

КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

**ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ КАРЕЛИИ
И ИЗМЕНЕНИЕ ИХ
ПОД ВЛИЯНИЕМ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ**

34

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАРЕЛЬСКОЙ АССР
ПЕТРОЗАВОДСК
1982

ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ КАРЕЛИИ
И ИЗМЕНЕНИЕ ИХ
ПОД ВЛИЯНИЕМ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАРЕЛЬСКОЙ АССР
ПЕТРОЗАВОДСК
1962

Утверждено к печати Редакционно-издательским
советом Карельского филиала АН СССР

Научный редактор
доктор сельскохозяйственных наук Б. Д. ЗАЙЦЕВ

п 40478

Центральная научная
библиотека
Академии наук Карельской ССР

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник включает в себя статьи, написанные в основном на материалах полевых, стационарных и лабораторных наблюдений и исследований физико-химических свойств лесных почв Карелии, их сезонной динамики, изменений и нарушений под влиянием вырубki леса и очистки лесосек и других хозяйственных мероприятий. Эти исследования проводились за последние годы сотрудниками группы лесного почвоведения Института леса Карельского филиала АН СССР. Можно надеяться, что несмотря на кратковременность и неполноту этих исследований они будут полезными при решении вопросов рационального ведения лесного хозяйства в Карельской АССР. В сборник дополнительно включена статья, содержащая материалы сотрудников лаборатории микробиологии лесных почв по характеристике микробных ассоциаций почв основных типов леса на территории заповедника «Кивач». Такого рода материалы публикуются в литературе Карелии впервые. Они представляют несомненный интерес для широкого круга специалистов сельского и лесного хозяйства.

Б. Д. ЗАЙЦЕВ

ВОПРОСЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ЛЕСОМ И ПОЧВОЙ
В УСЛОВИЯХ КАРЕЛИИ

В лесоведении характер почвенного покрова рассматривается как важнейший элемент среды. Лесоведам издавна приходилось сталкиваться с вопросами взаимоотношений между лесом и почвой при выработке лесоводственных мероприятий. Известный исследователь Г. Ф. Морозов указывал, что лесовод имеет дело с дикими растениями и в условиях лесного производства для него представляет особую ценность знакомство с естественными условиями роста и развития растений. В обстановке современного лесного хозяйства большое значение приобретает изучение путей улучшения неблагоприятных свойств почвенного покрова. Перед лесоведами стоят задачи мелиорации почв методами, включающими биологические, химические, культуртехнические и гидротехнические приемы.

Только на основе понимания и глубокого изучения взаимоотношений между лесом и средой мы сможем правильно их оценить. Сказанное особенно относится к такой республике, как КАССР, где только начинается разработка мероприятий по повышению производительности насаждений и восстановлению лесных массивов.

Задача настоящего исследования — дать общий обзор характера почв и лесов Карелии и их взаимоотношений.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАРЕЛИИ

Основные особенности почвенного покрова Карелии складывались под влиянием климатической, геоморфологической и гидрогеологической обстановки. Такой биогенный фактор, как растительность, в условиях лесных территорий не мог оказывать резко отличного влияния на направление процессов почвообразования. Особенности же болотного процесса находятся под сильным влиянием различий в гидрологическом режиме почвенно-грунтовых вод, различий, связанных с их химизмом, количеством и проточностью.

Климат определяет значительное поступление влаги в поверхностные горизонты земли. В Карелии в условиях положительных форм рельефа это приводит к энергичному промыванию рыхлых наносов и обуславливает значительный сток влаги в понижения. Из среднего для Карелии годового количества осадков 450 мм на испарение приходится лишь 175.

Характер стока зависит от особенностей рельефа. Карелия представляет сильно пересеченную холмистую равнину с колебаниями отметок

от 5 до 250 м, а в отдельных случаях до 600 м. Г. С. Биске выделяет шестнадцать форм рельефа Карелии в связи с их генезисом.

При наличии значительного стока влаги мы наблюдаем развитие болот и озер на всех отрицательных формах рельефа. При этом высокая заторфованность территории (25—30%) наблюдается в обстановке водно-ледниковых аккумулятивных форм рельефа. В районах с эрозийным и структурно-денудационным рельефом она может снижаться до 5—10, а в условиях абразионных равнин достигать 50—70% (Прибеломорская низменность).

Эти орографические особенности страны в большой степени определяют территориальное распределение почвенных разностей и создают условия для развития тех или иных форм растительности.

Влияние рельефа на процессы почвообразования усложняется неоднородным характером наносов, слагающих верхние — дневные — горизонты земли.

Большая часть территории Карелии занята моренными отложениями. За отложениями ледовых масс следуют водные — флювиогляциальные, озерные, морские. Эоловые наносы имеют относительно малое распространение. Наблюдается выход и кристаллических горных пород. Эти минеральные геологические наносы на значительной части территории перекрыты биогенными отложениями торфов.

При знакомстве с поверхностными отложениями минеральных рыхлых почвообразующих наносов мы прежде всего сталкиваемся с их неоднородным механическим составом. Для этих наносов характерна грубость механического состава, особенно в северной части Карелии, и присутствие значительного количества скелета (частиц больше 1 мм). Следует отметить, что при весьма неоднородном механическом составе четвертичных отложений их валовой химический состав, а также и минералогический, обычно не имеют резких отличий. Последнее объясняется тем, что основным источником моренных наносов являлись преимущественно продукты разрушения гранитов. Последующая дифференциация этих моренных отложений текучими водами, хотя и внесла в ряде случаев существенные изменения в механический состав водных отложений, но на их химическом составе резко не отразилась. Вовлечение в поверхностные наносы углистых сланцев и в известной мере девонских и каменноугольных отложений внесло существенные различия в петрографический состав морены. Территориальное распространение такого рода отложений невелико. Табл. 1 иллюстрирует особенности механического и химического состава горных пород Карелии.

Для характеристики механического состава мы ограничились приведением цифр лишь трех фракций: больше 1 мм, 1,0—0,01 мм и меньше 0,01 мм. Можно считать, что величины содержания этих фракций являются достаточной иллюстрацией существующего разнообразия механического состава наносов.

Для характеристики различий в химическом составе геологических отложений нами избран такой показатель, как содержание валовой кремнекислоты. В петрографии применяется деление магматических горных пород по содержанию валовой кремнекислоты на кислые, средние и основные. Такое деление логично распространить и на рыхлые наносы, связанные своим происхождением с магматическими породами. Последние в Карелии являются основным источником рыхлых отложений.

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что в широко распространенной в Карелии кислой силикатной морене (при значительных отличиях в ее механическом составе) может не происходить резких

Таблица 1

Механический состав и содержание кремнекислоты (валовой) в горных породах Карелии

№ п/п	Горные породы	Диаметр фракции (мм) и содержание, %			Содержание валовой кремнекислоты, %	№ п/п	Горные породы	Диаметр фракции (мм) и содержание, %			Содержание валовой кремнекислоты, %
		больше 1,0	1,0—0,01	меньше 0,01				больше 1,0	1,0—0,01	меньше 0,01	
1.	Диабаз . . .	—	—	—	50,1	10.	Морена шунгитовая . . .	34,4	52,7	7,9	68,6
2.	Гранит . . .	—	—	—	71,7	11.	Флювиогляциальные отложения . . .	—	98,7	1,3	74,2
3.	Раппакиви . . .	—	—	—	74,9	12.	Ленточная глина . . .	8,7	81,8	9,5	76,9
4.	Морена силикатная . . .	51,0	48,8	0,2	64,7	13.	Ленточная глина . . .	—	13,0	87,0	64,4
5.	—	25,0	73,9	1,1	77,1	14.	—	—	56,2	43,8	73,1
6.	—	7,8	90,5	1,7	79,8	15.	Древнеозерный песок . . .	1,4	98,5	0,1	82,9
7.	—	13,6	73,8	12,6	74,2	16.	Древнеозерная глина . . .	—	34,2	65,8	73,1
8.	—	23,5	50,4	26,1	74,2						
9.	Морена карбонатная . . .	1,7	49,3	49,0	73,3						

колебаний в содержании кремнекислоты. По валовому содержанию кремнекислоты минеральные четвертичные отложения обычного характера ближе всего стоят к гранитам, особенно к такой их разновидности, как раппакиви. Это не исключает участия в составе моренных наносов таких пород, как диабазы. Присутствие основных горных пород оказывает существенное влияние на ход почвообразовательного процесса. Особые формы морены, — шунгитовая и карбонатная — не имеют широкого распространения.

По содержанию кремнекислоты силикатной морене близки и водные отложения: флювиогляциальные, ленточные глины и древнеозерные. Однако для водных отложений намечается их большая дифференциация в зависимости от механического состава. Большинство четвертичных отложений Карелии содержит более 65% кремнекислоты и должно быть отнесено к кислым породам.

Изложенное позволяет сделать вывод, что наиболее широко распространенные четвертичные отложения в Карелии обладают отличиями, связанными в первую очередь с механическим составом, который обуславливает не только физические, но и физико-химические их свойства. Степень дисперсности отложений определяет их активную поверхность и обменную способность.

В условиях Карелии нельзя ограничиться рассмотрением только минеральных наносов, так как на значительных площадях наблюдаются органические отложения — торфа. Средняя заторфованность территории КАССР 18—20%.

Торфа Карелии не представляют однородных образований и могут быть поделены на низинные, переходные и верховые. Характеристика этих основных форм торфов по химическим показателям дается в табл. 2 (по данным Главного управления торфяного фонда при Совете

Министров РСФСР и Института биологии Карельского филиала АН СССР 1957 г.).

Разведанные торфяные залежи делятся на низинные (31,1%), переходные и смешанные (31,4%), верховые (37,5%). При этом средняя глубина торфяных залежей соответственно будет составлять 1,94, 1,95 и 2,15 м.

Таблица 2

Химические свойства торфов Карелии

Типы болот	Содержание на абсолютно сухое вещество, %							Степень насыщенности основаниями, %
	органическое вещество	зола	кальций и магний	азот общий	фосфор	калий	pH	
Низинное	82—96	4,0—18,0	0,9—4,0	2,0—3,5	0,08—0,40	0,05—0,2	4,5—6,0	29—60
Переходное	96—97	3,0—4,0	0,4—1,0	1,0—2,5	0,06—0,15	0,06	3,0—4,5	20—35
Верховое	97—99	1,0—3,0	0,2—0,5	0,6—1,8	0,06—0,10	0,05	2,5—3,5	12—23

Данные табл. 2 говорят о значительных отличиях в химических свойствах торфяных залежей, что и характеризуется колебаниями их зольности, содержания кальция и магния, азота, а также величины pH и степени насыщенности. При этом наблюдаются относительно низкое содержание фосфора и калия и небольшие колебания их величин в торфах различного характера. Следует отметить и невысокую зольность торфов.

Неоднородные химические свойства торфов связаны с весьма отличным видовым составом растительности болот.

Кроме различий в составе геологических отложений, мы сталкиваемся с неодинаковой степенью минерализованности грунтовых вод. Так, например, высший предел содержания кальция в природных водах равен 1,3 и низший 0,06 мг/л.

Большая часть территории Карелии относится к зоне грунтовых вод севера, залегающих близко к поверхности и бедных минеральными солями. В южной части грунтовые воды залегают глубже, они несколько богаче минеральными солями. При этом в зависимости от геологических условий химизм грунтовых вод может существенно меняться. Выход к поверхности диабазов, углистых сланцев, карбонатной морены приводит к образованию более минерализованных грунтовых вод. Подобные явления наблюдаются в Кондопожском, Заонежском, Прионежском и Пудожском районах.

Однако при всем разнообразии гидрогеологических условий в Карелии можно считать, что для них характерно преобладание кислой силикатной морены и продуктов ее переотложения в составе минеральных поверхностных наносов, широкое распространение грубых наносов, выход к поверхности кристаллических горных пород, малая минерализованность грунтовых вод, отложение торфов, обладающих относительно низкой зольностью. При этом не следует забывать, что грунтовые воды, обогащаемые в локальных условиях зольными элементами, могут передвигаться в районы, весьма отдаленные от их источника.

