыхъ минеральныхъ соединеній; газообразные продукты разложенія частью разсѣются въ атмосферномъ воздухѣ, частью растворятся въ протекающей черезъ подстилку водѣ, нелетучія же вещества образуютъ рядъ солей, частью съ нелетучими минеральными элементами, входившими въ составъ органическаго вещества подстилки, частью съ угольной кислотой, образующейся при разложеніи органическаго вещества. Въ числѣ образующихся солей несомнѣнно будутъ присутствовать фосфаты извести, магнезіи и желѣза и карбонаты и сульфаты извести и щелочей и хлориды этихъ основаній, а также несомнѣнно, что къ этимъ солямъ должна быть примѣшана и кремневая кислота, вхо-

дившая въ составъ органическаго вещества лѣсной подстилки; кромѣ того вода, непрерывно просачивающаяся черезъ разлагающуюся подстилку, будетъ содержать и креновую кислоту, образующуюся подъ вліяніемъ жизнедѣятельности грибовъ и придающую лѣсной почвѣ ярко выраженную кислую реакцію (окрашиваніе въ красный цвѣтъ лакмусовой бумажки, причемъ красная окраска не исчезаетъ и послѣ высыханія ея).

Очевидно, что въ присутствіи свободной креновой кислоты образующіеся карбонаты будутъ немедленно переведены въ креновые соли соотвѣтствующихъ основаній и та же креновая кислота должна повліять на легкое раствореніе труднорастворимыхъ въ водѣ сульфата кальція и фосфатовъ кальція, магnezіи и желѣза, легко растворяющихся въ растворѣ креновой кислоты въ водѣ. Такъ какъ и всѣ кренаты легко растворимы въ водѣ, то ясно, что всѣ образующіеся при минерализаціи лѣсной подстилки соли будутъ неминуемо растворены господствующимъ нисходящимъ токомъ воды и вымыты имъ въ нижележащую материнскую породу. Устойчивая же кислая реакція жидкости, проходящей черезъ подстилку, указываетъ, что не вся креновая кислота нейтрализуется образующимися при разложеніи карбонатами, и господствующій въ лѣсной почвѣ нисходящій токъ воды будетъ непрерывно вмывать въ нее изъ лѣсной подстилки свободную креновую кислоту.

Сопоставляя все вышесказанное со свойствами креновой кислоты и ея солей, мы должны придти къ заключенію, что элементы материнской породы, покрытой сверху разлагающейся подъ дѣйствіемъ грибовъ лѣсной подстилкой, находятся въ наилучшихъ условіяхъ, допускающихъ наиболѣе возможное полное воздѣйствіе креновой кислоты.

Дѣйствительно,—мы имѣемъ медленный и постоянный токъ легко растворимой въ водѣ кислоты, способной въ силу своей растворимости легко входить во взаимодействіе, и кромѣ того всѣ соли этой кислоты легко растворимы въ водѣ и слѣдовательно, въ случаѣ своего образованія, онѣ будутъ непрерывно уноситься господствующимъ нисходящимъ токомъ воды съ мѣста своего возникновенія и не могутъ вліять на ослабленіе реакціи между кислотой и тѣми элементами материнской породы, которые способны входить во взаимодействіе съ ней.

Припоминая составъ материнской породы, мы найдемъ въ ней рядъ элементовъ, способныхъ войти во взаимодействіе съ креновой кислотой. Изъ этихъ элементовъ на первое мѣсто должна быть поставлена углекислая известь, которая вслѣдствіе своей сравнительно малой растворимости въ водѣ часто представляетъ составную часть

материнской породы. Карбонатъ кальція подѣ вліяніемъ креновой кислоты обращается въ кренатъ кальція, вытѣсненная креновой кислотой углекислота разсѣивается въ атмосферѣ, и легкорастворимый въ водѣ кренатъ кальція выщелачивается изъ материнской породы по направленію къ горизонту грунтовой воды.

Этотъ процессъ выщелачиванія карбоната кальція представляетъ собою первую стадію воздѣйствія продуктовъ, сопровождающихъ разложеніе лѣсной подстилки, на материнскую породу, или такъ наз. подзолообразовательнаго процесса, и до тѣхъ поръ пока не будутъ выщелочены послѣдніе слѣды карбоната кальція изъ горизонта воздѣйствія креновой кислоты, до тѣхъ поръ послѣдняя не будетъ въ состояніи проявить своего вліянія на другіе элементы материнской породы.

Какъ только послѣдніе слѣды углекальціевой соли будутъ выщелочены изъ материнской породы, креновая кислота начинаетъ входить во взаимодѣйствіе съ другими элементами, и слѣдующей за карбонатомъ кальція составной частью материнской породы, наиболее легко подвергающейся вліянію креновой кислоты, будутъ свободныя полуторныя окиси и ихъ гидраты: пользующаяся самымъ широкимъ распространеніемъ во всѣхъ материнскихъ породахъ свободная окись желѣза и также часто встрѣчающаяся, хотя и въ значительно меньшихъ количествахъ, свободная окись марганца и ихъ гидраты.

Характеръ реакціи въ данномъ случаѣ крайне простъ: свободная растворимая въ водѣ креновая кислота даетъ со свободными нерастворимыми вышеупомянутыми основаніями легкорастворимыя въ водѣ соли—кренаты желѣза и марганца, и вслѣдствіе растворимости образующихся солей эта реакція легко приводитъ къ полному выщелачиванію свободныхъ полуторныхъ окисей изъ горизонта воздѣйствія креновой кислоты на материнскую породу.

Воздѣйствіе креновой кислоты на окиси желѣза и марганца представляетъ вгоруую стадію подзолообразовательнаго процесса и вызываетъ рѣзкое измѣненіе морфологическихъ признаковъ породы. Въ тѣхъ случаяхъ, когда порода, незатронутая почвообразовательнымъ процессомъ, обладаетъ, благодаря присутствію свободныхъ полуторныхъ окисей, болѣе или менѣе ярко выраженнымъ краснымъ цвѣтомъ, послѣдній подѣ вліяніемъ воздѣйствія креновой кислоты постепенно утрачивается, и материнская порода пріобрѣтаетъ блѣдные—бѣловатые и сѣрые оттѣнки, присущіе другимъ элементамъ породы; и, если порода была крупнозернистой, то на общемъ сѣромъ фонѣ ярко выступаютъ неразрушенные еще вывѣтриваніемъ силикаты и алюмосиликаты, напр. розовый ортоклазъ и темныя слюды, авгиты и пироксены.

Съ чрезвычайной ясностью это измѣненіе окраски породы подѣ

вліяніемъ подзолообразовательнаго процесса можно наблюдать во всей сѣверной нечерноземной Россіи, благодаря частому преобладанію красныхъ ледниковыхъ глинъ и суглинковъ въ качествѣ материнскихъ породъ.

Только послѣ того, какъ будутъ растворены и выщелочены послѣдніе слѣды свободныхъ полуторныхъ окисей изъ горизонта воздѣйствія креновой кислоты, послѣдняя можетъ проявить дальнѣйшее воздѣйствіе на оставшіеся незатронутыми элементы материнской породы.

Послѣдній элементъ, исчезающій изъ материнской породы подъ вліяніемъ воздѣйствія креновой кислоты, это—глина, или свободный гидратъ алюмокремневой кислоты. Подъ вліяніемъ креновой кислоты повидимому расщепляется самое ядро комплексной алюмокремневой кислоты, распадаясь на гидратъ кремневой кислоты и свободную окись алюминія; послѣдняя немедленно соединяется съ свободной креновой кислотой, образуя кренатъ алюминія, который какъ легкорастворимая въ водѣ соль немедленно уносится нисходящимъ токомъ воды съ мѣста своего образованія въ глубжележащіе слои. Что касается гидрата кремневой кислоты, то часть его несомнѣнно отлагается въ формѣ нерастворимаго въ водѣ аморфнаго мелкопорошковатаго гидрата, всегда присутствующаго въ подзолистомъ горизонтѣ почвъ образующихся подъ вліяніемъ разсматриваемаго процесса и получившихъ свое характерное народное названіе—подзоловъ, зольныхъ почвъ—благодаря сходству по ощущенію съ обыкновенной печной золой мелкаго порошка кремневой кислоты, такъ характеризующей эти почвы.

Часть освобождающейся кремневой кислоты несомнѣнно остается въ формѣ растворимаго въ водѣ гидрата—при дальнѣйшемъ разсмотрѣніи деталей процесса мы познакомимся съ рядомъ явленій, подтверждающихъ это предположеніе.

Послѣдняя реакція воздѣйствія креновой кислоты на гидратъ алюмокремневой кислоты не была нами провѣрена въ искусственной обстановкѣ, но существованіе ея не подлежитъ сомнѣнію, потому что только ею можно удовлетворительно объяснить исчезновеніе алюмокремневой кислоты изъ области воздѣйствія креновой кислоты на материнскую породу, обогащеніе породы мелкопорошковатымъ аморфнымъ гидратомъ кремневой кислоты и появленіе растворимаго въ водѣ гидрата кремневой кислоты въ непосредственной близости отъ очаговъ подзолообразовательнаго процесса.

Если мы припомнимъ составъ материнской породы, представляющей не вполнѣ законченный продуктъ вывѣтриванія, то окажется, что мы еще не разсмотрѣли результатовъ воздѣйствія креновой кислоты на кварцъ, безводные силикаты и алюмосиликаты, сульфатъ

кальція и фосфаты кальція, магнія, желѣза и алюминія. Очевидно, что при наличности, для разсматриваемаго случая почвообразованія, постоянного нисходящаго тока воды, говоритъ о легкорастворимыхъ въ водѣ соляхъ, остающихся въ материнской породѣ послѣ вывѣтриванія, нельзя.

Что касается сульфата кальція или гипса и фосфатовъ кальція, магнезїи и полуторныхъ окисловъ, то эти соли въ присутствїи креновой кислоты переходятъ въ растворъ и выщелачиваются въ нижележащіе слои.

Въ дальнѣйшемъ мы увидимъ, что представляется весьма вѣроятнымъ, что фосфаты кальція, магнезїи и полуторныхъ окисловъ, при дѣйствїи на нихъ растворовъ креновой кислоты, просто растворяются въ кислой жидкости, не претерпѣвая при этомъ никакихъ измѣненій. Что же касается сѣрноокислаго кальція, то тамъ же мы увидимъ возможность предположенія, что постоянно притекающая креновая кислота вытѣсняетъ сѣрную кислоту, образуя съ основаніемъ кренатъ кальція, сѣрная же кислота связывается свободной окисью желѣза, и обѣ легкорастворимыя соли вымываются изъ горизонта оподзоливанія.

Что касается кварца и остатковъ силикатовъ и алюмосиликатовъ, то на нихъ креновая кислота, повидимому, не оказываетъ никакого дѣйствія: по крайней мѣрѣ ни въ искусственной обстановкѣ ни въ природѣ не приходилось наблюдать какого-бы то ни было дѣйствія на эти элементы породы, ни какихъ-бы то ни было продуктовъ этого воздѣйствія. И въ природныхъ условіяхъ приходится наблюдать, напр. въ глубокооподзоленныхъ ледниковыхъ суглинкахъ, обломки кварца и силикатовъ и алюмосиликатовъ, сохранившихъ остроту реберъ и блестящую поверхность изломовъ и плоскостей спайности безъ всякихъ признаковъ коррозіи.

Такимъ образомъ, послѣ воздѣйствія на материнскую породу почвообразовательнаго процесса, протекающаго подъ вліяніемъ сообщества деревянистыхъ растеній, въ поверхностныхъ слояхъ материнской породы обособляется почвенный горизонтъ, носящій названіе подзолистаго горизонта.

Составъ минеральной части этого горизонта крайне простъ: она состоитъ изъ кварца, обломковъ безводныхъ силикатовъ и алюмосиликатовъ и порошкообразнаго аморфнаго гидрата кремневой кислоты, къ которымъ примѣшивается нѣкоторое количество органическихъ остатковъ — отмершихъ древесныхъ корней. Горизонтъ этотъ отличается полнымъ отсутствіемъ структуры, и лишь подъ вліяніемъ вторичныхъ явленій, съ которыми мы познакомимся далѣе, въ немъ иногда появляется слоистое сложеніе. Характернымъ признакомъ для этого горизонта является существованіе въ немъ часто

многочисленныхъ маленькихъ полостей сферической формы—какъ бы пузырьковъ.

Существованіе этихъ пузырьковъ находитъ себѣ удовлетворительное объясненіе въ воздѣйствіи креновой кислоты частью на карбонаты породы, частью на углекислыя соли тѣхъ основаній, которыя должны выдѣляться въ такой формѣ, какъ мы видѣли выше, при аэробномъ разложеніи подстилки. Выдѣляющіеся при этой реакціи пузырьки угольной кислоты и могли оставить во влажной почвѣ подобные отпечатки.

Цвѣтъ подзолистаго горизонта или сѣроватый—въ случаѣ преобладанія въ немъ кварцевыхъ частицъ или же болѣе или менѣе бѣлый—въ случаѣ преобладанія въ немъ аморфнаго гидрата кремневой кислоты. Этотъ бѣловатый или сѣроватый цвѣтъ сохраняется почвой этого горизонта и послѣ ея прокаливанія при доступѣ воздуха.

Изъ всего вышесказаннаго ясно вытекаетъ, что этотъ подзолистый горизонтъ не можетъ содержать значительныхъ количествъ элементовъ, необходимыхъ для питанія растеній, и дѣйствительно,—химическій анализъ показываетъ намъ крайнюю его бѣдность; нахожденіе же въ немъ обычно скудныхъ количествъ зольныхъ составныхъ элементовъ растеній и азота объясняется тѣмъ, что черезъ него непрерывно протекаетъ растворъ солей, образующихся въ результатѣ аэробнаго разложенія лежащей выше него лѣсной подстилки, а также—непрерывнымъ токомъ промываются кренаты и креновая кислота, очень богатые азотомъ.

Такъ какъ проницаемость материнской породы для воды сравнительно лишь рѣдко бываетъ вполне однородной во всей массѣ почвы, и вода всегда передвигается въ ней внизъ по путямъ наименьшаго сопротивленія,—по случайнымъ трещинамъ, по трубкамъ, оставленнымъ отмершими корнями растеній, по случайно болѣе рыхлымъ участкамъ породы,—то очевидно, что нижняя граница подзолистаго горизонта лишь въ рѣдкихъ случаяхъ бываетъ ограничена ровною поверхностью, а на разрѣзѣ такой почвы переходитъ въ нижележащій горизонтъ языками, карманами, затеками по трещинамъ и слѣдамъ корней и т. д. Кромѣ того ясно, что по направленію сверху внизъ и степень оподзоленія должна постепенно ослабѣвать, образуя постепенный переходъ къ нижележащему слою—такъ называемый *переходный горизонтъ*.

Образованіемъ подзолистаго горизонта вліяніе сообществъ деревянистыхъ растеній на материнскую породу далеко еще не заканчивается.

Мы видѣли, что въ горизонтѣ мертвой лѣсной подстилки развитіе бактеріальной флоры какъ растительнаго сообщества встрѣчаетъ

неодолимое препятствіе благодаря содержанію въ средѣ дубильныхъ и смолистыхъ веществъ; ясно, что и въ горизонтѣ господства подзолообразовательнаго процесса бактеріальное населеніе будетъ встрѣчать такое же препятствіе въ видѣ креновой кислоты до тѣхъ поръ, пока будетъ существовать на поверхности почвы мертвый лѣсной покровъ, источникъ образованія креновой кислоты.

Но если мы припомнимъ характеръ всѣхъ реакцій воздѣйствія креновой кислоты на элементы материнской породы, мы увидимъ, что всѣ эти реакціи въ конечномъ результатѣ сводятся или къ простой нейтрализаціи креновой кислоты основаніемъ съ образованіемъ нейтральныхъ солей, какъ напр. при воздѣйствіи креновой кислоты на свободныя полуторныя окиси, или къ реакціи вытѣсненія креновой кислотой другихъ кислотъ изъ ихъ солей, причемъ вытѣсненная кислота иногда летучая—какъ напр., угольная кислота при реакціи съ карбонатами, или выдѣляющаяся кислота очень скоро нейтрализуется—какъ напр., сѣрная при реакціи съ сульфатами, или наконецъ выдѣляющаяся кислота скоро переходитъ въ нерастворимое состояніе—какъ напр., кремневая.

Такимъ образомъ, по мѣрѣ углубленія мы встрѣчаемъ горизонтъ почвы, уже необладающій устойчивой кислой реакціей, въ которомъ лакмусовая бумажка окрашивается въ слабый красный цвѣтъ угольной кислотой, но окраска исчезаетъ по мѣрѣ высыханія бумажки.

Глубина залеганія этого нейтральнаго горизонта будетъ колебаться въ зависимости отъ легкости передвиженія воды въ почвѣ, отъ степени оподзоленности подзолистаго горизонта и отъ содержанія въ материнской породѣ элементовъ, могущихъ нейтрализовать креновую кислоту.

Очевидно, что разъ прекратится кислая реакція, то въ этой области съ нейтральной реакціей возможно существованіе бактеріальной флоры; такъ какъ нейтральный горизонтъ въ разсматриваемомъ случаѣ лежитъ на нѣкоторой глубинѣ, а въ горизонтѣ вышележащемъ—въ лѣсной подстилкѣ—осуществляется энергичный аэробный процессъ грибнаго разложенія лѣсной подстилки, который будетъ перехватывать весь кислородъ, проникающій въ материнскую породу въ силу диффузіи черезъ дневную ея поверхность изъ атмосфернаго воздуха, ясно, что въ разсматриваемомъ нейтральномъ горизонтѣ возможно существованіе только анаэробной бактеріальной жизни, при условіи притока къ этому горизонту, или наличности въ немъ, источника энергіи, необходимой для существованія бактеріальной флоры.

Наличность этого источника энергіи осуществляется благодаря постоянному притоку креновой кислоты тѣхъ кренатовъ, которые

безпрерывно выщелачиваются изъ вышележащаго горизонта подзолообразованія.

Дѣйствительное существованіе подъ горизонтомъ подзолообразованія горизонта развитія сообщества анаэробныхъ бактерій подтверждается свойствами почвенныхъ образований, непосредственно подстилающихъ подзолистый горизонтъ; послѣдній лишь въ совершенно опредѣленныхъ условіяхъ, о которыхъ рѣчь будетъ далѣе, подстиляется непосредственно материнской породой,—обыкновенно же между подзолистымъ горизонтомъ и материнской породой, незатронутой почвообразовательными процессами, залегаетъ горизонтъ, получившій названіе *ортштейноваго* или *рудяковаго* горизонта.

Къ выясненію общихъ свойствъ и признаковъ этого горизонта мы неминуемо приходимъ, разбираясь въ тѣхъ измѣненіяхъ въ материнской породѣ, которыя должны быть вызваны существованіемъ подъ подзолистымъ горизонтомъ области развитія сообщества анаэробныхъ бактерій.

Мы уже видѣли, что источникомъ энергіи, необходимой для развитія сообщества анаэробныхъ бактерій, можетъ служить органическое вещество кренатовъ—креновая кислота. Вмѣстѣ съ тѣмъ та же креновая кислота можетъ служить и источникомъ ряда элементовъ, необходимыхъ для построенія тѣлъ бактерій. И, повидимому, креновая кислота кренатовъ можетъ служить источникомъ углерода и водорода наряду съ другими органическими веществами, которыя выдѣляются при томъ же процессѣ грибного разложенія въ небольшихъ количествахъ и которыя еще чрезвычайно мало изучены, главнымъ образомъ благодаря ничтожности выдѣляющагося ихъ количества; вещества эти чаще всего характеризуются названіемъ «*красящія, экстрактивные и смолистыя вещества*» и представляютъ безазотистыя вещества неопредѣленнаго еще характера, о которыхъ мы, насколько возможно, будемъ говорить въ главѣ о перегноѣ.

Повидимому, креновая кислота кренатовъ представляетъ единственный источникъ азота для рассматриваемаго сообщества анаэробныхъ бактерій, такъ какъ другія сопутствующія ей вещества азота не содержатъ, солей же амміака и нитратовъ при грибномъ разложеніи не образуется.

Очевидно, что разъ креновая кислота кренатовъ, притекающихъ въ горизонтъ господства анаэробнаго бактеріальнаго сообщества, послужитъ источникомъ энергіи или питательнаго матеріала для этого сообщества, то соотвѣтствующая этимъ потребностямъ бактеріальнаго населенія часть ея должна быть разрушена, и основанія, входившія въ составъ кренатовъ, должны освободиться. Изъ числа основаній, входившихъ въ составъ кренатовъ, могутъ остаться въ свободномъ состо-

яніи окисей или ихъ гидратовъ лишь желѣзо, алюминій и марганецъ; что же касается извести, то она немедленно послѣ освобожденія изъ распавшагося крената должна быть связана угольной кислотой, которая всегда будетъ присутствовать въ изобиліи, какъ продуктъ распада той же креновой кислоты. Той же участи должны подвергнуться и основанія кренатовъ магнезіи и щелочей, если они присутствовали.

Дальнѣйшая участь вновь получившихся соединений совершенно ясна. Очевидно, что углекислыя соли щелочей, благодаря своей легкой растворимости въ водѣ и господству нисходящаго тока воды, промывающаго занятую лѣсомъ почву, должны быть легко выщелочены изъ материнской породы, и часть ихъ будетъ перехвачена корневой системой древесной растительности, чтобы вновь принять участіе въ томъ же круговоротѣ вещества.

Сравнительно большою подвижностью будутъ обладать также и карбонаты извести и магнезіи, и возможность накопленія ихъ въ горизонтѣ господства анаэробіозиса будетъ облегчена только въ случаѣ наличности во время всего процесса карбонатной материнской породы. Въ этомъ случаѣ значительный притокъ кренатовъ извести и магнезіи къ горизонту господства анаэробныхъ бактерій будетъ опредѣляться непосредственнымъ выщелачиваніемъ солей вышележащей материнской породы. Выщелачиваніе же карбонатовъ извести и магнезіи изъ горизонта господства анаэробіозиса будетъ затруднено вслѣдствіе присутствія тѣхъ же карбонатовъ въ этомъ горизонтѣ, благодаря чему токъ насыщенной углекислотой воды будетъ представлять одновременно и насыщенный при наличныхъ условіяхъ растворъ бикарбонатовъ кальція и магнія, неспособный къ дальнѣйшему растворенію этихъ солей.

Въ случаѣ наличности при всемъ разсматриваемомъ процессѣ материнской породы, происшедшей изъ породы алюмосиликатной или преимущественно кварцевой, на примѣръ кварцита или песчаника, притокъ кренатовъ извести и магнезіи будетъ опредѣляться главнымъ образомъ содержаніемъ этихъ элементовъ въ отмершемъ органическомъ веществѣ, и въ этомъ случаѣ условія круговорота ихъ будутъ весьма сходны съ такими же условіями для щелочныхъ металловъ,—возможность сколько-нибудь значительнаго скопленія ихъ въ орштейновомъ горизонтѣ подъ пологомъ лѣса крайне сомнительна.

Въ совершенно иныхъ условіяхъ будутъ находиться выдѣляющіяся при разрушеніи ихъ кренатовъ окиси желѣза, алюминія и марганца. Всѣ эти окиси въ водѣ, какъ чистой такъ и содержащей въ растворѣ углекислоту, нерастворимы и поэтому должны остаться на мѣстѣ своего образованія, откладываясь въ промежуткахъ между элементами материнской породы или на поверхности этихъ элементовъ

и вызывая прежде всего общее обогащеніе горизонта господства анаэробнаго бактеріальнаго сообщества полуторными окисями; и это свойство настолько характерно для ортштейноваго горизонта, что его часто называютъ горизонтомъ скопленія полуторныхъ окисей.

Мы уже видѣли выше, что формація анаэробныхъ бактерій, повидимому, не въ состояніи удовлетвориться тѣмъ количествомъ кислорода, которое можетъ выдѣлиться при разрушеніи органическаго вещества, служащаго источникомъ энергіи для анаэробныхъ бактерій, и что въ погонѣ за этимъ элементомъ анаэробный бактеріальный процессъ производитъ ясно выраженное возстановительное вліяніе на тѣ элементы среды, которые способны выдѣлить нѣкоторую часть кислорода.

Изъ минеральныхъ соединений, которыя присутствуютъ въ рассматриваемой области господства формаціи анаэробныхъ бактерій, мы имѣемъ наличность сѣрноокислаго желѣза, фосфорнокислой окиси желѣза и крената окиси желѣза, которые притекаютъ въ видѣ раствора въ водѣ или въ водѣ, насыщенной углекислотой, изъ горизонта господства грибнаго разложенія лѣсной подстилки и которые всѣ способны къ отдачѣ всего или части кислорода, входящаго въ ихъ составъ, причемъ обращаются въ сѣрнистое желѣзо, фосфорнокислую закись желѣза, закись желѣза и органическія соли закиси желѣза.

Наблюденіе показываетъ, что большинство этихъ возстановленныхъ соединений встрѣчается нами въ области, слѣдующей непосредственно ниже горизонта скопленія полуторныхъ окисей или ортштейноваго, въ томъ слѣѣ, который получилъ названіе *нижняго горизонта*.

Но въ ортштейновомъ горизонтѣ наряду съ накопленіемъ свободныхъ полуторныхъ окисей и карбонатовъ кальція и магnezіи мы встрѣчаемся также неизмѣнно съ апокренатами этихъ основаній.

Это постоянное нахожденіе апокренатовъ полуторныхъ окисей, а иногда и извести и магnezіи, въ ортштейновомъ горизонтѣ заставляетъ предположить, что изъ всѣхъ элементовъ, притекающихъ сюда изъ вышележащей области, наиболѣе легко подвергается возстановленію креновая кислота кренатовъ, возстановляемая жизнедѣятельностью анаэробной бактеріальной формаціи въ апокреновую кислоту, такъ же, какъ и въ томъ случаѣ, когда этотъ процессъ происходитъ при дѣйствіи на креновую кислоту водорода въ моментъ его выдѣленія.

Возстановленіе креновой кислоты кренатовъ въ области ортштейноваго горизонта должно неминуемо повлечь за собою выпаденіе въ видѣ осадка чрезвычайно трудно растворимыхъ въ водѣ и еще труднѣе растворимыхъ въ водѣ, насыщенной углекислотой, апокренатовъ извести, алюминія и окиси желѣза, которые должны осѣсть въ

промежуткахъ между частицами материнской породы и сцементировать ихъ вмѣстѣ съ выпадающими въ той же области окисями желѣза и алюминія и углекальціевой солью.

Въ результатѣ вліянія описываемаго явленія материнская порода въ области господства сообщества анаэробныхъ бактерій, непосредственно подстилающей подзолистый горизонтъ, оказывается въ большей или меньшей степени сцементированной, образуя такъ называемый *ортштейновый или рудяковый горизонтъ*.

Въ составѣ цемента, спаивающаго механическіе элементы ортштейноваго горизонта, въ зависимости отъ характера вышележащихъ слоевъ, какъ уже упоминалось выше, могутъ преобладать или полуторныя окиси, или известъ, но неизмѣнно мы встрѣчаемъ въ первомъ случаѣ смѣсь свободныхъ окисей желѣза и алюминія съ ихъ апокренами и во второмъ случаѣ смѣсь углекислой извести съ ея апокреномъ.

Если мы вспомнимъ, что возможность сколько-нибудь длительного существованія процесса анаэробнаго разложенія органическаго вещества требуетъ удаленія образующейся при этомъ процессѣ ульминовой кислоты, то мы должны признать, что въ рассматриваемомъ сейчасъ случаѣ природнаго проявленія этого процесса условія удаленія ульминовой кислоты изъ области господства сообщества анаэробныхъ бактерій осуществляются въ полной мѣрѣ, причемъ господствующій нисходящій токъ воды, пройдя горизонтъ рѣзковыраженнаго аэробіозиса, лишается всего раствореннаго кислорода и не можетъ внести нарушенія условій анаэробіозиса.

Очевидно также, что въ климатическихъ областяхъ, гдѣ почвы промерзаютъ на болѣе или менѣе значительную глубину, это промерзаніе должно повліять на отложеніе ульминовой кислоты въ формѣ ея нерастворимой въ водѣ модификаціи—ульмина—во всей промерзающей толщѣ почвы, черезъ которую протекаетъ ея растворъ. Въ нашей зонѣ дерново-подзолистыхъ почвъ мы дѣйствительно всегда находимъ присутствіе ульминовой кислоты какъ въ горизонтѣ ортштейновомъ, такъ и ниже его—въ горизонтѣ глеевомъ и въ горизонтѣ, переходномъ къ материнской породѣ.

Но кромѣ вышеперечисленныхъ составныхъ элементовъ цементъ ортштейноваго горизонта неизмѣнно содержитъ одну существенную составную часть, ясно подчеркивающую происхожденіе этого горизонта, какъ результата комплекса біологическихъ явленій.

Этимъ составнымъ элементомъ является фосфоръ, входящій въ составъ цемента ортштейноваго горизонта въ видѣ фосфатовъ извести, желѣза и, вѣроятно, алюминія.

Количество фосфорной кислоты, входящей въ составъ цемента,

можетъ достигать весьма значительныхъ величинъ, колеблясь для отдѣльныхъ конкрецій ортштейна отъ 2—3% до 5—7% и даже до 17—21%.

Происхожденіе фосфорной кислоты ортштейноваго горизонта совершенно ясно. Корни деревьевъ, подъ пологомъ которыхъ протекаетъ подзолообразовательный процессъ, охватываютъ съѣтью своихъ тончайшихъ развѣтвленій огромную толщу материнской породы, усваивая изъ нея наряду съ другими элементами и фосфоръ, входящій въ составъ всѣхъ вегетативныхъ органовъ растеній.

Такимъ образомъ къ поверхности почвы подъ пологомъ лѣса непрерывно притекаетъ вмѣстѣ съ отлагающейся лѣсной подстилкой определенное количество фосфора, входящаго въ составъ растительныхъ тканей, составляющихъ лѣсную подстилку.

При аэробномъ разложеніи лѣсного мертваго покрова все количество фосфора, входящаго въ составъ лѣсной подстилки, переходитъ въ фосфаты извести и желѣза, которые, благодаря кислой реакціи, господствующей въ горизонтѣ лѣсной подстилки, переходятъ въ растворъ, ибо фосфаты кальція и желѣза растворимы въ креновой кислотѣ такъ же, какъ они растворяются въ уксусной и лимонной кислотахъ.

Въ такомъ растворенномъ состояніи фосфаты извести и желѣза промываются господствующимъ нисходящимъ токомъ и черезъ горизонтъ оподзоливанія, такъ какъ реакція послѣдняго также кислая. Въ горизонтѣ оподзоливанія кромѣ того, благодаря присутствію непрерывнаго нисходящаго тока раствора креновой кислоты, будутъ растворены и тѣ фосфаты, которые могутъ содержаться въ самой материнской породѣ.

Но очевидно, что въ слѣдующемъ—ортштейновомъ горизонтѣ, гдѣ исчезаетъ кислая реакція нисходящаго раствора, въ горизонтѣ, который обязанъ своимъ происхожденіемъ усредненію реакціи среды, исчезнетъ и причина нахожденія фосфатовъ въ растворѣ, и они должны выдѣлиться въ нерастворимомъ состояніи какъ разъ въ этомъ горизонтѣ, гдѣ отчасти послужатъ для питанія формациі анаэробныхъ бактерій, отчасти войдутъ, какъ примѣсь, въ составъ желѣзистаго или известковаго цемента, склеивающаго механическіе элементы этого горизонта.

Отложенія фосфора, о которыхъ идетъ рѣчь, должны отличаться чрезвычайно большою устойчивостью и очень сильно сопротивляться вымыванію водой, насыщенной угольной кислотой, вслѣдствіе того, что часть его откладывается въ формѣ органоминеральныхъ соединений—тѣлъ анаэробныхъ бактерій, подвергающихся лишь медленной послѣ ихъ отмиранія минерализаціи при условіяхъ анаэробіозиса;

кромѣ того, вся масса фосфатовъ ортштейноваго горизонта отлагается одновременно съ объемистой коллоидальной массой окиси желѣза и алюминія, углекислой извести и апокренатовъ этихъ элементовъ; въ этихъ слизистыхъ коллоидальныхъ осадкахъ жидкость, ихъ пропитывающая, находится въ почти полной неподвижности, и выщелачиваніе почти исключено.

Насколько затруднено движеніе воды въ коллоидальной массѣ апокрената желѣза, ярко иллюстрируется слѣдующимъ примѣромъ. Въ одномъ изъ моихъ опытовъ для приведенія въ воздушно-сухое состояніе трехъ литровъ студнеобразнаго осадка апокрената окиси желѣза въ кристаллизаціонной чашкѣ, имѣвшей 20 см. въ діаметрѣ, потребовалось полныхъ четыре года, изъ которыхъ первый годъ чашка стояла въ воздушной банѣ, которая ежедневно въ теченіе двѣнадцати часовъ нагрѣвалась до 60° С.

Простой ариѳметическій подсчетъ показываетъ, что часто при очень значительномъ содержаніи фосфорной кислоты въ ортштейновомъ горизонтѣ объяснить его богатство этимъ элементомъ только за счетъ выщелачиванія вышележащаго оподзоленнаго горизонта нельзя, и приходится допустить весьма значительное участіе и нижнихъ горизонтовъ материнской породы, пронизанныхъ корнями лѣсныхъ деревьевъ, въ этой концентраціи фосфора въ ортштейновомъ горизонтѣ.

Сопоставляя все сказанное выше объ ортштейновомъ горизонтѣ, мы видимъ, что въ немъ откладывается богатый запасъ питательныхъ веществъ—фосфора и азота, причемъ часть фосфора отлагается въ органоминеральной формѣ, азотъ же весь содержится въ формѣ органическаго вещества—въ видѣ азота апокреновой кислоты.

Что касается морфологическихъ признаковъ ортштейноваго горизонта, то они могутъ быть чрезвычайно разнообразны: цементъ, склеивающій породу, можетъ отлагаться въ ней чрезвычайно различно.

То онъ концентрируется на значительной толщѣ породы, пропитывая всѣ ея пустоты и образуя какъ бы каменную прослойку—ортштейнъ, жерства, или мѣстный камень.

То, наоборотъ, цементъ разсѣивается въ мощной толщѣ материнской породы, облекая отдѣльные элементы ея какъ бы тончайшей корочкой и образуя желѣзистые пески—ортзанды.

То желѣзистыя или известковыя отложенія разсѣиваются равномерно въ видѣ отдѣльныхъ вкраплений болотной, бобовой, луговой или дерновой руды.

То масса подобныхъ вкраплений располагается настолько густо, что представляетъ какъ бы туфовидную массу рудяка, промежутки между шариками которой засыпаны материнскою породой.

Наконецъ, цементъ можетъ проникать въ породу въ видѣ отдѣльныхъ потоковъ, какъ бы въ видѣ сталактитовъ, или по ходамъ отмершихъ корней.

Съ характерными особенностями и морфологіей ортштейноваго горизонта мы познакомимся дальше, при изученіи почвъ дерновоподзолистой зоны.

По мѣрѣ углубленія въ ортштейновый горизонтъ нисходящій токъ воды, господствующій подъ покровомъ лѣса, будетъ все болѣе обѣдняться содержаніемъ креновой кислоты кренатовъ, часть которой будетъ разрушена формаціей анаэробныхъ бактерій, часть возстановлена въ нерастворимую апокреновую кислоту апокренатовъ ортштейноваго горизонта.

Такимъ образомъ на нѣкоторой глубинѣ притокъ креновой кислоты кренатовъ будетъ настолько ограниченъ, что наличнаго количества ея хватитъ только какъ источника энергіи для анаэробныхъ обитателей среды, и послѣдніе принуждены будутъ искать иного, кромѣ креновой кислоты, источника необходимаго имъ кислорода.

Мы уже видѣли выше, что такимъ источникомъ кислорода для анаэробныхъ бактерій могутъ быть свободная окись желѣза, какъ существовавшая уже въ материнской породѣ, такъ и вновь выпавшая изъ разрушеннаго жизнедѣятельностью анаэробныхъ бактерій крената желѣза, и окись желѣза, связанная въ формѣ апокрената окиси желѣза; для той же цѣли могутъ служить сульфатъ желѣза и фосфатъ окиси желѣза.

Наблюденіе показываетъ, что дѣйствительно нижняя поверхность ортштейноваго горизонта часто переходитъ въ другой горизонтъ, который иногда носитъ народное названіе «глей» и можетъ быть названъ *глеевымъ горизонтомъ*; послѣдній носитъ всѣ признаки глубоко затронувшихъ материнскую породу восстановительныхъ процессовъ.

Горизонтъ этотъ рѣзко выдѣляется своей блѣдно-голубой, сѣрой или зеленоватой окраской, но при прокаливаніи на воздухѣ блѣдные тона его исчезаютъ и замѣняются розовой или красной окраской окиси желѣза. Въ массѣ сѣрой материнской породы этого горизонта мы встрѣчаемъ черныя прожилки и скопленія, обязанныя своимъ происхожденіемъ скопленію сѣрнистаго желѣза. И часто сѣрая окраска, переходящая на воздухѣ въ голубую, зависитъ отъ присутствія вивіанита и порою ясныя конкреціи сѣро-голубого или синяго порошка представляютъ тотъ же вивіанитъ—фосфорнокислую закись желѣза, скопленія котораго иногда достигаютъ значительной мощности. При сгущеніи водной вытяжки изъ почвы этого глееваго горизонта растворъ окрашивается въ желтый цвѣтъ, и жидкость съ поверхности покрывается иридирующей пленкой, которая при продолжительномъ стояніи на

воздухъ образуетъ объемистый хлопчатый осадокъ апокрената окиси желѣза; въ самой же жидкости нетрудно открыть присутствіе какъ закиси желѣза, такъ и апокреновой кислоты.

Глеевый горизонтъ, распространяясь языками, карманами вглубь по трещинамъ материнской породы (особенно въ делювіальныхъ глинахъ) и по ходамъ отмершихъ древесныхъ растеній, вообще по всѣмъ направленіямъ, въ которыхъ передвиженіе жидкости внизъ облегчено, переходитъ наконецъ въ неизмѣненную материнскую породу.

Очевидно, что по мѣрѣ развитія глееваго горизонта количество кислородныхъ соединеній, способныхъ къ возстановленію или къ отдачѣ нѣкоторой части входящаго въ ихъ составъ кислорода, будетъ становиться все меньше и, наконецъ, наступитъ такое состояніе, когда весь способный къ выдѣленію кислородъ будетъ связанъ въ формѣ органическаго вещества тѣлѣ бактерій, которое послѣ отмиранія ихъ будетъ разлагаться чрезвычайно медленно, а та часть его, которая подвергнется разложенію, выдѣлитъ свой кислородъ въ формѣ угольной кислоты. Какъ бы то ни было, но запасъ кислорода, способнаго удовлетворить потребность въ немъ анаэробной бактеріальной флоры этого горизонта, изсякнетъ, и съ этого момента единственнымъ источникомъ пополненія острой нужды бактеріальнаго растительнаго сообщества глееваго горизонта въ кислородъ будутъ вещества, притекающія къ нему извнѣ, т. е. въ виду господства нисходящаго тока воды изъ горизонтовъ мертвой лѣсной подстилки, подзолистаго и ортштейноваго. Такими веществами, поступающими равномерно, будутъ сульфаты и фосфаты, но періодически въ этотъ горизонтъ будутъ попадать и кренаты.

Эта періодичность будетъ обусловливаться ускореніемъ нисходящаго тока воды въ почвѣ подъ пологомъ лѣса.

Хотя лѣсная подстилка, благодаря своей большой влагоемкости, и умѣряетъ въ значительной мѣрѣ амплитуды колебанія количествъ воды, проходящей черезъ почву, растягивая на значительные промежутки времени просачиваніе поступающей изъ атмосферы воды, однако послѣ всякаго обильнаго дождя, при весеннемъ таяніи снѣга и, особенно, какъ мы увидимъ далѣе, при сильныхъ пониженіяхъ барометрическаго давленія, быстрота нисходящаго тока воды и въ лѣсной почвѣ значительно повышается.

Если мы припомнимъ, что процессъ возстановленія крената окиси желѣза въ апокренатъ ея представляетъ процессъ біологическій и, какъ таковой, требуетъ для своего осуществленія извѣстной продолжительности времени, то станетъ понятнымъ, что полная задержка всей увлекаемой нисходящимъ токомъ воды соли желѣза въ ортштейновомъ горизонтѣ, благодаря обращенію ея въ апокренатъ окиси же-

лѣза, возможна лишь до тѣхъ поръ, пока токъ воды не достигнетъ предѣльной для этого процесса скорости.

Какъ только эта скорость нисходящаго тока воды будетъ превзойдена, такъ тотчасъ нѣкоторое количество неуспѣвшаго возстановиться въ апокренатъ крената окиси желѣза будетъ увлекаться въ глеевый горизонтъ, гдѣ и произойдетъ возстановленіе его не только до степени апокрената окиси желѣза, но и дальше до степени апокрената закиси желѣза.

Какъ мы уже упоминали выше, апокренатъ закиси желѣза отличается значительной растворимостью въ водѣ и очевидно, что при господствѣ нисходящаго тока воды въ лѣсной почвѣ неминуемо наступитъ выщелачиваніе этой соли изъ глееваго горизонта. При изученіи дерноваго процесса мы увидимъ и дальнѣйшую судьбу этой растворимой соли желѣза.

Сопоставляя все вышесказанное о подзолообразовательномъ процессѣ, мы видимъ, что подъ вліяніемъ совокупности воздѣйствія трехъ растительныхъ формаций, связанныхъ между собою тѣснѣйшими узами причинной зависимости—формации высшихъ зеленыхъ деревянистыхъ растений, формации грибовъ и формации анаэробныхъ бактерій,—материнская порода претерпѣваетъ рядъ глубокихъ измѣненій, благодаря которымъ на мѣстѣ прежней однородной массы ея возникаетъ цѣлый комплексъ—свита горизонтовъ породы, вся совокупность которыхъ уже носитъ главный признакъ почвы—концентрацію необходимыхъ для питанія растений элементовъ, въ частности фосфора и азота, и который можетъ быть названъ подзолистой или лѣсной почвой.

Во всей полнотѣ подзолистая почва будетъ представлена такими горизонтами:

- 1) Горизонтъ лѣсной подстилки.
- 2) » подзолистый.
- 3) » ортштейновый.
- 4) » глеевый.
- 5) » материнской породы.

Морфологическіе признаки этихъ горизонтовъ могутъ измѣняться чрезвычайно широко подъ вліяніемъ мѣстныхъ условій, а равно и условій зоны, при которыхъ протекаетъ подзолообразовательный процессъ; поэтому детальное описаніе признаковъ и свойствъ этихъ горизонтовъ мы отложимъ до главы, въ которой будетъ излагаться генезисъ почвенныхъ образованій соотвѣтствующихъ зонъ.

Мы обратимъ въ настоящей главѣ вниманіе лишь на слѣдующую существенную общую характеристику этихъ горизонтовъ, вытекающую изъ предыдущаго изложенія

Горизонтъ лѣсной подстилки представляетъ главную область притока біологически важныхъ элементовъ къ почвѣ, и вмѣстѣ съ тѣмъ этотъ горизонтъ является средоточіемъ ярко выраженной аэробной жизни грибного населенія этого горизонта; въ результатѣ господства аэробіозиса притекающіе къ этому горизонту біологически важные элементы быстро и полно минерализуются и, благодаря особенностямъ воднаго режима этихъ почвъ, такъ же быстро и полно уносятся въ глубже лежащіе слои. Этотъ горизонтъ играетъ важную роль и въ созданіи особенностей воднаго режима разсматриваемыхъ почвенныхъ образований. Наконецъ, самый процессъ подзолообразованія неосуществимъ въ отсутствіи этого горизонта.

Послѣ оставленія лѣсной формаціей занятой ею территоріи горизонтъ лѣсной подстилки исчезаетъ очень быстро, и послѣ его исчезновенія остальные горизонты, образовавшіеся подъ его вліяніемъ, прекращаютъ свое дальнѣйшее развитіе и служатъ лишь субстратомъ — материнской породой для развитія другого типа почвообразовательнаго процесса, который смѣнитъ предшествовавшій подзолообразовательный.

Горизонтъ подзолистый представляетъ въ біологическомъ отношеніи мертвую породу, если не считать дѣятельности поверхностныхъ корней древесныхъ растеній, которые въ немъ находятъ обильный притокъ питательнаго матеріала, притекающаго изъ вышележащаго горизонта лѣсной подстилки. Но зато этотъ горизонтъ является мѣстомъ наиболѣе энергичнаго воздѣйствія на породу чисто химическихъ агентовъ, притекающихъ сверху. Этотъ горизонтъ является горизонтомъ выщелачиванія всѣхъ составныхъ элементовъ материнской породы, кромѣ кварца, кремневой кислоты и безводныхъ силикатовъ и алюмосиликатовъ; его можно разсматривать, какъ химическій элювій материнской породы. Вслѣдствіе отсутствія въ этомъ горизонтѣ микробиологическихъ процессовъ, явленія поглощенія біологически важныхъ элементовъ въ немъ отсутствуютъ.

Горизонтъ ортштейновый представляетъ область средоточія богатой анаэробной жизни, протекающей въ условіяхъ оптимальнаго притока какъ источника энергіи такъ и источника пищи. Въ результатѣ такихъ условій и наличности непрерывнаго удаленія продуктовъ выдѣленія бактерій ортштейновый горизонтъ представляетъ мѣсто концентрации полуторныхъ окисей, карбоната кальція, фосфора и азота. Въ результатѣ ярко выраженнаго анаэробіозиса поглотительная способность этого горизонта выражена чрезвычайно ярко, хотя и не находитъ своего наиболѣе полного выраженія вслѣдствіе особенностей притока біологически важныхъ элементовъ въ растворимой въ водѣ формѣ

Горизонтъ глеевый представляетъ среду развитія анаэробной жизни

при условіяхъ скуднаго притока какъ источника энергіи такъ, особенно, источника питанія. Это—горизонтъ глубокаго возстановленія элементовъ материнской породы, способныхъ къ отдачѣ части входящаго въ ихъ составъ кислорода. Въ глеевомъ горизонтѣ часть протекающихъ соединеній полуторныхъ окисей хотя и переходитъ въ другую форму, но сохраняетъ свойство растворимости въ водѣ и сохраняетъ способность къ дальнѣйшему передвиженію. Наряду съ этимъ глеевый горизонтъ является горизонтомъ скопленія фосфора и сѣры.

Горизонтъ материнской породы при развитіи подзолообразовательнаго процесса, вслѣдствіе глубокаго распространенія корней древесной растительности, служитъ часто до очень значительной глубины первоисточникомъ всѣхъ элементовъ, скопляющихся въ вышележащихъ горизонтахъ.

Въ обычныхъ природныхъ условіяхъ чисто-подзолистыя почвы встрѣчаются довольно рѣдко, и большей частью къ вышеперечисленнымъ горизонтамъ прибавляются еще и болѣе или менѣе ясно выраженные горизонты, образующіеся подъ вліяніемъ второго почвообразовательнаго процесса—дерноваго, который вноситъ свои особенности въ образовавшіеся уже горизонты, затушевывая до извѣстной степени рѣзкость проявленія ихъ признаковъ.

Къ изученію дерноваго процесса въ общихъ чертахъ его проявленія мы теперь и перейдемъ.

Глава пятая

Дерновый почвообразовательный процессъ.

Въ развитіи лѣсной растительной формациі мы можемъ наблюдать двѣ періодическія смѣны явленій — одну съ болѣе короткимъ періодомъ и другую съ гораздо болѣе продолжительнымъ.

Пока древесная растительность, составляющая лѣсную формацию, еще молода — мы чаще всего наблюдаемъ густыя заросли деревьевъ, настолько плотно сомкнутыхъ своими кронами и настолько сильно преграждающихъ доступъ солнечнаго свѣта къ поверхности лѣсной почвы, что ростъ другихъ растеній подъ пологомъ такого лѣса является невозможнымъ, и поверхность почвы въ такомъ лѣсу бываетъ покрыта мертвымъ лѣснымъ покровомъ — лѣсной подстилкою. Но, по мѣрѣ развитія лѣса отдѣльныя составляющія его деревья все болѣе увеличиваются въ своихъ размѣрахъ и все болѣе начинаютъ тѣснить другъ друга. Въ результатѣ возникающей борьбы за свѣтъ является отмираніе болѣе слабыхъ растеній, и наступаетъ естественное изрѣживаніе лѣса. Кроны оставшихся деревьевъ взрослою естественно-освѣтленнаго лѣса уже не прикрываютъ поверхности почвы сплошнымъ пологомъ, и въ промежуткахъ между ними свѣтъ достигаетъ непосредственно поверхности почвы, давая этимъ возможность развиваться нижнему этажу растеній подъ пологомъ древесной растительности. Этотъ нижній этажъ растительности изрѣженнаго лѣса сначала бываетъ представленъ зелеными водорослями и мхами, но по мѣрѣ изрѣживанія лѣса начинаютъ завоевывать территорію высшія зеленыя растенія, сначала наиболѣе тѣневыносливыя, а далѣе начинаютъ появляться, все болѣе увеличиваясь въ своей численности, и представители семейства злаковъ.

Въ первое время, пока новая появившаяся формациа травянистыхъ растеній еще не успѣла прочно овладѣть территоріей, появленіе ея носитъ характеръ эфемерности. Послѣ хорошаго сѣменного года для одного изъ представителей лѣсной растительной формациі поверхность почвы освѣтленнаго лѣса покрывается дружными всходами подлѣска — одноименнаго вида съ господствующей древесной породой

или же состоящаго изъ представителей подчиненной породы, въ зависимости отъ того, на долю какой породы пришелся сѣменной годъ.

Густые всходы древесной растительности скоро начинаютъ угнетать травянистый покровъ, и онъ продолжаетъ развиваться въ видѣ жалкихъ вытянутыхъ полуэтлированныхъ изрѣженныхъ растеній, однако лишь въ рѣдкихъ случаяхъ исчезая совершенно.

При дальнѣйшемъ развитіи лѣса первое его поколѣніе достигаетъ постепенно состоянія естественной спѣлости и начинаетъ отмирать, выпадать, и бывшій подлѣсокъ въ свою очередь начинаетъ изрѣживаться по мѣрѣ своего развитія. Теперь новое завоеваніе поверхности почвы травянистой растительной формаціей происходитъ уже гораздо быстрѣе. Чахлые остатки перваго травянистаго покрова освѣтленнаго лѣса при новыхъ благопріятныхъ для нихъ условіяхъ освѣщенія быстро крѣпнуть и сразу занимаютъ территорію мощнымъ зеленымъ ковромъ.

Условія естественнаго лѣсовозобновленія на поверхности почвы, покрытой сомкнутымъ ковромъ травянистой растительности, уже не такъ совершенны, какъ ранѣе, и поэтому новое молодое поколѣніе лѣса уже не имѣетъ прежнихъ шансовъ развиться сплошнымъ сомкнутымъ насажденіемъ—условія его борьбы съ травянистымъ покровомъ начинаютъ постепенно измѣняться въ пользу послѣдняго.

Въ этой борьбѣ двухъ формацій первыми сдаются и покидаютъ территорію древесныя породы, размножающіяся исключительно сѣменами, и продолжаютъ борьбу только породы, размножающіяся какъ сѣменами, такъ и пневою или корневой порослью; но и послѣднія въ концѣ концовъ принуждены уступить травянистой растительности, и цѣлый рядъ короткихъ періодовъ смѣны господства деревянистой и травянистой растительности заканчивается полной побѣдой травянистой растительности, завершающей большой періодъ развитія деревянистой растительной формаціи.

Не подлежитъ сомнѣнію, что въ исходѣ борьбы между двумя растительными формаціями играютъ значительную роль и тѣ измѣненія, которыя происходятъ въ материнской породѣ подъ вліяніемъ самой растительной формаціи; развивающійся подъ пологомъ лѣса горизонтъ ортштейна не можетъ не оказывать замѣтнаго вліянія на развитіе послѣдующихъ поколѣній лѣса. Подъ вліяніемъ отлагающихся въ этомъ горизонтѣ окисей, карбонатовъ, апокренатовъ и фосфатовъ материнская порода претерпѣваетъ рядъ измѣненій — сначала въ смыслѣ пріобрѣтенія большей вязкости и плотности, благодаря отложенію аморфныхъ коллоидальныхъ осадковъ, постепенно заполняющихъ промежутки между элементами породы; далѣе, съ теченіемъ

времени, эти осадки уплотняются и твердѣютъ подѣ вліяніемъ морозовъ и высыханія, порода какъ бы каменѣетъ, и въ крайнихъ случаяхъ своего проявленія ортштейновый горизонтъ представляетъ какъ бы плиту твердаго и ноздреватаго мѣстнаго камня.

Очевидно, что такое образованіе по мѣрѣ своего развитія должно представлять все болѣе и болѣе серьезное препятствіе для развитія главнаго стержневого корня лѣсныхъ деревьевъ, и корень, встрѣчая непроходимое для него препятствіе, начинаетъ стелиться по поверхности непроницаемаго слоя.

Какъ только возникаетъ такого рода искусственное затрудненіе или даже прекращеніе роста главнаго стержневого корня дерева въ длину, тотчасъ-же затрудняется или даже прекращается ростъ ствола въ вышину, вершина дерева закругляется, и за этимъ слѣдуетъ медленное отмираніе сначала вершины, а затѣмъ и всего дерева.

Въ дальнѣйшемъ, при изученіи почвеннаго покрова Россіи по зонамъ, мы будемъ имѣть возможность привести и еще рядъ соображеній въ пользу вліянія развитія ортштейна на ухудшеніе условій роста древесной растительности.

Въ наиболѣе чистой формѣ приходится наблюдать явленія, связанныя со смѣсной деревянистой лѣсной растительной формаціи травянистой луговой формаціей, при искусственномъ удаленіи лѣса сразу на большихъ площадяхъ.

Въ этомъ случаѣ наряду съ большимъ количествомъ бурьянистой незлаковой растительности, появляющейся въ изобиліи въ первый годъ, лѣсосѣвки покрываются густымъ покровомъ злаковъ, которые уже на второй годъ представляютъ преобладающій фонъ новой травянистой или луговой растительной формаціи.

Злаки, появляющіеся первое время послѣ освобожденія территоріи отъ лѣса, всѣ принадлежатъ къ одному ярко выраженному типу—злакамъ корневищевымъ. Въ зависимости отъ мѣстныхъ условій они могутъ быть представлены видами *Calamagrostis epigeios*, *C. lanceolata*, *C. stricta*, *C. villosa*, *Agropyrum repens*, *A. pseudoagropyrum*, *A. panormitanum*, *Melica nutans*, *M. altissima*, *Bromus inermis* и др., образующими то чистыя заросли, то растущими въ пестрой смѣси и представляющими первый періодъ развитія луговой травянистой формаціи—періодъ *корневищеваго луговаго сообщества*.

Отличительными характерными признаками членовъ этого сообщества являются хорошо выраженные корневища, большая листовая и стеблевая масса и рѣзко бросающаяся въ глаза особенность корневой системы, состоящей изъ пучковъ тонкихъ и многочисленныхъ корней, выходящихъ изъ узловъ корневищъ; корни развиваются на небольшую глубину, но зато состоятъ изъ безчисленныхъ тонкихъ развѣтвленій, пронизывающихъ почву густой сѣтью.

Если мы прослѣдимъ за состояніемъ почвы вскорѣ послѣ оставленія ея лѣсною растительностью, то мы найдемъ полное соотвѣтствіе между ея свойствами и характерными свойствами корневищеваго лугового сообщества.

Подъ покровомъ этого сообщества мы еще находимъ сохранившуюся лѣсную подстилку, къ которой уже примѣшана масса мертвыхъ органическихъ остатковъ бурьянистой травянистой растительности, росшей подъ покровомъ лѣса и развившейся въ первый годъ лѣсо-сѣвки. Сама почва въ верхнихъ слояхъ пронизана массой поверхностныхъ корней отмершей древесной формаци.

Вся масса органическаго вещества лежитъ рыхлымъ слоемъ, и мертвые корни деревьевъ, могущіе разлагаться только подъ вліяніемъ жизнедѣятельности грибовъ, сильно способствуютъ рыхлости верхнихъ слоевъ почвы, ибо при своемъ разрушеніи, идущемъ подъ вліяніемъ аэробнаго процесса довольно энергично, они быстро обращаются въ трухлявую массу, хорошо проницаемую для воздуха.

Очевидно, что такія свойства верхняго слоя почвы, только что оставленной лѣсомъ, какъ нельзя лучше соотвѣтствуютъ требованіямъ развивающихся въ ней корневищъ перваго лугового сообщества. Корневище злаковъ, какъ органъ стеблевой, покрытый листовыми влагалищами съ неразвитыми листовыми пластинками-чешуями, требуетъ прежде всего безпрепятственнаго притока кислорода воздуха для своего дыханія; также и богатая, тонко развѣтвленная корневая система этихъ злаковъ требуетъ изобильнаго притока воздуха для дыханія — она не имѣетъ никакихъ приспособленій для полученія кислорода, кромѣ прямого, непосредственнаго его притока извнѣ.

Наконецъ, въ силу своего сравнительно значительнаго поперечника и несовершенныхъ приспособленій для прободанія почвы, — такъ какъ передній конецъ корневища покрытъ нѣжными свернутыми въ конусъ листочками-чешуйками, — этотъ органъ требуетъ также рыхлой среды для своего успѣшнаго роста, который совершается быстро вслѣдствіе благопріятныхъ условій влажности и питанія.

Вся рыхлая масса органическихъ остатковъ лѣсной почвы, какъ мы уже подробно разбирали при обсужденіи условій воднаго режима лѣсной почвы, является прекраснымъ приспособленіемъ какъ для успѣшнаго усвоенія атмосферныхъ осадковъ, для защиты ихъ отъ обратнаго испаренія въ атмосферу, такъ и для равномернаго снабженія ими нижележащей почвы, въ которой развиваются корни злаковъ.

Наряду съ этимъ и условія разложенія этого мертваго органическаго вещества также являются оптимальными для аэробнаго разложенія, причемъ часть органическихъ остатковъ — деревянистыхъ —

разрушается грибами, остатки же бурьянистой травянистой растительности разлагаются подъ вліяніемъ аэробныхъ бактерій, причемъ образуется значительное количество нитратовъ.

Аэробные процессы разложенія органическаго вещества протекають энергично, минерализація органическаго вещества происходитъ быстро, и очевидно, что подъ вліяніемъ обильнаго нисходящаго тока воды къ почвѣ безпрерывно притекаетъ обильная струя минеральныхъ питательныхъ веществъ — въ томъ числѣ и нитратовъ.

Въ полнѣйшемъ согласіи съ описанными условіями стоитъ и строеніе корневой системы корневищевыхъ злаковъ — они должны развить густую мелко развѣтвленную сѣть корней, чтобы возможно полно перехватить и использовать обильный потокъ растворенныхъ минеральныхъ питательныхъ веществъ.

Очевидно, что подъ вліяніемъ изобильнаго минеральнаго питанія и благопріятныхъ условій увлаженія масса органическаго вещества, создаваемого лугомъ въ его состояніи корневищеваго періода, должна быть велика, и наблюденіе вполнѣ подтверждаетъ этотъ выводъ. Здѣсь мы встрѣчаемся съ богатѣйшими зарослями злаковъ, и лугъ въ этомъ состояніи достигаетъ своей максимальной урожайности.

Интересно отмѣтить еще одну особенность луговыхъ растений этого періода. Подъ вліяніемъ энергичнаго аэробнаго бактеріальнаго разложенія органическаго травянистаго вещества поверхностнаго горизонта почвы притокъ азотистой пищи къ корнямъ злаковъ этой фазы развитія луга очень значителенъ; подъ вліяніемъ обильнаго азотистаго питанія развитіе вегетативныхъ органовъ этихъ растений происходитъ очень энергично, но опытъ учитъ насъ, что мы вправѣ ожидать при этихъ условіяхъ лишь скуднаго или несовершеннаго развитія воспроизводящихъ органовъ — сѣмянъ.

И въ дѣйствительности, сѣмена всѣхъ безъ исключенія злаковъ этого періода развиваются чрезвычайно несовершенно, и часто въ роскошно развитой метелкѣ напр. Вѣйника — *Calamagrostis epigeios* — мы находимъ лишь нѣсколько развитыхъ плодовъ, а у нѣкоторыхъ представителей злаковъ этого періода органы плодоношенія развиваются въ такомъ ограниченномъ количествѣ (и то не ежегодно, а лишь въ наиболѣе засушливые годы), что относительно нѣкоторыхъ, напр. Востреца сибирскаго — *Elymus pseudoagropyrum* — твердо сложилось народное повѣрье, что онъ никогда не цвѣтетъ и не приноситъ плодовъ.

При дальнѣйшемъ изученіи дерноваго процесса мы въ настоящей главѣ будемъ имѣть всюду въ виду ходъ этого процесса въ лѣсо-луговой или дерновоподзолистой зонѣ, въ которой изучаемый процессъ протекаетъ въ наиболѣе полной и наиболѣе чистой формѣ; съ

особенностями же дернового процесса, зависящими отъ условій другихъ почвенно-климатическихъ зонъ, мы познакомимся при изученіи соотвѣтствующихъ зонъ.

Основной особенностью лѣсо-луговой зоны, въ которой травянистая растительная формація представлена на огромной части площади *луговой* растительностью, является то обстоятельство, что періодъ покоя этихъ растений опредѣляется зимнимъ пониженіемъ температуры, а не лѣтнимъ періодомъ засухи, какъ это имѣетъ мѣсто въ настоящихъ степяхъ, и что этому періоду зимняго покоя растений предшествуетъ болѣе или менѣе влажный періодъ осени.

При установленіи понятія о влажности осенняго періода въ лѣсо-луговой зонѣ слѣдуетъ имѣть въ виду не столько абсолютное количество выпадающихъ въ это время года атмосферныхъ осадковъ, сколько возможность безпрепятственнаго проникновенія атмосферной воды въ почву. Дѣйствительно, въ это время года ливни представляютъ явленіе рѣдкое, преобладаютъ затяжные обложные дожди, часто выпадающіе въ формѣ мелкихъ капель; такая форма осадковъ способна длительно поддерживать значительную влажность верхнихъ слоевъ почвы. Къ вышесказанному присоединяется еще и незначительное напряженіе температуры дня, малая его продолжительность и долгія холодныя ночи, во время которыхъ испареніе воды почвою сводится къ нулю, особенно благодаря сильно выраженному въ это время года явленію образованія росы.

Ко всему этому присоединяется еще и то, что растительность, заканчивающая къ этому времени періодъ своей вегетаціи, также испаряетъ лишь незначительное количество воды.

Такимъ образомъ, въ концѣ осенняго періода мы имѣемъ поверхностные слои почвы, находящіеся въ состояніи *максимальнаго содержанія воды*, а такъ какъ вода въ почвѣ является естественнымъ антагонистомъ воздуха, то мы очевидно вправѣ сдѣлать заключеніе, что въ концѣ осенняго періода поверхностные слои почвы въ области лѣсо-луговой зоны находятся въ состояніи *минимальнаго содержанія воздуха, а слѣдовательно, и кислорода*.

Если мы представимъ себѣ состояніе почвы въ это время, то неминуемо придемъ къ заключенію, что вода въ почвѣ въ это время распредѣляется по волоснымъ промежуткамъ, вытѣсняя воздухъ въ болѣе широкіе неволосные промежутки, которые такимъ образомъ окажутся окруженными со всѣхъ сторонъ сѣтью заполненныхъ водою волосныхъ промежутковъ, и при такихъ условіяхъ воздухъ почвы будетъ совершенно лишенъ возможности передвигаться, другими словами—*условія вентиляціи почвы въ концѣ осенняго періода будутъ находиться въ состояніи минимума*.

Какъ разъ въ это время травянистая растительность луга пере-

ходить къ состоянію зимняго покоя, и этотъ переходъ знаменуется тѣмъ, что, какъ мы уже видѣли выше, всѣ части злаковъ, образовавшіеся втеченіе истекшаго лѣта цвѣтушіе и плодоносившіе стебли отмираютъ со всей корневой системой, развившейся изъ узла, давашаго эти стебли, и остаются живыми лишь сѣмена этихъ растений и неплодущіе укороченные вновь образовавшіеся стебли съ принадлежащей имъ, образовавшейся изъ одного съ ними узла, корневой системой.

Схема развитія ежегодно отмирающей и перезимовывающей массы органическаго вещества злаковъ представлена графически на нижеслѣдующемъ рисункѣ.

Сопоставляя все вышесказанное, мы должны придти къ заключенію, что въ условіяхъ лѣсо-луговой зоны вся масса образовавшагося за лѣто въ почвѣ органическаго вещества ежегодно отлагается въ ней въ отжившемъ — мертвомъ состояніи въ моментъ наибольшаго содержанія воды въ почвѣ и наименьшаго содержанія въ послѣдней кислорода, ибо то количество его, которое въ ней содержалось, будетъ быстро использовано разложеніемъ мертваго органическаго вещества.

Кромѣ того и на поверхности почвы отложится слой отжившихъ стеблей и листьевъ, которые будутъ прижаты къ землѣ снѣжнымъ покровомъ.

Очевидно, что осенью остатки луговыхъ растений вслѣдствіе условій аэраціи почвы могутъ разлагаться въ ней только подъ вліяніемъ анаэробнаго процесса, т. е. чрезвычайно медленно, такъ какъ образующаяся при этомъ разложеніи ульминовая кислота скоро положитъ предѣлъ этому процессу. Господствующій въ это время въ почвѣ нисходящій токъ воды не будетъ уносить достаточно быстро образующейся ульминовой кислоты, такъ какъ движеніе его по массѣ почвы будетъ крайне медленное, а въ массѣ плотнаго мертваго органическаго вещества, вслѣдствіе его огромной влагоемкости, будетъ еще медленнѣе.

Наступающіе зимніе холода скоро совсѣмъ прекратятъ разложеніе органическихъ остатковъ, вся масса мертваго органическаго вещества, отложившагося въ почвѣ, сохранится до весны почти безъ измѣненій, и кромѣ того подъ вліяніемъ мороза образовавшаяся ульминовая кислота перейдетъ въ нерастворимую въ водѣ модификацію — въ ульминъ.

При наступленіи весны условія разложенія органическихъ остатковъ въ почвѣ луга улучшатся лишь незначительно. Вода, переполнявшая почву луга послѣ схода снѣга, быстро разсѣется въ толщѣ почвы и частью испарится, но наступившія условія благопріятной аэраціи почвы не могутъ быть использованы полностью мертвымъ органическимъ веществомъ.

Съ наступленіемъ весны въ періодъ еще значительной влажности поверхности почвы начнется бурное аэробное разложеніе надземныхъ мертвыхъ остатковъ той-же прошлогодней растительности, и воздухъ, приходящій въ почву черезъ ея дневную поверхность, долженъ будетъ потерять значительную часть своего кислорода. Но и изъ-за оставшейся части кислорода мертвому органическому веществу почвы придется вступить въ суровую борьбу съ новыми поколѣніями живыхъ обитателей луга, которые находятся въ несомнѣнно болѣе выгодныхъ условіяхъ—они всегда расположены выше главной массы мертвого органическаго вещества, и воздухъ, прежде чѣмъ достигнуть горизонта скопленія мертвого органическаго вещества, долженъ пройти черезъ густую сѣть живыхъ органовъ растеній, жадно стремящихся поглотить кислородъ.

Прежде всего, въ самыхъ поверхностныхъ слояхъ находится масса осыпавшихся осенью спѣлыхъ сѣмянъ, которыя, прорастая и образуя потомъ вторичную корневую систему въ верхнихъ слояхъ почвы, будутъ поглощать кислородъ.

Далѣе, на нѣкоторой глубинѣ, но въ общемъ всегда выше мертвыхъ прошлогоднихъ остатковъ, располагается сѣть корневищъ новаго поколѣнія корневищевыхъ злаковъ, а надъ этой послѣдней быстро начинаютъ образовывать сѣть корневищъ поколѣнія будущаго года.

По общей схемѣ развитія *корневищевыхъ* злаковъ ось всякаго новаго побѣга развивается всегда перпендикулярно къ оси побѣга, изъ котораго развился новый побѣгъ.

Какъ это видно изъ схемы на рисункѣ и на фотографіи разрѣза естественной почвы и въ этой закономерности нельзя не видѣть естественнаго приспособленія растенія, избѣгающаго отложеннаго имъ же мертвого органическаго вещества — своего естественнаго противника въ потребности въ кислородѣ, и естественно это уклоненіе отъ конкуренціи противника должно быть ради цѣлесообразности направлено въ сторону, откуда притекаетъ кислородъ, т. е. къ поверхности почвы.

Въ результатѣ всѣхъ этихъ условій разложеніе мертвыхъ подземныхъ остатковъ корневищевыхъ злаковъ должно во всѣ времена года—весной, лѣтомъ и осенью—совершаться, главнымъ образомъ, при помощи анаэробныхъ организмовъ, т. е. весьма медленно, и становится понятнымъ, почему всегда при выкапываніи корневищъ злаковъ мы находимъ остатки двухъ или трехъ поколѣній ихъ, не потерявшихъ еще взаимную связь и съ сохранившимися мертвыми корнями на отмершихъ узлахъ.

Такимъ образомъ, съ самаго начала заселенія подзолистой почвы травянистой растительностью уже съ первой фазы развитія луга какъ

растительной формации — съ корневищеваго его періода, поверхностный горизонтъ почвы начинаетъ пріобрѣтать характерныя свойства дерновой почвы, и начинаетъ развиваться главный морфологическій признакъ этихъ почвъ — накопленіе въ нихъ мертваго органическаго вещества. Это послѣднее откладывается въ нихъ главнымъ образомъ въ формѣ неразложившихся органическихъ остатковъ корневищъ и корней злаковъ, но кромѣ этого структурнаго органическаго вещества въ такой почвѣ идетъ и накопленіе безструктурнаго перегноя — ульминовой кислоты, которая подъ вліяніемъ замерзанія почвы зимой откладывается въ видѣ аморфной массы ульмина, придающаго почвѣ характерную для луговыхъ земель темнобурю окраску, особенно ярко бросающуюся въ глаза на свѣжихъ разрѣзахъ весною, когда почва еще обильно увлажнена; позднѣе, лѣтомъ и послѣ обсыханія разрѣза цвѣтъ ульминовой кислоты маскируется выпадающими изъ раствора кремневой и титановой кислотой, придающими почвѣ характерный сѣрый оттѣнокъ.

Накопленіе неразложившагося мертваго органическаго вещества неразрывно связано съ накопленіемъ въ почвѣ и зольныхъ составныхъ элементовъ растительныхъ тканей, т. е. какъ разъ тѣхъ элементовъ, которые въ жизни растеній играютъ роль минеральныхъ, питательныхъ веществъ.

Эти вещества происходятъ отъ разложенія органическаго вещества лѣсной подстилки, такъ какъ хотя и очень сильно развѣтвленные, но внѣдряющіеся очень неглубоко въ почву, корни корневищевыхъ злаковъ проникаютъ лишь въ подзолистый горизонтъ почвы, гдѣ они не могутъ найти необходимыхъ для нихъ питательныхъ веществъ, выщелоченныхъ изъ этого горизонта предшествующимъ подзолообразовательнымъ процессомъ.

Очевидно, что при этихъ условіяхъ запасъ минеральной пищи для корневищевыхъ злаковъ является величиной, совершенно опредѣленно ограниченной запасомъ ея въ массѣ мертвой лѣсной подстилки, оставшейся послѣ лѣса. Но изъ этого запаса каждое поколѣніе корневищевыхъ злаковъ откладываетъ нѣкоторую часть въ формѣ органо-минеральныхъ веществъ въ мертвыхъ сохраняющихся въ почвѣ остаткахъ корневищъ и корней. Кромѣ того и часть органическаго вещества, откладываемая ежегодно на поверхности почвы въ видѣ мертвыхъ стеблей и листьевъ, находится далеко не всегда въ условіяхъ, благопріятствующихъ аэробному ея разложенію. Поверхностное ея расположеніе является причиной сильныхъ колебаній влажности ея, и въ бездождные періоды лѣта всякое разложеніе ея прекращается. Въ результатѣ такого прерывистаго разложенія поверхностнаго органическаго вещества, оно не разлагается цѣликомъ втеченіе года, и

начинается процессъ медленнаго накопленія мертваго органическаго вещества и надъ поверхностью почвы, что равносильно задержанію нѣ-котораго количества минеральныхъ питательныхъ веществъ въ формѣ, недоступной для усвоенія ихъ корнями корневищевыхъ злаковъ, корни которыхъ, подобно корнямъ большинства нашихъ культурныхъ злаковъ, могутъ усвоить минеральную пищу только изъ *минеральныхъ и притомъ окисленныхъ соединений*.

Сопоставляя все вышесказанное, мы должны придти къ неизбежному выводу, что при данныхъ условіяхъ корневищевый періодъ развитія луговой растительной формаціи не можетъ отличаться продолжительностью и что онъ долженъ быть тѣмъ короче, чѣмъ роскошнѣе было развитіе его представителей и, слѣдовательно, чѣмъ сильнѣе шелъ процессъ образованія ими органическаго вещества и отложенія минеральныхъ питательныхъ веществъ въ формѣ органо-минеральной.

Но, кромѣ этой причины, и другія условія развитія корневищевыхъ злаковъ и сами свойства подзолистой почвы, на которой происходитъ развитіе изучаемаго растительнаго сообщества, способствуютъ кратковременности его существованія.

Быстрое разрушеніе рыхлой, упругой лѣсной подстилки подъ вліяніемъ энергично протекающаго грибнаго аэробнаго процесса ея разложенія должно повлечь за собою не только прекращеніе притока удобоусвояемой минеральной пищи, но и обнаженіе корневищъ тѣхъ злаковъ, которые развили ихъ въ этой подстилкѣ. Развитіе корневищъ послѣ ихъ обнаженія отъ упругаго покрова лѣсной подстилки должно прекратиться, такъ какъ кромѣ обильнаго притока воздуха корневища злаковъ требуютъ для своего успѣшнаго развитія и равномерныхъ условій влажности, и колебанія послѣдней въ сторону минимума—въ сторону высыханія—являются критическими для ихъ развитія.

Съ исчезновеніемъ же лѣсной подстилки развившіяся въ ней корневища злаковъ какъ разъ и будутъ подвержены рѣзкимъ колебаніямъ влажности и первыми исчезнутъ изъ состава флоры смѣниваемаго лѣсъ корневищеваго луга, виды *Melica* и *Calamagrostis*, развивающіе лишь очень поверхностныя корневища.

Нѣсколько долѣе—года три-четыре,—держатся на такомъ лугу тѣ виды злаковъ, корневища которыхъ развиваются въ минеральной почвѣ — виды *Agropyrum repens*, *Br. inermis* и *Elymus pseud-agropyrum*.

Мы видѣли, что въ погонѣ за кислородомъ корневища каждаго новаго поколѣнія злаковъ развиваются нѣсколько выше горизонта отмершихъ корневищъ предыдущаго поколѣнія, но на этомъ пути корневища, приближаясь къ источнику кислорода — атмосферному

воздуху, все болѣе приближаются къ поверхностному горизонту почвы, гдѣ условія влажности достигаютъ все большихъ размаховъ колебаній, т. е. входятъ въ область, гдѣ одно изъ ихъ жизненныхъ условий — притокъ кислорода — будетъ находиться въ состояніи оптимума, но другое столь же важное жизненное условіе — влажность — будетъ все болѣе приближаться къ состоянію минимума.

Въ томъ же направленіи будутъ измѣняться и физическія свойства почвы, и притомъ это измѣненіе пойдетъ быстро.

Мы видѣли, что условія аэраціи лѣсной почвы въ ея поверхностномъ минеральномъ горизонтѣ въ первое время послѣ удаленія лѣса поддерживались остатками поверхностныхъ древесныхъ корней, находящихся въ состояніи разложенія. Но аэробное грибное разложеніе органическаго вещества протекаетъ быстро, и при немъ не образуется нерастворимыхъ въ водѣ органическихъ веществъ, могущихъ придать почвѣ то свойство, которое называется *прочностью строенія ея* и сущность котораго состоитъ въ томъ, что *почва пріобрѣтаетъ способность сопротивляться размывающему дѣйствию воды*; аэробный же бактеріальный процессъ разложенія травянистыхъ растительныхъ остатковъ, подъ вліяніемъ котораго почва пріобрѣтаетъ прочное комковатое строеніе, за короткое время своего прерывчатаго существованія въ почвѣ еще не успѣлъ оказать достаточно глубокаго вліянія на почву.

Поэтому, какъ только разложатся остатки поверхностныхъ древесныхъ корней, подзолистый горизонтъ почвы, ихъ окружавшій, подъ вліяніемъ дождевыхъ, а главное снѣговыхъ водъ осядетъ въ плотную раздѣльнозернистую массу, трудно проницаемую для воздуха въ сухомъ и совсѣмъ непроницаемую для него во влажномъ состояніи вслѣдствіе обильнаго содержанія тонкозернистой аморфной кремневой кислоты, заполняющей всѣ промежутки, послѣдніе въ подзолистой почвѣ всѣ безъ исключенія капиллярные, и при проникновеніи въ такую почву воды весь содержавшійся въ ней воздухъ или вытѣсняется, или замыкается непроницаемой водяной капиллярной стѣной.

Ясно, что при этихъ условіяхъ корневища, оказавшіяся вслѣдствіе осѣданія почвы очень близкими къ поверхности, будутъ всегда находиться въ одномъ изъ двухъ крайнихъ положеній. Или они будутъ лежать во влажной почвѣ, но при полномъ отсутствіи воздуха, или же воздухъ будетъ притекать къ нимъ свободно, но тогда окружающая ихъ почва будетъ слишкомъ сухою.

Такимъ образомъ дальнѣйшее существованіе сообщества корневищевыхъ злаковъ станетъ невозможнымъ, и оно принуждено уступить мѣсто другимъ растеніямъ, болѣе приспособленнымъ къ создавшимся условіямъ. Такимъ болѣе приспособленнымъ комплексомъ организмовъ

является сообщество т. наз. рыхлокустовыхъ злаковъ, и послѣ короткаго трехъ-четырехлѣтнаго существованія корневищеваго періода луговая растительная формація вступаетъ въ фазу рыхлокустового сообщества.

Рыхлокустовые злаки отличаются отъ злаковъ предыдущей группы тѣмъ, что всякій новый побѣгъ ихъ развивается подъ острымъ угломъ къ оси предыдущаго побѣга, причемъ новый побѣгъ всегда прободаетъ листовое влагалище того узла, изъ котораго онъ развился. Въ результатъ такого развитія получается рыхлый кустъ радіально расположенныхъ вокругъ одного центра сначала безплодныхъ, а на слѣдующій годъ плодущихъ, побѣговъ — въ годъ плодоношеній всякій побѣгъ окруженъ вѣнцомъ вегетативныхъ побѣговъ. Узлы кущенія рыхлокустовыхъ злаковъ располагаются въ самыхъ поверхностныхъ слояхъ почвы, и защитой ихъ отъ вредныхъ колебаній влажности служатъ остатки листьевъ и стеблей прошлогодняго поколѣнія остающихся на поверхности ихъ. Наиболее типичными представителями подобныхъ злаковъ являются всѣ виды райграссовъ — *Lolium perenne*, *L. multiflorum*, *Arrhenatherum elatius*, томифеевка — *Phleum pratense*, тонконогъ — *P. Boehmeri*, лѣсные мятлики — *Poa nemoralis*, *P. sterilis* и многіе другіе.

У этого типа злаковъ корневище, нуждающееся въ обильномъ притокѣ кислорода, въ своей длинѣ сведено до возможнаго минимума, и этимъ осуществляется возможность успѣшнаго развитія этихъ растений въ плотной почвѣ, въ которой существованіе корневищевыхъ растений уже невозможно.