Такая гидрогеологическая обстановка способствовала преобладанию сосновых лесов в составе насаждений — около 60% лесной площади.

Климатические, геоморфологические и гидрогеологические условия в Карелии определили особенности почвенного покрова.

Гидротермические условия обеспечили энергичное промывание рыхлых наносов на положительных формах рельефа и значительный сток влаги в понижения. Водный режим территории обусловил развитие процессов подзолообразования и явлений заболачивания.

Повсеместное присутствие кислых минеральных почвообразующих наносов также способствовало процессам разрушения минеральной части почвы при ее промывании влагой, что приводило к энергичному развитию процессов подзолообразования. Развитие органогенных горизонтов грубого гумуса на поверхности лесных подзолистых почв содействует процессам оподзоливания. Грубый гумус обогащает кислыми продуктами разложения органического вещества фильтрующиеся через него атмосферные воды. Вместе с тем широко распространенные грубые минеральные наносы, обладающие малой активной поверхностью, не способствовали энергии процессов почвообразования. Грубость наносов содействует формированию профиля почвы малой мощности. Температурные условия в северной Карелии ослабляли биологическую активность почвы. При передвижении к югу меняется термический режим, увеличивается количество дисперсной части в почве, что способствует большей биологической и физико-химической активности процессов, протекающих в почве. Это приводит к формированию профиля почвы большей мощности при хорошем развитии его генетических горизонтов. Начинается также более энергичная миграция вверх зольных элементов под влиянием лесной растительности.

Существующие материалы подтверждают, что в северной тайге зональный процесс почвообразования приводит к развитию маломощных подзолов, обладающих укороченным почвенным профилем. В условиях средней тайги Карелии изменение зонального подзолистого процесса идет в сторону увеличения мощности профиля почвы и его оподзоленного горизонта и образования перегнойно-подзолистого (дернового — A₁).

Для почвообразования на грубых наносах характерно развитие ясно выраженных горизонтов вымывания. Вещества, накапливающиеся в этих горизонтах, — это преимущественно железо и перегной. Такое явление особенно резко выражено при наличии бокового приноса этих веществ, что связано с увеличением степени увлажнения почвы.

Присутствие карбонатных наносов на юго-востоке Карелии способствует развитию лучше выраженного перегнойно-подзолистого (дернового) горизонта, не приостанавливая зонального подзолистого процесса.

Резкое нарушение хода подзолистого процесса в зональной обстановке связано с выходом на поверхность особых отложений — наносов, обогащенных углистыми сланцами (шунгитовая морена). На таких наносах формируются особые, шунгитовые почвы, они не имеют внешних признаков подзолистой почвы и отличаются своей темной окраской. Сущность процесса почвообразования здесь во многом не ясна, но эти почвы привлекают большое внимание как обладающие благоприятными агрономическими свойствами. Темный цвет этих почв определяет лучший температурный режим пахотного слоя.

В рассматриваемых гидротермических условиях при выходе на дневную поверхность плотные кристаллические горные породы не подвергаются энергичному выветриванию: рыхлых наносов нет или их мощность незначительна. Такая обстановка не способствует образованию почвенного профиля или вызывает лишь его примитивное развитие.

что создает очень неблагоприятную среду для развития лесной растительности.

Дополнительное поступление влаги в верхние горизонты почвообразующих наносов вследствие поверхностного, внутрипочвенного или грунтового стока приводит к явлениям заболачивания с образованием торфяных и оглеению минеральных горизонтов. При наличии грубых наносов наблюдается также боковой приток значительных количеств гумуса и железа. На начальных стадиях заболачивания болотный процесс совмещается с подзолистым, что приводит к образованию подзолисто-болотных почв. Отличия этих почв связываются с механическим составом почвообразующих наносов и химическими свойствами торфяных горизонтов. Последнее определяется различным солевым режимом избыточных вод.

Формирование болотных почв связано с накоплением значительных толщ торфа, химические свойства которого зависят от типа заболачивания — верхового, переходного или низинного.

Таким образом, в условиях лесных массивов Карелии можно выделить следующие основные типы почв: 1) скелетные почвы на выходах кристаллических горных пород (характерны неразвитым профилем почвы); 2) подзолы маломощные; 3) подзолистые почвы; 4) дерново-подзолистые почвы; 5) шунгитовые почвы; 6) подзолисто-болотные почвы; 7) болотные почвы.

Однако такая номенклатура типов почв по характеру процесса почвообразования не может удовлетворить лесовода. Для подзолистых почв очень важным лесорастительным фактором является механический состав почвообразующего наноса. К существенным моментам относится также степень развития дернового горизонта и свойства грубого гумуса (A_0). Развитие дернового процесса в подзолистой почве в значительной мере можно связать с механическим составом наносов и присутствием карбонатов.

По материалам почвенных исследований в Карелии (Марченко, 1958; Зайцев, 1946) для почв подзолистого типа почвообразования можно установить следующую связь механического состава почв с мощностью генетических горизонтов, содержанием в них перегной и физической глины (табл. 3).

Таблица 3

Мощность генетических горизонтов, содержание гумуса и физической глины в почвах подзолистого типа почвообразования

Генетические горизонты	Подзолистые почвы			Подзолистые слабо-дерновые почвы			Подзолистые средне-дерновые почвы		
	мощность горизонта, см	гумус, %	физическая глина, %	мощность горизонта, см	гумус, %	физическая глина, %	мощность горизонта, см	гумус, %	физическая глина, %
A_1	отсутствует			7	5,3	15,1	11	5,0	18,6
A_2	11	0,5	7,1	6	0,7	20,0	6	0,7	23,3
B_1	13	2,3	6,3	23	1,1	17,2	16	1,0	22,9
B_2	17	0,8	4,0	18	0,4	—	17	0,6	—
C	—	—	5,0	—	—	15,8	—	—	26,0

Данные табл. 3 указывают на зависимость между содержанием физической глины (частиц меньше 0,01 мм) в профиле почвы, его мощностью и присутствием дернового (перегнойно-подзолистого) горизонта A_1 . При малом содержании физической глины формируются подзолистые почвы относительно малой мощности и с отсутствием дернового горизонта. Повышение содержания глины приводит к образованию дерново-подзолистых почв и увеличению мощности профиля почвы.

Таким образом, механический состав почвообразующих наносов в Карелии можно считать очень важным, даже ведущим фактором в процессах формирования профиля лесной подзолистой почвы.

При оценке лесных подзолистых почв лесоводы уделяют большое внимание присутствию и характеру горизонтов грубого гумуса (A_0).

Произведенное нами исследование химических свойств горизонтов грубого гумуса подзолистых почв под сосновыми, еловыми и мелколиственными лесами в средней тайге Карелии дало интересные результаты.

Поскольку содержание зольных элементов в отпаде лесной растительности должно находиться в связи с содержанием этих же элементов в почвообразующих наносах, последние были поделены на бедные и богатые обменными основаниями. К первым относятся пески и супеси, ко вторым суглинки и глины. Результаты, характеризующие обменную способность горизонтов грубого гумуса (A_0), даны в табл. 4.

Таблица 4

Влияние древесных пород на химические свойства горизонтов грубого гумуса (A_0) лесных подзолистых почв

Насаждения	Обменные основания почвообразующих наносов	Кол-во наблюдений	pH водный	На 100 г сухого органического вещества, мг/экв.					Коэффициент насыщенности
				гидролитическая кислотность	обменная кислотность	обменный кальций	обменный магний	сумма обменного кальция и магния	
Сосновые	бедные	8	5,0	150,0	31,4	22,7	4,1	26,8	0,57
	богатые	2	6,1	122,2	10,3	60,0	15,0	75,0	0,11
Еловые	бедные	4	4,7	139,1	31,8	19,5	3,4	22,9	0,58
	богатые	6	5,0	130,9	15,9	47,4	11,6	59,0	0,24
Мелколиственные	бедные	3	5,4	125,2	18,1	34,7	9,4	44,1	0,34
	богатые	7	5,6	106,3	7,4	75,0	16,8	91,8	0,08

Полученные величины характеризуют влияние характера древесного полога на химические свойства горизонтов грубого гумуса. При этом ясно выделяется благоприятное влияние мелколиственных древесных пород, которое однако нельзя рассматривать в отрыве от особенностей почвообразующего наноса. Мелколиственные древесные породы способствуют и увеличению содержания азота в грубом перегное и степени его гумификации.

Приведенные материалы подтверждают, что особенности зонального подзолистого процесса в Карелии в значительной мере связаны со свойствами минеральных почвообразующих наносов, которые в различных условиях могут быть охарактеризованы их механическим

составом. Однако нельзя забывать о возможности присутствия в почвообразующих наносах углистых сланцев и карбонатов, которые могут оказывать существенное влияние на характер зонального процесса почвообразования.

Процессы заболачивания идут в направлении развития верховых, переходных и низинных болот, которые отличаются по химическим свойствам их торфяной залежи. Такое отличие может быть и на начальных стадиях заболачивания. В качестве примера, подтверждающего последнее положение, приведем результаты химического анализа двух подзолисто-болотных почв (табл. 5).

Таблица 5.

Химические свойства подзолисто-болотных почв

Генетические горизонты	Глубина, см	Гумус, %	Обменные катионы, мг/экв. на 100 г почвы				Коэффициент насыщенности
			H	Ca	Mg	Ca+Mg	
Торфяно-подзолисто-глеевая почва на песке, подстилаемом супесью (сосновый лес)							
A ₀	0—10	89,5	44,1	23,2	3,8	27,0	0,62
A ₂	15—20	0,9	0,5	0,2	0,1	0,3	0,63
B ₁	30—35	5,2	6,1	0,4	0,1	0,5	0,92
B ₂	50—60	1,4	0,6	0,5	0,2	0,7	0,46
g	90—100	0,1	0,1	4,7	1,8	6,5	0,02
Торфяно-подзолисто-глеевая почва на суглинке (еловый лес)							
A ₀	0—4	37,5	8,8	31,2	8,4	39,6	0,18
A ₁	5—10	6,8	3,8	10,1	1,4	11,5	0,25
A ₂	15—20	1,2	0,9	2,1	0,7	2,8	0,25
B	50—60	0,5	0,4	12,1	5,7	17,8	0,02
g	90—100	0,1	0,0	19,2	7,8	27,0	0,0

Торфяно-подзолисто-глеевая почва на песке, подстилаемом супесью, характеризует процессы заболачивания в условиях бедности избыточных вод щелочно-земельными основаниями. Здесь грунтовые воды несут зональный характер, они бедны кальцием и богаты растворимым гумусом. Для торфянисто-подзолисто-глеевой почвы на тяжелом суглинке характерны условия заболачивания в обстановке локального характера избыточных вод, которые относительно богаты щелочно-земельными основаниями. В первом случае мы наблюдаем более энергичное развитие торфяного горизонта, малую насыщенность основаниями верхних горизонтов почвы и накопление гумуса в горизонте вымывания. Развитие болотного процесса идет по типу верхового. Во втором случае мы имеем ослабление процесса торфонакопления и значительную насыщенность основаниями верхних горизонтов почвы. Здесь заболачивание идет по типу низинного. С характером процессов заболачивания связано изменение и в составе лесной растительности, ибо верховому типу заболачивания отвечают сосновые леса, низинному — еловые.

Приведенные материалы показывают, что почвы, сформировавшиеся в зональной обстановке и условиях избыточного увлажнения, обладают значительными отличиями, что сказывается на характере и производительности лесных насаждений. Вместе с тем широко раз-

витые на территории Карелии грубые наносы и слабая минерализованность зональных грунтовых вод обуславливают значительное преобладание сосновых насаждений над еловыми. Еловые леса уступают сосновым не только по площади, но и производительности. Во многих случаях ель находит менее благоприятную обстановку, чем сосна, причем следует указать, что пожары могут существенно влиять на характер насаждений, способствуя поселению пионеров лесной растительности — сосны и березы.

Из сделанного обзора следует, что при оценке лесорастительной обстановки нужно исходить из особенностей почвенного процесса, механического состава почв и химических свойств торфяного горизонта.