Корневая система рыхлокустовыхъ злаковъ по существу не отличается отъ корней корневищевыхъ злаковъ — изъ каждаго узла при основаніи всякаго стебля выходитъ пучокъ корней, изъ которыхъ каждый снабженъ массой развѣтвленій, особенно въ своихъ верхнихъ концахъ, наиболее близкихъ къ поверхности почвы; но въ отличіе отъ корней корневищевыхъ злаковъ, достигающихъ глубины не болѣе 5—8 сантиметровъ, корни рыхлокустовыхъ злаковъ достигаютъ глубины 10—30 сантиметровъ.

Вдумываясь въ характеръ этихъ корней, мы должны придти къ заключенію, что они прежде всего приспособлены къ воспріятію своими мелкоразвѣтвленными верхними вѣтвями минеральной пищи, опускающейся въ формѣ раствора изъ верхнихъ слоевъ почвы; вмѣстѣ съ тѣмъ значительная длина ихъ и развѣтвленность на значительной глубинѣ заставляютъ придти къ заключенію, что часть своей пищи они принуждены искать въ болѣе глубокихъ слояхъ.

Этой послѣдней пищей, извлекаемой корнями съ нѣкоторой глубины, можетъ быть только фосфоръ, который весь выщелоченъ изъ

подзолистаго горизонта и отложенъ богатымъ запасомъ въ ортштейновомъ горизонтѣ въ видѣ фосфатовъ кальція и желѣза, т. е. въ формѣ легкодоступной непосредственному воспріятію корневой системой. Мы уже видѣли, что все количество фосфора, содержащееся въ остаткахъ отмершаго лѣса, переведено въ форму органоминеральныхъ веществъ воздѣйствіемъ предыдущаго сообщества корневищевыхъ злаковъ, и въ такомъ видѣ этотъ запасъ фосфора совершенно недоступенъ корнямъ обычныхъ растеній.

Здѣсь уместно упомянуть, что питаніе растеній калиемъ и круговоротъ этого элемента въ почвѣ еще совершенно не выясненъ, и по этой причинѣ вопросъ о питаніи растеній и растительныхъ сообществъ калиемъ нами совершенно не затрагивается.

Мы помнимъ, что кромѣ фосфора въ ортштейновомъ горизонтѣ сосредоточены большіе запасы азота, извести, марганца и желѣза. Несомнѣнно, что три послѣдніе элемента могутъ черпаться сообществомъ рыхлокустовыхъ злаковъ изъ этого запаса, но подробное выясненіе условій питанія этими элементами въ виду большой распространенности ихъ въ природѣ не представляетъ большого интереса.

Что касается запаса азота въ ортштейновомъ горизонтѣ, то не подлежитъ никакому сомнѣнію что для корней рыхлокустовыхъ злаковъ этотъ азотъ совершенно бесполезенъ, такъ какъ находится въ органической формѣ—въ видѣ азота апокреновой кислоты, и такъ какъ это соединеніе расположено въ области полнаго господства анаэробіозиса, то оно и не можетъ быть переведено вліяніемъ бактерій въ формы минеральнаго азота.

Но величина урожайности луга въ фазѣ рыхлокустового сообщества, достигающая въ этотъ періодъ своей максимальной величины, указываетъ на существованіе обильнаго источника питанія луговыхъ растеній азотистой пищей.

Единственнымъ источникомъ удовлетворенія потребности луга въ азотѣ является роскошное развитіе на немъ втеченіе этого періода бобовыхъ растеній, представленныхъ обильно экземплярами видовъ клеверовъ (*Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. arvense*, *T. Lupinaster*), чины (*Lathyrus pratensis*), вики (*Vicia cracca*, *V. sepium*), лядвенца (*Lotus corniculatus*), люцерны (*Medicago falcata*). Всѣ эти растенія усвояютъ свободный атмосферный азотъ, питаніе же другими минеральными веществами для нихъ обезпечено благодаря мощности ихъ корневой системы, достигающей богатыхъ запасовъ ортштейноваго горизонта.

Мертвые остатки этихъ растеній отлагаются на поверхности луга, подвергаются здѣсь частью аэробному разложенію, въ результатъ котораго поверхностные горизонты снабжаются не только минеральной азотистой пищей, но и значительнымъ количествомъ другихъ минеральныхъ питательныхъ веществъ, усвоенныхъ въ ортштейновомъ горизонтѣ и обра-

щенныхъ въ удобоусвояемую форму, благодаря полной минерализаціи органическаго вещества аэробнымъ процессомъ разложенія.

Для уловленія этого тока минеральной пищи и необходима густо-развѣтвленная поверхностная сѣть корней рыхлокустовыхъ злаковъ.

Съ наступленіемъ рыхлокустового періода луговой растительной формаціи начинается наиболѣе интенсивное воздѣйствіе луговой растительности на почву. Вслѣдствіе лучшей приспособленности растений этого періода къ питанію въ условіяхъ подзолистой почвы, которая играетъ какъ-бы роль материнской породы по отношенію къ вновь образуемому горизонту дерновой почвы, начинается усиленное перенесеніе запаса фосфорной кислоты изъ горизонта орштейна въ верхній дерновый горизонтъ и закрѣпленіе ея тамъ въ формѣ органо-минеральныхъ соединений сохраняющихся растительныхъ остатковъ. Въ такой же формѣ сохраняется и азотъ, которымъ почва обогащается, благодаря усвоенію его изъ атмосферы дѣятельностью растений изъ семейства мотыльковыхъ.

Одновременно съ этимъ обогащеніемъ верхняго горизонта дерновой почвы начинаетъ развиваться и другой ея признакъ—чисто морфологическаго характера: бывшій ранѣе совершенно безструктурнымъ, подзолистый горизонтъ начинаетъ постепенно пріобрѣтать характерное *прочное комковатое строеніе*.

Ежегодно вся масса мелкоразвѣтвленныхъ мочковатыхъ корней луговыхъ злаковъ отмираетъ и замѣняется такою-же массою новыхъ корней. Очевидно, что весь горизонтъ распространенія корней ежегодно пронизывается безчисленнымъ количествомъ трубочекъ. При постепенномъ прободаніи почвы корнемъ и при дальнѣйшемъ его утолщеніи во время роста стѣнки этихъ трубочекъ уплотняются, и наиболѣе сильное уплотненіе стѣнокъ корневыхъ трубочекъ будетъ очевидно въ области непосредственнаго давленія корня, а слѣдовательно и наиболѣе сильно выраженные капиллярныя свойства почвы будутъ сосредоточены на периферіи корневой трубочки.

Пока корень живъ и всасываетъ воду изъ почвы, это наибольшее напряженіе волосныхъ свойствъ почвы въ непосредственной близости къ корню опредѣляетъ направленіе передвиженія воды изъ менѣе уплотненныхъ областей почвы къ болѣе плотнымъ ея участкамъ по периферіи корней, и слѣдовательно устанавливается капиллярный токъ воды къ всасывающимъ участкамъ корневой системы.

Но какъ только корень отмираетъ, такъ тотчасъ прекращается этотъ токъ и, наоборотъ, плотные участки почвы по периферіи корневыхъ трубочекъ начинаютъ жадно поглощать и всасывать продукты разложенія корня. Въ зависимости отъ характера разложенія корня и отбросы біологическаго происхожденія будутъ различны.

Въ области анаэробнаго разложенія корней этимъ отбросомъ будетъ ульминовая кислота, которая растворяется въ водѣ, образуемой при томъ же разложеніи, и жадно будетъ впитываться стѣнками корневыхъ трубочекъ. При послѣдующемъ зимнемъ замерзаніи почвы ульминовая кислота перейдетъ въ состояніе нерастворимаго ульмина и плотно склеитъ стѣнки трубочекъ, сдѣлавъ ихъ трудно доступными размыванію водой.

Въ тѣхъ случаяхъ, какъ это бываетъ въ верхнихъ горизонтахъ почвы, когда періодически наступаютъ условія аэробнаго разложенія, біологическимъ отбросомъ этого разложенія является гуминовая кислота. По мѣрѣ своего образованія эта кислота нейтрализуется одновременно образующимся амміакомъ, давая легкорастворимую въ водѣ гуминово-амміачную соль. Растворъ этой соли будетъ также жадно всасываться поверхностью корневыхъ трубочекъ. Но гуминово-амміачная соль представляетъ одно ихъ самыхъ нестойкихъ соединеній почвы: амміакъ, содержащійся въ ней при благопріятныхъ условіяхъ нейтральной реакціи, которою обладаетъ эта соль, немедленно подвергается дальнѣйшему окисленію подъ вліяніемъ аэробныхъ бактерій, обращаясь въ азотистую и азотную кислоты.

Гуминовая кислота, входившая въ составъ гуминово-амміачной соли, при этой реакціи выпадаетъ въ формѣ денатурированной ея разности—нерастворимаго въ водѣ гумина, который такъ же прочно, какъ и ульминъ, склеитъ частицы почвы.

Образующаяся азотная кислота отчасти нейтрализуется, вытѣсняя угольную кислоту изъ одновременно образующихся при аэробномъ разложеніи карбонатовъ основаній, входившихъ въ составъ зольныхъ элементовъ растительныхъ остатковъ, отчасти же азотная кислота вытѣсняетъ гуминовую кислоту изъ неуспѣвшей еще разложиться гуминово-амміачной соли, и въ результатѣ этой реакціи также получится гуминъ.

Въ томъ случаѣ, когда растворъ гуминово-амміачной соли попадетъ въ условія анаэробіозиса, что можетъ случиться, когда эта соль при быстромъ движеніи воды по трещинамъ почвы будетъ увлечена въ болѣе глубокіе горизонты почвы или когда растворъ ея капиллярнымъ токомъ воды будетъ увлеченъ за предѣлы аэробіозиса въ область анаэробнаго разложенія, тогда эта соль подвергнется также распаду, но съ тою разницей, что входящій въ ея составъ амміакъ, не будетъ окисленъ въ азотную кислоту, а распадется на азотъ и водородъ подъ вліяніемъ анаэробныхъ бактерій. Но и въ этомъ случаѣ также выдѣлится въ свободномъ состояніи гуминъ, который такъ же какъ и въ первомъ случаѣ склеитъ частицы почвы между собой.

Мы увидимъ дальше, что въ случаѣ ярко выраженного длитель-

наго существованія аэробныхъ условій въ почвѣ образующійся нейтральный гуминъ также быстро подвергается полному разложенію, распадаясь на угольную кислоту и воду и азотную кислоту, но въ условіяхъ лѣсо-луговой зоны и особенно въ почвѣ луга, не подвергающейся искусственной обработкѣ, условія аэробіозиса создаются въ почвѣ только какъ преходящее явленіе, и періоды господства анаэробіозиса представляютъ господствующія и, какъ мы увидимъ далѣе, быстро прогрессирующія явленія.

Въ результатѣ всѣхъ вышеразобранныхъ явленій въ почвѣ подъ покровомъ луговой растительности создается два рода явленій.

Во-первыхъ, вслѣдствіе отложенія нерастворимыхъ въ водѣ ульмина и гумина минеральныя частицы почвы склеиваются, пріобрѣтая способность все болѣе и болѣе сопротивляться размывающему дѣйствию воды, и во—вторыхъ, почва подъ лугомъ пріобрѣтаетъ *комковатое строеніе*, которое подъ вліяніемъ указаннаго явленія становится *прочнымъ*.

Подъ вліяніемъ ежегодно вновь образующихся и ежегодно отмирающихъ корней злаковъ почва луга пронизывается безчисленными трубочками, и въ ней создается безчисленное количество поверхностей наименьшаго сопротивленія, проходящихъ по осямъ этихъ корней трубочекъ.

Вслѣдствіе этого при всякихъ малѣйшихъ измѣненіяхъ всей массы поверхностныхъ слоевъ почвы въ объемѣ, происходящихъ при высыханіи и увлажненіи ихъ и въ еще большей степени при замерзаніи и оттаиваніи почвы, весь горизонтъ, подвергшійся воздѣйствію корней луговыхъ злаковъ, раздѣляется на многогранныя отдѣльности, на *комки* — *почва луга пріобрѣтаетъ прочное комковатое строеніе*.

При изученіи развитія первой фазы луговой растительной формациі — ея корневищеваго періода — мы уже познакомились съ причинами, дающими въ лѣсо-луговой зонѣ первый толчекъ къ началу господства анаэробіозиса. Само собою разумѣется, что эти причины, какъ зависящія отъ разсмотрѣнныхъ соотношеній между основными условіями климата и характеромъ господствующей травянистой растительности, остаются и при наступленіи второй фазы развитія луговой растительной формациі — ея рыхлокустового періода.

Однако условія, приводящія къ чрезвычайно быстрому развитію анаэробнаго разложенія органическаго вещества въ первомъ случаѣ, являются нѣсколько ослабленными во второмъ случаѣ.

Прежде всего, во второмъ случаѣ отсутствуетъ масса корневищъ, расположенныхъ всею своею длиной на нѣкоторой глубинѣ въ почвѣ и прикрытыхъ сверху сѣтью такихъ же корневищъ второго, третьяго и т. д. поколѣній, какое расположеніе, какъ мы видѣли, въ сильной

степени способствуетъ задержанію притока кислорода воздуха къ мертвому органическому веществу. Здѣсь мы уже встрѣчаемся съ мертвымъ органическимъ веществомъ подземной части стеблей рыхлокустовыхъ злаковъ, расположенныхъ равномерно разсѣяннымъ въ поверхностномъ горизонтѣ почвы слоемъ. Такое расположение несомнѣнно болѣе благопріятно для аэробнаго разложенія, которое задерживается только періодомъ высыханія органическихъ остатковъ, въ остальное же время идетъ энергично, снабжая новое поколѣніе злаковъ обильной минеральной и азотистой пищей.

Но зато обильноразвивающіеся корни злаковъ, заключенные въ массу почвы, этимъ самымъ аэробнымъ разложеніемъ, совершающимся на поверхности почвы, обрекаются на долгій періодъ анаэробнаго разложенія.

До нѣкоторой степени разложеніе корневой массы облегчается и пріобрѣтеннымъ прочнымъ комковатымъ строеніемъ почвы. По мѣрѣ накопленія органическаго безструктурнаго вещества въ массѣ комковъ послѣдніе все болѣе пріобрѣтаютъ способность увеличиваться въ объемѣ, набухать во влажномъ состояніи и уменьшаться въ объемѣ при высыханіи,—ибо это свойство въ сильнѣйшей степени присуще мертвому органическому веществу. При весеннемъ увлажненіи почвы всѣ комки ея находятся въ набухомъ состояніи, и вся масса верхняго горизонта почвы увеличивается въ объемѣ. Въ это время въ сырой почвѣ идетъ усиленное развитіе корней злаковъ, и вновь развившіеся корни какъ бы закрѣпляютъ до извѣстной степени объемъ почвы, въ которомъ они развились. Поэтому при лѣтнемъ высыханіи почвы комки ея, уменьшаясь въ объемѣ, поддерживаются въ прежнемъ положеніи сѣтью живой упругой корневой системы злаковъ, и почва естественнымъ путемъ пріобрѣтаетъ рыхлость, способствующую проникновенію въ нее кислорода воздуха и обеспечивающую аэробное разложеніе органическихъ остатковъ.

Подъ вліяніемъ аэробнаго разложенія почва во время разсма-
ваемого періода луговой растительной формаціи окрашивается образующейся гуминовой кислотой въ черный цвѣтъ, маскирующій бурый цвѣтъ количественно преобладающей ульминовой кислоты.

Но несмотря на періодическое господство аэробіозиса въ почвѣ рыхлокустового луга, все-таки втеченіе долгаго періода осеннихъ дождей и втеченіе всей ранней весны въ ней господствуютъ ясно выраженные условія анаэробіозиса, и всякое новое поколѣніе отмирающаго вещества сразу попадаетъ въ условія анаэробіозиса.

Въ результатѣ всей этой совокупности условій въ почвѣ луга, хотя медленно, но неуклонно происходитъ нарастаніе количества органическаго вещества, какъ въ состояніи растительныхъ остатковъ, такъ и въ видѣ аморфныхъ безструктурныхъ гумина и ульмина.

Здѣсь уместно упомянуть, что кромѣ описанной выше реакціи образованія гумина изъ гуминово-амміачной соли возможна, хотя и въ значительно меньшемъ размѣрѣ, реакція обмѣна между гуминово-амміачной солью и происходящими отъ минерализаціи органическихъ остатковъ карбонатами, сульфатами, нитратами и фосфатами извести, магнезіи, желѣза, марганца и щелочныхъ металловъ, причемъ образуются амміачныя соли соотвѣтствующихъ кислотъ и гуминово-кислыя соли упомянутыхъ основаній. Изъ этихъ послѣднихъ солей всѣ, кромѣ солей щелочныхъ металловъ, въ водѣ нерастворимы и войдутъ въ составъ аморфнаго перегноя; щелочныя же соли, какъ растворимыя въ водѣ, будутъ проникать въ глубжележащіе слои почвы, пока не будутъ разрушены или дѣятельностью корней, усвоящихъ калий, или вліяніемъ сѣрной кислоты, которая должна освободиться изъ сѣрно-амміачной соли, образованіе которой мы видѣли выше, при дѣйствіи на нее бактерій, нитрафицирующихъ амміакъ солей.

Процессъ накопленія количества мертвого органическаго вещества въ почвѣ и идущій параллельно съ нимъ процессъ нарастанія сгущенія условій анаэробіозиса въ почвѣ луга идутъ не равномерно, а прогрессивно увеличиваясь въ своей интенсивности.

Причина этой прогрессивности совершающихся измѣненій лежитъ въ отношеніяхъ мертвого органическаго вещества къ водѣ.

Мертвое растительное органическое вещество обладаетъ чрезвычайно высокою влагоемкостью, или способностью впитать и удержать съ чрезвычайно силой количество воды, приблизительно въ четыре раза превышающее его первоначальный объемъ въ сухомъ состояніи. Это касается мертвого органическаго вещества, сохранившаго свое первоначальное клѣтчатое состояніе: въ случаѣ же аморфнаго безструктурнаго нерастворимаго въ водѣ перегноя мы имѣемъ измѣненіе въ объемѣ, измѣряемое нѣсколько разъ десятикратнымъ первоначальнымъ объемомъ сухого вещества.

Простое вычисленіе показываетъ, что если мы примемъ только четырехкратное увеличеніе въ объемѣ сухого органическаго вещества при полномъ насыщеніи его влагоемкости, то, принявъ въ соображеніе удѣльный вѣсъ минеральной части почвы, получимъ, что минеральная почва, занимавшая ранѣе 100 объемовъ, при содержаніи 1%, 2%, 3%, 5% органическихъ остатковъ въ состояніи полного насыщенія водой будетъ занимать 110, 121, 125, 150 такихъ же объемовъ; при 10% органическихъ остатковъ — 200 объемовъ; при 20% органическихъ остатковъ — 300 объемовъ и при содержаніи 50% органическихъ остатковъ — 600 объемовъ первоначальной минеральной почвы; или иначе — въ почвѣ, содержащей 1, 2, 3, 5 вѣсовыхъ % органическихъ остатковъ во влажномъ состояніи, минеральная часть будетъ

составлять 90, 81, 78, 63 объемных $\%$; при 10 вѣсовых $\%$ органическихъ остатковъ минеральная часть займетъ 45 объемныхъ $\%$; при 20 вѣсовых $\%$ органическихъ остатковъ минеральная часть займетъ 27 объемныхъ $\%$; при 50 вѣсовых $\%$ органическихъ остатковъ минеральная часть займетъ 9 объемныхъ $\%$.

Если припомнить, что скважность минеральной почвы выражается величиной, близкой къ 25 $\%$, то станетъ яснымъ, что уже при содержаніи въ почвѣ 3 $\%$ органическихъ остатковъ, въ такой почвѣ при состояніи полного ея насыщенія водою всѣ минеральные элементы будутъ разобщены органическимъ веществомъ и всѣ безъ исключенія промежутки будутъ заполнены разбухшимъ въ водѣ органическимъ веществомъ. Этимъ объясняется то явленіе, что часто весною и осенью, при значительной влажности, почва луга кажется чрезвычайно богатой органическимъ веществомъ и окрашенной въ темный, иногда почти черный, цвѣтъ, но та же почва послѣ высыханія сразу становится свѣтло-сѣрой, и органическое вещество кажется почти исчезнувшимъ.

Мы уже упоминали выше, что большая влагоемкость среды неразрывно связана съ медленностью капиллярнаго движенія воды; очевидно, что разъ съ увеличеніемъ количества органическихъ остатковъ въ почвѣ количество поглощаемой ею воды возрастаетъ въ четверной пропорціи, быстрота же движенія воды въ массѣ почвы остается безъ измѣненія или даже дѣлается меньше вслѣдствіе уплотненія органическихъ остатковъ, стремящихся раздвинуть минеральныя частицы почвы при своемъ отложеніи, то и періоды полного замыканія всѣхъ промежутковъ почвы водою во время влажныхъ періодовъ года будутъ растягиваться на прогрессивно возрастающіе промежутки времени.

Такимъ образомъ быстро надвигается такое время, когда въ промежуткахъ между выпадающими дождями или вообще между періодами увлажнения почвы луга послѣдняя не успѣваетъ настолько высохнуть, чтобы органическое вещество, уменьшившись въ объемѣ, сдѣлало-бы возможнымъ проникновеніе въ почву луга воздуха настолько, чтобы обезпечить существованіе аэробіозиса въ болѣе глубокихъ ея слояхъ, для чего необходимо энергичное провѣтриваніе, ибо при медленномъ токѣ воздуха въ почву весь кислородъ его успѣетъ быть поглощеннымъ аэробнымъ процессомъ самыхъ поверхностныхъ слоевъ почвы. Наступаетъ неизбежное въ условіяхъ лѣсо-луговой зоны полное господство анаэробіозиса въ почвѣ луга, находящагося подъ покровомъ сообщества рыхлокустовыхъ злаковъ.

Но наступленіе этого періода не такъ быстро, какъ это было въ предыдущемъ случаѣ, вызываетъ смѣну растительной формаціи. Измѣненія, вызываемыя наступленіемъ періодовъ безраздѣльнаго гос-

подства анаэробіозиса въ самой почвѣ, какъ явленія, обусловленные причинами біологическаго характера, происходятъ медленно и постепенно, а не такъ стремительно, какъ мы это видѣли при изученіи корневищеваго періода луга, гдѣ механическое осѣданіе почвы происходитъ сразу, какъ только истлѣютъ остатки лѣса; эти же послѣдніе разрушаются только подъ вліяніемъ аэробнаго процесса, который, какъ мы уже видѣли выше, протекаетъ энергично въ противоположность медленному процессу анаэробнаго разложенія.

Кромѣ того и у представителей настоящаго растительнаго сообщества вся масса органовъ, требующихъ особенно обильнаго притока кислорода,—узлы кущенія сосредоточены въ самыхъ поверхностныхъ слояхъ почвы, корневища же у нихъ отсутствуютъ.

Въ то время, какъ при смѣнѣ деревянистой растительности лѣса травянистой растительностью луга характеръ микрофлоры поверхностнаго горизонта почвы измѣнился — микрорастительная формація грибовъ лѣсной подстилки совершенно исчезла и замѣнилась микрорастительною формаціей аэробныхъ бактерій, населеніе болѣе глубокихъ горизонтовъ почвы осталось безъ измѣненія. Условія развитія микрорастительной формаціи анаэробныхъ бактерій не только не ухудшились, но скорѣе измѣнились къ лучшему. Исчезла рѣзко-кислая реакція верхняго подзолистаго горизонта, благодаря исчезновенію креновой кислоты, смѣнился энергичный нисходящій токъ воды въ лѣсной почвѣ, токъ, который при усиленіи его скорости всегда грозилъ вынести въ горизонтъ развитія анаэробныхъ бактерій креновую кислоту изъ верхняго горизонта.

Органическое вещество прежде доходило сюда въ формѣ, растворимой въ водѣ, и, слѣдовательно, зависѣло въ своемъ количественномъ притокѣ отъ быстроты тока воды, то приносившаго слишкомъ медленно источникъ жизненной энергіи, то проносившаго его слишкомъ быстрой струей мимо центровъ бактеріальной жизни, могущихъ использовать его вполне лишь при опредѣленной скорости движенія тока.

При измѣнившихся условіяхъ органическое вещество достигаетъ очага анаэробной жизни въ формѣ корней, отмирающихъ здѣсь и остающихся на мѣстѣ въ видѣ органическихъ остатковъ, нерастворимыхъ въ водѣ. И развиваясь по направленію залеганія этихъ мертвыхъ корней, анаэробная жизнь постепенно завоевываетъ все болѣе и болѣе поверхностные горизонты почвы.

Правда болѣе замедленный темпъ нисходящаго движенія воды въ почвѣ затрудняетъ освобожденіе среды отъ ульминовой кислоты и даже, въ моменты высыханія поверхности луга, нисходящій токъ воды можетъ смѣниться восходящимъ, возвращающимъ въ горизонтъ

анаэробіозиса все то, что было изъ него выщелочено незадолго до возникновенія восходящаго тока. Но такого рода условія возможны только въ началѣ развитія рыхло-кустового луга. По мѣрѣ накопленія органическаго вещества въ поверхностныхъ слояхъ луга, благодаря огромной влагоемкости органическихъ остатковъ, въ поверхностныхъ горизонтахъ задерживается достаточное количество воды для обезпеченія правда очень медленнаго, но постояннаго нисходящаго тока воды, медленно уносящаго ульминовую кислоту и не вносящаго кислорода воздуха.

Вслѣдствіе всѣхъ этихъ причинъ анаэробный процессъ, шедшій въ началѣ развитія луговой формации лишь короткими урывками и этимъ способствовавшій лишь накопленію органическихъ остатковъ, но не могшій за краткостью времени своего прерывчатаго существованія оказывать болѣе глубокаго воздѣйствія на среду, въ которой онъ развивался, скоро начинаетъ переходить въ стадію непрерывной жизнедѣятельности и благодаря этому начинаетъ оказывать глубокое вліяніе на среду, въ которой онъ протекаетъ.

Мы уже видѣли выше, что дѣятельность формации анаэробныхъ бактерій сказывается на средѣ, въ которой она протекаетъ, двоякимъ вліяніемъ. Идетъ прогрессивное накопленіе органическаго вещества, какъ въ формѣ органическихъ остатковъ, такъ и въ видѣ аморфнаго ульмина, и рядомъ съ этимъ процессомъ происходитъ возстановленіе всѣхъ тѣхъ элементовъ почвы, которые способны къ такому возстановленію. Такими элементами оказываются свободная окись желѣза, апокренатъ окиси желѣза, фосфорно-кислое желѣзо и сѣрно-кислое желѣзо. Мы уже видѣли, что такое измѣненіе почвы рѣзко проявляется измѣненіемъ цвѣта почвы, и въ настоящемъ случаѣ посвѣтлѣніе почвы не ограничивается только глеевымъ горизонтомъ, а захватываетъ и ортштейновый горизонтъ. Кромѣ того приходится наблюдать и образованіе свободной сѣры, образующейся изъ бѣлковыхъ соединений отмершихъ корней растеній подъ вліяніемъ жизнедѣятельности анаэробныхъ бактерій.

Ясно, что происшедшія въ составѣ почвы перемѣны не могутъ не оказать вліянія на условія питанія высшаго растительнаго сообщества, покрывающаго поверхность луга.

Рыхло-кустовые злаки, изъ которыхъ нѣкоторые, какъ тимOFFEEVKA (*Phleum pratense*), англійскій райграссъ (*Lolium perenne*), итальянскій райграссъ (*Lolium multiflorum*), французскій райграссъ (*Arrhenatherum elatius*), ежа (*Dactylis glomerata*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), культивируются на полевыхъ угодіяхъ, предъявляютъ къ необходимымъ для нихъ минеральнымъ питательнымъ веществамъ совершенно такія же опредѣленные требованія, какъ и

большинство нашихъ культурныхъ растеній. Эти вещества должны находиться въ такъ называемой усвояемой формѣ, т. е. они должны быть представлены *минеральными окисленными соединеніями*.

Ни изъ органическихъ соединеній, ни изъ закисныхъ минеральныхъ соединеній эти вещества не могутъ быть усвоены вышеназванной группой растеній.

Бобовыя растенія, играющія во время жизни луга въ его рыхлокустовомъ состояніи чрезвычайно важную роль, предъявляютъ къ питательнымъ минеральнымъ веществамъ тѣ-же требованія, но кромѣ того для ихъ развитія необходимъ безпрепятственный доступъ азота къ корнямъ.

Пока въ поверхностномъ слоѣ почвы луга еще идутъ ярко выраженные процессы аэробнаго разложенія и пока одновременно, подъ вліяніемъ колебаній влажности поверхности луга, возможно временами проникновеніе воздуха и временно усиливающейся нисходящій токъ воды, приносящій минеральныя соли въ область распространенія корней—до тѣхъ поръ возможно, хотя и скудное, существованіе прежней флоры.

Но какъ только поверхность луга покроеется сплошнымъ покровомъ мертваго органическаго вещества, удерживающаго такое большое количество воды, что поверхность почвы не успѣваетъ просыхать въ промежутки отъ дождя до дождя, такъ подъ вліяніемъ медленности тока воды въ органическомъ веществѣ окисленныя минеральныя соли, освобождающіяся на поверхности луга, успѣютъ перейти въ восстановленныя соединенія, прежде чѣмъ онѣ дойдутъ до области распространенія корней, а нитраты будутъ разрушены, подвергаясь тому-же восстановительному дѣйствию анаэробныхъ бактерій. Запасъ минеральной пищи ортштейноваго горизонта также сталъ недоступнымъ—фосфаты окиси желѣза перешли въ фосфаты закиси желѣза, а азотъ апокренатовъ, какъ органическая форма, всегда былъ недоступенъ, какъ пища, этимъ растеніямъ.

Первыми вымираютъ въ этой вновь создавшейся обстановкѣ бобовыя растенія, а за ними постепенно слѣдуютъ и злаки, и на мѣсто вымершаго растительнаго сообщества появляется новое, въ высшей степени постепенно смѣняющее также постепенно исчезающихъ представителей рыхло-кустового періода луговой растительной формации.

Обыкновенно длительный періодъ сообщества рыхло-кустовыхъ злаковъ, занимавшій территорію втеченіе 7—15 лѣтъ, смѣняется еще болѣе долгимъ существованіемъ новаго сообщества плотно-кустовыхъ злаковъ, существующихъ иногда втеченіе десятилѣтій. Но иногда между этими двумя фазами эволюціи дерноваго процесса какъ-бы

вклинивается новое растительное сообщество, которое, какъ мы увидимъ далѣе, при изученіи почвенныхъ образованій поймы, можетъ при извѣстной комбинаціи условій широко и длительно завоевать территорію.

Это новое сообщество представлено злаками, не имѣющими рѣзко выраженныхъ внѣшнихъ морфологическихъ признаковъ; они могутъ принадлежать и къ типу корневищевыхъ злаковъ, и къ типу рыхло-кустовыхъ злаковъ; въ большинствѣ случаевъ эти злаки отличаются крупными размѣрами и при укосѣ даютъ очень объемистую массу сѣна, но сѣна чрезвычайно легкаго.

Представителями этого сообщества злаковъ могутъ служить *Glyceria aquatica*, *Gl. fluitans*, *Molinia coerulea*, *Catabrosa aquatica*, *Poa Chaixii*, *Scolochloa festucacea*, *Arundo donax*, *Phragmites communis*, *Diglyphis arundinacea* и др.

Характернымъ признакомъ, соединяющимъ всѣхъ этихъ разнообразныхъ представителей злаковъ въ члены сообщества одного типа является существованіе у всѣхъ ихъ хорошо развитыхъ обширныхъ межклеточныхъ промежутковъ, то сливающихся въ обширные, ясно выраженные воздухоносные каналы (*Phragmites*), то раздѣленныхъ тонкостѣнными клетками и образующихъ параллельные пучки воздухоносной ткани—аэренхимы. Существованіе этой аэренхимы или воздухоносныхъ каналовъ и является причиной того, что сѣно тѣхъ изъ этихъ растеній, которыя скашиваются на кормъ, обладаетъ очень большимъ объемомъ при маломъ вѣсѣ, они даютъ «легкое» сѣно.

Благодаря существованію тѣхъ-же воздухоносныхъ тканей и полостей, нижнія части стеблей этихъ растеній, ихъ корневища и корни отличаются гораздо большею толщиной, чѣмъ у представителей предыдущихъ сообществъ луговой растительной формации.

Если сдѣлать разрѣзъ почвы луга, заселеннаго представителями изучаемаго сообщества, то мы увидимъ, что на голубовато или зеленовато-сѣромъ фонѣ почвы, окись желѣза которой возстановлена въ закись желѣза, рѣзко бросаются въ глаза красныя или желтыя колечки и жилки, которое имѣютъ характерное направленіе и развѣтвленіе корней, углубляющихся въ почву. При внимательномъ изслѣдованіи мы найдемъ, что въ дѣйствительности каждый живой корень этихъ растеній окруженъ какъ-бы чехломъ красной или желтой почвы, рѣзко выдѣляющейся на общемъ сѣромъ фонѣ почвы. Красный цвѣтъ этихъ участковъ почвы зависитъ отъ того, что въ нихъ соединенія желѣза находятся въ формѣ окиси.

Ко всему вышесказанному слѣдуетъ добавить, что растенія этого сообщества развиваются особенно хорошо, часто достигая

степени чистыхъ зарослей, занимающихъ иногда площади въ десятки и сотни десятинъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда совершенно ясна комбинація двухъ непремѣнныхъ условій—ясно выраженнаго полного господства анаэробіозиса въ почвѣ и притока растворенныхъ въ водѣ минеральныхъ соединеній питательныхъ веществъ.

Сопоставляя всѣ вышеописанныя условія существованія разсматриваемаго сообщества, мы должны придти къ тому, что, благодаря ярко выраженному существованію воздухоносной ткани, растенія этого сообщества проводятъ кислородъ воздуха къ своей корневой системѣ и, окисляя возстановленные закисныя соединенія, въ формѣ которыхъ содержится минеральная пища ихъ въ почвѣ, сами готовятъ необходимую для нихъ форму минеральныхъ соединеній.

Здѣсь возможно еще допущеніе, что растенія эти, приводя къ почвѣ кислородъ, создаютъ въ непосредственной близости къ своимъ корнямъ условія аэробіозиса, при которыхъ возможна минерализація накопившагося органическаго вещества почвы, благодаря дѣятельности аэробныхъ бактерій и что, слѣдовательно, мы имѣемъ въ данномъ случаѣ образчикъ ярко выраженнаго симбіоза зеленого высшаго растенія и низшаго организма бактерій или вѣрнѣе симбіотическаго совмѣстнаго существованія высшаго и низшаго растительнаго сообщества.

Въ дальнѣйшемъ мы увидимъ, что вѣроятность дѣйствительнаго существованія случаевъ такого сожительства двухъ растительныхъ формацій не исключена, но въ данномъ случаѣ, при развитіи дернового процесса на суходольномъ лугу, мы имѣемъ скорѣе случай чисто минеральнаго (абіотическаго) окисленія возстановленныхъ минеральныхъ веществъ почвы, такъ какъ дѣятельность аэробныхъ бактерій должна встрѣтить въ наличныхъ условіяхъ сильное препятствіе въ видѣ почти застойной воды, насыщенной ульминовой кислотой, кислая реакція которой должна служить непреодолимымъ препятствіемъ для развитія бактерій.

Подтвержденіе сказаннаго мы видимъ въ томъ, что само существованіе на суходольномъ лугу растительнаго сообщества, о которомъ идетъ рѣчь, отличается непродолжительностью—оно исчезаетъ черезъ два, три года, вытѣсненное новымъ растительнымъ сообществомъ плотно-кустовыхъ злаковъ, и причиной этого быстрого исчезновенія мы должны признать полное потребленіе всей минеральной пищи, находившейся въ формѣ закисныхъ соединеній, и обращеніе всего запаса минеральныхъ питательныхъ веществъ почвы во всѣхъ ея горизонтахъ, доступныхъ корнямъ травянистой растительной формаціи въ форму органоминеральныхъ соединеній.

Съ появленіемъ представителей послѣдняго растительнаго сооб-

щества оканчивается существованіе собственно луга, его хозяйственно наилучшаго періода, и съ этого момента лугъ начинаетъ «закисать», поверхность его покрывается упругой массой отжившаго органическаго вещества, переслоеннаго массой живыхъ корней и почти несодержащей минеральныхъ частицъ материнской породы. Вода на поверхности такого луга держится очень продолжительное время, и даже долго послѣ исчезновенія воды съ поверхности почвы, она продолжаетъ выдавливаться изъ дернины при ходьбѣ по такому лугу.

Минеральныя питательныя вещества въ формѣ минеральныхъ солей въ почвѣ такого луга почти отсутствуютъ, но зато количество минеральныхъ питательныхъ веществъ, находимыхъ въ такой почвѣ послѣ окисленія органическаго вещества, въ ней находящагося, а равно и количество органическаго азота въ ней достигаетъ чрезвычайно высокаго содержанія. Водная вытяжка такой почвы всегда бываетъ окрашена въ желтый или желтобурый цвѣтъ, благодаря растворенной въ ней ульминовой кислотѣ, и реакція такой почвы всегда бываетъ кислую.

Начиная съ этого времени прежняя растительность начинаетъ вымирать, не находя достаточнаго питанія въ средѣ, содержащей почти всѣ питательныя вещества, по крайней мѣрѣ почти весь фосфоръ, азотъ и сѣру въ состояніи органо-минеральныхъ соединеній.

На смѣну исчезающему растительному сообществу также постепенно безъ скачковъ приходитъ новое сообщество злаковъ, встрѣчающихся особенно часто въ видѣ чистыхъ зарослей. Къ наиболѣе характернымъ представителямъ злаковъ новаго сообщества принадлежатъ: *Deschampsia caespitosa*, *Festuca ovina*, *Nardus stricta*, и др.

У всѣхъ этихъ злаковъ молодые побѣги, образующіеся изъ узла кущенія, сразу принимаютъ направленіе, почти параллельное оси стараго побѣга, изъ узла котораго они развились; при такомъ развитіи молодые побѣги иногда прорываютъ листовое влагалище материнскаго побѣга, и тогда получается внѣвлагалищное, или экстравагинальное развитіе новыхъ побѣговъ, часто-же молодые побѣги при своемъ развитіи остаются внутри листового влагалища, образуя такъ называемые интравагинальные побѣги.

Какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ злаки новаго сообщества образуютъ чрезвычайно густые плотные кусты, и по этому бросающемуся въ глаза признаку мы называемъ эту новую фазу развитія луговой растительной формаціи—*сообществомъ плотно-кустовыхъ злаковъ*.

Второю особенностью злаковъ этой фазы развитія луга, просто и ясно объясняющей біологическое значеніе плотности куста этихъ

растений, является положеніе ихъ узла кущенія всегда выше повёрхности почвы.

Въ верхнихъ слояхъ дернины такого «закисающаго» луга, состоящей почти исключительно изъ органическихъ остатковъ, вслѣдствіе огромной влагоемкости послѣднихъ и чрезвычайной медленности движенія воды въ ихъ массѣ, послѣ каждаго дождя надолго устанавливаются условія полного переполненія всей почвы неподвижной водой, а, слѣдовательно, и условія полного господства анаэробіозиса.

Такіе длительные періоды анаэробіозиса должны губительно отражаться на развитіи узловъ кущенія, которые требуютъ непрерывнаго притока кислорода, и поэтому въ создавшихся условіяхъ могутъ выживать лишь такіе виды злаковъ, у которыхъ узелъ кущенія образуется выше поверхности неблагоприятной почвы.

Но для успѣшнаго развитія узла кущенія злаковъ, какъ мы уже упоминали выше, требуется и второе условіе—равномѣрная влажность окружающей среды—въ данномъ случаѣ воздуха; и въ плотномъ кустѣ съ почти параллельно другъ другу развивающимся побѣгами, въ густой массѣ живыхъ и мертвыхъ стеблей, разорванныхъ и цѣлыхъ листовыхъ влагалищъ и живыхъ и мертвыхъ листьевъ создаются вполне опредѣленные условія застойнаго воздуха, трудно смѣняемаго движеніемъ вѣтра и постоянно поддерживающаго значительную влажность, благодаря медленному, но непрерывному передвиженію воды изъ насыщенной ею почвы по мертвымъ органическимъ остаткамъ куста и испаренію этой воды внутри куста.

Корневая система злаковъ этого сообщества также отличается ясно выраженными особенностями. Тонкіе, мелкоразвѣтвленные, глубоко проникающіе въ почву корни злаковъ предыдущаго растительнаго сообщества смѣняются толстыми, не глубоко проникающими въ почву и почти лишенными развѣтвленій корнями. Толщина этихъ корней зависитъ отъ хорошо развитой аэренхимы. Но самымъ характернымъ признакомъ корневой системы злаковъ этого періода развитія луга является присутствіе на корняхъ этихъ злаковъ эктотрофной микоризы, которую часто можно видѣть даже простымъ глазомъ, если осторожно вынутые изъ земли корни этихъ злаковъ отряхнуть отъ земли и осторожнымъ пошевеливаніемъ въ водѣ отмыть отъ почвы каждый корень отдѣльно. Если такой корень перенести въ плоскую стеклянную чашку, то на темномъ фонѣ микориза образуетъ какъ бы студенистый чехолъ матово-сѣрого цвѣта вокругъ корня. Микроскопъ показываетъ ясно отдѣльныя переплетенныя многоклеточныя нити мицелія, частью проникающія въ ткани корня, частью сросшіяся съ клочками мертваго органическаго вещества почвы.

Вдумываясь въ характеръ условій среды, окружающей корневую

систему плотнокустовыхъ злаковъ въ этомъ періодѣ эволюціи луговой растительной формаціи и сопоставляя особенности этихъ условій съ морфологическими чертами представителей растительнаго сообщества, населяющаго эту среду, мы неизбежно приходимъ къ совершенно опредѣленнымъ выводамъ.

Очевидно, что въ тотъ періодъ, когда поверхность луга, въ результатѣ соотношенія между длительностью вегетативнаго періода растений луговой травянистой растительной формаціи и климатическими особенностями зоны, въ которой она развивается, покрывается сплошнымъ, ясно обособленнымъ слоемъ органическаго вещества, состоящаго преимущественно изъ мертвыхъ, сохранившихъ свое клѣтчато-волокнистое строеніе остатковъ тканей листьевъ, стеблей и корней, въ этомъ слоѣ должны преимущественно преобладать свойства мертваго органическаго вещества. Ясно также, что аморфное органическое вещество, ежегодно откладывающееся при промерзаніи обособившагося дерноваго слоя въ видѣ ульмина, способствуетъ въ сильнѣйшей степени наиболее яркому проявленію этихъ свойствъ, заполняя промежутки между форменными элементами этого слоя и помогая имъ слиться въ одну сплошную массу мертваго органическаго вещества.

Изъ свойствъ органическаго мертваго вещества насъ въ настоящемъ мѣстѣ наиболее интересуеетъ его отношеніе къ водѣ. Изъ этихъ свойствъ наиболее ярко выраженнымъ является его влагоемкость, величина которой въ мертвомъ органическомъ веществѣ достигаетъ наибольшаго своего проявленія и которая въ сильнѣйшей степени увеличивается, благодаря способности органическаго вещества набухать при смачиваніи. Эта способность образовывать съ водой гетерогенную дисперсную среду въ особенно сильной степени присуща аморфному органическому веществу, являясь наиболее существеннымъ его свойствомъ, какъ коллоида. Благодаря такому свойству аморфное органическое вещество дерноваго слоя, смоченное водою атмосферныхъ осадковъ, заполняетъ при своемъ набуханіи всѣ промежутки между отмершими органическими остатками и, независимо отъ другихъ условій, вся толща накопившихся органическихъ остатковъ сливается въ одну сплошную массу, обладающую однородными физическими свойствами. Ежегодно повторяющееся давленіе снѣговой массы заставляетъ и вновь отлагающееся осенью съ поверхности почвы органическое вещество сливаться съ ранѣе накопившимся количествомъ его; но и въ отсутствіи снѣга рыхлая масса торчащихъ вначалѣ вверхъ мертвыхъ стеблей и листьевъ, быстро присоединится къ плотному слою органическаго вещества—аэробный процессъ, энергично протекающій на дневной границѣ дерноваго слоя, быстро разрушитъ

ихъ основанія и они неизбежно упадутъ, и дожди прибьютъ ихъ плотно къ поверхности почвы.

Очевидно, что въ этой сплошной влажной массѣ органическаго вещества всякое передвиженіе воды въ силу проницаемости безусловно исключено. Всѣ промежутки массы заполнены набухшимъ аморфнымъ ульминомъ и передвиженіе воды въ ней возможно только подъ вліяніемъ волосныхъ силъ.

Свободное передвиженіе воды въ массѣ рыхлаго тѣла въ силу проницаемости, т. е. по неволоснымъ промежуткамъ, просвѣтъ которыхъ остается свободнымъ отъ воды послѣ прекращенія тока ея, совершается по принципамъ свободного паденія тѣла въ пространствѣ, причемъ выраженіе закона скорости этого движенія претерпѣваетъ подъ вліяніемъ величины тренія частицъ воды о частицы тѣла и прилипанія первыхъ ко вторымъ, лишь незначительное количественное измѣненіе, сохраняя при томъ свое принципиальное значеніе.

Передвиженіе же воды въ массѣ рыхлаго тѣла, всѣ промежутки котораго представляются волосными и заполнены водою, и просвѣтъ которыхъ остается заполненнымъ водою и послѣ прекращенія тока ея, совершается по инымъ принципамъ.

Прежде всего это движеніе совершается по направленію, не зависящему отъ направленія силы тяжести, а опредѣляемому лишь положеніемъ источника воды, и вода капиллярно передвигается по волоснымъ промежуткамъ тѣла всегда въ направленіи, противоположномъ положенію источника воды—вверхъ, если вода подводится къ тѣлу снизу, внизъ, если вода подводится къ нему сверху.

Во вторыхъ передвиженіе воды по волоснымъ промежуткамъ совершается всегда съ равномерно уменьшающейся скоростью, причемъ величина показателя уменьшающейся прогрессіи измѣненія скорости движенія воды въ различныхъ тѣлахъ находится въ обратной зависимости отъ величины діаметровъ волосныхъ промежутковъ тѣла. Въ такой-же обратной зависимости отъ величины діаметровъ волосныхъ промежутковъ находится и влагоемкость тѣла, и ясно, что въ массѣ мертваго органическаго вещества, пронизаннаго насквозь массой аморфнаго ульмина, влагоемкость котораго достигаетъ едва-ли не наибольшаго своего возможнаго проявленія, выраженіе скорости волосного передвиженія воды достигаетъ своей минимальной величины, а равно и выраженіе замедленія этого движенія достигаетъ своей максимальной величины.

Въ результатѣ такого рода отношеній къ водѣ масса органическаго вещества, обособившагося на поверхности почвы подъ покровомъ луговой растительной формаціи, разъ насытившись водой, дѣлается даже въ слоѣ небольшой толщины совершенно непроницаемой

для воды, и вода, насыщающая ее, находится въ состояніи почти полной неподвижности, такъ какъ одновременно и испареніе ея съ поверхности сопряжено съ большими затрудненіями. При отсутствіи атмосферныхъ осадковъ верхній слой массы органическаго вещества начинаетъ терять воду испареніемъ и приэтомъ, вслѣдствіе чрезвычайной медленности волосного передвиженія воды въ немъ, на поверхности этого слоя быстро обособляется слой, рѣзко отличающійся по своей влажности отъ нижележащей массы. Такое рѣзкое высыхание верхняго тонкаго слоя органическаго вещества неизбежно должно вызвать и рѣзкое измѣненіе объема массы органическаго вещества, особенно его аморфныхъ составныхъ элементовъ и, какъ результатъ сокращенія объема этихъ аморфныхъ элементовъ, а равно и сокращенія въ объемѣ элементовъ, сохранившихъ еще свою форму органическихъ остатковъ, послѣдніе какъ-бы отчленяются—отдѣляются отъ общей плотной массы пропитаннаго водой органическаго вещества и образуютъ слой мертваго покрова, который въ сильнѣйшей степени уменьшитъ испареніе воды изъ нижележащаго мокраго слоя, благодаря трудности обмѣна воздуха, заключеннаго между элементами этого мертваго покрова. Послѣ каждаго дождя верхній слой этого мертваго покрова будетъ вновь сливаться со всей массой слоя органическаго вещества, благодаря разбуханію аморфнаго органическаго вещества, и въ сухіе періоды будетъ регулярно повторяться прежнее явленіе.

Такимъ образомъ испареніе воды изъ болѣе глубокихъ слоевъ дерноваго покрова принуждено ограничиться почти лишь тѣмъ ея количествомъ, которое испаряется листовою поверхностью растеній, ее покрывающихъ. Эта-же поверхность должна прогрессивно уменьшаться, ибо, какъ мы увидимъ далѣе, всякое новое поколѣніе растеній, развивающееся на лугу, получаетъ въ свое распоряженіе все уменьшающееся количество минеральныхъ питательныхъ веществъ, и сообразно съ этимъ принуждено развивать все меньшую листовую поверхность.

Обсуждая создавшіяся условія среды, мы должны придти къ неизбежному выводу, что условія питанія растеній этой фазы развитія травянистой луговой растительной формаціи минеральными веществами будутъ чрезвычайно затруднены.

Благодаря ежегодному отмиранію мертваго органическаго вещества и неполному его разложенію въ условіяхъ аэробіозиса, даже богатые запасы свободныхъ минеральныхъ веществъ должны изсякнуть и оказаться связанными въ формы органоминеральныхъ веществъ. Притокъ же новыхъ количествъ минеральныхъ веществъ изъ болѣе глубокихъ слоевъ почвы совершенно исключается вслѣдствіе полной

неподвижности воды, пропитывающей какъ обособившійся на поверхности почвы слой мертвого органическаго вещества, такъ и верхній горизонтъ минеральной почвы, переполненный органическими остатками и аморфнымъ ульминомъ. Эти послѣдніе въ мокромъ состояніи вполнѣ разъединяютъ минеральные механическіе элементы почвы и составляютъ какъ-бы сплошную ткань органическаго вещества, въ которую вкраплены отдѣльные разъединенные другъ отъ друга минеральные элементы почвы.

До очевидности ясно, что при длительномъ существованіи такихъ условій все количество минеральныхъ веществъ, необходимыхъ растеніямъ, какъ питательныя вещества, должно перейти въ состояніе органоминеральныхъ соединений.

Единственнымъ источникомъ окисленныхъ минеральныхъ соединений въ этомъ періодѣ развитія луга является тотъ аэробный процессъ разрушенія мертвыхъ органическихъ остатковъ, который протекаетъ въ тонкомъ, самомъ поверхностномъ горизонтѣ почвы такого луга, но и онъ не можетъ служить для питанія главныхъ представителей флоры луга въ этомъ состояніи. Въ силу отсутствія нисходящаго тока воды въ почвѣ, пропитанной застойной водой, эти вещества могутъ проникнуть въ область распространенія корней главныхъ представителей луговой флоры въ этомъ состояніи развитія луга только подъ вліяніемъ явленія осмоса. Такого рода передвиженіе отличается медленностью, и въ результатѣ ея минеральныя соединения, являющіяся слѣдствіемъ этого разложенія, перехватываются членами лугового сообщества, развивающимися одновременно съ плотнокустовыми злаками, но развивающимися чрезвычайно поверхностную сѣть корней. Къ такимъ растеніямъ принадлежатъ, напр., *Briza media*, *Hierochloa odorata*, *Anthoxanthum odoratum*, нѣкоторые виды осокъ и другія растенія другихъ семействъ, съ которыми мы познакомимся дальше.

Только вышеописаннымъ объясненіемъ можно найти логическое оправданіе постоянству совмѣстнаго существованія группъ растеній совершенно различнаго типа питанія.

Изъ сопоставленія всего вышеприведеннаго съ ясностью логической неизбежности вытекаетъ тотъ выводъ, что растенія, корни которыхъ погружены въ самую толщу обособившагося дерноваго слоя и принуждены въ немъ искать источника своихъ минеральныхъ зольныхъ составныхъ частей, не могутъ принадлежать къ типу *авто-трофно питающихся растеній*, а принуждены искать иной путь для полученія необходимыхъ имъ зольныхъ элементовъ. Этотъ путь давно уже изслѣдованъ и осуществляется при помощи *гетеротрофнаго типа питанія* и въ частности въ нашемъ случаѣ *микотрофнаго типа*.

Этотъ путь сводится къ совмѣстному симбіотическому сожительству двухъ организмовъ—въ разсматриваемомъ случаѣ двухъ растений противоположныхъ типовъ питанія. Одинъ изъ этихъ организмовъ—зеленый съ яснымъ автотрофнымъ типомъ питанія, синтезирующій сложное органическое вещество, слагающее его организмъ, исключительно изъ минеральныхъ веществъ при помощи энергіи солнечнаго луча, для усвоенія котораго ему и необходимъ зеленый пигментъ—хлорофиллъ. Другой членъ этого симбіотическаго сожительства безцвѣтный организмъ, въ нашемъ случаѣ грибъ, съ исключительно гетеротрофнымъ типомъ питанія, зависящій во всѣхъ проявленіяхъ своихъ жизненныхъ явленій отъ заранѣе и не имъ созданнаго органическаго вещества, разрушающій это вещество и пользующійся для созданія своего новаго органическаго вещества какъ минеральными продуктами распада разрушаемаго имъ органическаго вещества, такъ и освобождающейся при этомъ распадѣ энергіей.

Логическая неизбѣжность симбіотическаго сожительства выше-названныхъ двухъ типовъ организмовъ вытекаетъ изъ слѣдующихъ соображеній. Изъ имѣющихся уже попытокъ опредѣлить принадлежность грибовъ, образующихъ микоризу, къ тому или иному ботаническому виду можно съ значительной долей вѣроятности судить о томъ, что эти грибы принадлежатъ къ такимъ родамъ, аэробный образъ жизни которыхъ лежитъ внѣ сомнѣнія. Характеръ среды, въ которой развиваются какъ корни плотнокустовыхъ злаковъ, такъ и облекающая ихъ микориза такова, что исключаетъ всякую возможность предположенія о существованіи въ ней условія аэробной жизни—свободнаго кислорода. Такимъ образомъ само собою напрашивается предположеніе о томъ, что самый фактъ приуроченія развитія мицелія грибовъ, образующихъ микоризу, къ корнямъ высшихъ растений долженъ быть объясненъ, какъ частный случай проявленія хемотаксиса и что агентомъ, заставляющимъ мицелій стремиться къ корнямъ высшихъ растений, является кислородъ воздуха, который необходимо долженъ проникать въ живые корни высшихъ растений по ихъ воздухоносной системѣ. Подтвержденіе правильности этого взгляда мы находимъ и въ особенностяхъ строенія корней растений развивающихся на лугу въ разсматриваемомъ періодѣ его развитія; въ корняхъ растений этихъ мы всегда встрѣчаемся съ хорошо развитой тканью, несущей на себѣ функцію газоваго обмѣна и представленной, какъ мы увидимъ далѣе, то тонкостѣнной паренхимой съ обильно развитыми межклеточными промежутками, то паренхимой, состоящей изъ звѣздчатыхъ клетокъ, то настоящими воздухоносными трубчатыми полостями. Такое усиленное развитіе воздухоносной ткани является уже прямо необходимымъ для обезпеченія жизненныхъ отправленій

протоплазмы клѣточекъ корня, развивающагося въ средѣ, не могущей содержать свободнаго кислорода, въ средѣ, состоящей преобладающимъ образомъ изъ мертваго, частью аморфнаго органическаго вещества, пропитаннаго нацѣло застойной водой, содержащей въ растворѣ также органическое вещество.

И совершенно простымъ и естественнымъ представляется объясненіе, что развитіе мицелія грибовъ въ такой почвѣ именно въ формѣ микоризы опредѣляется тѣмъ же усиленнымъ притокомъ кислорода по ткани корней высшихъ растений, которыя принуждены дѣлиться кислородомъ съ обитающимъ на ихъ поверхности мицеліемъ грибовъ.

Совершенно такъ же естественно и логически неизбежно и то предположеніе, что въ разсматриваемомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло не съ проявленіемъ паразитизма, а съ примѣромъ симбіоза, въ которомъ оба сожителствующіе организма извлекаютъ обоюдную пользу изъ факта совмѣстнаго существованія. Мы выше подробно разобрали условія, создавшіяся въ средѣ распространенія корней плотнокустовыхъ злаковъ, и изъ этого разбора вытекаетъ одинъ основной выводъ—въ разсматриваемой средѣ зольныхъ элементовъ питанія растений въ формѣ минеральныхъ веществъ, безразлично въ видѣ ли окисленныхъ или возстановленныхъ соединеній, въ сколько нибудь замѣтныхъ количествахъ существовать не можетъ, и единственнымъ источникомъ зольныхъ элементовъ растений, развивающихся на такой почвѣ можетъ быть только органическое вещество. Такъ какъ высшія зеленые растения за немногочисленными исключеніями, съ которыми намъ придется встрѣтиться въ дальнѣйшемъ изложеніи, не обладаютъ способностью разрушать органическое вещество для использованія его элементовъ для цѣлей своего питанія, то фактъ сравнительно безбѣднаго длительного существованія такихъ растений въ средѣ, лишенной свободныхъ минеральныхъ солей и въ тѣсномъ сожителствѣ съ низшими растениями—грибами микоризы, находитъ себѣ только одно логическое объясненіе въ томъ, что высшее растение используетъ минеральные продукты разрушенія грибами органическаго вещества. Такъ какъ грибы микоризы являются организмами аэробными, то въ числѣ продуктовъ аэробнаго разрушенія источника ихъ энергіи—органическаго вещества должны находиться окисленные минеральныя соли зольныхъ элементовъ, входившихъ въ составъ мертваго органическаго вещества почвы.

Изъ такихъ основныхъ элементовъ слагаются общія условія жизни травянистаго лугового растительнаго сообщества въ той стадіи эволюціи его, которую можно назвать *плотнокустовымъ періодомъ развитія его*, такъ какъ въ этой стадіи главный фонъ лугового

сообщества представленъ злаками плотнокустового типа кущенія и микотрофнаго типа питанія, и въ этотъ основной фонъ вкраплены представители другого—автотрофнаго типа питанія, представленные въ этомъ періодѣ преимущественно корневищевыми и рыхлокустовыми злаками и осоками корневищеваго типа кущенія.

Существенное свойство почвы, отличающее ее отъ материнской породы—концентрація въ ней зольныхъ элементовъ пищи растений пріобрѣтаетъ въ этой стадіи развитія луга свое наибольшее количественное выраженіе. Фосфоръ, собранный прежней древесной растительностью изъ огромнаго объема материнской породы, пронизывавшейся глубокой корневой системой этихъ растений и отложившійся, благодаря подзолообразовательному процессу въ ортштейновомъ горизонтѣ, теперь, благодаря дѣятельности луговой растительной формации по большей части весь передвинутъ въ самый поверхностный слой—въ дернововый горизонтъ, гдѣ онъ скопляется въ формѣ органо-минеральныхъ соединений, настолько противостоящихъ простому абіотическому выщелачиванію не только водой или водой съ растворенной въ ней угольной кислотой, но даже крѣпкими кислотами, что для опредѣленія фосфора при анализѣ такихъ почвъ приходится прибѣгать къ разрушенію органическихъ соединений обугливаніемъ ихъ на голомъ огнѣ, иначе даже крѣпкая соляная кислота и царская водка не въ состояніи ихъ растворить.

Количество азота, накапливающегося въ дерновомъ горизонтѣ почвы, также очень значительно, и весь азотъ въ этой стадіи развитія дерноваго процесса заключается главнымъ образомъ въ органическихъ остаткахъ и отчасти въ аморфномъ органическомъ веществѣ въ видѣ органическаго азота. Также достигаетъ своей максимальной концентраціи въ это время и количество сѣры, магнія, извести, марганца и другихъ существенныхъ элементовъ минеральной пищи растений.

Во время этой стадіи эволюціи дерноваго процесса почва пріобрѣтаетъ наиболѣе ярко выраженные морфологическіе признаки сложнаго *дерновоподзолистаго типа почвы*, въ которой развитіе дерноваго процесса еще не успѣло поглотить и сгладить признаковъ подзолистой почвы.

Въ наиболѣе полномъ случаѣ своего проявленія на разрѣзѣ такой *дерново-подзолистой* почвы мы можемъ ясно отличить слѣдующіе горизонты:

1) *Горизонтъ живого дерна*, состоящій преимущественно изъ тѣсно переплетающихся элементовъ живыхъ растений—корней, корневищъ, подземныхъ побѣговъ съ тѣми-же мертвыми остатками тѣхъ же растений и отмершими ихъ стеблями, листьями и листовыми вла-

галищами. Какъ во влажномъ, такъ и въ сухомъ состояніи этотъ горизонтъ большею частью окрашенъ въ бурый цвѣтъ и постепенно и равномерно переходитъ въ

2) *Дерновый горизонтъ*, пронизанный только корнями живыхъ растеній; горизонтъ этотъ обладаетъ болѣе или менѣе ярко выраженнымъ, въ зависимости отъ механическаго состава, комковатымъ строеніемъ; количество мертвыхъ органическихъ остатковъ, хотя и не такъ рѣзко бросается въ глаза, какъ въ предыдущемъ горизонтѣ, но оно также очень велико и рѣзко проявляется при механическомъ анализѣ почвы. Количество аморфнаго перегноя значительно, и благодаря ему этотъ горизонтъ окрашенъ во влажномъ состояніи въ почти совершенно черный или темно-бурый цвѣтъ, который при высыханіи переходитъ въ темно-сѣрый или сѣро-бурый цвѣтъ. Часто въ этомъ горизонтѣ замѣтны красныя или желтыя трубочки или полосы и пятна. Дерновый горизонтъ постепенно и большей частью ровно переходитъ въ слѣдующій

3) *Подзолистый горизонтъ*, уже знакомый намъ, какъ и дальнѣйшій изъ предыдущаго изложенія, и далѣе слѣдуетъ

4) *Ортштейновый горизонтъ*, который по большей части выраженъ менѣе ясно, чѣмъ въ случаѣ чисто подзоистой почвы. Эта меньшая ясность выраженія ортштейноваго горизонта зависитъ отъ того, что вслѣдствіе полного господства анаэробіозиса въ вышележащихъ горизонтахъ и благодаря чрезвычайному замедленію нисходящаго тока воды вслѣдствіе заполнения дерноваго горизонта органическимъ веществомъ, притокъ раствореннаго органическаго вещества къ ортштейновому горизонту дѣлается какъ чрезвычайно медленнымъ, такъ и скуднымъ. Въ результатѣ этого измѣненія въ режимѣ анаэробное населеніе ортштейноваго горизонта должно искать себѣ новыхъ источниковъ и кислорода, и энергіи. Источникомъ кислорода начинаютъ служить минеральныя окиси и окисные элементы апокрекатовъ, цементирующихъ ортштейновый горизонтъ, и апокрекаты окиси желѣза и окись желѣза возстанавливаются въ апокрекаты закиси и въ закись желѣза, а такъ какъ закисная желѣзная соль апокреновой кислоты довольно легко растворима въ водѣ, то наиболѣе характерная и существенная часть ортштейноваго горизонта, коллоидальная минеральная соль органической кислоты начинаетъ постепенно, хотя и очень медленно, выщелачиваться. Вслѣдствіе недостатка притока органическаго вещества извнѣ, апокреновая кислота начинаетъ также служить какъ источникъ энергіи для анаэробныхъ бактерій этого горизонта, что, понятно, также влечетъ за собою утрату ортштейновымъ горизонтомъ своихъ характерныхъ признаковъ.

Вслѣдствіе вышеизложеннаго въ хорошо развитыхъ дерново-под-

золистыхъ почвахъ ортштейновый горизонтъ чаще всего представляеть какъ-бы реликтъ прежняго ортштейноваго горизонта, сохраняя лишь отчасти внѣшніе его признаки. Послѣ высыханія образца цвѣтъ этого горизонта большею частью свѣтло-бурый или желто-красный, а не красно-бурый или черно-бурый, какимъ онъ бываетъ въ подзолистыхъ почвахъ; такъ же измѣняются въ цвѣтѣ и отдѣльныя конкреціи этого слоя. Вмѣстѣ съ тѣмъ и твердость отдѣльныхъ конкрецій, и каменистая консистенція всего ортштейноваго горизонта исчезаетъ, и онъ дѣлается рыхлымъ, охристымъ на видъ, и разрыхленные отдѣльныя конкреціи его легко высыпаются и выдуваются при высыханіи и размываются въ порошокъ струей воды. Весь горизонтъ производитъ впечатлѣніе какъ-бы вывѣтрившагося.

Наконецъ, за этимъ горизонтомъ слѣдуетъ обыкновенно хорошо развитой вслѣдствіе вышеизложенныхъ причинъ

5) *Глеевый горизонтъ*, который мы уже встрѣчали ранѣе въ подзолистыхъ почвахъ, и за нимъ слѣдуетъ

6) *Материнская порода*.

Оба послѣдніе горизонта часто бываютъ мѣстами сильно измѣнены потеками апокрената закиси желѣза, просачивающагося изъ ортштейноваго горизонта, и послѣ высыханія разрѣза или монолита эти измѣненія ясно обрисовываются въ видѣ охристой желто-красной окраски, проникающей въ массу материнской породы карманами или затеками.

Вѣсъ массы сухого вещества, создаваемого ежегодно луговой растительной формацией во время ея плотно-кустового періода развитія, несмотря на обильное содержаніе въ почвѣ луга воды и питательныхъ веществъ, значительно уступаетъ урожаю луговъ въ предыдущихъ стадіяхъ—рыхлокустовой и корневищевой. Урожаи луга въ это время колеблются около 50—75 пудовъ сѣна съ десятины, и этотъ невысокій уровень урожая заставляеть сдѣлать выводъ, что путь, при помощи котораго растенія этого періода развитія луга добываютъ необходимые имъ зольные элементы, не принадлежитъ къ легкимъ, и на немъ встрѣчаются значительныя препятствія.

Врядъ ли можно видѣть эти препятствія въ трудностяхъ того сложнаго пути, при посредствѣ котораго мицелій грибовъ микоризы получаетъ необходимый имъ кислородъ и высшія растенія этого сообщества зольные составные элементы своей пищи; оба эти препятствія лежатъ въ предѣлахъ свойствъ организмовъ растеній, находящихся въ состояніи симбіотическаго сожительства, и не подлежатъ сомнѣнію, что, при безконечной гибкости и пластичности всѣхъ морфологическихъ и функціональных свойствъ растительнаго организма, могли бы выработаться путемъ естественнаго подбора такія новыя формы каждаго изъ

членовъ симбіотическаго сожительства, которыя допускали бы лучшее использованіе притекающей солнечной энергіи при наличныхъ богатыхъ запасахъ питательныхъ веществъ почвы и воды.

Скорѣе, повидимому, можно видѣть причины этой невысокой производительности луга въ плотно-кустовомъ періодѣ развитія въ отрицательныхъ свойствахъ, накаплиющихся въ средѣ, въ которой развиваются корни растеній на такомъ лугу.

Мы видѣли выше, что вода, которая въ силу основного свойства мертваго органическаго вещества въ значительныхъ количествахъ скопляется въ дерновомъ слоѣ, должна находиться въ состояніи чрезвычайно медленнаго движенія, практически почти граничащаго съ состояніемъ застоя, и при этомъ условіи вопросъ обезвреживанія среды обитанія организмовъ принимаетъ очень важное значеніе. Выдѣляющаяся при процессахъ жизнедѣятельности грибовъ микоризы креновая кислота, хотя вслѣдствіе своей легкой растворимости въ водѣ и будетъ путемъ осмоса удаляться изъ области развитія грибовъ, приуроченной къ толстымъ и почти неразвѣтвленнымъ корнямъ микотрофныхъ растеній, но вслѣдствіе застойности воды концентрація креновой кислоты должна скоро достигнуть того предѣла, при которомъ уже сказывается ея вредное вліяніе на развитіе грибовъ и рядомъ съ этимъ и на развитіе высшихъ растеній лугового сообщества, зависящихъ въ своемъ питаніи отъ энергіи дѣятельности микоризы.

Вмѣстѣ съ тѣмъ среда, пріобрѣтающая все болѣе ясно выраженную кислую реакцію, становится непригодной для обитанія бактериальной флоры, и самый процессъ анаэробнаго разложенія органическаго вещества долженъ постепенно затухать. Сама же свободная креновая кислота въ силу той-же своей кислой реакціи не можетъ подвергаться воздѣйствію анаэробныхъ бактерій и поэтому не можетъ обратиться въ нерастворимую апокреновую кислоту.

Можетъ быть, въ зависимости отъ этихъ условій мы встрѣчаемъ наиболѣе обильное и сильное развитіе эктотрофной микоризы у представителей флоры перегнойныхъ почвъ въ наиболѣе близкихъ къ поверхности почвы участкахъ корней, которые пронизываютъ самые верхніе горизонты почвы, гдѣ подъ вліяніемъ высыханія и послѣдующаго смачиванія почва періодически промывается и оmyвается стекающей съ нея водой, и гдѣ во время дождей нисходящій волосной токъ воды достигаетъ своего наибольшаго количественнаго выраженія.

Что въ этомъ случаѣ область наилучшаго развитія микоризы опредѣляется не исключительно возрастомъ наиболѣе поверхностныхъ участковъ корней, на которыхъ, какъ на наиболѣе старыхъ, мицелій

микоризы имѣетъ больше времени для болѣе обильнаго развитія, можно заключить изъ сопоставленія развитія ея на самыхъ глубокихъ развѣтвленіяхъ корневой системы микотрофныхъ растеній, питающихся въ средѣ, въ которой движеніе воды происходитъ быстро, какъ мы это увидимъ при изученіи почвообразовательнаго процесса въ поймѣ и въ условіяхъ пустыни.

Повидимому, нельзя объяснить наиболѣе обильнаго развитія микоризы въ наиболѣе поверхностныхъ участкахъ корневой системы и стремленіемъ аэробнаго организма—гриба занять участки среды, наиболѣе близкіе къ источнику кислорода—атмосферному воздуху; этому стремленію, взятому безъ связи съ другими условіями, сильно препятствовали-бы колебанія влажности среды въ этомъ горизонтѣ, могущія достигать вреднаго для развитія гриба количественнаго выраженія, и въ этомъ случаѣ не находило-бы достаточнаго оправданія стремленіе мицелія микоризы сохранить связь съ корневой системой высшаго растенія.

Большинство плотно-кустовыхъ злаковъ, образующихъ основной фонъ луга въ разсматриваемой стадіи развитія его растительной формаціи, обладаетъ болѣе или менѣе выраженной способностью образовывать кочки, и это свойство находитъ себѣ достаточное логическое оправданіе, какъ полезный признакъ, закрѣпившійся за большинствомъ представителей злаковъ микотрофнаго типа питанія. Благодаря этой особенности, корневая система этихъ растеній развивается въ небольшихъ полусферическихъ возвышеніяхъ почвы, и, благодаря такой конфигураціи, эти возвышенія легче остальной массы почвы поверхностно обмываются и промываются, и мицелій микоризы въ этой средѣ, чаще освобождающейся отъ угнетающаго вліянія выделяемой имъ креновой кислоты, можетъ лучше развиваться и, обуславливая лучшее питаніе злака, способствуетъ развитію и выживанію болѣе приспособленныхъ, болѣе жизнеспособныхъ формъ.

Начиная съ того времени, когда все количество удобоусвояемыхъ зольныхъ элементовъ пищи растеній въ верхнихъ минеральныхъ горизонтахъ дерново-подзолистой почвы исчерпано и переведено въ состояніе органоминеральныхъ соединений, наблюдается рѣзкое измѣненіе общаго характера вліянія растительности на теченіе почвообразовательнаго процесса. Основной стимуль, заставлявшій корневую систему стремиться вглубь минеральной почвы въ поискахъ пищи, прекращаетъ свою вліяніе, и рядомъ съ этимъ растетъ и толщина слоя мертваго органическаго вещества, остановленнаго въ своемъ разложеніи, благодаря кислой реакціи среды и, слѣдовательно, удерживающаго зольные элементы растеній въ формѣ органоминеральныхъ соединений.

И, наконецъ, подъ вліяніемъ обоихъ этихъ явленій, дѣйствующихъ въ одномъ и томъ же направленіи, корни растеній, растущихъ на такомъ «закисшемъ» лугу, перестаютъ достигать минеральныхъ горизонтовъ почвы; существованіе луга, какъ такового, прекращается, и угодіе, бывшее раньше лугомъ, начинаетъ уже носить названіе *болота* и уже какъ таковое претерпѣваетъ дальнѣйшія фазы развитія дерноваго процесса, переходя поочередно черезъ стадіи *болотистаго луга*, *лугового болота*, *низового болота*, *переходнаго болота*, *мохового болота* и *сосноваго болота*.

Глава шестая.

Болотный періодъ дерноваго почвообразовательнаго процесса.

По мѣрѣ развитія и обособленія наиболѣе рѣзко выраженнаго формальнаго признака наступленія періода развитія болота—прекращенія достиженія корнями растеній, развивающихся на лугу, минеральныхъ горизонтовъ почвы, претерпѣваетъ рѣзкое количественное измѣненіе и основной признакъ почвы—концентрація въ горизонтахъ почвенныхъ образованій зольныхъ минеральныхъ элементовъ пищи растеній.

Мы уже видѣли, что въ концѣ луговаго періода дерноваго почвообразовательнаго процесса признакъ, о которомъ идетъ рѣчь, достигаетъ максимальнаго напряженія своего количественнаго выраженія. Все количество зольныхъ питательныхъ веществъ, отложенныхъ подъ вліяніемъ дѣятельности древесной растительной формаціи въ ортштейновомъ горизонтѣ, лежащее въ предѣлахъ достижимости корневой системы травянистой луговой растительной формаціи, переносится дѣятельностью корневой системы этой послѣдней въ самые поверхностные горизонты почвы.

Очевидно, что, по мѣрѣ роста въ толщину самага верхняго органическаго горизонта дерново-подзолистой почвы, глубина проникновенія корней въ минеральную среду второго горизонта должна постепенно уменьшаться, и параллельно съ этимъ явленіемъ, а также вслѣдствіе постепеннаго обѣднѣнія этого второго горизонта питательными веществами, должно неизбежно постепенно уменьшаться и количественное напряженіе интенсивности процесса концентраціи питательныхъ зольныхъ элементовъ въ верхнемъ органическомъ горизонтѣ. И не менѣе очевидно, что съ момента прекращенія проникновенія корней луговой растительности въ минеральную почву, этотъ процессъ концентраціи питательныхъ веществъ въ органическомъ горизонтѣ долженъ неизбежно прекратиться. И вся дальнѣйшая эволюція какъ растительныхъ сообществъ, покрывающихъ почву въ этомъ ея состояніи, такъ и все дальнѣйшее развитіе почвообразовательнаго процесса

должно протекать при условіи совершенно опредѣленно количественно ограниченнаго запаса питательныхъ зольныхъ веществъ.

Начавшійся еще въ самый ранній періодъ поселенія на почвѣ первыхъ представителей луговой растительной формаціи процессъ накопленія въ почвѣ мертваго органическаго вещества, сохранившаго клѣточное строеніе, и аморфнаго достигаетъ въ періодъ господства плотно-кустовыхъ злаковъ своего наивысшаго напряженія.

Причина этого явленія не находится въ прямой причинной зависимости отъ количества органическаго вещества, создаваемого луговой растительностью разныхъ періодовъ эволюціи луга. Наоборотъ, мы замѣчаемъ совмѣстное развитіе двухъ процессовъ: урожаи органическаго вещества, создаваемого ежегодно на лугу, постепенно падаютъ, между тѣмъ какъ количество мертваго органическаго вещества, накапливающегося въ поверхностномъ горизонтѣ и на поверхности почвы, прогрессивно растетъ. Мы уже разобрали причины пониженія урожайности луга; что-же касается процесса прогрессивированія накопленія мертваго органическаго вещества, то причины его, повидимому, сложнѣе.

Прежде всего нужно отмѣтить вліяніе самого факта неизбежности накопленія мертваго органическаго вещества при условіяхъ существованія луговой растительной формаціи. Очевидно, что по мѣрѣ увеличенія содержанія органическаго вещества, условія, вліяющія на процессъ его накопленія, должны получать все болѣе яркое выраженіе. Подъ вліяніемъ влагоемкости органическихъ остатковъ должно возрасти абсолютное количество воды, содержащейся въ почвѣ, и подъ тѣмъ-же вліяніемъ должно увеличиться время пребыванія воды въ почвѣ, и понятно, что количественное содержаніе антагониста воды въ почвѣ—воздуха, а съ нимъ и кислорода, должно соотвѣтственно уменьшаться, и вмѣстѣ съ тѣмъ должна укорачиваться и продолжительность періодовъ возможности проникновенія воздуха въ почву.

Вмѣстѣ съ ростомъ количества мертваго органическаго вещества неизбежно должна увеличиваться интенсивность процесса поглощенія кислорода верхними слоями почвы, въ которыхъ идетъ аэробный процессъ разрушенія органическаго вещества, или, другими словами, должна уменьшаться глубина проникновенія аэробнаго процесса.

Объ эти причины, вмѣстѣ взятыя, неизбежно должны повлечь за собою не равномѣрное, а быстрое—прогрессивное нарастаніе процесса анаэробіозиса, а подъ его вліяніемъ накопленіе мертваго органическаго вещества должно пріобрѣсти ускоряющійся темпъ, измѣряемый не арифметической, а геометрической прогрессіей.

Рядомъ съ этой основной причиной не можетъ остаться безъ вліянія на ходъ разсматриваемаго явленія тотъ фактъ, что всѣ растенія плотно-кустового періода луговой растительной формаціи явля-

ются менѣе лакомою пищею для травоядныхъ животныхъ, какъ въ силу своихъ природныхъ свойствъ, такъ и вслѣдствіе того, что подъ вліяніемъ большой влажности угодія они легче и раньше поражаются паразитными грибами — головней, спорыней и особенно ржавчинниками, и вслѣдствіе этого значительное количество органическаго вещества остается непотребленнымъ животнымъ населеніемъ, какъ дикимъ, такъ и одомашненнымъ.

Не остается безъ вліянія на интенсивность процесса накопленія органическаго вещества на лугу и характеръ развитія луговыхъ растеній въ разныя стадіи развитія луга. Злаки и другіе представители корневищеваго и рыхло-кустового періода луга образуютъ массу, равномерно разсѣянную и распределенную по поверхности луга, и не представляютъ значительныхъ препятствій ни для уборки, ни для стравливанія. Растенія плотно-кустового типа образуютъ очень плотныя скопленія органическаго вещества, обращающіяся при дальнѣйшемъ ихъ развитіи въ кочки, состоящія изъ чрезвычайно тѣсно торчащихъ вокругъ одного центра живыхъ и мертвыхъ стеблей и неплодущихъ побѣговъ; благодаря этой особенности роста уборка этихъ растеній должна ограничиться лишь срѣзываніемъ выдающихся изъ общей массы куста листьевъ и стеблей, и при дальнѣйшихъ операціяхъ уборки значительное количество срѣзанныхъ листьевъ остается среди неровностей такого луга. При стравливаніи такого луга животные ограничиваются также объѣданіемъ лишь листьевъ и стеблей, выдающихся изъ общей массы куста, нижняя часть куста остается нетронутой—она состоитъ болѣе чѣмъ на половину изъ мертваго органическаго вещества стеблей и листовыхъ влагалищъ прежнихъ вегетативныхъ поколѣній, и эта масса длительно сохраняется, благодаря господству анаэробіозиса внутри сконцентрированной массы органическаго вещества, и не представляетъ сколько-нибудь заманчиваго корма для пасущихся животныхъ.