ХАРАКТЕР ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В КАРЕЛИИ

Карельская АССР — это республика, в которой преобладающая площадь суши занята лесами. По данным инвентаризации лесного фонда, в Карелии леса занимают 72% площади суши. На долю болот приходится 27%. Таким образом, в земельном фонде преобладают леса и болота.

Характеризуя состояние лесного фонда в Карелии, естественно остановиться на встречающихся здесь типах леса. Не входя в историческое изучение сложного вопроса о типологии лесов, рассмотрим позднейшее исследование этого вопроса в работе Ф. С. Яковлева и В. С. Вороновой. (1959).

На основе этой работы можно дать следующий систематический список типов леса и краткую характеристику состава насаждений и их производительности.

I. Сосновые леса

1. Сосняк воронично-лишайниковый каменистый 10С V-а кл. бонитета.
2. Сосняк воронично-лишайниковый 10С V кл. бонитета.
3. Сосняк лишайниковый 10С+Е V—IV кл. бонитета.
4. Сосняк воронично-брусничный 10С V кл. бонитета.
5. Сосняк брусничный 10С IV кл. бонитета.
6. Сосняк воронично-черничный 9С 1Б+Е IV кл. бонитета.
7. Сосняк черничный 9С 1Б+Е IV кл. бонитета.
8. Сосняк багульниково-сфагновый 9С 1Б V кл. бонитета.
9. Сосняк осоково-сфагновый V-а кл. бонитета.

II. Елово-сосновые леса

1. Елово-сосновый лишайниковый каменистый 10С+Е V-а кл. бонитета.
2. Елово-сосновый травяно-брусничный каменистый 8С 2Е V кл. бонитета.
3. Елово-сосновый чернично-травяной 7—8С 2—3Е+Б IV кл. бонитета.
4. Елово-сосновый кустарниково-долгомошный 6С 2Е 2Б V-а кл. бонитета.
5. Елово-сосновый травяно-сфагновый 7—8С 2—3Е+Б V-а кл. бонитета.

III. Еловые леса

1. Ельник лишайниковый каменистый 6Е2С2Б V-а кл. бонитета.
2. Ельник воронично-брусничный 8Е2С+Б V кл. бонитета.
3. Ельник брусничный 8Е1С1Б IV кл. бонитета.
4. Ельник воронично-черничный 7Е2Б1С V кл. бонитета.
5. Ельник черничный 9Е1Б+С+Ос IV кл. бонитета.
6. Ельник кисличный 10Е+С+Б+Ос III кл. бонитета.
7. Ельник болотно-травяной 9Е1Б IV кл. бонитета.
8. Ельник черноольховый 6—8Е 2—40л черн. V-а кл. бонитета.
9. Ельник осоково-долгомошный 8Е2Б+С V кл. бонитета.
10. Ельник хвощово-сфагновый 8Е2С+Б V—V-а кл. бонитета.
11. Ельник дубравно-травянистый 9Е1Ос+С III кл. бонитета.
12. Ельник липняковый 6—7Е 2Ос12Б+Липа III кл. бонитета.

IV. Березовые леса

1. Березняк злаково-брусничный 7Б2С1Е+Ос IV кл. бонитета.
2. Березняк чернично-разнотравный 5Б3Ос 1Е 1С III—IV кл. бонитета.
3. Березняк злаково-разнотравный 5Б3Ос 2Е+С III кл. бонитета.
4. Березняк осоково-злаково-долгомошный 7Б 2Е1Ол IV кл. бонитета.
5. Березняк осоково-сфагновый 8Б1С1Е V кл. бонитета.

V. Осинные леса

1. Осинник злаково-черничный 6Ос 3Б1Е+С III—IV кл. бонитета.
2. Осинник злаково-разнотравный 6Ос3Б 1Е+С III кл. бонитета.

VI. Сероольшаники

1. Ольшаник злаково-разнотравный 7—9 Ол 1—2Б 1 Ив.

Материалы, приведенные в работе Яковлева и Вороновой, показывают, что при типологических построениях основные различия в условиях среды связаны с двумя моментами — степенью увлажнения почв и их механическим составом. Выявляется влияние и такого фактора, как степень развития процесса почвообразования, резким примером чего являются неразвитые почвы, связанные с низкой производительностью насаждений и особыми типами леса (лишайниковыми каменистыми).

Следует отметить, что в ряде случаев нет больших отличий в характере почвенного покрова под сосновыми и еловыми лесами. Это можно объяснить тем, что в обстановке, где климатические условия не определяют высокой производительности насаждений, существование еловых лесов возможно и при значительной бедности почв. Здесь может иметь значение и солевой режим грунтовых вод — фактор, недостаточно выявленный при типологических построениях.

В приведенной характеристике типов леса наивысшая производительность насаждений оценивается III классом бонитета.

Подтверждение такого предела производительности лесов Карелии можно найти в работе С. И. Ускова (1939). В этом труде, основанном на большом количестве пробных площадей, большинство типов сосновых и еловых лесов укладывается в предел от V-а до III класса бонитета. Исключение составляет тип «кисличник» (южная Карелия), отмеченный исследователем ко II классу бонитета.

Материалы по инвентаризации лесного фонда в Карелии указывают на присутствие в средней тайге хвойных насаждений I класса бонитета

и в северной тайге II класса. Это явление заслуживает пристального внимания, ибо показывает, что климат в Карелии не всегда препятствует развитию высокопроизводительных насаждений.

Для характеристики распределения насаждений по классам бонитета приводим табл. 6.

Таблица 6

Распределение в Карелии по классам бонитета сосновых, еловых и березовых насаждений, %

Насаждения	Классы бонитета					
	I	II	III	IV	V	V-а
Сосновые						
а) северная тайга	—	0,04	2,15	39,26	49,48	9,07
б) средняя тайга	0,24	2,20	21,48	50,12	18,87	7,09
Еловые						
а) северная тайга	—	—	1,00	29,37	58,51	11,12
б) средняя тайга	0,03	0,93	15,02	65,54	17,44	1,04
Березовые						
а) северная тайга	—	0,50	16,62	43,20	35,25	4,42
б) средняя тайга	1,30	9,41	43,34	40,84	4,40	0,72
Все насаждения						
а) северная тайга	—	0,05	2,43	37,49	50,73	9,30
б) средняя тайга	0,33	2,87	22,49	54,72	15,94	3,65

Примечание. Примерная южная граница для северной и средней тайги — 63° северной широты.

Данные табл. 6 весьма интересны. Во-первых, можно видеть, что предел производительности насаждений для северной тайги и средней тайги в Карелии определяется соответственно II и I классами бонитета. Во-вторых, различия в производительности насаждений между северной и средней тайгой укладываются в пределы примерно одного бонитета, аналогично типологическим схемам. Наконец, из приведенной таблицы видно, что распределение насаждений по классам бонитета складывается в общем в пользу сосновых и особенно березовых лесов. Сказанное хорошо иллюстрируется цифрами процентного участия высокопроизводительных насаждений III класса бонитета для этих лесов. Сосновые леса III класса бонитета в северной тайге занимают 2,15% общей площади сосновых насаждений, в средней тайге — 21,48%. Для березовых лесов соответствующие цифры будут — 16,62 и 43,34. Еловые леса III класса бонитета для северной и средней тайги составляют 1 и 15,02%.

Возникает вопрос, определяется ли такая разница в производительности насаждений высших бонитетов только климатическими факторами или здесь играют роль почвообразовательные процессы и характер почвообразующих наносов. Из приведенных ранее материалов можно видеть, что характер почвообразовательных процессов, почвообразующих наносов и грунтовых вод в северной и южной Карелии неодинаков. На севере типично наличие более укороченного профиля почвы,

отсутствие дернового горизонта, наблюдается большая грубость морены и меньшая минерализованность грунтовых вод. Все это — важные факторы среды.

Вопрос о роли климата в определении производительности насаждений имеет большое принципиальное значение. Если бы снижение наивысшей производительности лесов в северной тайге Карелии определялось только прямым влиянием климата, то уже одно это в значительной мере ограничивало бы возможность лесного хозяйства в деле повышения производительности лесов.

Приведенные в настоящей работе материалы дают основание полагать, что снижение наивысшей производительности лесов в северной части Карелии определяется не только климатом, но и особенностями почвенного покрова.

Возникает вопрос и о том, в чем кроется причина наличия в Карелии высокопроизводительных насаждений, — I и II классов бонитета? Такая производительность выходит за пределы существующих типологических построений. Объясняется ли эта высокая производительность насаждений особыми почвенными условиями или особыми формами древесных пород, решение этого вопроса является важной задачей лесоведения. Надо отметить также, что высокопроизводительные леса в значительной мере представлены насаждениями старших классов возраста.

При наличии карбонатной морены производительность хвойных насаждений выше, чем при некарбонатных наносах, примерно на один класс бонитета. В Карелии мы сталкиваемся со слабым развитием карбонатных наносов, но здесь встречаются углистые сланцы, а также средние и основные кристаллические горные породы, которые могут быть вовлечены в поверхностные отложения. Формирование почв на наносах, богатых углистыми сланцами, принципиально меняет характер процесса почвообразования. Несомненное влияние на свойства почвенного покрова может оказать значительное присутствие в морене диабазов. К сожалению участие этих горных пород в составе поверхностных наносов еще мало выяснено, как и влияние их на характер лесных насаждений. Есть основания полагать, что высокопроизводительные насаждения возникают на бывших пашнях.

Из приведенных типологических построений ясно, что процессы заболачивания отрицательно влияют на производительность лесов. При этом видовой состав насаждений связан с характером болотного процесса.

Следует также отметить, что самые начальные стадии заболачивания не всегда снижают производительность насаждений. При грубых водопроницаемых наносах может наблюдаться боковой приток питательных веществ почвенно-грунтовыми водами, что может улучшать условия среды. Последнее приводит не только к повышению класса бонитета по сравнению с сухими типами лесов (беломошниками), но и к большей полноте насаждений и переходу сосновых типов леса в еловые.

Брусничники и черничники, формирующиеся в условиях слабого бокового притока влаги, по данным инвентаризации лесного фонда Карелии, имеют широкое распространение (до 70% лесной площади) и характеризуются относительно высокой производительностью.

Обширные площади занимают леса, связанные с верховым типом заболачивания, — багульниковые и сфагновые. Они занимают около 13% лесной площади. Повышение производительности этих низкобонитетных типов леса является сложной задачей не только гидротехниче-

ского, но и лесокультурного порядка. Одно осушение таких насаждений может не дать надлежащего эффекта. Здесь могут потребоваться культуртехнические мероприятия по уничтожению оочеса.

Нельзя забывать, что территории лесхозов имеют большие площади болот, не покрытых товарным лесом. При построении современного лесного хозяйства такие территории должны быть в той или иной мере вовлечены в производство.

ЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ

Приведенные материалы дают краткую характеристику физико-географической обстановки в Карелии. В связи с этим возникает вопрос о роли основных факторов среды — климата, геоморфологии, геологии, гидрологии и почвенного покрова в определении характера насаждений. Изучая роль этих элементов среды в создании лесорастительной обстановки, можно видеть, что она связана со сложными и взаимосвязанными явлениями. При этом характер почвенного покрова, отражая на себе влияние факторов почвообразователей, является хорошим показателем условий среды для развития насаждений.

В зональных условиях на грубых наносах, особенно при их небольшой мощности, широко представлены маломощные подзолы, на которых развивается лишайниковая группа типов леса с преобладанием сосновых насаждений низкой производительности, причем наблюдаются некоторые отличия между северной и средней тайгой.

Сказанное может быть иллюстрировано следующими цифрами, характеризующими господство сосновых и еловых лесов.

1. Лишайниковая группа северной тайги — 98% сосновых и 2% еловых лесов.

2. Лишайниковая группа средней тайги — 91% сосновых и 9% еловых лесов.

Для подзолистых почв нормального профиля типично преобладание насаждений, входящих в группу «зеленомошники». Распределение насаждений по господству пород здесь будет выражено следующими цифрами:

1. Зеленомошники северной тайги — 80% сосновых и 20% еловых лесов.

2. Зеленомошники средней тайги — 49% сосновых и 51% еловых лесов.