Наконецъ, неровная поверхность кочковатаго луга представляетъ чрезвычайно значительное затрудненіе для освобожденія отъ воды, скопляющейся на поверхности луга во время дождей, какъ вслѣдствіе очень большого механическаго сопротивленія неровностей кочковатаго луга стеканію воды по уклону его поверхности, такъ и въ силу господства въ почвѣ такого луга волоснаго передвиженія воды, и благодаря этимъ явленіямъ поверхность луга надолго бываетъ вполне лишена притока кислорода.

Вся совокупность этихъ причинъ, вмѣстѣ взятыхъ, приводитъ къ быстро прогрессирующему росту толщины мертваго органическаго покрова луга.

Быстрота роста слоя органическаго вещества на поверхности

луга совмѣстно съ другимъ, уже знакомымъ намъ явленіемъ—скопленіемъ большого количества почти неподвижной воды въ накопившемся органическомъ веществѣ—являются основными существенными причинами, которыя опредѣляютъ собою общее направленіе хода всѣхъ явленій въ рассматриваемой фазѣ развитія дернового типа почвообразовательнаго процесса.

Мы уже видѣли, что подъ вліяніемъ отсутствія быстрого обмѣна воды въ почвѣ болотистаго луга должно произойти накопленіе креновой кислоты, и вслѣдствіе отсутствія здѣсь элементовъ, способныхъ образовывать съ ней нейтральныя соли, и неспособности креновой кислоты денатурироваться и образовывать нерастворимыя въ водѣ соединенія, количество этой кислоты должно быстро достигнуть во всей пропитанной застойной водой средѣ предѣльнаго количества, подавляющаго развитіе мицелія микоризы и заставляющаго его стремиться въ наиболѣе поверхностные слои вновь нарастающаго, еще не отравленнаго креновой кислотой органическаго вещества. Возстановленіе же креновой кислоты въ нерастворимую апокреновую исключено вслѣдствіе ея кислой реакціи, благодаря которой прогрессивно будетъ затрудняться и анаэробное разложеніе самого накаплиющагося органическаго вещества. Послѣдствія такого сочетанія явленій ясны. Очевидно, что при этихъ условіяхъ возможность полного исчерпанія запасовъ питательныхъ зольныхъ элементовъ въ горизонтѣ органическаго вещества исключена. Усвоеніе зольныхъ элементовъ корневой системой, какъ процессъ біологическій, требуетъ для своего осуществленія извѣстнаго времени, и въ данномъ случаѣ ему долженъ предшествовать процессъ минерализаціи этихъ веществъ, заключающихся въ органическихъ остаткахъ; этотъ процессъ, также біологическій, требуетъ для своего осуществленія тѣмъ большаго времени, что онъ совершается въ обстановкѣ, далеко не соотвѣтствующей аэробному характеру тѣхъ грибовъ, при посредствѣ которыхъ онъ совершается, и доставка кислорода, необходимаго для жизнедѣятельности грибовъ, также осуществляется при помощи біологическаго элемента—дѣятельности корневой системы.

Такая сложная круговая зависимость этого цикла біологическихъ процессовъ дѣлаетъ задачу минеральнаго питанія растеній на вновь образующемся болотѣ затрудненной во времени, и становится совершенно понятнымъ, что среда органическаго вещества дѣлается непригодной для развитія микоризы вслѣдствіе накопленія креновой кислоты раньше, чѣмъ корни сумѣютъ исчерпать весь запасъ питательныхъ веществъ въ ней.

Вмѣстѣ съ тѣмъ и самый типъ развитія корневой системы плотно-кустовыхъ злаковъ способствуетъ осуществленію того-же резуль-

тата. Мы не встрѣчаемъ у этихъ растеній сплошной мелко-развѣтвленной сѣти тонкихъ корней, равномерно пронизывающей всю массу среды, въ которой они развиваются; здѣсь, наоборотъ, мы видимъ толстые, недлинные и почти неразвѣтвленные корни, область воздѣйствія которыхъ на среду ограничивается величиной, немногимъ превышающей діаметръ этихъ корней.

Въ силу всѣхъ перечисленныхъ условій всякій ежегодно вновь нарастающій слой органическаго вещества неизбѣжно долженъ содержать и абсолютно и относительно меньшее количество зольныхъ элементовъ пищи растеній, и въ массѣ образовавшагося *торфа* количество зольныхъ элементовъ неизбѣжно должно уменьшаться по мѣрѣ удаленія отъ минеральныхъ горизонтовъ прежней почвы луга. Этотъ выводъ находитъ себѣ подтвержденіе въ результатахъ безчисленныхъ анализовъ такихъ почвъ, примѣры которыхъ мы приведемъ въ другой главѣ.

Понятно, что явленіе постепеннаго уменьшенія запаса зольныхъ питательныхъ веществъ въ нарастающей торфяной почвѣ не можетъ оставаться безъ вліянія ни на количественную сторону этого процесса, ни на совокупность всѣхъ явленій, слагающихъ собою этотъ періодъ эволюціи дерноваго процесса.

Прежде всего уменьшеніе абсолютнаго количества зольныхъ питательныхъ веществъ, находящихся въ распоряженіи каждаго послѣдующаго поколѣнія растеній по сравненію съ предыдущимъ, должно бы, повидимому, отразиться на быстротѣ роста болота вверхъ, такъ какъ подъ вліяніемъ уменьшенія количества питательныхъ веществъ должна, очевидно, уменьшаться масса ежегодно прирастающаго органическаго вещества.

Однако такого явленія, повидимому, не замѣчается, и никто изъ изслѣдователей болотъ его не отмѣчаетъ. Правда, какъ мы увидимъ далѣе, изслѣдованія величины прироста болотъ сопряжены съ чрезвычайными трудностями, но весьма вѣроятно предположеніе, что еслибъ явленіе замедленія прироста торфяной массы имѣло бы мѣсто даже въ незначительной мѣрѣ, оно не ускользнуло бы отъ вниманія многочисленныхъ изслѣдователей болотъ.

Рядомъ съ этимъ можно привести рядъ соображеній изъ сопоставленія которыхъ возможность отсутствія замедленія роста мощности болота становится явленіемъ вѣроятнымъ. Мы видимъ, на примѣръ, что, несмотря на большую массу органическаго вещества, создаемую лугомъ въ первыхъ стадіяхъ эволюціи луговой растительной формаціи, масса прирастающаго въ это время мертваго органическаго вещества чрезвычайно мала, и въ это время совершенно ясно выражается вліяніе преобладанія аэробнаго или анаэробнаго процесса въ почвѣ на занимающій насъ процессъ.

Въ почвѣ луга, уже достигшаго стадіи лугового болота, почти во всей толщѣ господствуютъ безраздѣльно условія анаэробнаго разложенія; даже въ наиболѣе поверхностныхъ слояхъ проявленіе аэробнаго процесса прерывается въ значительной мѣрѣ въ періоды выпаденія атмосферныхъ осадковъ, вслѣдствіе полной непроницаемости органическаго слоя для воды и чрезвычайной затрудненности стока воды по направленію уклона поверхности почвы. Неровная кочковатая поверхность такого луга въ дождливые періоды покрывается слоемъ воды, и для проявленія аэробнаго разложенія остаются только наиболѣе выдающіяся поверхности кочекъ, состоящія въ значительной мѣрѣ изъ живого органическаго вещества, неподвергающагося разложенію.

При условіяхъ такого почти полного господства анаэробіозиса интенсивность процесса накопленія мертваго органическаго вещества должна, повидимому, регулироваться одною лишь интенсивностью постепенно уменьшающагося прироста живого органическаго вещества. Но причина, подѣ влияніемъ которой урожай органическаго вещества уменьшается по мѣрѣ настанія слоя органическаго вещества на заболотѣваемомъ лугу,—уменьшеніе количества зольныхъ питательныхъ веществъ—въ равной мѣрѣ должна вліять угнетающимъ образомъ и на интенсивность развитія микрофлоры почвы луга, и въ результатѣ, параллельно уменьшенію количества отлагающагося на лугу органическаго вещества, должно уменьшаться и количество его, разлагаемое микробиологическими процессами. Этотъ послѣдній процессъ долженъ кромѣ того задерживаться въ значительной мѣрѣ и измѣненіемъ термическихъ условій почвы; вслѣдствіе часто повторяющихся длительныхъ періодовъ значительнаго избытка воды въ почвѣ болотистаго луга температура почвы его всегда бываетъ значительно ниже температуры минеральныхъ почвъ, ибо значительная доля притекающей тепловой энергіи тратится на испареніе воды изъ почвы болотистаго луга, и такое пониженіе температуры не можетъ не сказаться задерживающимъ образомъ на процессѣ разложенія органическаго вещества.

Процессъ замедленія быстроты роста органическаго слоя болотистаго луга можетъ повліять лишь на темпъ настанія основнаго существеннаго признака, отличающаго болотный періодъ дерноваго почвообразовательнаго процесса отъ его предшествовавшаго лугового періода.

Насколько ясно выражено въ луговомъ періодѣ стремленіе зольныхъ элементовъ пищи растеній сосредоточиваться въ поверхностномъ горизонтѣ почвы, настолько ясно выступаетъ въ болотномъ періодѣ противоположное явленіе постепеннаго обѣднѣнія верхнихъ слоевъ нарастающей почвы зольными элементами пищи растеній.

Этотъ послѣдній признакъ, повидимому, настолько рѣзко противопоставляется первому, который мы ранѣе выставили, какъ существенный признакъ, отличающій почвенныя образованія отъ материнской породы, что невольно возникаетъ вопросъ, можно ли вновь нарастающее образованіе принимать за почву, и не правильнѣе ли будетъ взглядъ на него, какъ на поверхностное органогенное геологическое образованіе, взглядъ, который, какъ мы увидимъ далѣе при разсмотрѣніи почвенныхъ классификацій, проводится многими изслѣдователями.

Но это явленіе обѣдненія вновь нарастающаго горизонта органическаго вещества представляетъ изъ себя лишь эпизодъ въ общемъ теченіи протекающаго во времени сложнаго динамическаго процесса, опредѣляемаго совмѣстностью взаимоотношеній двухъ принципиально противоположныхъ типовъ растительныхъ формаций—формаций зеленыхъ, созидających органическое вещество растений и формаций безхлорофилльных растений, разрушающихъ это вещество.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы увидимъ, что процессъ обѣдненія вновь образующагося горизонта съ правильной закономерностью чередуется съ противоположнымъ процессомъ обогащенія далѣе нарастающихъ слоевъ зольными элементами пищи растений, и въ конечной фазѣ своей эволюціи оба эти частные процесса завершаются логически неизбѣжнымъ переходомъ въ новый типъ почвообразовательнаго процесса.

Какъ въ геологіи разсматриваются свиты геологическихъ напластованій, объединенныхъ общностью генетической связи, хотя выраженіе существенныхъ признаковъ ихъ генезиса можетъ достигать въ нихъ крайнихъ степеней колебаній количественнаго выраженія, такъ и въ почвовѣдѣніи мы разсматриваемъ свиты почвенныхъ горизонтовъ, объединенныхъ общностью своего генезиса, и существенный признакъ почвы относится ко всей генетически однородной свитѣ почвенныхъ образованій независимо отъ количественнаго выраженія совокупной мощности членовъ свиты и независимо отъ величины количественныхъ колебаній въ отдѣльныхъ ея горизонтахъ выраженія существеннаго признака всей свиты образованій.

Какъ при изученіи всякаго біологическаго процесса, т. е. динамики причинной зависимости между эволюціей извѣстной группы живыхъ организмовъ и эволюціей свойствъ и признаковъ среды, ими обитаемой, мы и здѣсь встрѣчаемся съ основнымъ закономъ біологіи, выражающимся въ полной причинной зависимости и параллельности между явленіемъ періодически мѣняющихся и непрерывно слѣдующихъ другъ за другомъ фазъ настанія и неизбѣжнаго послѣдующаго затуханія опредѣленнаго комплекса функціональных признаковъ груп-

пы живыхъ организмовъ и явленіемъ періодически и непрерывно смѣняющихся другъ друга фазъ прогресса и регресса выраженія определенныхъ существенныхъ морфологическихъ признаковъ среды.

Совершенно очевидно, что прогрессирующее обѣднѣніе среды лугового болота зольными элементами пищи растеній должно постепенно повести за собою ослабленіе развитія тѣхъ плотнокустовыхъ микотрофныхъ растеній—злаковъ и осокъ, простая схема развитія подземныхъ органовъ которыхъ становится все менѣе способной обезпечить имъ необходимое зольное питаніе. Необходимый запасъ этой пищи все болѣе и болѣе разжижается, распредѣляясь во все возрастающей массѣ нарастающаго органическаго вещества, и плотный кустъ, корни котораго радіально расходятся изъ одного центра, становится неспособнымъ охватить достаточный объемъ почвы, и плотнокустовые злаки становятся уже неспособными защитить занимаемую ими территорію отъ завоеванія растеніями, способными въ лучшей мѣрѣ использовать постепенно сложившіяся новыя условія и свойства среды.

Наблюденіе показываетъ, что плотнокустовые злаки начинаютъ постепенно вытѣсняться растеніями, обладающими двумя признаками. Эти растенія, сохраняя основной признакъ обитателей перегнойныхъ почвъ, принадлежатъ къ типу микотрофныхъ растеній, и подземные органы ихъ обладаютъ способностью охватывать очень большіе объемы почвы. Среди представителей новой растительности мы находимъ два типа растеній—травянистыя и деревянистыя, и рядомъ съ ними сохраняется и типъ растеній, питающихся автотрофно, используя минеральныя вещества, освобождающіяся при аэробномъ разложеніи поверхностныхъ слоевъ органическаго вещества.

Изъ травянистыхъ растеній, приспособленныхъ къ развитію въ создавшихся условіяхъ, обращаютъ на себя наибольшее вниманіе мелкія корневищевыя осоки, составляющія какъ-бы основной фонъ лугово-болотной поверхности. Характерной особенностью развитія этихъ растеній является длинное корневище, способное слѣдить въ своемъ развитіи за быстро нарастающей толщей мертваго органическаго вещества. Длинное корневище этихъ осокъ, состоящее изъ многочисленныхъ междоузлій, не развиваетъ однако пучковъ листьевъ и надземныхъ побѣговъ изъ каждаго узла, а образуетъ ихъ преимущественно изъ небольшого количества—двухъ, трехъ конечныхъ узловъ, причемъ чаще всего обращаетъ на себя вниманіе несоотвѣтствіе скуднаго развитія зеленыхъ надземныхъ органовъ этихъ осокъ съ мощнымъ развитіемъ и длиной несущихъ ихъ корневищъ, каждый узелъ которыхъ развиваетъ многочисленные, хотя и мало развѣтвленные корни, снабженные богато развитою микоризой. Такой характеръ развитія под-

земныхъ органовъ этихъ растеній представляетъ въ распоряженіе небольшой сравнительно массы надземныхъ частей ихъ очень значительный объемъ органической массы почвы и позволяетъ этимъ растеніямъ покрывать свою потребность въ зольныхъ элементахъ пищи даже въ средѣ, бѣдной этими элементами.

Рядомъ съ растеніями этого типа и въ тѣсномъ переплетеніи съ ними мы находимъ и злакъ корневищеваго типа—это *Agrostis alba*—луговая полевица, далеко однако не достигающая здѣсь тѣхъ размѣровъ развитія, которые заслужили ей названіе первоклассной травы въ первыхъ стадіяхъ эволюціи луговой растительной формаци. По характеру чрезвычайно развитыхъ тонкихъ корневищъ, снабженныхъ въ каждомъ узлѣ поверхностно расположенной и чрезвычайно развѣтвленной и густо переплетенной сѣтью тонкихъ корней, развивающихъ обильные корневые волоски, мы должны признать въ ней членъ лугово-болотнаго сообщества, использующаго для своего питанія минерализованные продукты аэробнаго разрушенія органическаго вещества наиболѣе поверхностныхъ слоевъ.

Тонко развѣтвленные метелки этого злака придаютъ луговому болоту его характерный лѣтній красноватый цвѣтъ. Къ этому же типу принадлежитъ часто развивающаяся въ значительныхъ количествахъ зубровка—*Hierochloa borealis*.

На общемъ фонѣ этихъ двухъ основныхъ типовъ растеній лугово-болотнаго сообщества рѣзко выдѣляется третій типъ растеній, снабженныхъ эндотрофной микоризой, обладающей, повидимому, способностью усвоить свободный азотъ воздуха и использовать зольные элементы органическаго вещества болота, какъ мы это видимъ у многочисленныхъ представителей орхидейныхъ этого періода развитія болота, или же растенія этого третьяго типа усвояютъ зольные минеральные элементы при посредствѣ эктотрофной микоризы своихъ корней, азотистымъ-же питаніемъ они обезпечиваютъ свое существованіе, паразитируя на корняхъ злаковъ, одновременно съ ними растущихъ на луговомъ болотѣ. Къ этой группѣ принадлежатъ многочисленные полупаразитные представители семействъ *Scrophulariaceae* и *Labiatae*, виды родовъ *Rinanthus*, *Pedicularis*, *Alectorolophus*, *Euphrasia*, *Gratiola*, *Scutellaria*, *Veronica* и родъ *Lythrum*.

Наконецъ, къ представителямъ деревянистыхъ растеній этого сообщества принадлежатъ ольха и многочисленные виды ивъ. Эти деревья и кустарники, особенно представители ивъ, обладаютъ могуче развитой корневой системой, состоящей изъ поверхностно раскинутой сѣти чрезвычайно длинныхъ корней, достигающихъ иногда длины нѣсколькихъ сажень, и благодаря этому пронизываютъ чрезвычайно большіе объемы органическаго вещества, изъ котораго они, обладая

способностью развивать микоризу, черпаютъ свою зольную пищу, и, какъ это установлено для ольхи, послѣдняя, благодаря той-же микоризѣ своихъ клубеньковъ, обладаетъ способностью усвоить свободный азотъ воздуха.

Развитіе деревянистыхъ растеній сообщества лугового болота можетъ пріобрѣтать очень значительные размѣры, достигая иногда степени чистыхъ зарослей ивы, ольхи, но чаще всего они представлены въ видѣ отдѣльныхъ куртинъ, разсѣянныхъ по всей поверхности; о причинахъ того или иного характера развитія этихъ древесныхъ и кустарныхъ элементовъ сообщества лугового болота мы будемъ говорить при изученіи почвъ дерново-подзолистой зоны.

Одновременно съ болѣе крупными представителями деревянистой растительности начинаютъ появляться на поверхности лугового болота представители двухъ группъ растеній, которымъ суждено играть замѣтную роль въ дальнѣйшемъ развитіи болота—это ягодные полукустарники и мхи.

Изъ числа первыхъ ранѣе другихъ обыкновенно появляется черника—*Vaccinium myrtillus* и за нею брусника—*Vaccinium vitis idaea*, оба растенія корневищевыя и микотрофнаго типа питанія, и рядомъ съ ними на поверхности луга начинаютъ появляться зеленые мхи—*Lycopodium*, *Polytrichum*, *Hypnum*.

Появленіе среди лугово-болотнаго сообщества новаго члена—зеленыхъ мховъ знаменуетъ собою конецъ предшествующей фазы эволюціи дерноваго процесса—стадіи переходнаго болота, характеризующагося замѣтнымъ преобладаніемъ надъ злаками и осоками растеній изъ семействъ губоцвѣтныхъ, норичниковыхъ, вербейниковыхъ, орхидейныхъ, зонтичныхъ и другихъ, объединяемыхъ въ сельскомъ хозяйствѣ подъ однимъ общимъ названіемъ «разнотравія».

Растенія этихъ семействъ могли успѣшно бороться за пространство съ плотно-кустовыми злаками, такъ какъ они обладали болѣе развитою въ пространственномъ отношеніи корневой системой и вмѣстѣ съ тѣмъ они представляютъ растенія съ широколиственными, богато развитыми надземными органами; если мы припомнимъ, что кромѣ того многіе представители губоцвѣтныхъ и норичниковыхъ являются и полупаразитами, паразитирующими на корняхъ злаковъ, то становится понятнымъ, что побѣдителями въ острой борьбѣ за скудную наличность зольныхъ элементовъ пищи окажутся не плотно-кустовые злаки.

Одновременно съ плотно-кустовыми злаками оставляетъ поле борьбы и большинство корневищевыхъ и рыхло-кустовыхъ злаковъ, которые развивались одновременно съ плотно-кустовыми—*Briza media*, *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, и которые использовали для своего

минеральнаго питанія продукты аэробнаго разложенія органическаго вещества на поверхности лугового болота. Они принуждены уступить мѣсто двулѣтнымъ зонтичнымъ, сложноцвѣтнымъ и отчасти крестоцвѣтнымъ, которыя въ первый годъ развиваются, начиная съ самой ранней весны, когда большинство злаковъ еще не начинало своего развитія, розетку прикорневыхъ листьевъ, быстро вытѣсняющую всѣхъ соперниковъ, благодаря очень совершенному затѣненію почвы. Не стѣсняемая уничтоженными сосѣдями розетка безпрепятственно заканчиваетъ первый годъ развитія, накопивъ въ своихъ корняхъ большой запасъ пищи для безпрепятственнаго-же развитія въ слѣдующемъ году съ самой ранней весны своего цвѣтоноснаго стебля, и, благодаря этой энергіи роста съ самаго начала вегетативнаго періода, эти растенія легко заглушаютъ злаки, которые для энергичнаго роста еще должны предварительно развить и соотвѣтствующую корневую систему и листовую поверхность, и которые въ своемъ развитіи кромѣ того и въ то-же время зависятъ отъ притока свободныхъ минеральныхъ солей, освобождающихся подъ вліяніемъ поверхностнаго аэробнаго процесса разложенія органическаго вещества болота.

Только одинъ злакъ—*Agrostis alba*, бѣлая полевица, отличается изумительной жизнеспособностью и не исчезаетъ ни при какихъ условіяхъ, сохраняясь въ видѣ тощихъ полуэтіюлированныхъ неплодущихъ вегетативныхъ побѣговъ, достигающихъ часто не болѣе 10—30 мм. высоты и сохраняющихъ свое мѣсто вплоть до сфагноваго и сосноваго болота, и для точнаго опредѣленія этихъ побѣговъ ихъ приходится пересаживать въ болѣе благопріятную среду, гдѣ они быстро развиваютъ цвѣтушіе и плодоносящіе стебли.

Почти всѣ растенія этой фазы эволюціи дерноваго періода принадлежатъ къ растеніямъ несъѣдобнымъ, и поэтому вся масса ежегодно прирастающаго органическаго вещества, не скашиваемая и не сбраживаемая, остается на мѣстѣ своего образованія, и приростъ торфянистой массы болотной почвы прогрессируетъ быстрыми шагами.

Ясно, что этотъ процессъ долженъ повлечь за собою и быстро прогрессирующее обѣднѣніе поверхностныхъ слоевъ торфа зольными составными элементами пищи растеній по причинамъ, на разборъ которыхъ мы уже останавливались выше. Это обѣднѣніе должно скоро достигнуть такой степени, что растенія, о которыхъ сейчасъ идетъ рѣчь, при всей приспособленности своихъ подземныхъ органовъ не будутъ въ состояніи обезпечить необходимаго ихъ обширно развивающимся надземнымъ органамъ обильнаго зольнаго минеральнаго питанія, и сообщество стадіи переходнаго болота принуждено уступить занимаемое имъ мѣсто новому, лучше приспособленному къ вновь назрѣвшимъ условіямъ среды растительному сообществу.

Такимъ является сообщество, въ которомъ видную роль играютъ зеленые мхи, и болото переходитъ къ моховой стадіи своего развитія.

Въ отличіе отъ растеній предыдущаго періода зеленые мхи не обладаютъ вовсе корневой системой въ томъ смыслѣ, какъ ее принято понимать для высшихъ сосудистыхъ растеній. Ихъ стебель, по мѣрѣ своего роста, развиваетъ густую сѣть многоклѣточныхъ ризоидовъ, къ которымъ у многихъ мховъ, развивающихся въ начальной стадіи этого періода, присоединяется и развитіе грибницы микоризы. При своемъ ростѣ растеніе мха вѣтвится въ верхней своей части, образуя вѣтви, направленные параллельно материнскому стеблю. Вмѣстѣ съ тѣмъ растеньице мха, продолжая неопредѣленно долгое время ростъ въ верхней своей части, постепенно отмираетъ въ нижней части, и такимъ образомъ прежнія вѣтви, по мѣрѣ своего развитія, становятся самостоятельными растеніями, развиваютъ ризоиды, вѣтвятся въ свою очередь и, размножаясь такимъ вегетативнымъ путемъ, захватываютъ все бѣольшую площадь своей плотной массой параллельно расположенныхъ стеблей, которые вытѣсняють постепенно всѣ предыдущія растенія, кромѣ бѣлоуса (*Nardus stricta*), овсяницы овечьей (*Festuca ovina*) и полевицы бѣлой (*Agrostis alba*) изъ травянистыхъ растеній, и ягодныхъ полукустарниковъ и низкорослыхъ видовъ ивы изъ деревянистыхъ.

Вся масса органическаго вещества, образуемая зелеными мхами, цѣликомъ остается на поверхности болота, она совершенно не потребляется никакими высшими животными.

Отлагаясь въ видѣ плотнаго войлока безчисленныхъ стебельковъ мховъ, сплетающихся своими ризоидами, всѣ промежутки между которыми заполнены отмершими листочками тѣхъ-же мховъ, сплотившись постепенно подъ тяжестью вновь нарастающей органической массы и воды, которая упорно удерживается поверхностью зеленого мохового болота отъ стеканія, эта масса органическаго мертваго вещества проявляетъ въ наивысшей степени свойство влагоемкости.

Масса зелено-мохового (гипноваго) торфа насквозь пропитана водой, не оставляющей малѣйшаго пространства для воздуха, и разложеніе мертваго органическаго вещества происходитъ исключительно подъ вліяніемъ анаэробныхъ бактерій т. е. весьма медленно—несовершенно и съ ежегодными продолжительными перерывами; при этомъ масса мертваго органическаго вещества, едва затронутая разложеніемъ, сохраняетъ свое клѣточное строеніе и лишь прокрашивается образующейся ульминовой кислотой въ бурый цвѣтъ, и та же кислота, обращаясь подъ вліяніемъ мороза въ ульминъ, заполняетъ своей студенистой коллоидальной массой, равномерной разсѣянной въ водѣ, всѣ промежутки между форменными элементами торфа.

Подъ вліяніемъ всей совокупности этихъ условій ростъ болота въ высоту—приростъ мертвого органическаго вещества—совершается довольно быстро, и другіе члены новаго растительнаго сообщества зеленаго мохового болота должны приспособляться къ тому, чтобы мхамъ не удалось ихъ перерасти и чтобы не быть погребенными нарастающей со стихійной настойчивостью массой органическаго вещества.

Первою въ этой борьбѣ падаетъ овечья овсяница: она не способна образовывать достаточно длинныхъ побѣговъ, и ея плотные кочки—кусты быстро исчезаютъ съ болота. Дольше держится бѣлоусъ: его корневище пріобрѣтаетъ все болѣе наклонное положеніе и развиваетъ ежегодно большое количество укороченныхъ междоузлій, но изъ узловъ далеко не всѣ даютъ цвѣтушіе и плодоносящіе побѣги, и, хотя и послѣ упорной и долгой борьбы за существованіе, бѣлоусъ также падаетъ жертвой неравной борьбы.

Иначе обстоитъ дѣло съ бѣлой полевицей; ее спасаетъ способность давать длинное корневище, и даже на старыхъ мощныхъ торфяныхъ болотахъ мы видимъ, что поверхность мха вся пронизана, хотя изрѣженной, но равномерной щеткой тонкихъ зеленыхъ былинъ этого злака, настолько ослабленнаго, что цвѣтушіе стебли его попадаютъ какъ крайняя рѣдкость и несутъ рѣдко болѣе 2—3 колосковъ въ своей скудно развитой метелкѣ.

Также продолжаютъ жалкое существованіе нѣсколько видовъ корневищевыхъ осокъ.

Иначе чувствуетъ себя группа деревянистыхъ членовъ этого растительнаго сообщества—ягодные полукустарники—черника и брусника и корневищевые виды ивы; они развиваются превосходно и, подобно зеленымъ мхамъ, являются главными представителями растительнаго сообщества зеленаго мохового болота. Эти деревянистые представители разсматриваемаго растительнаго сообщества всѣ принадлежатъ къ растеніямъ, развивающимся на корняхъ микоризу, и питаніе ихъ зольными минеральными веществами основано на использованіи тѣхъ количествъ этихъ минеральныхъ веществъ, которыя откладываются въ мертвой массѣ органическаго вещества въ видѣ органоминеральныхъ соединеній и въ такомъ видѣ совершенно недоступны для растеній автотрофнаго типа питанія. Поэтому мы и видимъ жалкое существованіе автотрофной бѣлой полевицы, питающейся скудными остатками минеральной пищи мховъ, какъ мы увидимъ далѣе, и обезпеченное существованіе микотрофныхъ деревянистыхъ растеній и такихъ осокъ, которыя, какъ *Carex limosa*, способны дать на своихъ корняхъ пріютъ обильно разрастающемуся мицелію микоризы.

Другими словами, такъ называемая поглотительная способность

почвы болота достигаетъ здѣсь своего максимальнаго выраженія, и почва болота удерживаетъ необходимыя для питанія растений минеральныя вещества съ такой энергіей, что дѣлаетъ ихъ совершенно недоступными для растений автотрофнаго типа питанія.

Теперь возникаетъ вопросъ, какъ осуществляется питаніе зольными элементами другой существенной группы членовъ разсматриваемаго растительнаго сообщества — зеленыхъ мховъ. Большинство видовъ этихъ мховъ, играющихъ существенную роль въ процессѣ образованія болотъ, принадлежитъ къ типу автотрофно питающихся растений, и къ числу мховъ съ несомнѣннымъ присутствіемъ мицелія микоризы въ нижней части стеблей принадлежатъ такіе изъ нихъ, напр. виды *Lusorodium*, которые въ настоящую геологическую эпоху почти не играютъ никакой или играютъ очень ограниченную роль въ процессѣ образованія болотъ. Жалкое же существованіе въ средѣ, снабженной достаточнымъ запасомъ зольныхъ питательныхъ элементовъ, другихъ автотрофно питающихся растений, какъ мы видимъ на примѣрѣ *Agrostis alba* и ряда корневищевыхъ осокъ, не развивающихъ микоризы, указываетъ на то, что органоминеральныя соединенія среды имъ недоступны.

Въ растительномъ сообществѣ зеленыхъ моховыхъ болотъ останавливаетъ на себѣ вниманіе, какъ существенный признакъ этого сообщества ярко выраженный, постоянное совмѣстное существованіе двухъ типовъ растений—двухъ группъ постоянныхъ членовъ сообщества—растений деревянистыхъ микотрофнаго типа питанія и зеленыхъ мховъ, растений преимущественно автотрофнаго типа питанія.

Растенія перваго типа—деревянистые кустарники и полукустарники своими широко раскинутыми корневищами охватываютъ значительный объемъ торфяной массы и при помощи своихъ также длинныхъ корней, снабженныхъ микоризой, усваиваютъ минеральные зольные элементы, связанные съ органическимъ веществомъ торфа, разрушая послѣднее при помощи мицелія микоризы.

Ежегодно часть надземныхъ органовъ этихъ растений отмираетъ и опадаетъ на поверхность болота, причемъ, такъ какъ большинство этихъ полукустарниковъ является растеніями вѣчно-зелеными, притокъ этихъ отмершихъ частей растений къ поверхности болота является довольно равномернымъ втеченіе всего вегетативнаго періода. Эти отмершіе органическіе остатки попадаютъ на поверхности болота на рыхлую массу живой упругой щетки мховъ и пребываютъ въ атмосферѣ, почти всегда насыщенной парами воды, благодаря огромной влагоемкости моховой покрышки болота. Органическіе остатки всѣхъ деревянистыхъ членовъ разсматриваемаго растительнаго сообщества отличаются особеннымъ богатствомъ дубильными веществами, и бла-

годаря этому разложеніе ихъ возможно только подъ вліяніемъ грибной флоры, которая представляетъ также существенный членъ этого сообщества.

Условія для грибного разложенія органическихъ остатковъ деревянистыхъ растеній сообщества зеленыхъ моховыхъ болотъ находятся въ почти непрерывной наличности. Достаточное содержаніе воды въ этихъ остаткахъ опредѣляется общею влажностью всей среды, опредѣляющей и увлажненіе окружающаго воздуха, препятствующее пересыханію мертваго органическаго вещества. Условія аэраціи, необходимыя для аэробныхъ организмовъ—грибовъ осуществляются благодаря рыхлому отложенію мертваго органическаго вещества, притекающаго чрезвычайно равномерно на поверхность болота, живой покровъ мховъ котораго продолжаетъ въ это время расти и не допускаетъ скопленія деревянистаго органическаго вещества сколько-нибудь дифференцированнымъ слоемъ. Наконецъ, удаленіе вреднаго избытка накапливающейся, благодаря дѣятельности грибовъ, креновой кислоты совершается периодически путемъ промыванія рыхло расположеннаго органическаго вещества атмосферными осадками. Такимъ путемъ создаются благоприятныя условія разложенія органическихъ остатковъ деревянистыхъ растеній, прерывающіяся, вѣроятно, только во время продолжительныхъ періодовъ засухи, когда прекращается и удаленіе вредныхъ веществъ, и влажность верхнихъ слоевъ болота достигаетъ настолько незначительной величины, что нерѣдки случаи пожаровъ болотъ.

При такихъ условіяхъ аэробное грибное разложеніе мертваго деревянистаго органическаго матеріала совершается энергично, и летучіе продукты минерализаціи его освобождаются въ области, лежащей лишь немногимъ выше области развитія ризоидовъ мховъ, и легко промываясь въ нее каждымъ дождемъ или обильной росой, снабжаютъ мхи обильной минеральной пищей. Этотъ притокъ зольныхъ элементовъ пищи мховъ ослабѣваетъ или прекращается лишь во время сильныхъ засухъ или въ періоды пониженія температуры ниже минимальной температуры жизнедѣятельности грибовъ, но эти перерывы не могутъ играть существенной роли въ дѣлѣ снабженія мховъ болота минеральной пищей, такъ какъ въ эти періоды и развитіе самихъ мховъ или также подавляется, или вовсе прекращается.

Въ свою очередь мхи, поглощая зольные элементы разложенія остатковъ деревянистыхъ растеній, переводятъ ихъ въ форму новыхъ органоминеральныхъ соединений своего организма, при отмираніи своихъ болѣе старыхъ нижнихъ частей оставляютъ эти соединенія въ средѣ, въ которой господствуютъ условія анаэробіозиса, и тѣмъ обезпечиваютъ прочность запаса пищи, не могущей въ наличныхъ условіяхъ быстро минерализоваться и подвергаться выщелачиванію. Вмѣ-

стѣ съ тѣмъ въ этихъ, наиболѣе молодыхъ, горизонтахъ торфа не успѣваетъ еще накопиться настолько вредный избытокъ креновой кислоты, вымываемой изъ выше-лежащаго горизонта грибного разложенія остатковъ деревянистыхъ растеній, чтобы онъ могъ составить непреодолимое препятствіе для дѣятельности мицелія микоризы корневой системы деревянистыхъ растеній сообщества зеленого мохового болота.

Сопоставляя, однако, все сказанное выше объ условіяхъ, развившихся постепенно въ средѣ зеленого мохового болота, мы неизбежно должны придти къ выводу, что накопленіе отброса грибного процесса—креновой кислоты въ верхнихъ слояхъ зеленого мохового болота, въ которомъ развиваются корни деревянистыхъ обитателей болота, есть только вопросъ времени и, очевидно, что наступленіе этого времени есть синонимъ наступленія конца жизнедѣятельности мицелія микоризы и вмѣстѣ съ нимъ и гибели корней деревянистыхъ растеній. Вмѣстѣ съ тѣмъ и неуклонно нарастающая сверху масса зеленыхъ мховъ постепенно покрываетъ собою нижнія части стеблей и вѣтвей этихъ растеній и, окружая ихъ насыщенно парами воды атмосферой, создаетъ условія для развитія новыхъ придаточныхъ корней, которые мы всегда встрѣчаемъ въ изобиліи у ивъ и полукустарниковъ, выросшихъ въ этихъ условіяхъ; очевидно также, что при этихъ условіяхъ отдѣльные вѣтки и сучья будутъ постепенно освобождаться отъ зависимости отъ главнаго стебля, будутъ какъ-бы обращаться въ самостоятельныя растенія, чтобы въ свою очередь подвергнуться тому-же процессу вегетативнаго размноженія, и изъ единичнаго растенія постепенно разовьется типичная для этихъ обитателей болота форма широкой куртины, или типъ плоскаго вѣтвистаго куста—подушки.

Содержаніе довольно значительнаго количества зольныхъ элементовъ въ горизонтахъ торфа зеленыхъ моховыхъ болотъ, которыхъ уже не достигаютъ корни деревянистыхъ растеній этого періода, указываетъ на то, что процессъ исчерпанія корнями деревянистыхъ растеній всего запаса зольныхъ элементовъ далеко не успѣваетъ завершиться до наступленія условій непригодности той же среды для обитанія ея корнями тѣхъ-же растеній и ясно, что по мѣрѣ роста болота въ высоту всякій новый нарастающій горизонтъ его долженъ содержать и абсолютно, и относительно меньшее количество зольныхъ элементовъ пищи растеній по сравненію съ нижележащими, болѣе старыми горизонтами.

Послойные анализы торфа подтверждаютъ этотъ выводъ, и ясно, что какъ-бы великъ ни былъ первоначальный запасъ зольныхъ элементовъ пищи растеній, онъ долженъ, постепенно разжижаясь въ массѣ накапливающагося органическаго вещества, достигнуть наконецъ

такой степени разжиженія, при которой даже широко раскинутая корневая система кустарниковъ и полукустарниковъ зеленого мохового болота не будетъ въ состояніи обезпечить достаточное питаніе ихъ зольными элементами, и деревянистыя растенія начинаютъ постепенно изрѣживаться.

Явленія постепеннаго исчезновенія кустарной и полукустарной растительности, наблюдаемая въ этой стадіи развитія дерноваго процесса, во многомъ напоминаютъ явленія, наблюдаемая при избыточномъ азотистомъ питаніи растеній. Періодъ роста вегетативныхъ органовъ въ значительной степени удлиняется, и въ результатъ этого удлиненія молодые побѣги не успѣваютъ въ достаточной степени одревеснѣть и потерять въ достаточной мѣрѣ содержащуюся во время періода роста воду, и такіе сочные, неодревеснѣвшіе побѣги погибаются морозами при наступленіи осеннихъ заморозковъ. Получается характерная картина болотныхъ кустарниковъ и полукустарниковъ съ массой отмерзшихъ годовалыхъ побѣговъ, при основаніи которыхъ развивается нѣсколько новыхъ побѣговъ въ слѣдующемъ вегетативномъ періодѣ; эти новые побѣги вновь отмерзаютъ, и такимъ образомъ ростъ кустарника въ вышину прекращается, онъ становится все болѣе приземистымъ и наконецъ погибаетъ. При объясненіи этого явленія невольно обращаетъ на себя вниманіе бѣдность мохового торфа этого періода золой и вѣроятное нарушеніе соотношенія между зольнымъ и азотистымъ питаніемъ растеній, живущихъ въ этой средѣ.

Постепенное изрѣживаніе и исчезновеніе одного изъ членовъ растительнаго сообщества должно несомнѣнно отразиться неблагоприятно на условіяхъ существованія другого члена того-же сообщества въ виду тѣсной зависимости условій питанія этихъ двухъ группъ растеній другъ отъ друга, зависимости, носящей всѣ признаки симбіотическаго сожительства.

По мѣрѣ угнетенія развитія деревянистыхъ растеній притокъ мертвыхъ остатковъ ихъ къ поверхности зеленого мохового болота сокращается, и вмѣстѣ съ нимъ долженъ сокращаться и притокъ зольныхъ элементовъ къ ризоидамъ зеленыхъ мховъ, пока, наконецъ, при наступленіи исчезновенія деревянистыхъ растеній притокъ ихъ совершенно прекратится, и зеленые мхи должны уступить свое мѣсто новому растительному сообществу, которое способно существовать при новыхъ условіяхъ.

Совершенно ясно изъ всего предыдущаго, что вновь назрѣвшія условія отдичаются крайней суровостью. Мы видимъ среду, состоящую изъ массы почти чистаго органическаго вещества, въ которую возможность даже случайнаго попаданія минеральныхъ веществъ почти совершенно исключена. Делювіальные потоки воды уже не могутъ

попадать на болото, ибо въ этой стадіи своего развитія оно уже возвышается своей выпуклой центральной частью надъ своими краями въ видѣ т. наз. *«верхового болота»*. Вѣтеръ также не можетъ регулярно приносить сколько-нибудь замѣтныхъ количествъ пыли, ибо въ районахъ сколько-нибудь обширнаго развитія болотъ вся окружающая мѣстность бываетъ покрыта сомкнутымъ покровомъ растительности или лѣсной, или луговой и болотной, или полевой, или паровой; въ короткіе же промежутки, когда полевые уголья бываютъ обнаженными послѣ обработки, они, вслѣдствіе обилія и частоты выпаденія атмосферныхъ осадковъ въ рассматриваемой полосѣ, не способны стать источниками пыли и скоро зарастаютъ вновь растительнымъ покровомъ. Атмосферные осадки также отличаются чрезвычайной бѣдностью содержанія минеральныхъ солей, да и тѣ, которыя въ нихъ содержатся, не могутъ, какъ мы увидимъ ниже, внести существеннаго измѣненія въ режимъ зольнаго питанія обитателей болота. Остается лишь космическая пыль, вулканическая пыль высокихъ слоевъ атмосферы и дымъ лѣсныхъ и торфяныхъ пожаровъ и происходящій отъ сгоранія всѣхъ видовъ топлива.

Но эти три послѣдніе источника, при всей ихъ несомнѣнности, врядъ ли могутъ быть причиной обильнаго и регулярнаго питанія представителей болотной флоры зольными элементами пищи растений.

Источники азотистаго питанія растений въ рассматриваемой стадіи развитія болота тоже не могутъ быть обильными. Масса мертваго торфа дѣйствительно мертва въ настоящемъ смыслѣ этого слова. Эта среда настолько пропитана водой, что предположеніе о возможности существованія аэробнаго процесса ея разложенія безусловно отпадаетъ. Даже анаэробный процессъ разложенія органическаго вещества подавленъ въ этой средѣ до крайней степени, ибо она насквозь пропитана ульминовой кислотой, переходъ которой въ нерастворимый ульминъ подъ вліяніемъ замерзанія до крайней степени затрудняется тѣмъ обстоятельствомъ, что моховое болото замерзаетъ далеко не ежегодно подъ вліяніемъ того, что температура замерзанія воды, сплошь заключенной въ тонкіе волосные промежутки органическаго вещества болота, понижается настолько сильно, что необходимое пониженіе температуры осуществляется далеко не ежегодно.

Грибной процессъ разложенія остатковъ деревянистыхъ растений также не можетъ осуществить доставку азотистой пищи, ибо въ качествѣ азотосодержащаго вещества, сопровождающаго этотъ процессъ, мы находимъ креновую кислоту, рѣзко выраженная кислая реакція которой исключаетъ возможность минерализаціи азота, въ ней содержащагося, при помощи бактеріальнаго разложенія.

Термическія условія болота отличаются также неблагоприятными

свойствами. Чрезвычайное обилие воды въ торфѣ болота вызываетъ чрезвычайную затрату притекающей тепловой энергіи на испареніе воды, и вслѣдствіе этого весеннее согрѣваніе почвы наступаетъ чрезвычайно медленно и продолжительность вегетативнаго періода сокращается очень сильно. Къ этому присоединяется еще и значительно бóльшая, по сравненію съ другого рода угодіями, частота весеннихъ и осеннихъ утренниковъ, причиной которыхъ является высокая теплопроводность насыщеннаго водяными парами воздуха надъ моховымъ болотомъ.

Условія снабженія растеній водой также нельзя считать вполне благопріятными. Несмотря на видимый избытокъ воды въ почвѣ болота, растенія, произрастающія на немъ, часто испытываютъ острую нужду въ водѣ. Прежде всего это явленіе происходитъ подъ вліяніемъ значительной разницы температуры надземныхъ и подземныхъ органовъ растеній, которая легко устанавливается на болотѣ, особенно въ весеннее время. Ночью почва болота, благодаря сильной теплопроводности воздуха надъ ней, подвергается сильному охлажденію, достигая часто температуры, близкой къ 0°; утромъ такая охладившаяся ночью почва согрѣвается лишь очень медленно, принужденная тратить большое количество тепла на испареніе воды; между тѣмъ какъ листовая испаряющая поверхность растеній болота, благодаря непосредственной инсоляціи и слабому излученію темныхъ тепловыхъ лучей черезъ влажный воздухъ болота, нагрѣвается быстро, и должно начаться усиленное испареніе, въ то же время корни ихъ, заключенные въ среду, температура которой часто бываетъ близка къ той минимальной, при которой корни растеній уже не способны поглощать воду, могутъ лишь въ слабой степени удовлетворить возникающей усиленной потребности растеній въ водѣ.

Втеченіе лѣта растенія болота тоже могутъ ощущать острую нужду въ водѣ. Во время длительныхъ бездождныхъ періодовъ поверхностные слои почвы болота могутъ достигать такой степени влажности, при которой корни растеній уже не въ состояніи извлекать изъ нея необходимой воды.

Это количество воды, удерживаемое почвой настолько прочно, что растенія не въ состояніи его использовать, носитъ названіе *«мертвого запаса воды»*, и въ среднемъ для всѣхъ почвъ величина этого мертвого запаса измѣряется приблизительно двойною величиною *гигроскопичности той-же почвы*, т. е. онъ вдвое больше того количества воды, которое остается въ почвѣ послѣ высушиванія ея на открытомъ воздухѣ при комнатной температурѣ, или того количества воды, которое сухая почва поглощаетъ при константной температурѣ изъ атмосферы, насыщенной парами воды. Величина гигроскопичности

торфяной почвы измѣряется 50—60 вѣсовыми $\%$ воды, и, слѣдовательно, торфяная почва, высохшая до предѣла мертвого запаса, можетъ содержать отъ 100 до 120 вѣсовыхъ $\%$ воды.

Къ этому присоединяется еще то обстоятельство, что волосное передвиженіе воды въ торфяной почвѣ вслѣдствіе ея очень большой влагоемкости совершается съ чрезвычайной медленностью, и растенія при этихъ условіяхъ часто терпятъ острую нужду въ водѣ, несмотря на то, что окружающая ихъ корни почва кажется содержащею еще значительное количество воды.

Подъ вліяніемъ всѣхъ этихъ причинъ растенія, обитающія торфяныя болота, всегда бываютъ снабжены рѣзко выраженными приспособленіями для уменьшенія испаренія, несмотря на кажущееся излишество этихъ приспособленій для растеній, растущихъ на почвѣ, пропитанной насквозь водой.

Представители растительнаго сообщества, могущаго развиваться при такихъ суровыхъ условіяхъ питанія и неблагопріятныхъ условіяхъ воднаго режима и термическихъ, должны очевидно обладать крайнимъ выраженіемъ свойствъ, позволяющихъ использовать создавшуюся обстановку ихъ жизни.

Такимъ растительнымъ сообществомъ являются сообщества сфагновыхъ или настоящихъ моховыхъ болотъ или, какъ ихъ иногда называютъ, торфяныхъ болотъ.

Въ этихъ растительныхъ сообществахъ торфяныхъ болотъ мы, какъ и въ предыдущемъ сообществѣ, всегда можемъ выдѣлить три основные члена; мохъ, который во всѣхъ стадіяхъ развитія этого періода развитія болота, представленъ видами одного только рода *Sphagnum*; одновременно и совмѣстно съ этимъ основнымъ членомъ растительнаго сообщества торфяныхъ болотъ мы всегда встрѣчаемъ и представителей деревянистыхъ растеній—полукустарниковъ, кустарниковъ и деревьевъ, равно какъ и представителей травянистыхъ растеній—злаковъ, осокъ, пушицъ, орхидейныхъ и насѣкомоядныхъ растеній.

Въ соотвѣтствіи съ чрезвычайно бѣдностью среды, въ которой развиваются виды сфагнума, и сами растенія этого рода обладаютъ чрезвычайно упрощеннымъ строеніемъ. У сфагнума нѣтъ корней, нѣтъ ризоидовъ и нѣтъ микоризы, корневая система совершенно отсутствуетъ, и въ соотвѣтствіи съ этимъ отсутствіемъ корневой системы у сфагнума нѣтъ также и сосудистой системы; все растеніе состоитъ только изъ клѣтокъ, причемъ часть клѣтокъ снабжена отверстиями, мертва и содержитъ или воду, или воздухъ. Всѣ клѣточные стѣнки сфагнума содержатъ дубильныя вещества, и все растеніе обладаетъ ясно выраженной кислой реакціей какъ въ живомъ, такъ и въ мертвомъ состояніи.

Ясно, что при наличности послѣдняго свойства органическаго вещества, отлагаемаго торфяными мхами, совершенно исключается возможность разложенія этого органическаго вещества при посредствѣ какъ аэробныхъ, такъ и анаэробныхъ бактерій, и становится понятнымъ чрезвычайно малое содержаніе минеральныхъ веществъ въ водѣ торфяныхъ болотъ, содержаніе настолько малое, что нерѣдки случаи полного отсутствія помутнѣнія ея съ такимъ чувствительнымъ реактивомъ на хлоръ, какъ растворъ азотно-серебряной соли и на сѣрную кислоту, какъ хлористый барій.

Очевидно, все небольшое оставшееся количество минеральныхъ веществъ переводится сфагновымъ мхомъ въ состояніе органоминеральныхъ веществъ и въ такомъ состояніи удерживается.

Объясненіе особенностей минеральнаго зольнаго питанія сфагнового мха представляетъ задачу гораздо болѣе сложную, чѣмъ въ случаяхъ до сихъ поръ разобранныхъ растительныхъ сообществъ луговой и болотной растительныхъ формацій.

Того симбіотическаго сожительства двухъ типовъ представителей сообщества, травянистыхъ и деревянистыхъ, которое ярко бросается въ глаза въ предыдущей фазѣ развитія болотнаго процесса, здѣсь предположить нельзя, ибо здѣсь отсутствуетъ существенный признакъ симбіоза—одновременное и совмѣстное процвѣтаніе обоихъ членовъ симбіотическаго сожительства. Въ разсматриваемомъ случаѣ мы наблюдаемъ совершенно ясно выраженный антагонизмъ въ развитіи сфагновыхъ мховъ съ одной стороны и другихъ представителей того-же сообщества, растений микотрофнаго типа питанія, насѣкомоядныхъ и растений автотрофнаго типа питанія, и въ тотъ періодъ совмѣстнаго существованія, когда развитіе мховъ достигаетъ наиболѣе яркаго своего выраженія, развитіе растений трехъ другихъ типовъ, только что упомянутыхъ, достигаетъ своего наибольшаго угнетенія, и всю группу этихъ растений можно назвать растительнымъ сообществомъ лишь по одному признаку совмѣстнаго нахожденія, независимо отъ степени процвѣтанія каждаго отдѣльнаго члена сообщества.

Еще одинъ признакъ рѣзко отличаетъ періодъ сфагнового болота отъ всѣхъ предыдущихъ періодовъ развитія болота—травяного, осоковаго, переходнаго и зеленого-мохового. Въ то время, какъ во всѣхъ предыдущихъ стадіяхъ развитія болота мы видимъ ясно выраженный процессъ затуханія существеннаго признака почвенныхъ образований—концентраціи элементовъ зольнаго минеральнаго питанія растений, которая постепенно все болѣе и болѣе уменьшается, здѣсь во время развитія сфагнового періода этотъ признакъ начинаетъ опять принимать направленіе относительнаго нарастанія.

Содержаніе зольныхъ элементовъ пищи растений и почти па-

раллельно ему содержаніе золы вообще въ торфѣ, отлагаемомъ предыдущимъ періодомъ развитія болота непрерывно и равномерно падаетъ; въ торфѣ сфагновомъ, отлагающемся поверхъ всѣхъ другихъ слоевъ торфа, содержаніе этихъ зольныхъ элементовъ, по сравненію съ предыдущимъ, падаетъ рѣзкимъ скачкомъ сразу до своего минимальнаго содержанія, и этотъ минимумъ зольности лишь съ небольшими періодическими попеременными колебаніями въ ту и другую сторону, равномерно выраженъ на всемъ протяженіи вертикальнаго залеганія—мощности мохового горизонта торфа. Но какъ только начинается горизонтъ живого вегетирующаго и растущаго торфяного мха, такъ тотчасъ и зольность вообще, и содержаніе зольныхъ элементовъ пищи растеній въ частности, пріобрѣтаетъ ясно выраженную тенденцію къ повышенію, достигая своего новаго апогея—вторичнаго максимума въ самой поверхностной—растущей части этого горизонта. Этотъ второй максимумъ содержанія зольныхъ элементовъ пищи растеній всегда ниже перваго, совпадающаго по своему положенію съ границей минеральной почвы луга и органической почвы развившагося надъ нимъ болота, но онъ обыкновенно въ десятки разъ превышаетъ содержаніе той-же золы въ массѣ мертваго мохового торфа.

Существенный признакъ этого второго максимума содержанія зольныхъ элементовъ пищи растеній представляется его способностью всегда удерживаться въ верхней растущей части мохового болота, постепенно удаляясь отъ минеральнаго дна болота по мѣрѣ роста послѣдняго въ толщину. Вмѣстѣ съ тѣмъ сравненіе зольности живыхъ горизонтовъ моховыхъ болотъ различной мощности ясно указываетъ на то, что этотъ второй максимумъ зольности имѣетъ ясную склонность къ пониженію по мѣрѣ увеличенія мощности болота.

Всѣ перечисленные особенности получили простое и ясное объясненіе только послѣ того, какъ французскими ботаниками было открыто присутствіе во всѣхъ живыхъ клѣткахъ сфагновыхъ мховъ протеолитической энзимы.

Присутствіе протеолитической энзимы во всѣхъ живыхъ клѣткахъ торфяныхъ мховъ даетъ возможность отнести ихъ къ типу растеній сапрофитовъ, частично основывающихъ свое зольное минеральное питаніе на разложеніи мертваго органическаго вещества.

Необходимость признанія торфяныхъ мховъ въ отношеніи ихъ питанія зольными минеральными элементами, а также и азотистаго питанія лишь частичными, а не полными сапрофитами вытекаетъ изъ наличности у этихъ растеній и только у нихъ особаго приспособленія въ видѣ спеціальной ткани, состоящей изъ мертвыхъ клѣтокъ, о которыхъ мы уже упоминали выше. Эта ткань состоитъ изъ крупныхъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ, съ тонкими спиральными утолщеніями

и съ крупными круглыми порами — отверстиями, при помощи которых полости клѣтокъ сообщаются какъ между собою, такъ и съ внѣшней средой. Эта ткань одѣваетъ стебли торфяного мха двойнымъ или тройнымъ слоемъ и также сильно развита въ ихъ листьяхъ. Последніе состоятъ изъ одного только слоя клѣтокъ, причемъ мелкія очень удлиненныя живыя хлорофиллоносныя клѣтки листьевъ, соприкасаясь между собою только узкими концами, представляютъ какъ-бы рѣдкую сѣть, и всѣ промежутки этой сѣти заняты крупными мертвыми клѣтками по одной въ каждомъ промежуткѣ. Эта сѣть мертвыхъ клѣтокъ разсматривается обыкновенно какъ сѣть капилляровъ, роль которыхъ сводится къ удержанію постоянной влажности и поддержанію тургора живыхъ клѣтокъ. Но такое объясненіе не находитъ достаточной опоры въ рядѣ явленій, которыя мы наблюдаемъ на моховомъ болотѣ.

Прежде всего возникаетъ сомнѣніе въ необходимости спеціального приспособленія для регуляціи увлаженія у растеній, растущихъ на субстратѣ, пропитанномъ огромнымъ количествомъ воды, у растеній, обладающихъ стеблями, осевая часть которыхъ состоитъ изъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ, передвиженіе воды по которымъ должно совершаться безпрепятственно, тѣмъ болѣе, что зеленые мхи, имѣющіе лишь зачатки сосудистой системы, не страдаютъ отъ недостатка спеціального приспособленія.

Далѣе наблюденіе показываетъ, что клѣтки этой ткани бываютъ наполнены водою лишь въ періоды, непосредственно слѣдующіе за дождемъ, или послѣ того, какъ верхнія живыя части мха были вдавлены въ нижній горизонтъ, содержащій значительное количество воды, и въ такомъ состояніи мохъ принимаетъ яркую окраску.

Но спустя сравнительно недолгое время обычный матово-серебристый оттѣнокъ мха возстановливается, и въ это время мертвая ткань моховыхъ растеній бываетъ наполнена воздухомъ. Повидимому, присутствіе крупныхъ отверстій въ клѣточныхъ стѣнкахъ этой ткани облегчаетъ не только наполненіе ея водою, но въ равной мѣрѣ и опоражниваніе ея.

Мнѣ кажется, что при чрезвычайной скудости содержанія зольныхъ элементовъ въ средѣ, въ которой произрастаютъ торфяные мхи, роль разсматриваемой ткани находитъ себѣ болѣе вѣроятное объясненіе, какъ приспособленіе для болѣе длительного задержанія первыхъ порцій всякаго дождя или росы.

Несомнѣнно, что процессъ поглощенія минеральныхъ зольныхъ элементовъ у сфагнума долженъ производиться всѣми живыми клѣтками непосредственно, такъ какъ корни и сосудистая система у него отсутствуютъ; несомнѣнно также, что этотъ процессъ требуетъ для

успѣшнаго своего осуществленія извѣстнаго времени. Мы уже упоминали выше, что на торфяномъ болотѣ, какъ и на зеленомъ моховомъ всегда сохраняется нѣкоторое количество осокъ, бѣлая полевица и насѣкомоядныя растенія и нѣкоторые полукустарники. Мертвые остатки этихъ растеній, отлагаясь на поверхности сфагноваго болота въ такихъ же условіяхъ, какъ и на зеленомъ моховомъ болотѣ, подвергаются разложенію при посредствѣ аэробныхъ бактерій и грибовъ. Какъ ни скудны эти остатки и какъ ни ничтожно количество минеральныхъ веществъ и связаннаго азота, освобождающихся при разложеніи ихъ, но именно вслѣдствіе этой скудости и ничтожества этихъ количествъ и должны быть приняты мхами исключительныя мѣры для немедленнаго овладѣванія ими и удержанія и защиты отъ остраго соперничества другихъ группъ растеній. Очевидно, что всякій дождь, всякая сильная роса какъ разъ своими первыми порціями обмоетъ разлагающіеся остатки, и какъ разъ тѣ-же первыя порціи дождя или росы будутъ жадно впитаны мертвыми клѣтками волосной ткани мха, окруженными со всѣхъ сторонъ жизнедѣтельными хлорофиллоносными клѣтками.

Многіе наблюдатели констатируютъ также частое присутствіе въ полостяхъ мертвыхъ клѣтокъ мелкихъ водныхъ животныхъ и, сопоставляя это явленіе съ наличностью у сфагнума протеолитической энзимы, невольно зарождается мысль о питаніи торфяного мха зольными элементами за счетъ этихъ посѣтителей подобно тому, какъ это доказано для видовъ пузырчатки (*Utricularia* L.).

Но, повидимому, вышеупомянутый способъ питанія зольными элементами изъ минеральныхъ соединеній не можетъ покрыть всей потребности сфагнума въ этихъ элементахъ, и главнымъ источникомъ ихъ должна быть масса отжившаго органическаго вещества торфяного болота, состоящая преимущественно изъ того-же мертваго мха, не могущаго разлагаться ни бактеріями въ виду кислой реакціи субстрата, ни непосредственно грибами въ виду рѣзко выраженнаго анаэробіозиса среды.

На наличность такого сапрофитизма указываетъ не только присутствіе протеолитической энзимы въ клѣткахъ торфяныхъ мховъ, но и постоянная наличность чрезвычайно полного исчерпанія всѣхъ зольныхъ элементовъ пищи растеній изъ горизонтовъ мертваго мохового сфагноваго торфа, въ которомъ количество ихъ измѣряется лишь сотыми долями ‰ и рѣзкое повышеніе ихъ содержанія въ горизонтѣ живого сфагнума, и я не вижу другого пути, который бы привелъ къ удовлетворительному объясненію этого контраста въ содержаніи зольныхъ элементовъ пищи растеній.

На способахъ осуществленія питанія минеральными зольными

элементами другихъ членовъ растительнаго сообщества сфагнового болота, принадлежащихъ къ растеніямъ микотрофнаго типа питанія, мы уже останавливались при разсмотрѣніи растительнаго сообщества зеленыхъ моховыхъ болотъ. Здѣсь слѣдуетъ лишь прибавить, что виды растительнаго сообщества зеленыхъ моховыхъ болотъ уже оказываются предъявляющими слишкомъ высокія требованія по отношенію къ зольному питанію, и они въ періодъ максимальнаго развитія сфагнома смѣняются видами, развивающими несравненно меньшую массу надземныхъ вегетативныхъ органовъ, и въ соотвѣтствіи съ болѣею бѣдностью среды, въ которой развиваются подземные органы этихъ растеній, они поражаютъ рѣзко выраженнымъ несоотвѣтствіемъ между могучей корневой системой, охватывающей огромный объемъ среды, въ которой она развивается, и ничтожной массой надземныхъ органовъ; къ числу особенно типичныхъ представителей этого члена растительнаго сообщества мохового болота въ разсматриваемомъ періодѣ его развитія принадлежатъ карликовая береза—*Betula nana* L., нѣсколько видовъ карликовыхъ ивъ и наиболѣе часто встрѣчающаяся клюква—*Vaccinium Oxycoccos* L., благодаря обычному нахожденію которой и моховое болото въ этой стадіи своей эволюціи часто называютъ клюквеннымъ болотомъ.

Вторая группа травянистыхъ растеній микотрофнаго типа питанія на сфагновомъ болотѣ представлена нѣсколькими видами осокъ, пушицы (*Eriophorum* L.) и орхидей и нѣкоторыми другими растеніями, и съ характеромъ ихъ зольнаго минеральнаго питанія мы уже познакомились при разсмотрѣніи сообщества зеленыхъ моховыхъ болотъ. На сфагновомъ болотѣ сохраняются, какъ постоянные члены сообщества, только тѣ виды, которые обладаютъ способностью образовывать длинное вертикальное корневище, могущее съ успѣхомъ поспѣвать за ростомъ въ вышину торфяныхъ мховъ.

Также изъ третьей группы, автотрофно питающихся травянистыхъ растеній въ обстановкѣ сфагнового болота сохраняются лишь немногіе представители злаковъ корневищевыхъ—*Agrostis alba* L., которая не разъ уже упоминалась, *Calamagrostis epigeios* Roth., а также немногочисленные виды однолѣтнихъ злаковъ—*Mibora verna* Adans., *Deschampsia flexuosa* Trin., *Poa bulbosa* var. *vivipara* L.

Какъ уже упоминалось выше, всѣ представители этихъ группъ на моховомъ болотѣ во время періода преобладающаго развитія сфагнома достигаютъ предѣльнаго минимума своего развитія и, мельчая изъ поколѣнія въ поколѣніе, достигаютъ карликовыхъ размѣровъ, причемъ цвѣтеніе и плодоношеніе ихъ становится все скуднѣе, пока наконецъ они переходятъ къ исключительно вегетативному способу размноженія,

Какъ ни совершенно приспособленъ организмъ сфагнового мха для использованія зольныхъ элементовъ пищи растеній въ средѣ, гдѣ содержаніе этихъ элементовъ достигаетъ чрезвычайнаго разрѣженія, тотъ фактъ, что въ массѣ мертвого торфа всегда остается, хотя и чрезвычайно малое количество элементовъ зольнаго питанія растеній, ясно указываетъ на то, что даже для этого растенія полное исчерпаніе запаса минеральныхъ веществъ среды недостижимо. Отсюда съ неменьшей ясностью истекаетъ то заключеніе, что первоначальный, уже тогда сравнительно небольшой запасъ зольныхъ элементовъ пищи растеній долженъ по мѣрѣ накопленія мохового торфа распределяться во всемъ растущемъ объемѣ его, и въ концѣ извѣстнаго промежутка времени количество минеральной пищи въ верхнемъ, доступномъ воздѣйствію сфагновыхъ растеній слоѣ торфа должно оказаться недостаточнымъ даже для такого нетребовательнаго и приспособленнаго къ обстановкѣ суроваго питательнаго режима растенія, какъ сфагнумъ.

Ростъ сфагнума долженъ замедляться, въ результатѣ борьбы за существованіе должны погибнуть наиболѣе слабые его представители, и ранѣе сплошной коверъ торфяного мха долженъ разрѣдиться, и на дневную поверхность выступаетъ голый мертвый торфъ.

Тогда на этихъ плѣшинахъ поселяется новое промежуточное растительное сообщество, представленное въ нашихъ широтахъ двумя родами *Pinguicula* и *Drosera*, поселяются насѣкомоядныя растенія—показатели крайней степени бѣдности среды азотомъ и минеральными зольными элементами пищи растеній, основывающія свое питаніе этими элементами на ловлѣ насѣкомыхъ и предъявляющихъ къ почвѣ, на которой они растутъ, только одно требованіе—требованіе воды, которое у этихъ небольшихъ растеній также невелико.

Одновременно съ насѣкомоядными на обнажившемся мертвомъ торфѣ поселяются печеночные мхи, лишайники, водоросли и грибы. Зольное питаніе этихъ растеній, вѣроятно, основано на использованіи мертвыхъ остатковъ насѣкомоядныхъ растеній, ибо районъ ихъ воздѣйствія на торфяную почву настолько ограниченъ, благодаря ограниченности развитія ихъ корневой системы, что изъ тонкаго слоя бѣдной почвы мохового болота они врядъ ли добудутъ достаточное количество зольныхъ элементовъ.

Здѣсь мы сталкиваемся съ чрезвычайно интереснымъ явленіемъ, съ которымъ намъ придется столкнуться и подробнѣе при изученіи вопроса о такъ называемой «*спѣлости*» торфа или со «*степенью разложенія*» его. Обнажившаяся масса мертвого торфа должна бы, повидимому, подвергнуться, будучи лишена живого покрова мха, быстрому разложенію и, какъ результатъ этого разложенія, можно было бы

ожидать болѣе или менѣе ярко выраженного результата развитія автотрофной группы растеній сообщества мохового болота, которая сохранила жизнеспособность во время мохового періода въ видѣ слабыхъ тощихъ побѣговъ.

Но бактеріальное разложеніе торфяной массы, отложенной мхами, совершенно исключено, благодаря кислой реакціи торфа и содержанія въ немъ дубильныхъ веществъ, разложеніе же его при помощи *непосредственной* дѣятельности грибовъ встрѣчаетъ чрезвычайное затрудненіе вслѣдствіе физическихъ свойствъ торфа.

Мицелій грибовъ не можетъ углубиться въ массу торфа вслѣдствіе полной пропитанности его водою и зависящаго отъ этого господства условій анаэробіозиса, поверхностное же развитіе мицелія встрѣчаетъ также сильное препятствіе вслѣдствіе рѣзкихъ колебаній влажности среды, обусловленныхъ медленностью передвиженія воды во влагоемкой массѣ торфа; также неблагоприятными окажутся и не менѣе рѣзкія колебанія температуры поверхности торфа, который, вслѣдствіе своего темнаго цвѣта и матовой поверхности будетъ сильно поглощать теплоту во время солнечнаго освѣщенія и также сильно излучать ее во время безоблачныхъ ночей. Вредно должно отразиться на развитіи грибовъ и отсутствіе растеній, затѣняющихъ поверхность почвы, и наконецъ бѣдность субстрата, въ связи съ отсутствіемъ возможности для мицелія проникать вглубь среды, должна въ сильной мѣрѣ обострить вопросъ о зольномъ питаніи грибной флоры.

Совокупность всѣхъ этихъ причинъ приводитъ къ одному основному результату. Моховой торфъ разлагается очень медленно и долго сохраняетъ свое волокнистое строеніе, и понятно, что въ этихъ условіяхъ автотрофно питающіеся члены растительнаго сообщества моховыхъ болотъ не встрѣчаютъ новыхъ или измѣнившихся къ лучшему условій для своего развитія.

Но тѣмъ лучше, не встрѣчая достаточно сильныхъ соперниковъ, начнутъ развиваться тѣ микотрофно питающіеся члены того-же растительнаго сообщества, которые, подобно первымъ во время періода преобладанія торфяного мха, напрягая всѣ усилія, чтобы только не быть задушенными мхами, изъ года въ годъ развивали все болѣе слабыя поколѣнія зеленыхъ надземныхъ органовъ на своихъ почти вертикально развивающихся корневищахъ. Подъ вліяніемъ разнообразныхъ комплексовъ причинъ, съ которыми мы ближе познакомимся на сколько это возможно въ тѣхъ главахъ, гдѣ нашему разсмотрѣнію будутъ подлежать уже отдѣльные виды болотъ, поверхность мохового болота начинаетъ покрываться растительнымъ покровомъ, состоящимъ преимущественно изъ микотрофно питающихся растеній

появляются массами то виды пушицы (*Eriophorum*), то почти сплошной покровъ вереска (*Caluna vulgaris*), то преобладаютъ осоки и орхидеи, то появляются заросли ерника (*Betula humilis*), то карликовыхъ ивъ и березы (*Betula nana*), то болото порастаетъ массой ягодныхъ полукустарниковъ—гонобобеля (*Vaccinium uliginosum*), морошки (*Rubus Chamaemorus*), мамыры (*Rubus arcticus*) въ перемежку съ багульникомъ (*Ledum palustre*), и во всей этой часто очень пестрой смѣси торфяной мохъ занимаетъ иногда скромное мѣсто, образуя по временамъ лишь разрозненные кочки и куртинки.

По мѣрѣ развитія вышеназванной группы растеній толщи отложеннаго ранѣе мохового торфа, пронизанныя во всѣхъ направленіяхъ длинными микоризными корнями этихъ растеній, подвергаются усиленному процессу обѣднѣнія зольными элементами пищи растеній, которые переносятся дѣятельностью корневой системы этихъ растеній при помощи мицелія микоризы въ надземные органы новыхъ хозяевъ болота, и вмѣстѣ съ опаденіемъ отмирающихъ листьевъ и другихъ надземныхъ органовъ начинается процессъ обогащенія поверхностныхъ слоевъ вновь отлагающагося органическаго вещества элементами зольной пищи растеній. Приэтомъ новое органическое вещество отлагается или въ видѣ мертвыхъ остатковъ деревянистыхъ растеній въ формѣ, легко доступной грибному разложенію, или въ формѣ мертвыхъ остатковъ травянистыхъ растеній, часть которыхъ доступна разложенію при помощи аэробнаго бактеріальнаго процесса.

На основѣ усилившагося притока элементовъ зольнаго питанія растеній въ формѣ минеральныхъ соединений, являющихся результатомъ аэробнаго процесса разложенія мертваго органическаго вещества, обыкновенно рѣзкимъ скачкомъ усиливается развитіе группы автотрофно питающихся растеній, изъ которыхъ наиболѣе рѣзко по характеру своего развитія бросаются въ глаза бѣлая полевица (*Agrostis alba*) и вѣйники (особенно *Calamagrostis epigeios*).

Очевидно, что вліяніе увеличившагося содержанія элементовъ зольнаго питанія растеній не можетъ остаться безъ вліянія на развитіе и торфяного мха. Медленно, но со стихійной настойчивостью начинается вновь усиленное размноженіе маленькихъ его растеній, и постепенно шагъ за шагомъ по тѣмъ-же причинамъ, о которыхъ была уже рѣчь выше, торфяной мохъ вновь завоевываетъ утраченную имъ территорію и погребаетъ растенія, только что снабдившія его минеральной пищей, и картина мохового болота опять возстановляется во всѣхъ своихъ деталяхъ.

Только въ массѣ мохового, мелко—волокнистаго свѣтло-окрашеннаго торфа остается тонкая прослойка болѣе грубозернистаго болѣе темнаго и болѣе разложившагося органическаго вещества—

единственный слѣдъ, которымъ записана въ книгу природы самоотверженная услуга недолговѣчнаго члена растительнаго сообщества.

Хотя-бы періодъ перерыва роста мохового торфа или, другими словами, періодъ процвѣтанія растеній микотрофнаго типа питанія и былъ довольно продолжительнымъ, отлагаемая имъ прослойка болѣе грубо-волокнуистаго торфа рѣдко достигаетъ большой мощности и всегда окрашена въ болѣе темный цвѣтъ по сравненію съ моховымъ торфомъ; причина этихъ особенностей лежитъ въ томъ, что вслѣдствіе бѣльшаго богатства этого торфа зольными элементами пищи растеній и азотомъ и вслѣдствіе отсутствія кислой реакціи у остатковъ травянистыхъ растеній этого періода, этотъ торфъ, также вслѣдствіе болѣе благопріятнаго характера самаго отложенія мертваго органическаго вещества, подвергается болѣе быстрому разложенію, слѣдствіемъ чего и является и бѣльшая степень «спѣлости» его, характеризующая отчасти и болѣе темнымъ цвѣтомъ, и сравнительно небольшая толщина прослойки.

Содержаніе большого количества, по сравненію съ массой мохового торфа, элементовъ зольной пищи растеній въ прослойкѣ вновь образовавшагося болѣе грубозернистаго торфа, уже предрѣшаетъ до извѣстной степени срокъ продолжительности періода новаго процвѣтанія сфагнума, равно какъ и энергію его роста. Очевидно, что разъ абсолютное количество питательныхъ зольныхъ элементовъ во всей толщѣ мохового болота не увеличилось, а произошла лишь извѣстная дифференцировка ихъ по слоямъ, дифференцировка, при которой верхніе слои хотя и обогатились зольными элементами за счетъ болѣе глубокихъ слоевъ, но послѣдніе, какъ показываютъ анализы ихъ, сохранили все-таки нѣкоторое количество золы, то при этихъ условіяхъ запасъ зольныхъ элементовъ пищи растеній, находящійся въ распоряженіи торфяныхъ мховъ этого новаго періода ихъ развитія, долженъ быть ограниченнѣе запаса, находившагося въ распоряженіи мховъ перваго періода ихъ развитія. Вслѣдствіе этого и новый періодъ развитія мховъ будетъ короче перваго, и въ своемъ развитіи мхи второго періода развитія будутъ уступать мхамъ перваго періода. Послѣднее обстоятельство повліяетъ на то, что растенія, одновременно съ мхомъ развивающіяся на болотѣ, не будутъ такъ сильно подавлены мхомъ, а всѣ обитатели болота будутъ одинаково страдать отъ общей причины—недостатка зольныхъ элементовъ питанія.

Вслѣдствіе вышеизложенныхъ причинъ наступленіе неизбежнаго конца второго періода развитія торфяного мха наступаетъ скорѣе перваго, и мощность отложеннаго новаго слоя мохового торфа будетъ меньше предыдущаго, и въ этомъ новомъ слое содержаніе дере-

вянистыхъ элементовъ и остатковъ травянистой растительности будетъ больше. Но по тѣмъ-же причинамъ и развитіе второго періода не будетъ отличаться такою-же интенсивностью, какъ при первой смѣнѣ, и время, которое потребуется для совершенія полной перегруппировки состава растительнаго сообщества, будетъ больше.

Такимъ образомъ въ этой неизбежной смѣнѣ двухъ группировокъ различныхъ членовъ растительнаго сообщества мохового болота будетъ происходить все болѣе выраженное замедленіе смѣны и все болѣе прогрессирующее угнетеніе развитія обоихъ членовъ растительнаго сообщества.

Создавшіяся условія, особенно удлиненіе періода промежуточнаго господства лишайниковъ, покрывающихъ торфъ послѣ естественнаго отмиранія сфагнома, какъ нельзя болѣе благопріятствуютъ завоеванію территоріи новымъ, до сихъ поръ отсутствовавшимъ, членомъ растительнаго сообщества моховыхъ болотъ—древесной растительностью, представленной въ нашей полосѣ болотной сосной. Не стѣсняемая и не заглушаемая дремлющей растительностью мохового болота сѣянцы болотной сосны успѣваютъ развить свою могучую корневую систему, которая въ еще большей мѣрѣ, чѣмъ у другихъ древесянистыхъ обитателей болотъ, поражаетъ несоотвѣтствіемъ мощности своего развитія со скудно развитыми надземными органами ея. Медленно, но неуклонно развивается новый членъ растительнаго сообщества, и прочіе обитатели болота, угнетенные сомкнутымъ пологомъ молодого сосноваго лѣса, принуждены насильно ограничить свой ростъ изъ-за недостатка притока солнечной энергіи, перехватываемой кронами болотной сосны съ укороченными побѣгами. Подъ пологомъ сосноваго лѣса съ логической неизбежностью происходитъ обычное явленіе обогащенія поверхностныхъ слоевъ почвы элементами зольной минеральной пищи растеній. Десятилѣтіями роется широкая корневая система сосны, снабженная ярко выраженной микоризой, въ бѣдномъ питательными веществами моховомъ торфѣ, по ничтожнымъ каплямъ собирая необходимыя вещества. Мелкими слоями совершается ежегодный приростъ древесины, и вырастаетъ, наконецъ, высоко цѣнимое за свои качества дерево болотной сосны. По мѣрѣ хода развитія сосноваго лѣса на болотѣ совершается неизбежное изрѣживаніе его, и на почвѣ болота, на которую изъ года въ годъ опадали хвоя и отмершіе сучья и обогащали ея поверхностные слои зольными элементами послѣ своего разложенія, возникаетъ вновь возможность энергичнаго развитія торфяного мха, для котораго уже не страшны разъединенныя изрѣженныя сосновыя деревья. Быстрымъ темпомъ нарастаетъ мохъ, съ такою же быстротою слѣдятъ за его ростомъ молодые растущіе въ длину корни сосны, и корневая система ея приоб-

рѣтаетъ вслѣдствіе этого своеобразный характеръ—ея вѣтви, по мѣрѣ удаленія отъ ствола, загибаются все болѣе круто вверхъ. Но если концы корней способны противиться стремленію торфяного мха задушить ихъ, то корневая шейка дерева не способна къ передвиженію вверхъ, и сфагнумъ, охватывая ее плотнымъ кольцомъ, обрастаетъ ее все выше и выше, и дерево гибнетъ; вѣтеръ обламываетъ сухостойные экземпляры, и постепенно весь лѣсъ обращается въ массу валежника. Часто остающіеся пни получаютъ характерную правильно заостренную форму, происходящую изъ того, что, нарастая вокругъ пня сухостойнаго дерева, мохъ создаетъ вокругъ него условія анаэробіозиса и прекращаетъ постепенно снизу грибное разложеніе дерева по мѣрѣ своего роста, пока наконецъ истонченное дерево обламывается вѣтромъ, и мохъ окончательно погребаетъ заостренный пенъ равно какъ и поваленное дерево.

Начиная съ этого времени, когда торфяной мохъ окончательно побѣждаетъ росшій на поверхности мохового болота сосновый лѣсъ, все развитіе этого болота какъ-бы начинается сначала. Отъ бывшаго *«сосноваго болота»* остается только горизонтъ пней и валежника, сохраняющихся втеченіе столѣтій въ анаэробныхъ условіяхъ болота, гдѣ не осуществимо ихъ разложеніе грибною флорой. Надъ темной массой *«лѣсного»* торфа этого горизонта, торфа, находящагося въ состояніи значительнаго разложенія или вѣрнѣе остановленнаго въ своемъ бурномъ аэробномъ грибномъ разложеніи надвинувшимися анаэробными условіями возродившагося мохового болота, вновь залегаетъ свѣтло окрашенная неразложившаяся волокнистая масса мохового торфа, вновь прорѣзываютъ эту основную массу прослойки болѣе темнаго болѣе разложившагося и болѣе грубозернистаго торфа періодовъ процвѣтанія микотрофно питающихся членовъ растительнаго сообщества мохового болота и, послѣ иногда десятковъ такихъ чередующихся слоевъ и прослоекъ, вновь прорывается широкій темный горизонтъ лѣснаго торфа съ заостренными пнями и цѣлыми упавшими деревьями. Такихъ повтореній горизонтовъ сосновыхъ пней въ моховомъ торфѣ бываетъ до пяти.