Такое соотношение насаждений с господством сосны и ели в этих лесорастительных зонах объясняется тем, что в условиях северной тайги почвообразующие наносы более грубы и почвенно-грунтовые воды более бедны зольными элементами. Присутствие значительной площади еловых насаждений в средней тайге находит объяснение в более глинистом характере почвообразующих наносов и относительно большем богатстве кальцием почвенно-грунтовых вод.

Наличие менее грубых и более глинистых наносов, особенно карбонатных, способствует хорошему развитию дернового процесса и присутствию высокопроизводительных еловых лесов.

Широкое преобладание грубой морены фенно-скандинавского типа приводит к тому, что в составе насаждений Карелии преобладают сосновые леса. При этом в составе сосновых лесов средней тайги больше насаждений высокой производительности, чем в еловых. Так, например, сосновые насаждения III класса бонитета, типичные для подзолистых почв, занимают 21% площади сосновых лесов, а еловые того же

класса бонитета лишь 15% общей площади еловых лесов. Можно предполагать, что там, где сейчас существуют еловые леса IV класса бонитета, могли бы существовать сосновые леса III, а возможно, и II класса бонитета.

Отсюда можно сделать весьма важный производственный вывод: в условиях подзолистых почв Карелии при проектировании лесоводственных мероприятий надо исходить из стремления к созданию преимущественно сосновых насаждений. За еловыми лесами, естественно, оставить дерново-подзолистые почвы на карбонатной морене, покровных суглинках и глинах, а также и на ленточных глинах. Следует указать, что создание сосновых насаждений путем культур — задача более легкая, чем создание тем же путем еловых насаждений.

При знакомстве с состоянием лесного фонда Карелии возникает и такой вопрос: в чем кроется причина наличия высокопроизводительных насаждений I и II классов бонитета?

Здесь могут быть две причины: или почвы обладают высокими лесорастительными свойствами или мы имеем дело с особыми формами древесных пород. Решение этого вопроса представляет важную лесоводственную задачу. В настоящее время есть основание полагать, что такие высокопроизводительные насаждения в значительной мере возникли на бывших пашнях.

Формирование почв болотного типа почвообразования приводит к снижению производительности лесов на два-три класса бонитета по сравнению с почвами нормального подзолистого профиля, а во многих случаях и к исчезновению товарных насаждений и даже вообще древесных пород. Ориентировочно можно считать, что около 80% площадей, занятых товарным лесом на болотных почвах, относятся к верхнему типу заболачивания.

В связи с широким развитием заболоченных и болотных почв на территории Карелии остро стоит вопрос о повышении производительности насаждений путем осушительных мелиораций. Осушительные мелиорации в лесном хозяйстве представляют задачу более сложную, чем в сельском хозяйстве. При осушении территории в условиях сельского хозяйства мелиоратор является полным ее хозяином, в лесном хозяйстве он во многом связан наличием насаждений.

Проведение осушения в лесном хозяйстве требует решения вопроса о влиянии мелиорации на состояние насаждений. В настоящее время весьма распространено мнение, что осушение дает слабый или даже отрицательный эффект при наличии насаждений значительного возраста. Верховые болота также расцениваются как мало интересный объект. Старые насаждения на болотных почвах — широко распространенное явление, так как они часто не осваиваются лесозаготовителями. Исходя из этого, при осушении болотных почв, покрытых старыми насаждениями, последние должны быть вырублены и на их месте созданы новые леса. Задача создания лесов культурами на осушенных территориях остро ставит вопрос о нормах осушения, культуртехнических приемах и выборе древесных пород. Опыт показывает, что одни гидротехнические мероприятия далеко не всегда создают благоприятную обстановку для развития насаждений. В условиях верховых болот можно встретиться с явлением, когда на мелиоративной карте сфагновые мхи не исчезают и продолжают создавать неблагоприятную обстановку для развития насаждений. Здесь, очевидно, необходимы культуртехнические мероприятия — сдирание очеса, легкий обжиг, обработка рельсовой бороной и т. д., а возможно, и пескование и глинование посевных и посадных мест.

Низинные болота при их осушении после вырубki насаждений склонны покрываться мелколиственными древесными породами (береза, осина), и восстановление елового насаждения может быть затруднено низкими нормами осушения, применяемыми в лесном хозяйстве. Можно полагать, что при осушении низинных болот, обладающих невысокой зольностью торфов, будет целесообразным создание сосновых насаждений.

Вообще при выработке лесоводственных мероприятий на осушаемых территориях возникает ряд сложных, но мало изученных вопросов.

Задачи создания культур на площадях избыточного увлажнения могут быть связаны и с самостоятельным применением культуртехнических приемов улучшения водного режима почв. Такие приемы, как бороздование, грядование, временные каналы, должны найти свое место в условиях лесного хозяйства.

Не исключена возможность и биологических путей улучшения водного режима почв на заболоченных территориях способом создания насаждений из древесных пород, которые мирятся с избытком влаги и в процессе своего роста улучшают водный режим почв.

Задача осушительных мелиораций — повышение производительности и качественного состава насаждений — требует серьезного изучения лесоводственных свойств заболоченных и болотных земель.

Перед лесным хозяйством Карелии стоит также задача введения в культуру лиственницы, количество которой в составе естественных насаждений весьма незначительно. Однако культуры сибирской лиственницы нельзя рекомендовать при наличии явлений заболачивания и значительной бедности почв питательными веществами (пески).

В связи с необходимостью восстановления лесного фонда и повышения производительности и ценности насаждений в Карелии остро стоят вопросы о лесокультурных мероприятиях. В соответствии с этим целесообразно дать общую схему взаимосвязи между характером почвенного покрова, главными породами лесных культур и культуртехническими и гидротехническими мероприятиями на лесосеках. Опыт построения такой схемы для подзолистых, подзолисто-болотных и болотных почв в условиях средней тайги приводится (табл. 7).

ВЫВОДЫ

1. Отличия в климатической, геоморфологической, геологической и гидрологической обстановке в Карелии создают различия в условиях почвообразования, что находит свое отражение в особенностях профиля почвы и его свойствах. Сказанное определяет целесообразный путь характеристики условий среды на основе особенностей почвенного покрова. Первым приближением к разрешению этого вопроса будет учет типа почвообразования. Для почв подзолистого типа почвообразования дальнейшие показатели состояния профиля почвы — это его мощность, развитие подзолистого и дернового горизонтов, присутствие горизонта грубого перегноя и особенно характер почвообразующего наноса (его механический и петрографический состав). При наличии болотного процесса лесорастительные особенности почвы связываются с химическими свойствами торфяных или органо-минеральных горизонтов.

2. Почвы подзолистого типа почвообразования с точки зрения их лесоводственных особенностей можно разделить на три основных группы:

Схема взаимосвязи между характером почвообразовательного процесса и почвообразующего наноса, главными породами лесных культур, культуртехническими и гидротехническими мероприятиями

Тип почвообразования	Подзолистый			Подзолисто-болотный			Болотный		
	пески	супеси, лег- кие суглин- ки и дву- членные на- косы	средние, лег- кие суглин- ки и дву- членные на- косы	пески	супеси, лег- кие суглин- ки и дву- членные на- косы	средние и тяжелые суглинки и глины	верховые торфа	переходные торфа	низинные торфа
Характер почвообразующего наноса	пески	супеси, лег- кие суглин- ки и дву- членные на- косы	средние, лег- кие суглин- ки и дву- членные на- косы	пески	супеси, лег- кие суглин- ки и дву- членные на- косы	средние и тяжелые суглинки и глины	верховые торфа	переходные торфа	низинные торфа
Главные породы лесных культур	сосна	сосна, ли- ственница	сосна, ли- ственница, ель	сосна	сосна	сосна, ель	сосна	сосна	сосна, ель
Особенности культур- технических и гидротех- нических мероприятий на лесосеках	обработка культивируемой площади площадками, бороздами, полосами, а при сильной задерзости сплошная. На почвах тяжелого механического состава при затрудненном стоке можно рекомендовать культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, кротование	обработка культивируемой площади площадками, бороздами, полосами, а при сильной задерзости сплошная. На почвах тяжелого механического состава при затрудненном стоке можно рекомендовать культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, кротование	обработка культивируемой площади площадками, бороздами, полосами, а при сильной задерзости сплошная. На почвах тяжелого механического состава при затрудненном стоке можно рекомендовать культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, кротование	культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, временные каналы. При сильной степени заболачивания возникает необходимость в гидротехнических мероприятиях по осушению	культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, временные каналы. При сильной степени заболачивания возникает необходимость в гидротехнических мероприятиях по осушению	культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, временные каналы. При сильной степени заболачивания возникает необходимость в гидротехнических мероприятиях по осушению	культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, временные каналы. При сильной степени заболачивания возникает необходимость в гидротехнических мероприятиях по осушению	культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, временные каналы. При сильной степени заболачивания возникает необходимость в гидротехнических мероприятиях по осушению	культуртехнические мероприятия по борьбе с избытком влаги—бороздование, грядование, временные каналы. При сильной степени заболачивания возникает необходимость в гидротехнических мероприятиях по осушению

Примечание. При культурах ели и лиственницы необходимо учитывать значительные колебания влажности почвы на лесосеке в зависимости от микрорельефа. При культурах сосны в условиях карбонатности почвообразующих наносов и на низинных болотах необходимо учитывать возможность снижения технических качеств древесины, при культурах на осушаемых площадях—различия в нормах осушения на межкапанном пространстве.

а) почвы нормального подзолистого профиля с ясным развитием дернового горизонта, которые типичны в условиях средней тайги при глинистом характере почвообразующих наносов. Они обладают наиболее благоприятными свойствами при карбонатности наносов. Для таких почв характерно присутствие высокопродуктивных еловых лесов.

б) почвы нормального подзолистого профиля, сформировавшиеся на грубой морене фенно-скандинавского типа и грубых водно-ледниковых отложениях. На свойства этих почв может оказывать влияние солевой режим почвенно-грунтовых вод. Эти почвы в средней тайге обычно связаны с большей глинистостью почвообразующих наносов и большей выраженностью дернового процесса. Возможно присутствие как сосновых, так и еловых насаждений средней производительности, несколько более высокой для сосновых лесов. Наличие сосновых лесов связано с большей грубостью почвообразующих наносов и зональным характером почвенно-грунтовых вод. Еловые леса связаны с большей глинистостью почвообразующих наносов и локальным характером почвенно-грунтовых вод.

С лесоводственной точки зрения в этих условиях целесообразно всемерное содействие развитию сосновых насаждений, которые продуктивнее еловых, дают более ценную древесину и легче восстанавливаются путем культур. Лиственница и береза в такой обстановке должны найти также свое место как породы перспективные.

в) маломощные подзолистые почвы и почвы с примитивным развитием процесса почвообразования. Типичны для сухих условий произрастания и связаны с грубыми, песчаными, а также маломощными почвообразующими наносами. Покрывают преимущественно сосновыми лесами низкой производительности. Естественное восстановление, древесного полога после сплошных рубок может быть затруднено. Искусственное возобновление также встречает большие затруднения. Возможно улучшение лесорастительных свойств путем внесения торфа.

3. Подзолистые почвы, связанные с начальными стадиями заболачивания, по своим лесорастительным свойствам близки почвам нормального подзолистого профиля, но здесь на свойства почвы и на видовой состав лесов более резко влияет солевой режим почвенно-грунтовых вод. При искусственном восстановлении насаждений эти почвы требуют культуртехнических мероприятий по улучшению водного режима посадных мест (бороздование, грядование, кротование, временные каналы).

4. Почвы болотного типа своими свойствами связаны не только со значительным избытком влаги, но и ее соевым режимом. По характеру болотного процесса, определяемого химическими свойствами образующихся торфов, выделяются верховые, переходные и низинные болота. В связи с малой зольностью торфяных залежей при проектировании искусственного возобновления после осушения болотных почв целесообразно широко вводить сосну как породу технически ценную и способную более успешно произрастать в условиях неоднородного режима влажности на осушаемой территории. На верховых болотах при осушении необходимы культуртехнические мероприятия по уничтожению сфагнового счеса.