Основной признакъ, характеризующій болотную стадію дернового процесса, который мы характеризовали выше, постепенное обѣднѣніе вновь отлагающагося органическаго вещества зольными элементами минеральной пищи растеній продолжаетъ развиваться съ неукоснительнымъ постоянствомъ и, какъ прямое, логически необходимое слѣдствіе этого признака, являются два взаимно связанныя явленія. Всякое новое поколѣніе какъ растеній, такъ и группъ однородныхъ членовъ растительнаго сообщества мохового болота, имѣя въ своемъ распоряженіи все болѣе ограниченное абсолютное количество

питательныхъ элементовъ, принуждено развиваться со все уменьшающеюся энергіей. Ежегодно откладываемая масса органическаго вещества все болѣе уменьшается, и смѣна одного типа группировки членовъ растительнаго сообщества другимъ становится все болѣе растянутой во времени.

Особенно рѣзко это замѣтно на развитіи послѣдующихъ поколѣній болотной сосны, которая, все болѣе уменьшаясь въ размѣрахъ, достигаетъ наконецъ карликоваго типа, причемъ отдѣльныя растенія располагаются по болоту чрезвычайно рѣдко и представляютъ яркую картину сильнаго угнетенія. Они бывають покрыты лишь небольшими пучками хвои на концахъ изрѣженныхъ вѣтвей, и какъ вѣтви, такъ и карликовый стволъ бываетъ густо усѣянъ черными, желтыми и сѣдыми лишайниками, свѣшивающимися густыми длинными клочьями.

Вмѣстѣ съ тѣмъ и моховой покровъ начинаетъ изрѣживаться, лишайники, занимавшіе раньше участки обнажающагося торфа лишь на короткое время, становятся уже постоянными обитателями поверхности бывшаго мохового болота.

Моховое болото медленно угасаетъ отъ постепеннаго истощенія, и мѣсто угасшихъ когда-то яркихъ біологическихъ процессовъ начинаютъ оспаривать чисто геологическія абіотическія явленія, и медленно и постепенно болото эволюционируетъ въ новый типъ почвы, который является функціей заново сложившихся условій.

Но новый типъ почвы является лишь, такъ сказать, варіантомъ того же дерноваго почвообразовательнаго процесса и будетъ разсмотрѣнъ въ одной изъ слѣдующихъ главъ, когда мы изъ разсмотрѣнія вліянія мѣстныхъ условій на основной типъ почвообразованія накопимъ достаточное количество новыхъ фактовъ и выводовъ, безъ которыхъ генетическая связь мохового болота съ новымъ типомъ почвы—черноземомъ не будетъ достаточно ясна.

Морфологическая картина разрѣза болота въ зависимости отъ вліянія мѣстныхъ условій можетъ измѣняться въ такой сильной мѣрѣ, доходя до полнаго выпаденія ряда морфологическихъ элементовъ, что сдѣлать какого-нибудь средняго вывода не представляется возможнымъ, не вдаваясь въ детальное обоснованіе вліянія мѣстныхъ условій, поэтому и эту задачу мы отложимъ до соотвѣтствующихъ слѣдующихъ главъ.

Глава седьмая.

Степной почвообразовательный процессъ.

При извѣстной комбинаціи количественнаго напряженія основныхъ климатическихъ факторовъ тепла и влажности, комбинаціи, на характеръ которой, какъ мы увидимъ въ дальнѣйшемъ изложеніи, не остается, повидимому, безъ вліянія и самый ходъ эволюціи почвообразовательнаго процесса на земной поверхности, получаетъ возможность яркаго выраженія новый типъ растительной формаціи, состоящейся изъ ряда *степныхъ растительныхъ сообществъ*.

Не касаясь пока подробностей и деталей проявленія вліянія мѣстныхъ условій на интенсивность выраженія признаковъ интересующей насъ въ настоящей главѣ растительной формаціи, мы коснемся здѣсь лишь основныхъ существенныхъ свойствъ, ее характеризующихъ, и той роли, которая ей принадлежитъ въ дѣлѣ измѣненія свойствъ материнской породы.

Какъ и другіе, уже разсмотрѣнные нами процессы образованія почвы изъ материнской породы, степной почвообразовательный процессъ достигаетъ апогея своего господства на территоріи главной области своего проявленія подъ вліяніемъ извѣстной комбинаціи климатическихъ условій, выраженныхъ на этой территоріи съ настолько рѣзкой опредѣленностью, что только мѣстныя условія, отличающіяся крайними свойствами, могутъ вліять на измѣненіе отношеній количественнаго напряженія главныхъ климатическихъ факторовъ, и подъ защитой этихъ крайнихъ проявленій свойствъ мѣстныхъ условій развиваются иные типы почвообразовательнаго процесса, обуславливая пеструю картину почвеннаго покрова страны. Точно такъ же и степной почвообразовательный процессъ, подъ защитой другихъ крайнихъ свойствъ мѣстныхъ условій, распространяется далеко въ области господства другихъ почвообразовательныхъ процессовъ, и такимъ образомъ получается какъ бы промежуточная *переходная почвенная зона*, въ которой почвенный покровъ представляетъ высокую степень пестроты, и гдѣ оба почвообразовательные процесса представлены въ рав-

ной мѣрѣ распространенія, но гдѣ ни одинъ изъ этихъ процессовъ не находитъ рѣзкаго проявленія.

За предѣлами такихъ переходныхъ зонъ, на территоріяхъ уже ярко выраженныхъ условій господствующаго почвообразовательнаго процесса, опредѣляющаго и наличность типическаго и рѣзкаго выраженія свойствъ господствующаго типа почвенныхъ образованій, проявленіе отличныхъ свойствъ другого почвообразовательнаго процесса, проникающаго подъ защитой мѣстныхъ условій въ чуждую имъ зону, отбѣняемое противоположными свойствами господствующаго процесса и его функции—почвеннаго покрова, на столько рѣзко останавливало на себѣ вниманіе, что дало основаніе отличать въ основномъ фонѣ *зональныхъ почвъ* мѣстное развитіе *интразональныхъ почвъ*.

Вдумываясь въ предыдущее, мы приходимъ къ заключенію, что логически правильнѣе будетъ отличать *зональное распространение* cadaго изъ основныхъ почвообразовательныхъ процессовъ и *интразональное проявление тѣхъ-же* процессовъ въ областяхъ зональнаго распространенія процессовъ почвообразованія иного типа.

Къ сказанному нужно еще добавить, что, какъ уже упоминалось выше, почвообразовательный процессъ представляетъ на поверхности суши земного шара одинъ грандіозный по своему пространственному протяженію и по своей длительности во времени процессъ воздѣйствія біологическихъ элементовъ природы на продукты абіотическаго измѣненія горныхъ породъ, и отдѣльные типы почвообразовательнаго процесса, представляющіе въ сущности лишь отдѣльныя фазы развитія этого процесса, неразрывно связаны другъ съ другомъ и совершенно незамѣтно и постепенно эволюціонируютъ одна въ другую; и часто реликтныя свойства одной, предыдущей фазы развитія процесса являются одновременно зачатками свойствъ другого процесса. По этой причинѣ почвенный покровъ переходныхъ зонъ представляетъ чрезвычайно большія трудности для своего изученія, и поэтому, какъ и въ случаѣ предыдущихъ почвообразовательныхъ процессовъ, мы для общаго знакомства съ степнымъ почвообразовательнымъ процессомъ и для выводовъ его основныхъ существенныхъ признаковъ обратимся къ области наиболѣе рѣзкаго типическаго зональнаго его проявленія. Такою областью являются Среднеазіатскія Русскія Владѣнія—Русскій Туркестанъ.

Для той-же цѣли уясненія существенныхъ свойствъ самого процесса мы въ настоящей главѣ не будемъ останавливаться на вопросахъ о материнскихъ породахъ этой зоны и о вліяніи рельефа мѣстности на ходъ процесса, оставивъ эти вопросы до главы, которую мы посвятимъ изученію почвеннаго покрова этой мѣстности.

При попыткѣ провести границу и признаки, отличающіе степную

растительную формацію отъ лугово-болотной или дерновой, мы встрѣчаемъ большое затрудненіе въ выборѣ признака изъ всякой иной группы признаковъ, кромѣ біологической въ той части этой группы, которая опредѣляется климатическими особенностями страны. Мы уже старались вывести зависимость формаціи лѣсной отъ равномерности распредѣленія влажности и тепла втеченіе или всего года, или втеченіе вегетативнаго періода. Совершенно ясно, что существенный признакъ луговой и болотной травянистыхъ формацій, ихъ отмираніе передъ самымъ наступленіемъ холоднаго зимняго періода, опредѣляющее собою продолжительный періодъ вегетаціи втеченіе всего весенняго, лѣтняго и осенняго періода, требуетъ также хотя бы минимальнаго обезпеченія растеній этой растительной формаціи водою втеченіе всего срока вегетаціи. И въ тѣхъ случаяхъ, когда это элементарное требованіе луговой и болотной растительной формаціи не можетъ найти осуществленія, послѣднія смѣняются иной растительной формаціей; приэтомъ совершенно безразлично подъ вліяніемъ какихъ причинъ—мѣстныхъ, ограничивающихъ свое вліяніе небольшими площадями, или общихъ климатическихъ—зональных, захватывающихъ своимъ вліяніемъ большія области, одинаково и въ томъ, и въ иномъ случаѣ территорія завоевывается однородной растительной формаціей, выраженной или въ своемъ зональномъ или интразональномъ распространеніи.

Иначе сказывается на характерѣ растительной формаціи вліяніе величины колебаній равномерности напряженія двухъ основныхъ элементовъ климата—влажности и температуры, не въ пространственномъ отношеніи, а во времени.

Въ томъ случаѣ, когда величина выраженія наличной влажности достигаетъ своей минимальной величины, недостаточной для поддержанія растеній въ вегетирующемъ состояніи еще одинъ разъ втеченіе года, кромѣ зимняго періода, существованіе луговой растительной формаціи уже становится невозможнымъ, и луговая растительная формація смѣняется степной растительной формаціей, существованіе которой возможно при наличности не только зимняго перерыва, когда минимальное количество воды, находящееся въ распоряженіи растеній, опредѣляется зимнимъ пониженіемъ температуры, но и при существованіи второго минимума влажности, опредѣляемаго лѣтнимъ періодомъ высокой температуры.

Наконецъ, когда частота перерывовъ въ свободной доступности воды для растеній достигаетъ частоты бóльшей, чѣмъ два раза втеченіе годового періода, наступаетъ господство пустынной растительной формаціи; приэтомъ степень приспособленности растеній этой растительной формаціи достигаетъ такой высокой степени совершен-

ства и простоты, что для нихъ становятся безразличными и частота перерывовъ ихъ вегетаціи, и величина области вліянія этихъ перерывовъ, и то, подъ вліяніемъ ли высокой или подъ вліяніемъ низкой температуры происходятъ эти перерывы. Все равно, есть въ наличности необходимая влага и температура, растенія холодной или жаркой пустыни вегетируютъ; нѣтъ необходимыхъ условій, они замираютъ съ тѣмъ, чтобы при новомъ наступленіи благопріятныхъ условій вновь начать прежнюю жизнь.

Такимъ образомъ, основные типы растительныхъ формацій, важные съ точки зрѣнія ихъ участія въ процессѣ почвообразованія, могутъ быть уложены въ такую схему.

I. Перерывовъ въ снабженіи растеній водою втеченіе всего года нѣтъ:

растительная формація тропическихъ и подтропическихъ лѣсовъ.

II. Одинъ зимній перерывъ въ снабженіи водой; снабженіе растеній водой весной, лѣтомъ и осенью выражено равномерно:

растительная формація хвойныхъ и лиственныхъ лѣсовъ умереннаго пояса.

III. Одинъ зимній перерывъ въ снабженіи водой; снабженіе растеній водой втеченіе лѣтняго періода затруднено, хотя перерыва лѣтомъ нѣтъ:

луговые, лугово-болотныя и лугово-степныя растительныя сообщества, которыя могутъ быть объединены въ одну группу дерновой растительной формаціи.

IV. Одинъ зимній перерывъ въ снабженіи растеній водой и одинъ лѣтній перерывъ:

степная растительная формація.

V. Многократные втеченіе года перерывы снабженія растеній водою:

растительныя формаціи холодныхъ и жаркихъ пустынь.

Существеннымъ признакомъ, отличающимъ степную растительную формацію отъ лѣсной и дерновой формацій, является существованіе лѣтняго перерыва въ ея развитіи, перерыва, опредѣляемаго недостаткомъ воды въ горизонтахъ почвы, пронизанныхъ корнями растеній этой формаціи, и въ прямой причинной зависимости отъ этого существеннаго признака стоитъ обычный характерный признакъ растительныхъ сообществъ этой формаціи—тотъ, что растенія, ихъ составляющія, не образуютъ сплошного сомкнутого покрова, не обра-

зуютъ дернины, а напротивъ покрываютъ почву лишь изрѣженнымъ покровомъ, между живыми элементами котораго ясно бросается въ глаза наблюдателя открытая почва. Совершенно ясно, что этотъ второй признакъ является простымъ слѣдствіемъ недостаточности запаса воды въ верхнихъ слояхъ почвы, не позволяющій развиться больше опредѣленнаго числа особей на единицу площади, ибо всякое увеличеніе этого числа грозитъ слишкомъ быстрымъ приближеніемъ критическаго момента недостатка воды въ почвѣ.

Существенный признакъ степной растительной формаціи—окончаніе вегетативнаго періода къ началу или въ первой половинѣ лѣта, выгораніе степи къ іюню мѣсяцу обуславливаетъ собою и существенный признакъ почвъ, образующихся подъ покровомъ этой растительной формаціи, степныхъ свѣтло-окрашенныхъ почвъ—отсутствіе въ нихъ перегнойныхъ веществъ и неспособность къ накопленію этихъ послѣднихъ. И, какъ неразрывная логическая цѣпь слѣдствій, изъ этого основного существеннаго признака вытекаютъ всѣ другія свойства этихъ почвъ, представляющихъ діаметральную противоположность структурнымъ почвамъ, образующимся подъ покровомъ дерновой растительной формаціи.

Совершенно ясно, что къ моменту выгоранія степной растительной формаціи, которое происходитъ подъ вліяніемъ недостатка воды въ верхнихъ, пронизанныхъ корнями этой растительности, горизонтахъ почвы, послѣдняя содержитъ въ себѣ минимумъ влажности. Въ свою очередь это значитъ, что антагонистъ воды въ почвѣ—воздухъ содержится въ ней въ изобиліи, или, другими словами, аэрація степной почвы въ это время находится въ максимумѣ своего выраженія. Такимъ образомъ только что отмершіе подземные органическіе остатки степной растительности, еще сохранившіе ничтожное количество своей вегетаціонной воды, сразу послѣ отмиранія оказываются поставленными въ условія ярко выраженнаго аэробіозиса, и подъ вліяніемъ бактеріальнаго аэробнаго процесса разложенія разрушеніе этихъ остатковъ совершается съ такой поразительной быстротой, при условіяхъ благопріятной температуры степного лѣта, что уже черезъ недѣлю послѣ отмиранія степи въ почвѣ ея можно найти сохранившимся лишь скудное количество отжившихъ остатковъ весенней растительности, и мертвые органическіе надземные остатки тѣхъ же растений или остаются на мѣстѣ, едва сохраняя связь съ почвой, ихъ вырастившей, или сметаются степными вѣтрами вокругъ всевозможныхъ препятствій степной почвы въ небольшія кучки и вороха.

Какъ уже было подробно развито выше, аэробный бактеріальный процессъ разложенія органическаго вещества сопровождается выдѣленіемъ гуминовой кислоты, которая немедленно по образованіи

нейтрализуется амміакомъ, выдѣляющимся при томъ же разложеніи, образуя нейтральную гуминово-амміачную соль. Въ свою очередь амміакъ этой нейтральной соли быстро переходитъ подъ вліяніемъ того же процесса въ азотную кислоту, немедленно нейтрализуемую углекислыми солями, образующимися при томъ же разложеніи, главнымъ образомъ углеизвестковой солью, и гуминовая кислота вновь остается въ свободномъ состояніи, но уже въ формѣ нерастворимаго въ водѣ гумина, не обладающаго уже кислой реакціей, и который въ свою очередь быстро подвергается дальнѣйшему аэробному разложенію, распадаясь на воду, углекислоту и азотную кислоту.

Такимъ образомъ, ко времени полного лѣтняго высыханія почвы всѣ мелкіе тонкіе корни отмершихъ растений оказываются совершенно разложившимися, и сохраняются лишь болѣе объемистыя части корневищъ, корней и стеблей, расположенныхъ въ верхнихъ, наиболѣе быстро и полно высыхающихъ горизонтахъ степной почвы и не успѣвающихъ поэтому подвергнуться разложенію.

Очевидно, что при такомъ порядкѣ разложенія органическихъ остатковъ измѣненія, которыя претерпѣваетъ материнская порода подъ вліяніемъ двухъ біологическихъ процессовъ — созданія и аэробнаго разрушенія органическаго вещества — крайне просты. Порода окажется пронизанною массой переплетающихся трубочекъ, въ которыхъ развивались живые корни, и теперь послѣ ихъ разрушенія эти трубочки остаются пустыми и придаютъ породѣ характерную пористость. Корневые трубочки отличаются способностью сохраняться долгое время вслѣдствіе значительной прочности ихъ стѣнокъ. Во время развитія корней въ почвѣ стѣнки образуемыхъ ими корневыхъ трубокъ подвергаются значительному уплотненію вслѣдствіе давленія разрастающейся ткани корней; вслѣдствіе этого уплотненія влагоемкость стѣнокъ должна замѣтно повыситься, и онѣ съ жадностью впитываютъ растворы тѣхъ солей, которыя образуются при полномъ разложеніи корней. Среди солей, образующихся при аэробномъ разложеніи органическаго вещества, видную роль играютъ углекальціевая и сѣрнокальціевая соли, которыя, какъ трудно растворимыя въ водѣ, первыми осядутъ въ видѣ аморфнаго порошка, цементирующаго стѣнки трубочекъ. Дождевые воды будутъ въ состояніи растворить отложившіяся соли лишь въ поверхностныхъ горизонтахъ почвы, ибо, по мѣрѣ ихъ углубленія въ почву, онѣ будутъ все болѣе насыщаться этими солями, и способность воды растворять эти соли быстро уменьшится.

Быстро наступающій сухой періодъ послѣ періодовъ дождей или послѣ спорадически перепадающихъ дождей вызоветъ восходящій токъ воды, насыщенной углекальціевой и сѣрнокальціевой солями, и по испареніи воды соли вновь отложатся въ поверхностныхъ горизонтахъ,

поддерживая въ нихъ всегда достаточное количество солей для насыщенія будущихъ дождевыхъ водъ и для защиты корневыхъ трубочекъ глубже лежащихъ слоевъ отъ разрушенія.

Такимъ образомъ создаются два характерныхъ признака степныхъ почвъ. Первый—это отсутствіе всякаго строенія верхняго горизонта ихъ, представляющаго или распыленную, съ большимъ содержаніемъ порошковатыхъ углекальціевой и сѣрнокальціевой солей, болѣе или менѣе рыхлую массу, или же подъ вліяніемъ дождя и мелкихъ потоковъ дождевой воды поверхностный горизонтъ такой почвы пріобрѣтаетъ мелко-слоистое сланцеватое или листоватое сложеніе, или же уплотняется въ болѣе или менѣе толстую безструктурную корку.

Второй признакъ тотъ, что подъ безструктурнымъ горизонтомъ залегаетъ болѣе или менѣе плотно сцементированный горизонтъ, пронизанный массой корневыхъ трубочекъ, или заполненныхъ смѣсью аморфныхъ сѣрнокальціевой и углекальціевой солей, или только какъ бы отштукатуренныхъ по своей поверхности тѣми-же солями.

Отсутствіе прочнаго комковатаго строенія у почвъ, развивающихся подъ покровомъ степной растительной формаціи, влечетъ за собою, какъ неизбежное логическое слѣдствіе, совершенно опредѣленный и своеобразный водный режимъ этихъ почвъ.

Отсутствіе структурнаго горизонта въ этихъ почвахъ обуславливаетъ какъ бы раздвоение этого режима на два самостоятельныхъ и мало зависящихъ другъ отъ друга водныхъ режима — одного въ верхнихъ горизонтахъ почвенныхъ образованій и другого въ болѣе глубокихъ горизонтахъ материнскихъ породъ этихъ почвъ.

При выпаденіи атмосферныхъ осадковъ на структурную почву вода проникаетъ безпрепятственно въ толщу поверхностнаго структурнаго горизонта ея по неволоснымъ промежуткамъ между структурными элементами такой почвы—ея комками, передвигаясь между ними въ силу своей тяжести или, въ случаѣ дождя обильно выпадающаго въ короткіе промежутки времени, а также при весеннемъ таяніи снѣга, подъ вліяніемъ гидростатическаго давленія. При этомъ быстромъ поступательномъ внизъ движеніи вода, проникшая въ структурную почву, омываетъ поверхность ея комковъ, встрѣчая колоссально развитую волосную поверхность ихъ, и подъ вліяніемъ ярко выраженныхъ волосныхъ свойствъ cadaго отдѣльнаго комка, состоящаго изъ безструктурной массы, уплотненной давленіемъ развивавшихся между комками корней, быстро и полно насыщаетъ эти комки, рассасываясь такимъ образомъ по всей толщѣ структурнаго горизонта почвы. Законъ равномернаго замедленія движенія воды въ волосной средѣ не можетъ найти въ рассматриваемомъ случаѣ до-

статочнаго выраженія въ виду небольшихъ размѣровъ структурныхъ элементовъ почвы—ея комковъ. Также и воздухъ, заключающійся въ почвѣ, не можетъ препятствовать проникновенію воды въ почву, такъ какъ при быстромъ рассасываніи воды по капиллярамъ комковъ почвы ея неволосные промежутки между комками быстро опоражниваются, и движеніе воздуха по нимъ совершается безпрепятственно.

Вода, проникающая въ толщу структурнаго горизонта комковатой почвы, пріобрѣтаетъ свойство чрезвычайно прочнаго запаса. Передвиженіе ея въ нижніе горизонты почвы въ сильной степени затруднено во-первыхъ потому, что это передвиженіе можетъ совершаться только въ силу волосности, т.-е. по закону равномерно-замедлительнаго движенія, да и это движеніе можетъ осуществиться далеко не въ полной мѣрѣ вслѣдствіе того, что элементы структурнаго горизонта являются разобщенными отъ безструктурной материнской породы, соприкасаясь съ послѣдней не по всей поверхности соприкосновенія этихъ двухъ горизонтовъ, а лишь отдѣльными незначительными элементами поверхности каждаго отдѣльнаго комка. Другими словами, вода изъ комковатаго горизонта почвы не можетъ опускаться сплошнымъ волоснымъ слоемъ во всю поверхность почвы, а должна сочиться сѣтью тонкихъ струекъ, пробираясь по лабиринту отдѣльных волосныхъ проходовъ.

Непосредственное испареніе запаса воды структурной почвой также въ значительной мѣрѣ затруднено. Самый поверхностный слой комковъ такой почвы, непосредственно соприкасающійся съ воздухомъ и омываемый движеніями непрерывно смѣняющихся его слоевъ, теряетъ свой запасъ воды чрезвычайно быстро. Но эта быстрая утрата влажности ограничивается лишь малымъ поверхностнымъ слоемъ комковъ. Поступленіе новаго количества воды изъ нижележащихъ влажныхъ комковъ въ высшей степени затруднено вслѣдствіе той же капиллярной разобщенности рыхло-лежащихъ комковъ, и вода принуждена пробираться по извилистому пути изъ комка въ комокъ по узкимъ волоснымъ проходамъ въ ничтожныхъ по своей поверхности мѣстахъ соприкосновенія отдѣльных комковъ. Непосредственное же испареніе воды изъ структурныхъ элементовъ почвы, лежащихъ подъ защитой верхняго высохшаго слоя комковъ, сводится также къ чрезвычайно незначительной величинѣ, ибо оно можетъ происходить лишь въ атмосферу, заключенную въ сплошную сѣть неволосныхъ промежутковъ между комками, обновленіе которой можетъ совершаться почти исключительно при помощи явленія диффузіи, и непосредственное провѣтриваніе почвы путемъ обмѣна всей массы воздуха, заключеннаго въ ея промежуткахъ, почти совершенно исключено.

Вслѣдствіе всей совокупности этихъ явленій комковатое состоя-

ніе почвы и пользуется общимъ признаніемъ наилучшаго состоянія строенія почвы культурной, такъ какъ только этимъ путемъ удастся создать въ ней достаточно прочный запасъ воды, необходимый въ числѣ другихъ условій для обезпеченія урожайности почвы.

Подъ защитой* поверхностнаго влажнаго комковатаго горизонта структурной почвы происходитъ и обогащеніе верхнихъ слоевъ материнской породы, доступныхъ корнямъ растений, влагой за счетъ грунтовыхъ водъ.

Стремительный въ началѣ своего развитія токъ воды, проникающій изъ атмосферы въ верхніе структурные горизонты почвы, претерпѣваетъ, какъ мы видѣли, чрезвычайно быстро наступающее измѣненіе къ состоянію почти полной неподвижности. Непосредственно подстилающій комковатую почву слой безструктурной материнской породы почти изолированъ отъ проникновенія въ него во время вегетативнаго періода воды изъ верхнихъ горизонтовъ. И рядомъ съ этимъ и въ то-же время въ эти верхніе горизонты материнской породы проникаетъ сѣтъ наиболее мелкихъ развѣтвленныхъ корней растущихъ на почвѣ растений; черпая и изъ этихъ горизонтовъ необходимую растеніямъ воду эти, проникающіе въ верхній горизонтъ материнской породы, корни создаютъ условія меньшей его влажности по сравненію съ глубжележащей породой, и подъ вліяніемъ такого обособленія болѣе сухого горизонта къ нему устремляется медленный, но длительный и развитой по всему поперечному сѣченію всей материнской породы, подстилающей структурную почву, волосной токъ воды, направляющійся отъ горизонта грунтовой воды къ верхнимъ, болѣе сухимъ горизонтамъ. Токъ этотъ не можетъ достигнуть дневной испаряющей поверхности почвы, отъ которой онъ отдѣленъ структурнымъ горизонтомъ, и все количество доставленной этимъ токомъ воды можетъ быть испарено исключительно только растеніями, корни которыхъ достигаютъ горизонта материнской породы.

Таковы условія, благодаря которымъ структурныя почвы въ состояніи обезпечить потребность въ водѣ растительности втеченіе всего вегетативнаго періода отъ ранней весны до глубокой осени.

Водный режимъ безструктурныхъ почвъ представляетъ почти полную противоположность водному режиму структурныхъ почвъ.

Прежде всего мы наблюдаемъ чрезвычайно глубокую разницу въ условіяхъ проникновенія атмосферныхъ осадковъ въ массу безструктурной почвы, развивающейся подъ покровомъ степной растительной формации.

Раздѣльнозернистая поверхность такой почвы, механическіе элементы которой не образуютъ структурныхъ отдѣльностей, представляетъ сплошную сѣтъ исключительно волосныхъ промежутковъ. Ко-

гда на такую поверхность выпадаютъ атмосферные осадки, вода ихъ можетъ начать передвиженіе въ массѣ почвы только подъ вліяніемъ силъ волосного притяженія. Съ жадностью поглощаетъ поверхность изсохшей почвы первыя капли дождя, но какъ только поверхностные капилляры ея заполнятся водой, начинается дальнѣйшее передвиженіе воды въ почву по закону равномерно-замедляющагося волосного движенія ея. И каждая капля проникшей въ почву воды мѣшаетъ проникновенію въ ту-же среду новой капли. На поверхности почвы, въ силу логической неизбѣжности, долженъ образоваться слой капельножидкой воды, которая такъ же неизбѣжно повинуется закону тяжести и начинаетъ стекать по уклонамъ поверхности, соединяясь въ делювіальныя струи, и, если дождь, выпадающій на такую почву, носитъ характеръ ливня и обнимаетъ сколько-нибудь значительное пространство, делювіальныя струи соединяются въ могучіе и страшные по своему разрушительному дѣйствию *силевые потоки*—характерное явленіе степныхъ областей.

Съ меньшей логической послѣдовательностью вытекаетъ изъ вышесказаннаго и другое заключеніе. Очевидно, что почти независимо отъ силы дождя и лишь въ малой зависимости отъ его продолжительности, запасъ воды, который можетъ быть сдѣланъ такой безструктурной почвой, будетъ лишь крайне ограниченнымъ. Пока совершается медленный процессъ просачиванія воды въ безструктурную массу почвы, избытокъ ея, не вмѣщенный почвою, успѣлъ стечь и безвозвратно исчезъ.

Значительно меньшій запасъ воды, произведенный раздѣльно-зернистой безструктурной почвой, образующейся подъ покровомъ степной растительной формаціи, по сравненію съ комковатой структурной почвой, образующейся подъ покровомъ луговой-дерновой растительной формаціей, отличается еще и свойствомъ, противоположнымъ прочности запаса воды въ послѣдней почвѣ—этотъ запасъ въ почвѣ безструктурной отличается *эфемерностью*.

Какъ только прекращается дождь или изсякаетъ иной источникъ воды, такъ тотчасъ начинается процессъ испаренія воды изъ почвы, и въ отличіе отъ того же процесса на почвѣ структурной, въ почвѣ раздѣльнозернистой въ этомъ процессѣ испаренія принимаетъ участіе весь запасъ воды, произведенный такой почвой во время дождя.

Какъ только поверхностный слой почвы начнетъ подсыхать, благодаря испаренію изъ него воды, такъ немедленно на смѣну этой испарившейся водѣ въ силу волосного притяженія проникаетъ вода изъ глубже лежащаго еще болѣе влажнаго слоя почвы, и такъ какъ волосные промежутки такой почвы представляютъ одну сплошную не-

разрывную систему капилляровъ, охватывающую всю толщу почвы, то немедленно устанавливается восходящій токъ воды, побуждаемый въ своей длительности и непрерывности совершающимся безъ перерыва процессомъ испаренія воды изъ дневной поверхности такой почвы.

Такимъ образомъ черезъ нѣкоторое время послѣ прекращенія дождя запасъ воды въ почвѣ будетъ представляться въ видѣ горизонта болѣе влажной почвы, расположеннаго на нѣкоторой глубинѣ, и вода этого болѣе влажнаго горизонта будетъ находиться подъ вліяніемъ двухъ діаметрально противоположныхъ по своему направленію и различныхъ по своему напряженію источниковъ волосныхъ силъ. Одинъ источникъ, поддерживаемый въ своемъ постоянствѣ непрерывнымъ испареніемъ воды съ поверхности, будетъ вызывать восходящій волосной токъ жидкости; другой, опредѣляемый меньшимъ содержаніемъ воды въ сухой почвѣ нижнихъ горизонтовъ, будетъ являться стимуломъ для нисходящаго волосного тока изъ того-же запаса воды. Но такъ какъ по мѣрѣ углубленія въ почву влажность ея должна все болѣе возрастать, то и энергія нисходящаго тока неминусомъ должна ослабѣвать, тогда какъ энергія восходящаго тока, при другихъ одинаковыхъ условіяхъ, уменьшается только подъ вліяніемъ уменьшающагося абсолютнаго количества воды въ горизонтѣ ея запаса, быстро исчерпываемаго непрерывнымъ ея испареніемъ.

Подъ вліяніемъ такого комплекса явленій начавшійся во время дождя нисходящій токъ воды въ почвѣ быстро прекращается и смѣняется восходящимъ токомъ, постепенно выносящимъ весь безъ остатка запасъ воды такой почвы къ ея дневной испаряющей поверхности, откуда она немедленно разносится по степному простору вѣтромъ.

Влажность степной почвы представляетъ явленіе, быстро переходящее—*эфемерное*.

Ясно, что при такихъ условіяхъ воднаго режима предѣльная глубина промачиванія степной почвы мѣстными атмосферными водами должна опредѣляться максимальной длительностью періодовъ непрерывнаго притока воды къ ея поверхности или, другими словами, продолжительностью осеннихъ затяжныхъ дождей и весенняго періода таянія зимняго снѣжнаго покрова. При условіяхъ степного климата осенній періодъ дождей отличается значительной прерывистостью, а весенній періодъ таянія снѣга, благодаря дружности степной весны, отличается короткостью, и подъ вліяніемъ этихъ климатическихъ особенностей почва степей никогда не промачивается на большую глубину, и извѣстные горизонты ея отличаются почти неизмѣняющейся постоянной и небольшой влажностью.

въ этихъ горизонтахъ часть растворенныхъ водою въ верхнихъ горизонтахъ почвы солей.

Когда подъ вліяніемъ быстрого высыханія поверхностныхъ слоевъ степной почвы нисходящій токъ воды въ почвѣ прекратится, и его направленіе измѣнится на восходящее, участь отложенныхъ солей будетъ различною. Проникая въ болѣе глубокіе и болѣе холодные слои почвы, вода почвеннаго раствора попадаетъ въ иныя условія по отношенію ея къ угольной кислотѣ. Вслѣдствіе пониженія температуры воды растворимость въ ней угольной кислоты повышается, также повысится и парціальное давленіе угольной кислоты въ болѣе глубокихъ, труднѣе провѣтривающихся слояхъ почвенной атмосферы. Въ результатѣ этихъ двухъ явленій, дѣйствующихъ одновременно и въ одномъ и томъ-же направленіи на измѣненіе величины растворимости въ водѣ угольной кислоты, количество послѣдней, растворяющейся въ почвенной жидкости по мѣрѣ углубленія ея въ нижніе горизонты почвы, должно повыситься.

Подъ вліяніемъ этого повышенія концентраціи угольной кислоты въ почвенной жидкости претерпитъ рѣзко выраженное измѣненіе и отношеніе ея къ растворенію углеизвестковой и фосфорноизвестковой солей—ихъ растворимость въ водѣ, содержащей бѣльшее количество углекислоты, рѣзко повысится; особенно это будетъ имѣть мѣсто по отношенію къ фосфату извести, и рядомъ съ этимъ измѣнившееся содержаніе углекислоты въ водѣ почти совсѣмъ не отразится на растворимости въ ней сѣрнокальціевой соли.

Послѣдствія новыхъ условій очевидны: начавшійся восходящій токъ вновь растворитъ и увлечетъ опять въ верхніе горизонты всю фосфорнокислую известь, отчасти и вслѣдствіе того, что эта соль изъ трехъ разсматриваемыхъ занимаетъ послѣднее мѣсто по количественному содержанію; также будетъ унесено въ верхніе горизонты и бѣльшее количество углеизвестковой соли, и безъ измѣненія останется только отложившееся количество сѣрнокальціевой соли.

При ежегодномъ—послѣ каждаго лѣтняго дождя—повтореніи этого процесса, на нѣкоторой глубинѣ, въ толщѣ почвы, покрытой степной растительной формаціей, неизбежно обособляется *горизонтъ скопленія сѣрнокальціевой соли*, или, какъ его чаще называютъ, *гипсовый горизонтъ*, который часто совмѣщается съ *горизонтомъ скопленія и углекальціевой соли*, или съ *горизонтомъ бурнаго вскипанія* почвы при дѣйствіи на нее кислотой.

Развитіе гипсоваго горизонта степной почвы можетъ достигать чрезвычайно рельефнаго выраженія и развиться до обособленія слоя почти чистаго кристаллическаго гипса мощностью до 200 мм., или выражаться въ образованіи длинныхъ до 300 мм. друзъ кристалловъ

гипса на отдѣльныхъ валунахъ нижнихъ аллювіальныхъ песковъ, или повлечь образованіе часто огромныхъ друзъ и отдѣльныхъ кристалловъ пойкилитической структуры длиною до 500—600 мм.

Мы увидимъ при детальномъ изученіи почвеннаго покрова степной зоны, что обособленіе гипсового горизонта часто влечетъ за собою даже измѣненіе рельефа поверхности степи.

Обособленіе въ степной почвѣ гипсового горизонта неминуемо влечетъ за собою ярко выраженную особенность воднаго режима этихъ почвъ. Въ какой бы формѣ ни отложился гипсъ этого горизонта—въ формѣ ли тончайшаго аморфнаго порошка или въ формѣ рыхлаго горизонта, состоящаго изъ тонкихъ длинныхъ, расположенныхъ параллельно другъ другу кристалловъ, эта новообразовавшаяся прослойка является совершенно непроницаемой для восходящаго тока воды.

Въ первомъ случаѣ мы сталкиваемся съ прослойкой, въ которой всѣ промежутки между механическими элементами породы плотно забиты тончайшимъ аморфнымъ порошкомъ гипса; волосное движеніе воды въ этой плотной влагоемкой тонкозернистой массѣ претерпѣваетъ сразу такое рѣзкое замедленіе, и это замедленіе такъ быстро прогрессируетъ, что практически подобная прослойка совершенно непроницаема ни для восходящаго, ни для нисходящаго тока воды. Въ результатѣ получается полное разобщеніе воднаго режима верхнихъ, лежащихъ выше прослойки, горизонтовъ почвы отъ воднаго режима горизонтовъ почвы, лежащихъ ниже гипсового горизонта, и грунтовыхъ воды, которыя часто въ изобиліи имѣются въ наличности въ областяхъ, покрытыхъ степной растительной формаціей, не оказываютъ никакого вліянія на водный режимъ горизонтовъ почвы, лежащихъ выше гипсового слоя, независимо отъ глубины залеганія горизонтовъ грунтовой воды. Получается парадоксальное явленіе—существованіе сухой засоленной безводной пустыни при наличности неограниченнаго количества прѣсной грунтовой воды на сравнительно небольшой глубинѣ, часто 1,5—2 метровъ.

Второй случай—присутствіе рыхлаго кристаллическаго гипсового горизонта даетъ возможность нисходящему току воды проникать въ горизонты, лежащіе глубже этого слоя, такъ какъ вслѣдствіе своей рыхлости онъ проницаемъ для воды, но въ результатѣ той-же своей рыхлости этотъ горизонтъ вовсе не обладаетъ волосными свойствами, и ни одна капля воды восходящаго волоснаго ея тока не въ состояніи проложить себѣ путь изъ области, питаемой грунтовой водой, въ лежащую выше гипсового горизонта область питанія атмосферными осадками.

Кромѣ сравнительно трудно растворимыхъ въ водѣ углекальці-

ево́й и сѣрнокальціево́й солей и фосфата извести при аэробномъ разложеніи органическихъ остатковъ растеній степной растительной формациі получается и рядъ солей, легко растворимыхъ въ водѣ, являющихся, какъ и первая группа, неизбѣжнымъ результатомъ полной минерализаціи органическаго вещества.

На первомъ мѣстѣ среди этой категоріи солей стоитъ хлористый натрій, за нимъ слѣдуетъ сѣрнатровая соль, далѣе слѣдуютъ хлористый калий и соли азотной кислоты и, наконецъ, рядъ солей, менѣе важныхъ для уясненія общихъ условій развитія почвъ степной зоны, значеніе и роль которыхъ мы рассмотримъ въ своемъ мѣстѣ вмѣстѣ съ ролью солей магнезіи и соединеній желѣза и марганца, равно какъ и кремневой кислоты.

Всѣ растворимыя соли, вслѣдствіе разобщенности режимовъ грунтовыхъ и поверхностныхъ водъ, принуждены ограничить сферу своего вліянія на почву исключительно областью питанія атмосферными водами. Подъ вліяніемъ прерывистости направленія волосного тока этихъ водъ и растворенныя въ водѣ соли втеченіе весны, лѣта и осени, слѣдя за движеніемъ растворяющей ихъ воды, *мигрируютъ* въ верхнихъ горизонтахъ степной почвы, лежащихъ выше горизонта отложенія гипса.