5. В Карелии наблюдаются высокопроизводительные насаждения сосны, ели, березы I и II классов бонитета. Важной задачей лесоведения является выяснение вопроса, чем определяется присутствие таких высокопроизводительных насаждений—характером почвенного покрова или особенностями форм произрастающих древесных пород.

ЛИТЕРАТУРА

- Агроклиматический справочник по Карельской АССР. Гидрометеониздат, 1959.
 Бискэ Г. С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск, Госиздат КАССР, 1959.
 Зайцев Б. Д., Ливеровский Ю. А., Марченко А. И. Почвы Карельской АССР. Том I. Южная Карелия. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1937.
 Зайцев Б. Д. К характеристике почвенного покрова юго-восточной части КФССР. «Уч. зап. Ленингр. пед. ин-та им. А. И. Герцена», т. 49, 1946.
 Зайцев Б. Д. Об осушении заболоченных почв в условиях лесного хозяйства. «Лесн. хоз-во», 1954, № 9.
 Марченко А. И. Почвы Карелии. Доктор. дисс. Архив Карел. филиала АН СССР, 1958.
 Усков С. П. Типы лесов Карелии. Петрозаводск, Госиздат КАССР, 1939.
 Торфяной фонд Карельской АССР по состоянию разведанности на 1 января 1957 г. М., Изд-во АН СССР.
 Яковлев Ф. С., Воронова В. С. Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск, Госиздат КАССР, 1959.

Т. И. ЛЕВКИНА

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ЕЛЬНИКОМ-ЧЕРНИЧНИКОМ И БЕРЕЗНЯКОМ РАЗНОТРАВНЫМ ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ»

«...Чтобы управлять процессами, идущими в биогеоценозе, надо их знать, надо знать все условия, влияющие на них...»

(Сукачев, 1947)

Академик В. Н. Сукачев в учении о биогеоценозе уделяет большое значение изучению почв и протекающих в них процессов.

Развитие древесной растительности находится в тесной связи с количеством питательных веществ в почве. Повышение содержания их в зоне, доступной корням древесных растений, сказывается на усилении роста активных корней (Тюлин, 1954), а это в свою очередь не может не сказаться на повышении производительности леса.

Потребность в элементах питания у древесных растений резко меняется в течение вегетационного периода, поэтому для характеристики лесорастительных свойств почв важное значение имеет не только содержание, но и сезонная динамика питательных веществ в них.

На всесоюзных совещаниях почвоведов в 1954 и 1956 гг. обращалось особое внимание на необходимость развития исследований в направлении изучения динамики элементов плодородия почвы.

Наблюдение за сезонной изменчивостью химических свойств почв проводилось еще в 20-х годах и им посвящено много работ (Геммерлинг, 1927; Шмук, 1950; Кудрявцева, 1924 и др.). Была установлена значительная изменчивость как содержания легкоподвижных форм питательных веществ (Кудрявцева, 1924), так и общего азота (Барановская, 1927; Шмук, 1950). При проведении подобного рода работ выявилась необходимость одновременных микробиологических исследований, помогающих объяснить динамику того или иного элемента. Итоги этих работ (Корсакова, 1930; Шелоумова и Фраерман, 1928; Feher и Frank, 1936) указывают на теснейшую связь между динамикой микрофлоры и изменением физических и химических свойств почв.

Динамике химических свойств лесных почв посвящены работы М. М. Абрамовой (1947), А. Ф. Тюлина (1954), К. М. Смирновой (1955, 1958), А. И. Бурсовой (1958), И. В. Дмитриевой (1959), В. С. Шумакова (1941, 1958), С. В. Зонна (1951), А. В. Барановской (1957), Н. В. Егоровой (1958) и др. Большая часть этих работ проводилась в южных

и центральных районах страны, незначительная в Ленинградской, Калининградской и Вологодской областях и одна в Карелии; хотя в «стране лесов» этим исследованиям должно придаваться особое значение.

В связи с этим в мае 1957 г. сектор почвоведения Института леса Карельского филиала АН СССР начал исследования по изучению сезонной динамики химических свойств лесных почв.

Выбор пробных площадей для проведения стационарных наблюдений производился при участии дектора с.-х. наук Б. Д. Зайцева.

Наблюдения за сезонной динамикой химических свойств почв проводились на территории заповедника «Кивач», расположенного в 70 км к северу от Петрозаводска в двух типах леса: ельнике-черничнике, где развиты подзолистые тяжелосуглинистые почвы, подстилаемые безвалунными глинами, и березняке разнотравном, где развиты дерново-подзолистые почвы, подстилаемые моренными завалуненными легкими суглинками.

Почвы, развитые под ельником-черничником, можно охарактеризовать разрезом № 3, заложенным в средней части пологого склона (8°) северо-западной экспозиции.

Древостой IV бонитета, VI класса возраста, полнота 0,8, состав: 6ЕЗБ1Ос С. Травяно-кустарничковый покров состоит из черники, брусники, вейника. Почвенный профиль очень слабо дифференцирован. Его строение такое:

A_0 0—7 см	лесная подстилка из мхов, опада хвон и листьев, плохо разложившаяся, в нижней части темно-бурого цвета.
A_1A_2 7—10 см	темно-серый, глинистый, пронизан корнями, сложенне рыхлое; переход в следующий горизонт, ясный.
A_2B 11—37 см	палевого цвета с коричневым оттенком, с ржавыми пятнышками, глинистый; постепенно переходит в следующий горизонт.
B 37—60 см	палевого цвета с ржавыми пятнами, глинистый.
BC 60—70 см	палевого цвета с редкими ржавыми пятнами, глинистый.
C с 70 см	палево-серая глина.

Почва подзолистая, тяжелосуглинистая, подстилаемая безвалунными глинами.

Почвы, развитые под березняком разнотравным, могут быть охарактеризованы описанием разреза, расположенного на пологом склоне северо-западной экспозиции.

Древостой VIII класса возраста, III бонитета, полнота 0,7, состав: 5Б2Ос2С 1Е. Травяно-кустарничковый покров состоит из черники, вейника, костяники, майника. Моховой покров разреженный, состоит преимущественно из зеленых мхов.

Профиль почвы характеризуется следующим строением:

A_0 0—3 см	лесная подстилка, состоящая из полуразложившихся листьев и мха.
A_1A_2 3—9(11)16 см	темно-серый, супесчаный, рыхлый, много корней; переход в следующий горизонт ясный, по волнистой линии.

A_2 9(11)—16 см	белесый, супесчаный, рыхлый. Выражен отдельными пятнами.
B 16—46 см	ржаво-охристого цвета с яркими ржавыми пятнами, супесчаный, плотный; переход в горизонт ВС постепенный.
BCg 46—80 см	палевый с сизоватым оттенком и ржавыми пятнами, супесчаный плотный; встречаются валуны.
C 80—100 см	палево-серого цвета, плотный, легкий суглинок, сильно завалуненный.

Почва дерново-подзолистая лесная супесчаная, подстилаемая моренными завалуненными легкими суглинками.

Эти две почвы резко отличаются по генетическим признакам, но в заповеднике «Кивач» нет березняка с почвами, развитыми на безвалунных глинах. Хорошо представляя невозможность полного сопоставления получаемых данных, мы провели наблюдения за сезонной динамикой химических свойств названных выше почв под этими двумя, довольно широко распространенными в Карелии типами леса, считая, что полученные данные представят не только научный, но и практический интерес.

Образцы почв отбирались один раз в месяц, в 1957 г. с мая по ноябрь (семь сроков), причем подстилка бралась в десяти-, а минеральные горизонты в двухкратной повторности. В 1958 г. образцы подстилок и минеральных горизонтов отбирались в пяти- (с июня по ноябрь — шесть сроков), а в 1959 г. трехкратной повторности (с января по май — пять сроков) по генетическим горизонтам: A_0 , A_1 , A_2 и A_2B в ельнике-черничнике и A_0 , A_1 , A_2 и B в березняке разнотравном.

Индивидуальные образцы подстилок и минеральных горизонтов почв анализировались в свежем состоянии в той же повторности, что и отбирались, методом водных вытяжек при разведении 1:5 для минеральных горизонтов, 1:12,5 для подстилки из ельника-черничника и 1:25 для подстилки из березняка разнотравного. В таблицах приводятся только средние данные.

В водных вытяжках определялись: аммиак реактивом Несслера, кальций и магний трилонометрически, органическое вещество методом Тюрина, титруемая кислотность путем титрования водной вытяжки стандартной щелочью по фенолфталеину и активность водородных ионов (рН) потенциометрически.

Кроме того, в свежих образцах определялся обменный аммиак в 1,0 л растворе хлористого калия и влажность весовым методом. В высушенных образцах определялся общий азот по Кьельдалю, общий гумус по Тюрину и механический состав почв методом пипетки по Качинскому.

Валовой состав минеральной части почвы под ельником-черничником определялся в химико-аналитической лаборатории Карельского филиала АН СССР.

В водные вытяжки переходит лишь небольшое количество зольных веществ. Так, в водных вытяжках доступными нам методами не удалось определить фосфор, калий и алюминий.

Чтобы учесть количество сравнительно легко доступных веществ, переходящих в слабые кислотные вытяжки, в 1958 г., с июня по ноябрь, наряду с водной вытяжкой применялась вытяжка 0,1 н серной кислотой, в которой определялись: а) азот по Кьельдалю; б) гумус по Тюрину; в) фосфор по Малюгину и Хреновой в модификации Драшеля; г) кальций и магний трилонометрически; д) железо колориметрически с роданистым калием; е) сумма полуторных окислов весовым методом.

Результаты анализа изучавшихся почв приводятся в табл. 1 и показывают, что по механическому составу (классификация Качинского) почвы под ельником-черничником можно отнести к легким глинам, а с глубины 70 см начинается средняя глина. Выделяется горизонт 25—35 см (горизонт A_1A_2) более легкого механического состава. Почвы под березняком разнотравным по механическому составу относятся к супесям, и лишь с горизонта ВС (с глубины 70—80 см) начинаются легкие суглинки.

Приведенные в табл. 2 данные по характеристике агрохимических свойств почв указывают, что обе почвы обладают повышенной кислотностью; рН солевой вытяжки почвы под ельником-черничником состав-

Механический состав иссле

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Горизонт	10—7	7—5	5—3
Березняк разнотравный					
Разрез 1	3—10	A_1A_2	—	0,15	0,76
	25—35	Б	—	—	—
	45—55	—	—	—	0,24
	70—80	BC	—	0,20	0,72
Ельник-черничник					
Разрез 3	7—10	—	—	—	—
	11—20	—	—	—	—
	25—35	A_2B	—	—	—
	40—50	В	—	—	—
	70—80	С	—	—	—

Агрохимическая характеристика почв пробных

Наименование почв	Горизонт	Глубина взятия образца, см	рН		Азот общий, %
			H ₂ O	KCl	
1. Подзолистая тяжелосуглинистая почва под ельником-черничником	A_0	0—4	5,5	3,7	0,63
	A_1A_2	4—10	5,7	3,40	0,12
	A_2B	20—30	6,12	3,87	0,07
	В	40—50	6,42	4,22	0,02
2. Дерново-подзолистая, супесчаная почва под березняком разнотравным	A_0	0—3	6,19	4,42	0,70
	A_1A_2	3—10	6,19	4,70	0,08
	В	25—35	6,27	4,80	0,03
	BC	45—55	6,38	4,75	0,01

ляет всего 3,7, под березняком разнотравным несколько выше, но тоже низкий — 4,42. Величины гидролитической кислотности очень высокие, особенно в горизонтах лесных подстилок, и составляют на 100 г подстилки 30,6 м/экв. в ельнике-черничнике и 20,8 в березняке разнотравном. Степень насыщенности почв основаниями невысока и равна 33,1% в подстилке ельника-черничника и 48% в подстилке березняка разнотравного. В минеральных горизонтах почв абсолютные величины гидролитической кислотности резко уменьшаются, а степень насыщенности продолжает оставаться низкой, особенно в горизонте A_1A_2 , где составляет лишь 19,6—19,4%.

Таблица 1

луемых почв (по Качинскому), %

3—1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,01	<0,001
супесчаная, подстилаемая завалуненными легкими суглинками							
1,77	6,24	41—40	41—56	—	1—40	8,95	7,45
—	—	—	—	—	—	—	—
0,78	3,70	39,21	42,92	4,27	4,40	13,39	4,72
0,50	2,35	34,99	49,21	5,11	3,80	12,71	3,80
2,77	6,77	25,20	33,37	18,29	6,69	28,73	3,85
суглинистая, подстилаемая безвалунными глинами							
—	1,03	10,38	33,99	21,28	25,38	54,60	7,94
—	2,52	7,49	33,41	25,04	24,93	56,58	6,61
—	3,04	10,42	36,03	23,10	21,81	50,51	5,6
—	2,04	3,89	25,97	34,65	28,84	68,09	4,6
—	1,12	4,95	23,73	25,42	32,58	70,2	12,2

Таблица 2

площадей в двух типах леса заповедника „Кивач“

Углерод общий, %	C:N	Гидролити- ческая кис- лотность, м/экв. на 100 г	Сумма поглощен- ных основа- ний, м/экв. на 100 г	Степень насыщенно- сти основа- ниями, %	P ₂ O ₅ по Кирса- пову, мг на 100 г	K ₂ O, по Пейве, мг на 100 г
35,47	56,3	30,6	15,2	33,1	62,1	181,9
4,48	37,3	17,7	4,32	19,6	Сл.	18,3
1,02	14,5	8,10	3,95	32,7	15,4	8,8
0,23	11,5	2,67	5,43	67,0	37,6	5,5
40,66	58,8	20,8	19,2	48,0	62,3	281,2
2,14	26,7	9,36	2,26	19,4	13,0	8,0
0,62	20,7	2,3	1,94	45,7	—	нет
0,17	17,0	2,1	2,63	55,6	14,03	нет

Количество подвижной фосфорной кислоты значительно в подстилке (62,1—62,3 мг на 100 г); в горизонте $A_1 A_2$ под ельником-черничником оно резко падает, обнаруживаются лишь следы этой кислоты, а в том же горизонте под березняком разнотравным ее количество составляет 13 мг на 100 г и почти не меняется с глубиной (незначительно увеличивается). В почве под ельником-черничником количество фосфорной кислоты с глубиной возрастает и достигает 15,4 мг в горизонте $A_2 B$ и 37,4 мг в иллювиальном горизонте.

Подвижного калия также больше всего содержится в горизонтах лесной подстилки, особенно в березняке разнотравном — 281,2 мг на 100 г. Вниз по профилю почв его количество резко уменьшается, составляя 8,8—5,5 мг в горизонтах $A_2 B$ и B под ельником-черничником. В почве под березняком разнотравным в горизонтах B и BC подвижного калия не обнаружено вообще.

Содержание общего углерода и азота также самое высокое в горизонте лесной подстилки при очень широком отношении $C:N$ (58,8 в подстилке березняка разнотравного и 56,3 в ельнике-черничнике). С глубиной содержание общих углерода и азота уменьшается.

Анализ валового состава минеральной части почвы нам удалось сделать лишь для почвы под ельником-черничником. Данные анализа приводятся в табл. 3 и указывают, что количество кремнезема увеличивается до горизонта $A_2 B$ (глубина взятия 25—35 см); сумма же полуторных окисей магния и фосфора в этом горизонте уменьшается, что свидетельствует о его некотором оподзоливании.

Таблица 3

Данные валового состава минеральной части подзолистой почвы под ельником-черничником на территории заповедника „Кивач“

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Потери при прокаливании, %	(в % на прокаленную массу)											Сумма	
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅		SO ₃
A ₀	0—7	71,38	66,44	0,49	11,11	4,32	15,43	0,37	2,66	4,66	2,68	2,44	0,73	0,40	95,9
A ₁ A ₂	7—10	6,61	68,0	0,66	13,01	6,62	20,50	0,04	2,61	2,21	2,86	2,40	0,18	0,06	98,64
A ₂ B	25—33	2,22	69,10	0,64	12,55	5,80	19,25	0,04	2,42	2,36	3,11	2,01	0,22	0,04	98,29
B	50—60	2,91	67,77	0,70	12,87	6,64	20,48	0,07	2,76	2,35	3,03	2,20	0,20	0,04	98,45
BC	80—90	3,05	66,65	0,68	13,25	6,64	20,87	0,10	2,82	2,60	3,36	2,42	0,20	0,04	98,45
C	110—120	2,66	67,66	0,72	13,99	5,79	20,66	0,05	2,93	2,42	2,88	2,06	0,11	0,10	98,82
C	140—150	2,75	66,0	0,71	14,19	6,65	21,66	0,04	3,24	1,67	3,26	2,38	0,07	0,10	98,31

В горизонтах B и BC с соответствующей глубиной 50—60 и 80—90 см количество кремнезема уменьшается, а полуторных окислов CaO , MgO и K_2O возрастает.

Нужно отметить, что морфологически профиль очень слабо расчленен и при полевом описании разреза горизонт $A_2 B$ был описан, как горизонт B , хотя, как показали последующие анализы, из него продолжается вымывание полуторных окислов.

Прежде чем перейти к рассмотрению результатов наших исследований, следует кратко охарактеризовать метеорологические условия вегетационных периодов 1957—1958—1959 гг., поскольку интенсивность биохимических и биологических процессов в почве, определяющих скорость минерализации подстилки и вымывание продуктов ее разложения, находится в самой тесной зависимости от погодных условий.

Метеорологические наблюдения проводились сотрудниками отдела гидрологии Карельского филиала АН СССР. Часть их данных с любезного согласия Л. К. Попенко мы и использовали для краткой характеристики метеорологических условий указанных выше лет.

Начало и середина мая 1957 г. характеризовались теплой и сухой погодой с последующим резким похолоданием в третьей декаде мая. С конца мая до начала второй декады июля удерживалась холодная

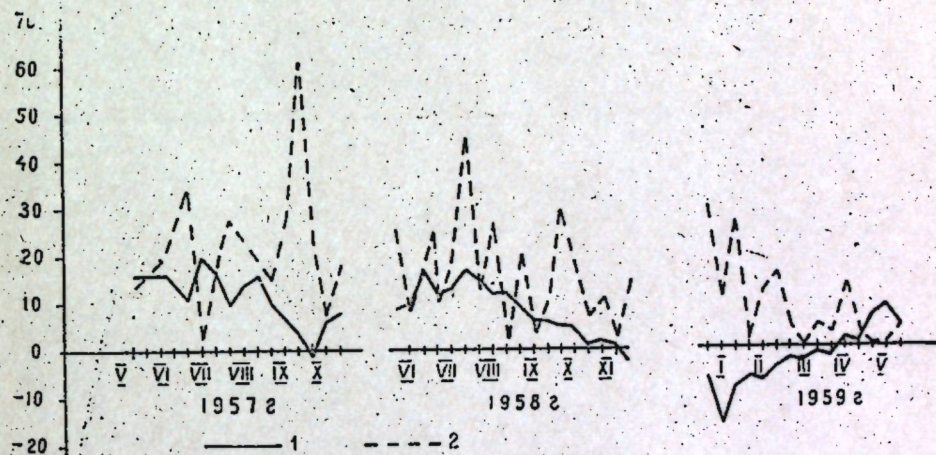


Рис. 1. Осадки и среднесуточные температуры воздуха.
1 — осадки, мм; 2 — температура, °.

с частыми дождями погода. Конец июля был сухим и теплым, в августе держалась довольно теплая и влажная погода.

Сентябрь отличался большим количеством осадков (около двух норм) на фоне повышенных среднесуточных температур.

Октябрь характеризовался резкими колебаниями температуры воздуха и близким к норме количеством осадков.

Май и половина июня 1958 г. (рис. 1) были холодными и дождливыми, с третьей декады установилась теплая погода. Июль был теплым и влажным, особенно дождливой была третья декада. В августе и сентябре стояла теплая погода с количеством осадков, близким к среднему многолетнему (в сентябре количество осадков было даже ниже среднего многолетнего). С сентября началось похолодание. Октябрь был дождливым и холодным, в нем насчитывалось 11 дней с температурой ниже или равной 0°. Вообще в течение 1958 г. отмечены лишь два месяца (июль и август), когда не было дней с температурой ниже или равной 0°.

Апрель и первые две декады мая 1959 г. были значительно теплее, чем в 1958 г., и с очень небольшим количеством осадков.

Влажность верхних горизонтов почв как под ельником-черничником, так и березняком разнотравным подвержена значительным колебаниям

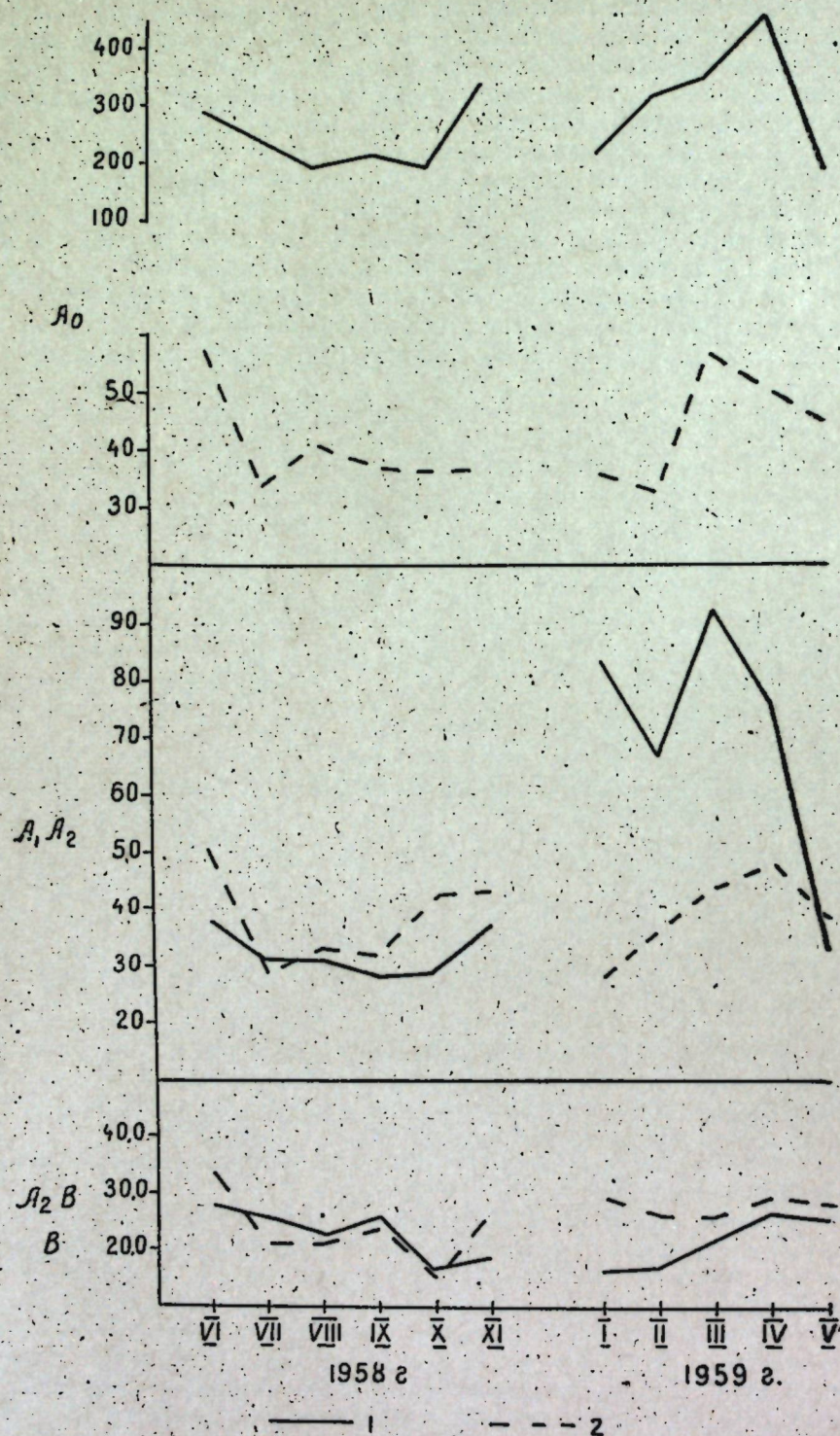


Рис. 2. Изменение влажности почв под ельником-черничником и березняком разнотравным.