Атмосферныя осадки вызываютъ въ почвѣ, кромѣ нисходящаго тока воды, смѣняющагося въ степной почвѣ послѣдующимъ восходящимъ токомъ, еще и делювіальныя потоки, развивающіеся, какъ мы уже видѣли выше, съ особенной силой какъ разъ на лишенныхъ структуры степныхъ почвахъ, и, наконецъ, тѣ-же осадки неминуемо вызываютъ и потокъ воды, медленно направляющійся на нѣкоторой глубинѣ подъ дневной поверхностью по направленію уклона почвы къ наиболѣе пониженнымъ мѣстамъ рельефа мѣстности. Во время своего движенія этотъ послѣдній потокъ воды постепенно замедляется по мѣрѣ удаленія отъ наиболѣе повышенныхъ мѣстъ рельефа, и въ то-же время верхняя граница сплошнаго заполненія водой этого потока всѣхъ промежутковъ почвы, по мѣрѣ приближенія его къ наиболѣе пониженнымъ элементамъ рельефа, все болѣе приближается къ дневной поверхности.

Легко растворимыя въ водѣ минеральныя соли, освобождающіяся послѣ полного аэробнаго разложенія органическаго вещества, въ своемъ движеніи принуждены слѣдовать за общимъ направленіемъ поверхностнаго горизонта воды, и такъ какъ существованіе этого тока воды въ почвѣ, покрытой степной растительной формацией, не бываетъ длящимся втеченіе всего года или даже втеченіе всего вегетативнаго періода, то и движеніе почвенныхъ солей подвергается тѣмъ-же измѣненіямъ, которымъ подвергаются и поверхностныя почвенныя воды,

Во время весенняго максимума содержанія воды въ почвѣ съ наибольшею отчетливостью обособляется токъ воды, направляющійся въ поверхностныхъ горизонтахъ почвы, приблизительно параллельно ея поверхности по направлѣнію отъ высшихъ положительныхъ элементовъ рельефа къ низшимъ отрицательнымъ, и всѣ легко растворимыя соли увлекаются въ томъ-же направлѣніи.

При этомъ надо принять въ соображеніе, что какъ вслѣдствіе особенностей выпаденія атмосферныхъ осадковъ въ степной зонѣ—въ формѣ ливней, такъ и вслѣдствіе отсутствія структуры степныхъ почвъ, сильное развитіе делювіальныхъ потоковъ въ степной зонѣ составляетъ ярко выраженное ея свойство, представляющее одно, на первый взглядъ парадоксальное, явленіе, которыми вообще изобилуетъ степная зона,—ярко выраженная геологическая работа воды при рѣзко выраженномъ недостаткѣ ея.

Результатомъ чрезвычайнаго выраженія явленія образованія делювіальныхъ потоковъ представляется не менѣе отчетливое выраженіе пестроты почвеннаго покрова въ отношеніи его механическаго состава.

Эта пестрота выражается въ быстрой смѣнѣ элювіальныхъ болѣе грубозернистыхъ почвъ, покрывающихъ болѣе возвышенные элементы рельефа, тонкозернистыми делювіальными почвами въ пониженныхъ элементахъ рельефа. Вслѣдствіе значительной крупнозернистости почвъ повышеній въ нихъ выражается не только бѣльшая скорость капиллярнаго движенія воды, но можетъ осуществиться и болѣе быстрый неволосной токъ ея, и по мѣрѣ передвиженія тока воды въ поверхностныхъ горизонтахъ почвы внизъ, по уклону ея поверхности, движеніе воды все болѣе замедляется, встрѣчая большое сопротивленіе въ мелкозернистыхъ глинистыхъ делювіальныхъ сноскахъ.

Слѣдствіемъ этого явленія будетъ гораздо болѣе быстрое и полное выщелачиваніе легко растворимыхъ минеральныхъ солей изъ почвеннаго покрова повышенныхъ элементовъ рельефа по сравненію съ элементами склоновъ и пониженныхъ частей рельефа. Понятно, что когда наступитъ періодъ истощенія запаса воды въ почвѣ и неизбежно при этомъ наступитъ восходящій волосной токъ воды, то ему не представится возможнымъ вынести сколько-нибудь ощутительныя количества растворенныхъ въ водѣ солей на поверхность почвы на возвышенныхъ мѣстахъ, и, наоборотъ, этотъ-же процессъ вызоветъ болѣе замѣтное осолоненіе поверхностныхъ горизонтовъ элементовъ склона, могущее выразиться въ образованіи *выцветовъ солей* въ нижнихъ его элементахъ и образованіи даже *корокъ солей* на поверхности почвы наиболѣе пониженныхъ котловинъ.

Разсмотрѣнное явленіе движенія солей по направленію уклонѣ мѣстности будетъ возобновляться послѣ всякаго періода смачиванія почвы, и чѣмъ продолжительнѣе будетъ періодъ притока воды къ почвѣ, тѣмъ длительнѣе будетъ и періодъ возможности поступательнаго тока; но какъ только изсякнетъ запасъ воды въ почвѣ, такъ тотчасъ поступательный по уклону почвы токъ растворенныхъ солей смѣнится восходящимъ ихъ токомъ къ поверхности почвы и послѣдующей затѣмъ полной остановкой передвиженія до слѣдующаго дождя.

Во время этого прерывистаго поступательнаго движенія солей по общему направленію уклона мѣстности не всѣ соли будутъ передвигаться съ одинаковой быстротой.

Совершенно ясно, что минеральныя соли, элементы которыхъ не играютъ сколько-нибудь замѣтной существенной біологической роли въ жизни, развитіи и функціональныхъ отправленіяхъ растительнаго организма, а также и въ біологическихъ явленіяхъ питанія и функціональныхъ отправленіяхъ животнаго міра, развивающагося на основѣ созданія органическаго вещества растеніями, обитающими почвы разсматриваемой зоны, не будутъ совершенно подлежать задерживающему вліянію этихъ біологическихъ моментовъ или лишь по-стольку, по-скольку содержаніе этихъ солей въ растительныхъ организмахъ опредѣляется содержаніемъ ихъ въ средѣ, въ которой развиваются растенія. Такимъ образомъ, эти соли цѣликомъ будутъ находиться подъ вліяніемъ вышеописаннаго прерывистаго поверхностнаго тока воды и делювіальныхъ потоковъ, стремящихся обоюдными усиліями снести ихъ въ наиболѣе пониженные элементы рельефа, и единственнымъ процессомъ, который будетъ противодѣйствовать ихъ выщелачиванію изъ почвы, будетъ процессъ частичнаго развѣванія ихъ вѣтромъ вновь по всей поверхности территоріи ихъ прежняго распространенія. Процессъ развѣванія солей будетъ въ значительной степени облегчаться или затрудняться способностью минеральныхъ солей, о которыхъ идетъ рѣчь, откладываться въ формѣ аморфнаго порошка или въ формѣ кристалловъ или кристаллическихъ ко́рокъ, причемъ и форма кристалловъ несомнѣнно будетъ играть немаловажную роль. Изъ числа солей, труднѣе другихъ подвергающихся разнесенію вѣтромъ, нужно отмѣтить хлористый натръ, выцвѣтающій на поверхности почвы почти исключительно въ кристаллической формѣ и иногда въ формѣ ко́рокъ, причемъ кубическая форма этихъ кристалловъ меньше способствуетъ перенесенію ихъ вѣтромъ, чѣмъ форма тонкихъ иглъ и древовидныхъ кристалловъ сѣрнатровой соли.

Изъ легко растворимыхъ солей, освобождающихся при полной

минерализаціи органическаго вещества въ степной почвѣ, хлористый натръ, кромѣ своей кристаллической формы, затрудняющей развѣваніе его выцвѣтовъ по поверхности почвы степнымъ вѣтромъ, обладаетъ еще и той особенностью, что ни одинъ изъ двухъ составляющихъ его элементовъ не играетъ существенной роли въ жизни растений даже независимо отъ роли ихъ въ питаніи растений уже вслѣдствіе своего широкаго распространенія въ природѣ, и поэтому поваренная соль быстрѣе другихъ выщелачивается изъ почвы и достигаетъ наиболѣе глубокихъ элементовъ рельефа земной поверхности, скопляясь въ огромныхъ количествахъ въ моряхъ и озерахъ, не имѣющихъ стока.

Другая соль, освобождающаяся въ изобиліи при томъ-же процессѣ разложенія органическаго вещества, уже не отличается всѣми вышеупомянутыми свойствами поваренной соли. Одинъ изъ элементовъ, ее составляющихъ,—сѣра играетъ важную роль въ питаніи растений, роль, которая однако въ значительной степени умаляется широкою распространенностью этого элемента въ природѣ, и главнымъ образомъ по этой причинѣ преобладающее вліяніе на большую медленность темпа выщелачиванія этой соли изъ поверхностныхъ горизонтовъ степной почвы должно быть приписано способности этой соли выцвѣтать на поверхности почвы въ формѣ тонкихъ игольчатыхъ и древовидно развѣтвленныхъ кристалловъ. При всякомъ перерывѣ тока поверхностнаго горизонта почвенной жидкости, смѣняющагося, какъ мы видѣли выше, восходящимъ капиллярнымъ ея токомъ, эта соль выцвѣтаетъ на поверхности почвы, и ея тонкіе кристаллы разносятся вѣтромъ вновь по всей территоріи ея прежняго распространенія. Понятно, что этотъ процессъ развѣванія соли не можетъ вполнѣ парализовать процессъ ея выщелачиванія, такъ какъ не все количество соли, выщелоченной изъ почвы пониженныхъ элементовъ рельефа, подвергается процессу развѣванія, и послѣдній въ одинаковой мѣрѣ развѣваетъ соль какъ по областямъ, откуда происходитъ выщелачиваніе, такъ и по областямъ, по направленію къ которымъ совершается процессъ выщелачиванія. Но все-таки обратное развѣваніе должно въ сильной степени вліять задерживающимъ образомъ на быстроту темпа процесса удаленія сѣрнонатровой соли изъ почвы степной зоны, и эта соль является постояннымъ конституентомъ степной почвы.

Что касается легко растворимыхъ солей калия, фосфорной кислоты и азотной кислоты, то вслѣдствіе сравнительно малой ихъ распространенности на поверхности суши и большаго значенія ихъ въ процессѣ минеральнаго питанія растений, онѣ по мѣрѣ своего освобожденія въ формѣ свободныхъ минеральныхъ соединеній быстро

вновь поглощаются живыми біологическими элементами, населяющими степную почву, и вновь переводятся въ формы, связанныя съ живымъ органическимъ веществомъ. Однако, какъ мы увидимъ ниже при детальномъ изученіи почвъ степной зоны, процессъ біологическаго поглощенія вышеперечисленныхъ элементовъ не въ состояніи вполнѣ погасить процесса ихъ выщелачиванія, и въ конечномъ результатѣ происходитъ медленное абсолютное обѣднѣніе почвъ степной зоны въ *отношеніи содержанія фосфора и калия*.

Въ тѣсной зависимости отъ всего комплекса условій и послѣдствій степного почвообразовательнаго процесса стоитъ и рѣзко выраженное распадѣніе степной растительной формаціи на три основныхъ группы растительныхъ сообществъ, связанныхъ между собою неразрывными узами симбіотическаго сожительства, выработавшагося на почвѣ остро выраженной борьбы за зольныя питательныя вещества, которымъ непрерывно грозитъ опасность выщелочиться путемъ абіотическихъ геологическихъ процессовъ вслѣдствіе общаго, ярко выраженаго стремленія къ быстрой и полной минерализаціи органическаго вещества, создаемаго растительностью степной зоны.

Мы уже неоднократно упоминали въ предыдущемъ изложеніи, что основнымъ фономъ степной растительной формаціи является широкая *группа собственно степныхъ растеній*, группа, представленная многочисленными видами большого количества родовъ, объединенныхъ однимъ общимъ существеннымъ признакомъ, — *все представители этой основной группы*, независимо отъ того, представляютъ ли они однолѣтнія или многолѣтнія растенія, *принадлежатъ къ травянистымъ растеніямъ, заканчивающимъ періодъ своего полнаго развитія къ началу лѣта*. Здѣсь еще разъ уместно напомнить, что такъ называемыя многолѣтнія растенія этой группы представляютъ, собственно говоря, однолѣтнія растенія, размножающіяся не только при помощи сѣмянъ — половымъ путемъ, но и при помощи безполага — вегетативнаго пути образованіемъ зимующихъ почекъ, побѣговъ, корневищъ, луковичъ или клубней, причемъ всѣ вегетативные органы этихъ растеній, достигнувшіе своего полнаго развитія, ихъ стебли, листья и корни цѣликомъ ежегодно отмираютъ, какъ только заканчивается процессъ созрѣванія ихъ сѣмянъ и образованіе вегетативныхъ органовъ размноженія.

Мы уже видѣли, что результатомъ такой *эфемерности* существованія этого растительнаго сообщества является быстрая и полная минерализація всѣхъ элементовъ созданнаго ими органическаго вещества и переходъ зольныхъ элементовъ растительнаго организма и въ числѣ ихъ существенныхъ элементовъ зольнаго минеральнаго питанія

растений въ минеральныя соединенія—минеральныя соли минеральныхъ кислотъ.

Перейдя въ такую форму, зольные элементы пищи растений становятся легко растворимыми, нѣкоторые въ водѣ, другіе въ водѣ, содержащей въ растворѣ угольную кислоту, а такъ какъ всякая атмосферная и почвенная вода въ природныхъ условіяхъ всегда содержитъ въ растворѣ угольную кислоту, то все количество элементовъ зольнаго минеральнаго питанія растений становится подвижнымъ и, повинувась общимъ условіямъ движенія воды въ почвѣ, становится жертвой медленнаго, но неуклоннаго процесса абіотическаго выщелачиванія.

Чрезвычайно важнымъ съ народохозяйственной точки зрѣнія представляется то, что всѣ наши культурныя растения, принадлежащія къ группамъ хлѣбныхъ растений, корнеплодовъ, клубненосныхъ растений, и вся группа техническихъ и однолѣтнихъ кормовыхъ растений парового клина представляютъ растения разсматриваемаго нами степного растительнаго сообщества, и всѣ они произошли изъ степныхъ областей стараго и новаго свѣта, и къ нимъ въ той-же мѣрѣ какъ и къ дикорастущимъ ихъ сородичамъ, примѣнимы всѣ вышеприведенные выводы, и до очевидности понятнымъ является то, *что нѣтъ болѣе вѣрнаго пути къ быстрому и абсолютному обѣднѣнію страны, какъ исключительное развитие культуры однолѣтнихъ культурныхъ растений.*

Уже въ разсматриваемой сейчасъ группѣ однолѣтнихъ травянистыхъ растений степной растительной формаціи замѣчается ясно выраженное стремленіе использовать свободную наличность зольныхъ минеральныхъ элементовъ питанія, образующихся послѣ полного разрушенія органическаго вещества предшествующаго поколѣнія тѣхъ-же растений. Это стремленіе сказывается въ преобладаніи въ этомъ растительномъ сообществѣ озимыхъ растений, начинающихъ свое развитіе подъ вліяніемъ второго—осенняго—максимума влажности. Очевидно, что перепадающіе осенью дожди вызовутъ, хотя можетъ быть и слабое, но неизбѣжное передвиженіе зольныхъ элементовъ по направленію отъ положительныхъ элементовъ рельефа къ его отрицательнымъ элементамъ, откуда при неизбѣжномъ приближеніи поверхностнаго тока почвенной жидкости къ дневнымъ горизонтамъ почвы этимъ зольнымъ элементамъ рано или поздно грозитъ опасность быть смытыми делювіальными токами воды въ общіе сборные резервуары делювіальныхъ и аллювіальныхъ водъ.

Развитіе осеннихъ всходовъ озимыхъ представителей травянистаго сообщества степной растительной формаціи используетъ наличность осенней влаги для образованія готоваго къ веснѣ будущаго

года запаса питательнаго матеріала и готовой зимующей листовой поверхности, при помощи которых эти растенія могут использовать эфемерную наличность весенней воды съ бóльшимъ успѣхомъ, чѣмъ еслибѣ они лишь съ весны начали свое развитіе изъ сѣмени; вмѣстѣ съ тѣмъ при своемъ осеннемъ развитіи эти растенія для созданія новаго количества органическаго вещества неизбежно должны воспользоваться и свободнымъ запасомъ зольныхъ элементовъ питанія и тѣмъ остановить вымываніе съ мѣстъ ихъ обитанія хотя-бы части необходимыхъ имъ элементовъ.

Другая часть зольныхъ элементовъ, не усвоенная озимыми всходами этой группы растеній, будетъ частью использована настоящими *эфемерами* степной растительности, весь кругъ развитія которыхъ отъ прорастанія до созрѣванія новыхъ сѣмянъ протекаетъ въ короткій періодъ дружной степной весны, и еще часть тѣхъ-же минеральныхъ веществъ будетъ потреблена представителями многолѣтней травянистой степной флоры, развивающей частью даже подъ снѣгомъ молодые вегетативные и репродуктивные органы изъ луковицъ, корневищъ и клубней.

Но несмотря на наличность такихъ разнообразныхъ по характеру своего развитія представителей травянистаго сообщества степной растительной формаціи, все-же остается нѣкоторое количество зольныхъ элементовъ пищи растеній, которое ускользаетъ отъ ихъ усвоенія и медленно и неизбежно, спускаясь по уклону рельефа мѣстности, даетъ вмѣстѣ съ движущимися въ томъ-же направленіи минеральными солями, не играющими существенной роли въ образованіи органическаго вещества, начало образованію солонцовъ.

Эта остающаяся часть зольныхъ элементовъ минеральной пищи даетъ начало развитію двухъ другихъ основныхъ растительныхъ сообществъ степной растительной формаціи—многолѣтнихъ степныхъ полукустарниковъ и солончаковыхъ растеній.

Группа многолѣтнихъ полудеревянистыхъ растеній степной растительной формаціи отличается рѣзко выраженной біологическою особенностью по сравненію съ представителями первой группы растеній—продолжительностью ихъ періода вегетаціи, который начинается весной и оканчивается осенью. Надземные органы этихъ растеній представлены большей частью короткими деревянистыми стеблями, на которыхъ развивается кустъ однолѣтнихъ листоносныхъ цвѣтущихъ и плодоносящихъ стеблей, ежегодно отмирающихъ до самаго основанія и подвергающихся быстрому аэробному разложенію при наступленіи весенняго теплаго и влажнаго времени. Наиболѣе яркими представителями этой группы степныхъ растеній являются многолѣтнія полыни, напр. бѣлая полынь—*Artemisia maritima* L., а также и мно-

голландіе представители многочисленнаго семейства мотыльковыхъ, напр. верблюжья колючка (*Alhagi camelorum* Fisch), солодка (*Glycyrrhiza*) и многіе астрагалы (*Astragalus*). Корневая система растений этой группы отличается также рѣзкой выраженной особенностью—чрезвычайнымъ развитіемъ въ вертикальномъ направленіи, достигая нерѣдко нѣсколькихъ саженъ въ длину.

Повидимому, въ такомъ глубокомъ укорененіи этихъ растений, проникающихъ своими корнями далеко за предѣлы горизонта скопленія гипса, и можно объяснить ихъ способность противустоять интенсивной лѣтней засухѣ, такъ какъ конечныя развѣтвленія ихъ корневой системы развиваются уже въ горизонтахъ почвы, не зависящихъ въ своей влажности отъ выпаденія атмосферныхъ осадковъ на мѣстѣ развитія этихъ растений, и доставляютъ растенію воду изъ области питанія грунтовыми водами.

Хотя мы и наблюдаемъ у растений этой группы ежегодное развитіе тонкихъ мочковатыхъ корней въ наиболѣе поверхностныхъ горизонтахъ почвы, но не можетъ вызывать сомнѣнія, что въ своемъ питаніи зольными минеральными элементами они зависятъ и отъ содержанія послѣднихъ въ грунтовыхъ водахъ, по крайней мѣрѣ въ тѣ времена года, когда водное питаніе растений изъ поверхностныхъ горизонтовъ представляется до очевидности неосуществимымъ, т. е. втеченіе большей части времени ихъ вегетативнаго развитія.

Непосредственнымъ выводомъ изъ разсмотрѣнныхъ условій существованія этой группы многолѣтнихъ полудеревянистыхъ растений степной флоры будетъ осуществляющаяся черезъ ихъ посредство связь между поверхностными горизонтами почвы и глубоко лежащимъ горизонтомъ грунтовыхъ водъ, несмотря на разобщенность этихъ горизонтовъ въ отношеніи ихъ воднаго режима. Очевидно, что вмѣстѣ съ питаніемъ этихъ растений водою изъ горизонта глубокихъ грунтовыхъ водъ втеченіе большей части вегетативнаго періода одновременно должно осуществляться изъ того-же источника и питаніе ихъ зольными минеральными элементами, а равно и поступленіе въ эти растенія и тѣхъ минеральныхъ солей, содержаніе которыхъ въ растеніи опредѣляется лишь содержаніемъ ихъ въ средѣ, въ которой развиваются корни растений.

Очевидно также, что соли, поступившія въ растенія изъ глубокихъ горизонтовъ грунтовыхъ водъ, должны послѣ отмиранія однолѣтнихъ побѣговъ этихъ многолѣтнихъ растений и неизбежнаго аэробнаго разложенія этихъ мертвыхъ органическихъ остатковъ принять участіе въ той миграціи минеральныхъ солей въ поверхностныхъ горизонтахъ степной почвы, о которой мы говорили выше, и которая

является одновременно и существеннымъ и характернымъ признакомъ этого типа почвъ.

Не менѣе очевидно, что вслѣдствіе разобщенности горизонта поверхностныхъ водъ отъ глубжележащаго второго ихъ горизонта и какъ такое же неизбежное слѣдствіе эфемерности перваго горизонта грунтовой воды является отсутствіе глубокаго промыванія почвы, а слѣдовательно будетъ существовать наличность хотя и медленнаго, но длительного процесса обогащенія верхнихъ горизонтовъ степной почвы свободными минеральными солями за счетъ глубжележащаго второго горизонта грунтовыхъ водъ. А такъ какъ область питанія второго горизонта грунтовой воды атмосферными осадками лежитъ часто далеко за предѣлами области распространенія степныхъ почвъ, то часто осолоненіе одной почвенной области—степной, совершается за счетъ опрѣсненія совершенно иной почвенной области.

Мы видѣли изъ предыдущаго изложенія, что подъ вліяніемъ господства аэробнаго процесса разложенія органическаго вещества поверхностные горизонты почвы степной зоны неизбежно содержатъ значительное количество минеральныхъ солей, количество которыхъ непрерывно растетъ по направленію отъ наиболѣе повышенныхъ элементовъ рельефа къ наиболѣе пониженнымъ его элементамъ, и, благодаря біологическимъ особенностямъ многолѣтнихъ степныхъ полудеревянистыхъ растеній, наличность этого нисходящаго тока солей поддерживается на постоянной опредѣленной высотѣ изъ года въ годъ, опредѣляя собою существенный признакъ почвеннаго покрова степной зоны—присутствіе *солонцовъ*, приуроченныхъ къ *пониженнымъ элементамъ рельефа*.

Въ связи со значительнымъ содержаніемъ въ почвѣ солонцовъ степной зоны растворимыхъ въ водѣ минеральныхъ солей и растительность ихъ носитъ совершенно опредѣленный специфическій характеръ солонцовой флоры, или солянокъ. Мы не будемъ входить здѣсь въ детали біологическихъ особенностей этой третьей группы сообществъ степной растительной формаціи, съ которыми мы познакомимся при детальномъ изученіи почвеннаго покрова степной зоны, а ограничимся лишь указаніемъ на то, что всѣ представители этой группы солонцовыхъ растеній рѣзко распадаются на два типа—*однолѣтнихъ и многолѣтнихъ солонцовыхъ растеній*. Эти двѣ группы отличаются не только по продолжительности своего существованія, но между ними лежитъ глубокая разница по типу ихъ питанія.

Всѣ однолѣтнія солянки, принадлежащія къ разнообразнымъ семействамъ, относятся исключительно къ растеніямъ автотрофнаго типа питанія, и ихъ питаніе зольными минеральными элементами совершается на основаніи усвоенія тѣхъ окисленныхъ минеральныхъ

соединеній, которыя являются результатомъ полной минерализаціи органическаго вещества первой группы растеній степной растительной формаціи.

Мы увидимъ въ дальнѣйшемъ изложеніи, при детальномъ изученіи почвеннаго покрова степной зоны, что осуществленіе зольнаго минеральнаго питанія растеній этой группы встрѣчаетъ большое затрудненіе вслѣдствіе чрезвычайно значительной концентраціи въ почвенной жидкости растворовъ солей, не принимающихъ участія въ построеніи органическаго вещества. Вліяніе этихъ бесполезныхъ для питанія растеній солей въ значительной мѣрѣ ослабляется явленіемъ, такъ называемаго, *антагонизма солей*, что имѣетъ особенное значеніе въ тѣхъ случаяхъ, когда къ солямъ, такъ сказать, *біологическаго происхожденія* присоединяются соли, являющіяся прямымъ результатомъ вывѣтриванія силикатныхъ и алюмосиликатныхъ петрографическихъ элементовъ горныхъ породъ.

Несмотря, однако, на это ослабленіе вреднаго вліянія степени концентраціи раствора почвенной жидкости, ея вліяніе настолько велико и такъ сильно отзывается на быстротѣ темпа усвоенія существенныхъ зольныхъ элементовъ питанія однолѣтнихъ обитателей солонцовъ, что въ нихъ мы встрѣчаемъ рядъ парадоксальныхъ, на первый взглядъ, свойствъ.

Несмотря на чрезвычайное богатство почвъ, на которыхъ развиваются эти растенія, зольными элементами минеральной пищи растеній въ формѣ соединеній, вполне пригодныхъ для ихъ усвоенія растеніями автотрофнаго типа питанія, богатство настолько большое, что почвы, на которыхъ они развиваются, примѣняются прямо, какъ минеральное удобреніе подъ хлѣба и другія культурныя растенія; несмотря на чрезвычайно благопріятныя условія весенней и ранней лѣтней влажности этихъ почвъ, которой онѣ обязаны своему расположенію въ болѣе пониженныхъ элементахъ рельефа; несмотря, наконецъ, на болѣе благопріятныя условія весенней и ранней лѣтней температуры и инсоляціи, эти растенія какъ-бы не используютъ благопріятнаго комплекса весеннихъ условій своего развитія и развиваются съ чрезвычайной медленностью, образуя поразительно малое количество органическаго вещества, и продолжаютъ развиваться и тогда, когда напряженіе лѣтней температуры и инсоляціи и влажность почвы, повидимому, очень близки къ границѣ своего предѣльнаго наибольшаго напряженія. Такой характеръ развитія этихъ растеній во времени приводитъ къ необходимости выработки ряда приспособленій для защиты ихъ отъ вреднаго вліянія высокой температуры, избыточной инсоляціи и недостаточной влажности, мѣръ, которыя были-бы излишни, если-бъ эти растенія были въ состояніи своевременно исполь-

зовать болѣе благопріятное сочетаніе этихъ факторовъ своего развитія въ весеннее время.

Влѣдствіе этого задерживающаго вліянія высокой концентраціи солей почвеннаго раствора на темпъ развитія, выработался своеобразный типъ растеній солонцовыхъ почвъ, растеній, образующихъ при продолжительномъ періодѣ развитія ничтожную массу сухого органическаго вещества и обладающихъ большей частью чрезвычайно своеобразнымъ видомъ, благодаря крайнему развитію всевозможныхъ приспособленій для борьбы съ неблагопріятнымъ напряженіемъ всѣхъ матеріальныхъ и энергетическихъ факторовъ ихъ развитія.

Мы видѣли выше, что часть органическаго вещества, создаваемого ежегодно степной растительной формаціей, при своемъ отмираніи на-столько быстро высыхаетъ, что не сразу подвергается полной минерализаціи подъ вліяніемъ господствующаго въ степной зонѣ аэробнаго процесса разложенія.

Это органическое вещество составляетъ часть, принадлежавшую надземнымъ органамъ растеній степной растительной формаціи, и къ нему принадлежитъ почти все количество надземной органической массы какъ группы травянистыхъ растеній степныхъ растительныхъ сообществъ, такъ и однолѣтніе побѣги группы полудеревянистыхъ растеній тѣхъ-же сообществъ.

Отмершія высохшія надземныя части этихъ группъ степныхъ растеній отрываются степными вѣтрами, безпрепятственно вѣющими по степному простору, и сносятся ими въ наиболѣе пониженные элементы рельефа мѣстности, образуя здѣсь даже болѣе постоянный элементъ почвеннаго покрова, чѣмъ солевые выцвѣты и корки, и корки глинистыхъ делювіальныхъ образованій *такыровъ* и *алла*, о которыхъ мы подробно будемъ говорить въ дальнѣйшемъ.

Скопляющійся въ пониженныхъ элементахъ рельефа степи мертвый органическій покровъ является основаніемъ для развитія новой группы членовъ степныхъ растительныхъ сообществъ, которая въ силу скопленія въ тѣхъ-же элементахъ рельефа и минеральныхъ солей имѣетъ и всѣ признаки растеній солонцовыхъ растительныхъ сообществъ. Эта группа *многочлѣнныхъ полудеревянистыхъ солонцевыхъ растеній*. Всѣ виды этой группы принадлежатъ къ типу микотрофнопитающихся растеній.

Чаще всего эти растенія представляютъ очень короткій и сильно развѣтвленный деревянистый пенекъ, на которомъ развиваются болѣе или менѣе обильно, часто снабженные едва замѣтными чешуйками вмѣсто листьевъ, болѣе или менѣе мясистые, часто членистые однолѣтніе зеленые стебли--филлодіи, иногда снабженные листочками или шипами.

Корневая система этихъ растений состоитъ изъ очень длинныхъ поверхностныхъ или мало углубляющихся въ почву толстыхъ деревянистыхъ корней, окруженныхъ толстой корой; корни эти почти не имѣютъ развѣтвленій, но на всемъ протяженіи состоятъ какъ-бы изъ короткихъ колѣнъ, наклоненныхъ попеременно то въ одну, то въ другую сторону подъ очень тупыми углами, и изъ cadaго такого угла выступаетъ ясно замѣтный простымъ невооруженнымъ глазомъ короткій, иногда раздвоенный бѣлый закругленный съ конца цилиндрикъ микоризы, къ которому чаще всего плотно прилипаютъ обломки мертваго органическаго вещества.

Особенно сильно развита микориза на основаніи развѣтвленнаго деревянистаго стебля и на основаніяхъ его короткихъ вѣтокъ, которое всегда обильно окружено плотной массой прибитыхъ къ нему вѣтромъ остатковъ мертваго органическаго вещества, сухихъ однолѣтнихъ побѣговъ полыни, отмершими листьями злаковъ, крестоцвѣтныхъ и т. п. Вся масса мертваго органическаго вещества довольно плотно какъ-бы прирастаетъ къ стеблю при помощи проникающихъ въ нее отростковъ микоризы.

Послѣ общаго знакомства съ основными типами почвообразовательнаго процесса намъ предстоитъ войти уже въ ближайшее разсмотрѣніе тѣхъ измѣненій въ нихъ, которыя происходятъ подъ вліяніемъ чрезвычайно могучаго фактора почвообразованія—рельефа мѣстности.

Одновременно съ этимъ ближайшее знакомство съ почвами главныхъ почвенныхъ зонъ надлежитъ вести въ порядкѣ ихъ генетической связи между собою, при какомъ разсмотрѣніи само собою будетъ вытекать какъ понятіе объ эволюціи одного почвеннаго типа въ другой, такъ и понятіе о развитіи и деградациі—нарастаніи и затуханіи существенныхъ морфологическихъ признаковъ cadaго типа почвъ.

Просить исправить слѣдующія замѣченныя опечатки:

Стр.	Строка.	Напечатано.	Слѣдуетъ читать.
105	12 снизу	господствующаго	господствующаго высшаго
109	4 сверху	жаркихъ	жаркихъ,
111	17 «	снѣга	снѣга,
112	1 снизу	лементовъ	элементовъ
113	11 сверху	подстилкой	подстилкой,
114	15 «	подстилки	подстилки,
«	« «	изсушеніе	изсушенія
«	21 «	дождь	дождь,
«	20 снизу	не быстро	небыстро
116	11 сверху	наименьшаго	минимума
117	11 снизу	распадается	распадется
119	11 «	незатронутая	не затронутая
121	6 сверху	кальція	кальція,
«	7 «	окисловъ	окисей
123	20 «	необладающій	не обладающій
124	9 «	незатронутой	не затронутой
«	11 «	ортштейноваго	ортштейноваго,
127	8 «	ортштейновый	ортштейновый,
136	6 «	полуэтлированныхъ	полуэтіолированныхъ
139	7 снизу	Востреца	востреца
174	6 сверху	строеніе	строеніе
211	3 «	глубже лежащихъ	глубжележащихъ
214	2 снизу	глубже лежащаго	глубжележащаго

В. А. МИХЕЛЬСОНЪ, проф. **ФИЗИКА** (теплота). Вып. II.

Лекции, читанныя студентамъ М. С.-Х. И.

122 стр. съ 49 черт. въ текстѣ. Цѣна 1 руб.

ГОЛЬЦЪ, Т. проф. **СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТАКСАЦІЯ.**

Переводъ съ 3-го нѣм. изданія

Н. Н. РОМАНОВА подъ редакціей проф. А. Θ. ФОРТУНАТОВА.

VIII+702 стр., М. 1913 г. Цѣна 3 руб. 25 коп.

Изъ отзывовъ печати:

„Приходится признать весьма своевременнымъ появленіе въ рускомъ переводѣ замѣчательной книги Т. Гольца „Сельскохозяйственная таксація“. Книга эта, пользующаяся вполне заслуженной репутацией у себя на родинѣ, даетъ намъ полный сводъ таксаціоннаго опыта нѣмецкихъ сельскихъ хозяевъ.

Всѣ основные принципы оцѣнокъ могутъ принести русскому хозяйству и агроному огромную пользу“.

„Вѣст. Сельск. Хоз.“ № 1, 1914 г.

Г. И. ГУРИНЪ, маистръ ветер. наукъ.

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ОБЩЕЙ ПАТОЛОГИИ ЖИВОТНЫХЪ

242+II страницы, 100 рис., М. 1912 г. Цѣна 1 руб.

Ученымъ Комитетомъ Г. У. З. и З. допущена въ библиотечку подѣлдомственныхъ Главному Управленію сельскохозяйственныхъ заведеній.

Изъ отзывовъ печати:

„Книга Г. И. Гурина въ предѣлахъ краткаго изложенія даетъ читателю тѣ познанія, которыхъ вполне достаточно для уясненія сущности болѣзни; она поможетъ всякому сознательно относиться къ явленіямъ больного организма, что является уже обязательнымъ для всякаго работающаго въ области ветеринаріи. Популярное изложеніе дополняютъ прекрасно выполненные рисунки“.

„Ветер.-фельдш. Вѣстникъ“ № 6, 1914 г.

В. А. МИХЕЛЬСОНЪ, проф. **ФИЗИКА** (механика и оптика). Вып. I.

IV+268 стр. съ 191 черт. М. 1913 г. Цѣна 2 р. 40 к.

М. И. ПРИДОРОГИНЪ, проф.

КРУПНЫЙ РОГАТЫЙ СКОТЪ.

Изданіе 3-ье, дополненное. Стр. 220, рис. 56. М. 1914 г. Цѣна 1 р. 60 к.

А. Θ. ФОРТУНАТОВЪ, проф.

НѢСКОЛЬКО СТРАНИЦЪ ИЗЪ ЭКОНОМІИ И СТАТИСТИКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.

3-ье дополненное изданіе; 103 стр., М. 1913 г. Цѣна 55 коп.

В. А. ХАРЧЕНКО, управляющ. фермой М. С.-Х. И.

ВЫРАЩИВАНІЕ И ВОСПИТАНІЕ ТЕЛЯТЪ ВЪ ЗАГРАНИЧНЫХЪ ХОЗЯЙСТВАХЪ И НА ФЕРМѢ М. С.-Х. И.

Брошюра въ 32 стр., 2 рис. Цѣна 12 коп.

Изъ отзывовъ печати:

„Въ указанной брошюрѣ авторъ послѣдовательно знакомитъ читателя съ постановкой дѣла по выращиванію телятъ въ заграничныхъ хозяйствахъ, а затѣмъ на фермѣ Московскаго с.-хоз. Института, имѣя въ виду, главнымъ образомъ, выпойку телятъ. Здѣсь же можно найти указанія къ уходу и содержанію телятъ.

Брошюрка читается съ интересомъ. Распространеніе ея болѣе, чѣмъ желательно. Издана хорошо. Цѣна не высока“.

„Ветер.-фельдш. Вѣстникъ“, 1914 г.

Печатается:

В. А. МИХЕЛЬСОНЪ, проф. **ФИЗИКА** (электричество).

Лекціи, читанныя студентамъ М. С.-Х. И.

Готовятся къ печати:

Н. С. НЕСТЕРОВЪ, проф. ЛѢСОУСТРОЙСТВО.

3-ье дополненное и переработанное изданіе.

В. Р. ВИЛЬЯМСЪ, проф. ЛУГОВОДСТВО.

Курсъ, читанный студентамъ М. С.-Х. И. въ 1912/13
уч. году и обрабатывающійся для печати.

В. П. ГОРЯЧКИНЪ, проф.

КУРСЪ ЗЕМЛЕДѢЛЬЧЕСКИХЪ МАШИНЪ и ОРУДІИ

Н. М. КУЛАГИНЪ, проф.

ЗООЛОГІЯ (безпозвоночныя и позвоночныя).

Лекціи, читанныя студентамъ М. С.-Х. И. въ 1913/14 г.

Приняты на складъ:

Изданія Кружка Общ. Агрономіи:

1-ый СБОРНИКЪ „ЖИЗНЬ ДЕРЕВНИ“.

Въ 2-хъ частяхъ, 200 стр. убористаго текста (печатн. листь въ 40 т. буквъ).
МОСКВА, 1913 г. Цѣна 1 р 30 к.; для студ. М. С.-Х. И.—1 р.

СПРАВОЧНИКЪ ПО СЕЛ.-ХОЗ. УЧРЕЖДЕНІЯМЪ РОССІИ.

Подъ редакціей и съ введеніемъ проф. А. Г. ДОЯРЕНКО

Справочникъ составленъ Секціей Опытнаго Дѣла при К. О. А. и соде-
житъ XXXI+372+68 стр. убористаго текста. Съ приложеніемъ 16 плановъ
опытныхъ полей, карты и смѣты оборудованія опытной станціи, агрономическо-
лабораторіи, вегетаціоннаго домика и метеорологической станціи.

Москва, 1912 годъ. Цѣна 2 р. 50 к.

Изданіе Библіотени Учебныхъ Пособій при М. С.-Х. И.

РИСУНКИ къ книгѣ Д. Н. ПРЯНИШНИКОВА

ЧАСТНОЕ ЗЕМЛЕДѢЛІЕ.

143 таблицы или 394 рисунка съ объяснительнымъ текстомъ.

Цѣна на обыкнов. бумагѣ въ дермантиновомъ переп. 1 р. 80 к. на мѣловой
бум. въ переп. 2 р. 50 к.

Изданіе Студенческой Юбилейной Комиссіи по чествованію проф. В. Р. ВИЛЬЯМСА

ВАСИЛІЙ РОБЕРТОВИЧЪ ВИЛЬЯМСЪ.

(Юбилейный сборникъ). 110 стр. съ 9 рис. и портретомъ В. Р. Вильямса, цѣна
1 р. 10 к.

Извѣстія студенческихъ организацій Московскаго сельскохозяйственнаго Института.

В. I. стр. 144. 1915 г. цѣна 50 коп.

В. II. (юбил.) стр. 160. 1916 г. цѣна 1 руб. 10 коп.

А. Ѳ. ФОРТУНАТОВЪ, проф.

ПО ВОПРОСАМЪ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ.

Сборникъ статей. Стр. 150. 1916 г. цѣна 1 руб. 50 коп.