1 — ельник-черничник; 2 — березняк разнотравный.

и зависит в первую очередь от количества выпавших осадков (рис. 2). Самая высокая влажность в горизонтах лесных подстилок, особенно в подстилке ельника-черничника; в ней же самые значительные колебания влажности.

В горизонтах В березняка разнотравного и A_2B ельника-черничника как абсолютные величины влажности, так и колебания их в течение сезона заметно уменьшаются.

На сезонную динамику общих углерода и азота указывал целый ряд авторов. Изменения количества лесной подстилки и содержания гумуса в ней в течение сезона отмечены в почвах лесного заповедника Калининской области в работе М. М. Абрамовой (1947). На изменение содержания общего азота почвы указывают данные А. Шелоумовой и В. Фраерман (1928), А. В. Барановской (1957) и др. На относительное увеличение соединений общего азота в растительных остатках в процессе разложения опада и формирования подстилки указывает В. С. Шумаков (1958).

А. Ф. Тюлин (1954) объясняет летнюю убыль органического вещества интенсивным поглощением корнями растений питательных веществ, в том числе азота. В подтверждение своей гипотезы автор приводит данные по изолированным от растительности площадкам, где такой убыли органического вещества не наблюдалось.

Хорошо представляя себе, какая тщательность отбора образцов почв требуется при изучении сезонной динамики общих азота и гумуса, мы, однако, считаем возможным привести наши данные, используя их хотя бы для того, чтобы показать направление этого процесса в лесных почвах Карелии.

По нашим данным (табл. 4, рис. 3), в 1958 г. уменьшение содержания общего азота в минеральных горизонтах почв под ельником-черничником происходило в августе, а в горизонте подстилки — в августе и сентябре (теплый и влажный период года). Количество азота, переходящего в 0,1 *n* сернокислую вытяжку, при этом меняется незначительно, а в горизонте подстилки его количество даже несколько увеличивается, что свидетельствует о большей подвижности азота в этот период и в конечном счете о большей степени разложения подстилки.

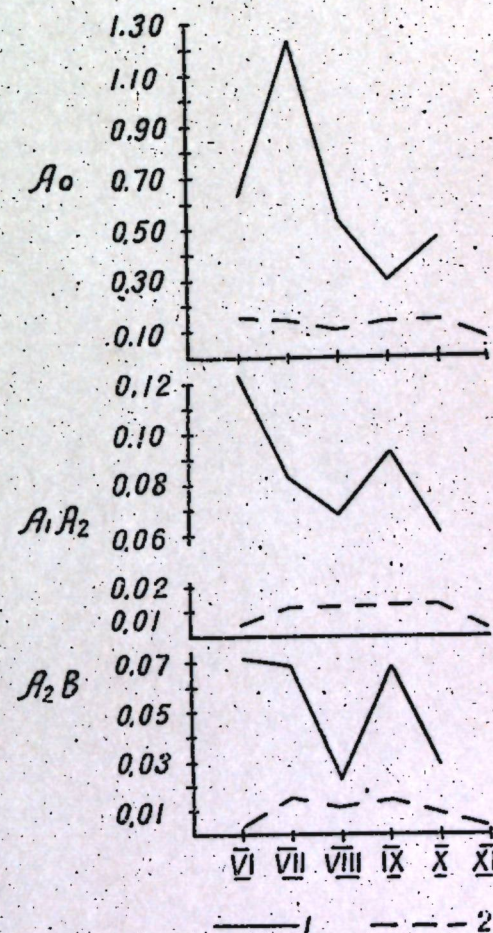


Рис. 3. Отношение азота, растворимого в децинормальной серной кислоте, к общему в течение сезона 1958 г. в почвах под ельником-черничником, %.

1 — общий азот; 2 — азот, растворимый в децинормальной серной кислоте.

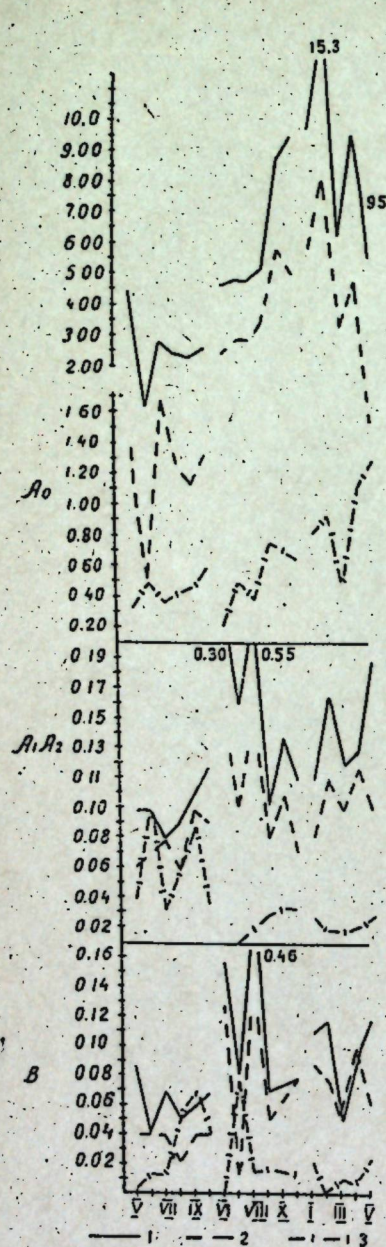


Рис. 4. Отношение азота, растворимого в децинормальной серной кислоте, к общему в течение сезона 1958 г. в почвах под березняком разнотравным, %.

1 — азот общий; 2 — азот, растворимый в децинормальной серной кислоте.

микробиологические процессы в почве, о чем свидетельствует высокая численность таких групп, как грибы, актиномицеты и целлюлозоразлагающие микроорганизмы и высокая биохимическая активность («дыхание») почвы (по данным М. Г. Тягун-Рядно с сотрудниками, 13,3 мг CO_2 на 100 г почвы). Об активно идущем процессе разложения подстилки в этот период свидетельствует и уменьшение отношения С: N, равное 51,5 против 56,3 в июле. Самое высокое отношение С: N отмечается

В подстилке березняка разнотравного (рис. 4) минимум в содержании общего азота отмечен в июле при возросшем в этот период количестве азота, переходящего в 0,1 N сернокислую вытяжку. На наш взгляд, это объясняется тем, что опад 1957 г. в основном минерализовался в это время, последующее возрастание общего азота связано с поступлением свежего опада.

Заметное уменьшение азота, переходящего в 0,1 N сернокислую вытяжку в ноябрьский срок, причем в обоих типах леса и во всех горизонтах (за исключением горизонта В под березняком разнотравным), вероятнее всего, объясняется затуханием биологических процессов почв, способствующих минерализации органического азота, а также использованием его древесной растительностью.

На обратнопропорциональную зависимость между легкогидролизуемым и общим азотом указывается в работах Н. В. Дмитриевой (1959) по изучению сезонной динамики химических свойств почв Молдавии. Вполне естественно, что там процессы минерализации общего азота идут более энергично и эта зависимость вырисовывается очень четко. Мы же такую зависимость можем фиксировать лишь в отдельные периоды, которые наиболее благоприятны для разложения подстилки. В целом нужно отметить, что подвижность азота (% азота, растворимого в 0,1 N H_2SO_4 , от общего) выше в почвах под ельником-черничником.

Общий углерод определялся всего в три срока (июнь, август и октябрь 1958 г.). Данные, приведенные в табл. 4, указывают на заметное уменьшение его в почвах ельника-черничника в августе. Это был период наиболее благоприятный по температурным условиям и влажности для разложения подстилки. Данные сектора микробиологии Карельского филиала АН СССР (рис. 5, 6) указывают, что в этот период довольно активно шли

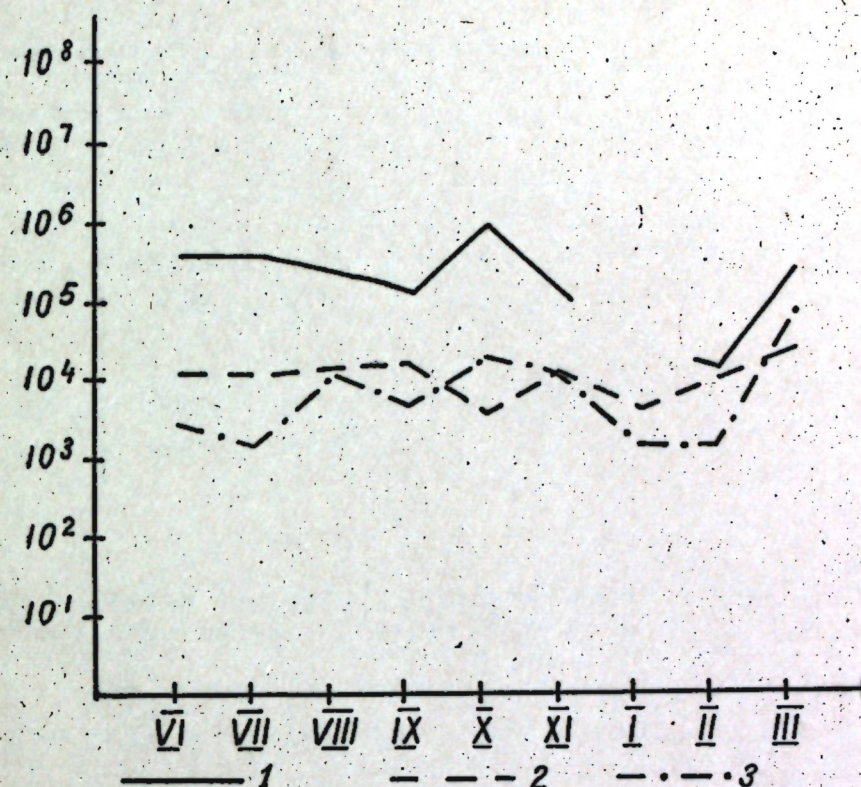


Рис. 5. Сезонные изменения группового состава микрофлоры в подстилке ельника-черничника (данные сектора микробиологии Института леса Карельского филиала АН СССР) в 1958—1959 гг.

1 — сапрофитные бактерии; 2 — грибы; 3 — актиномицеты.

в октябре, когда оно равно 85,0 и обусловлено быстрым отмиранием и гумификацией мелких корней и корневых волосков. Увеличение отношения С: N к осени зафиксировано и в почвах Зап. Германии и Венгрии (Fehér, 1936).

В подстилке березняка разнотравного не наблюдается августовского минимума в содержании общего углерода, что можно объяснить большой пространственной неоднородностью напочвенного покрова. Однако в августе здесь отмечается очень значительное сужение отношения С: N, которое равняется 47,1 против 57,1 в июне, что является показателем большей минерализации подстилки.

В этот же период заметно выросло в горизонте подстилки количество актиномицетов и грибов (рис. 6).

Следствием активно идущих процессов разложения подстилки ельника-черничника в августе является также увеличение подвижности

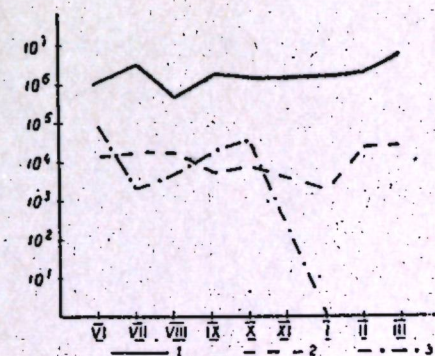


Рис. 6. Сезонные изменения группового состава микрофлоры подстилки березняка разнотравного в 1958—1959 гг. (данные сектора микробиологии Института леса Карельского филиала АН СССР).

1 — сапрофитные бактерии; 2 — грибы; 3 — актиномицеты.

Изменение процентного содержания

Наименование почв	Горизонт	4/VI		
		C, %	N, %	C : N
1. Подзолистая тяжелосуглинистая почва под ельником-черничником	A ₀	35,47	0,6313	56,3
	A ₁ A ₂	1,3943	0,0509	35,9
	A ₂ B	1,0218	0,0721	14,1
2. Дерново-подзолистая супесчаная почва под березняком разнотравным	A ₀	43,33	0,7576	57,1
	A ₁ A ₂	2,7776	0,0830	33,5
	B	0,7052	0,0332	21,2

Изменение соотношения между воднорастворимым, раст-
дом в подзолистой тяжелосуглинистой поч

Горизонт	4/VI					
	C общий	C в 0,1 л H ₂ SO ₄	% от общего	C в H ₂ O	% от общего	C в 0,1 л H ₂ SO ₄
A ₀	35,77	0,7699	2,15	0,125	0,35	27,26
A ₁ A ₂	4,4765	0,0933	2,08	0,005	0,11	1,26
A ₂ B	1,0218	0,0805	7,87	0,000	—	0,14

Изменение соотношения между воднорастворимым, раствори-
в дерново-подзолистой супесчаной почве

Горизонт	14/VI					
	C общий	C в 0,1 л H ₂ SO ₄	% от общего	C в H ₂ O	% от общего	C в 0,1 л H ₂ SO ₄
A ₀	43,33	1,4031	3,20	0,100	0,23	40,66
A ₁ A ₂	2,7777	0,0829	2,98	0,001	0,04	2,1375
B	0,7052	—	—	0,001	0,14	0,8156

углерода в этот период (рис. 7). Так, в августе процент углерода органического вещества, переходящего в децинормальную серную кислоту, от общего углерода (табл. 5, рис. 7) составляет 2,84 против 2,15 в июне, а процент воднорастворимого углерода от общего соответственно 0,86 против 0,35. В горизонте же A₂B в этот период количество углерода органического вещества, переходящего в децинормальную сернокислоту вытяжку, составляет 35,3% от общего углерода против 7,87% в июле. Процент воднорастворимого углерода в августе в горизонте A₂B состав-

Таблица 4

общего углерода и азота в сезон 1958 г:

11/VIII			16/X		
C, %	N, %	C : N	C, %	N, %	C : N
27,26	0,5287	51,5	39,57	0,4655	85,0
1,2623	0,0679	18,5	1,3241	0,0610	21,7
0,1439	0,0222	6,4	0,3598	0,0277	12,9
40,66	0,8671	47,1	36,58	0,7323	48,5
2,1375	0,0823	25,9	2,3837	0,0839	28,4
0,8156	0,0652	12,5	0,9211	0,0388	23,7

Таблица 5

воримым в децинормальной серной кислоте и общим углеро-
ве под ельником-черничником в 1958 г., C%

11/VIII			16/X				
% от общего	C в H ₂ O	% от общего	C общий	C в 0,1 л H ₂ SO ₄	% от общего	C в H ₂ O	% от общего
2,84	0,236	0,86	39,57	0,8462	2,13	0,228	0,57
4,34	0,010	0,79	1,3241	0,0530	3,24	0,024	1,81
35,3	0,010	7,14	0,3598	0,0415	11,5	0,030	8,33

Таблица 6

мым в децинормальной серной кислоте и общим углеродом
под березняком разнотравным в 1958 г., C %

11/VIII			16/X				
% от общего	C в H ₂ O	% от общего	C общий	C в 0,1 л H ₂ SO ₄	% от общего	C в H ₂ O	% от общего
3,85	0,294	0,72	35,58	1,6801	4,72	—	—
1,30	0,011	0,51	2,3837	0,0861	3,61	0,016	0,67
18,3	0,015	1,83	0,9211	0,1428	15,5	0,016	1,74

ляет 7,14% от общего углерода. Эти цифры указывают прежде всего вообще на очень большую подвижность углерода в почвах ельника-черничника и, кроме того, на незначительное возрастание ее в августе. Вообще количество органического вещества, как воднорастворимого, так и переходящего в 0,1 л сернокислоту вытяжку, подвержено очень значительным сезонным колебаниям.

В почвах под березняком разнотравным отмечены меньшие колебания как в содержании общего углерода, так и углерода органического

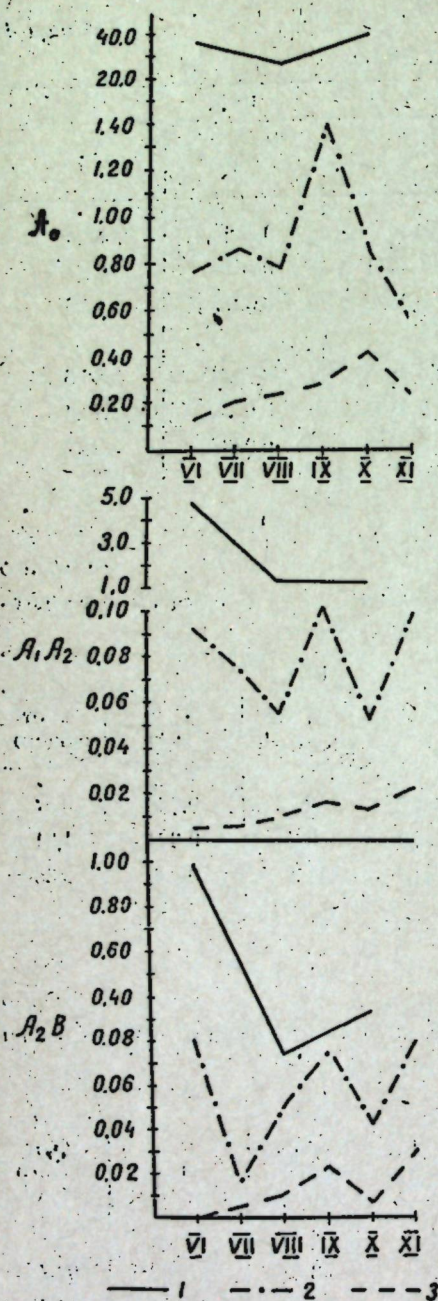


Рис. 7. Изменение соотношения между подвижным и общим углеродом в течение сезона 1958 г. в почвах под ельником-черничником, %.

1 — углерод общий; 2 — углерод, переходящий в децимальную серную кислоту; 3 — углерод воднорастворимый.

количеств зольных элементов, в первую очередь кальция и магния (рис. 9, табл. 7 и 8).

С. П. Кравков (1903) в своих классических работах по разложению растительных остатков пришел к выводу, что «при разложении расти-

вещества, переходящего в водную и 0,1 н сернокислую вытяжки (рис. 8, табл. 6).

Отношение С:N в подстилке березняка разнотравного значительно уже, чем в ельнике, особенно в августе и октябре. Подобные данные получены К. М. Смирновой (1958).

Растворимость органического вещества, как уже отмечалось выше, в почвах под ельником-черничником возрастает в августе, а в почвах под березняком разнотравным в октябре.

По данным А. В. Барановской (1957), увеличение растворимого гумуса наблюдалось в ранне-весенний и осенний периоды.

В почвах под ельником-черничником наблюдаются как большие абсолютные величины углерода воднорастворимого органического вещества, так и процент его от общего углерода (табл. 5, 6).

По мнению Г. Ф. Морозова (1926), «весь химизм лесных почв, насколько он обусловлен лесом, весь подзолообразовательный процесс, коренится, главным образом, в свойствах лесной подстилки и в условиях ее перегнивания».

В результате работ ряда исследователей как у нас, так и за границей это положение Морозова подтверждено и установлено, что лесная подстилка является основным источником питательных веществ, необходимых для роста и развития древесной растительности.

Довольно высокое годовое количество осадков в Карелии и слабое испарение их приводит к периодическому значительному промыванию почв, что в свою очередь обуславливает особую динамичность веществ, находящихся в почвенном растворе.

Нами проводились наблюдения за воднорастворимыми кальцием, магнием и органическим веществом.

Ранняя весна 1957 г. способствовала довольно активному разложению подстилки березняка разнотравного и освобождению значительных коли-

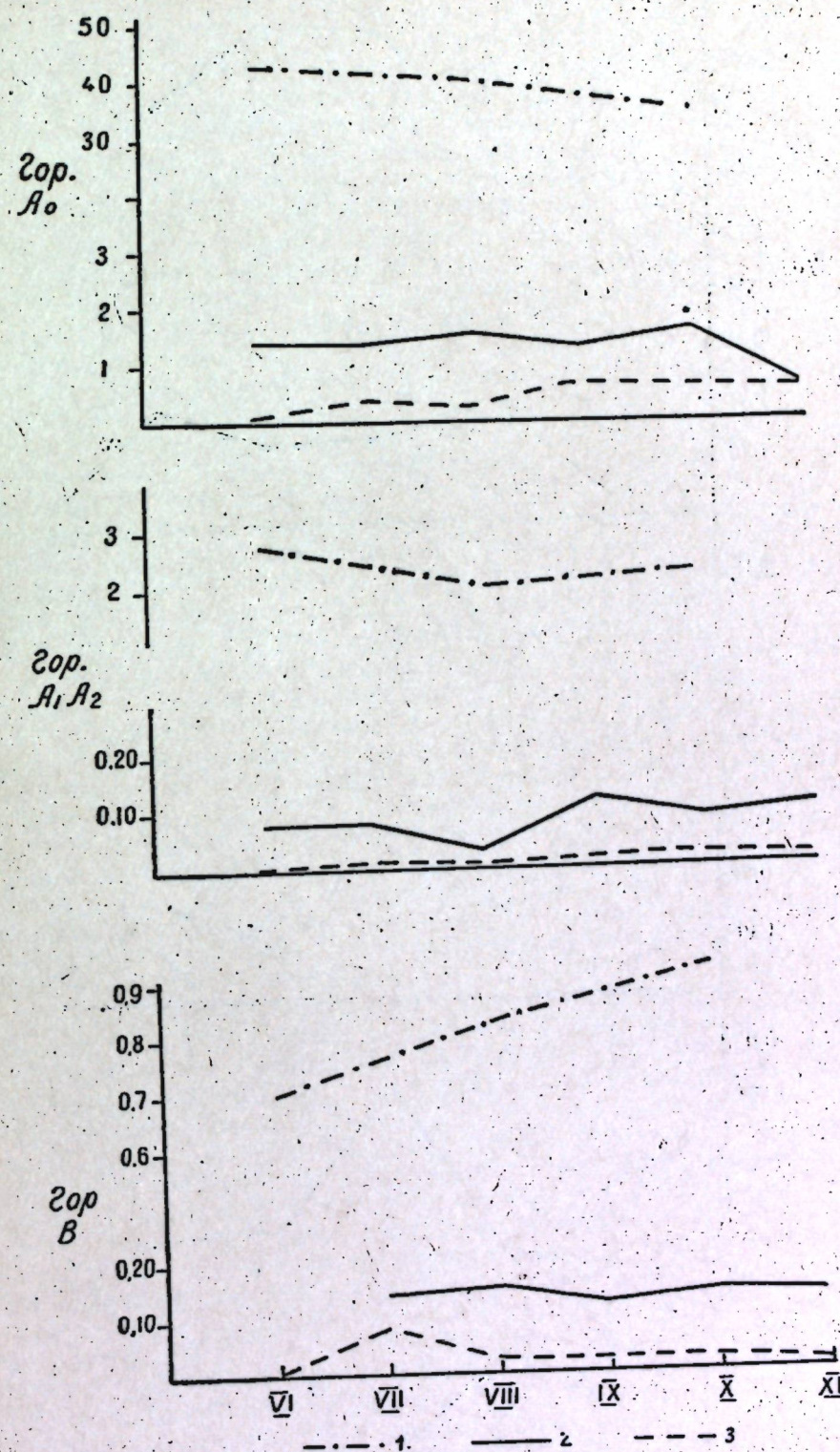


Рис. 8. Изменение соотношения между подвижным и общим углеродом в течение сезона 1958 г. в почвах под березняком разнотравным, %.

1 — углерод общий; 2 — углерод, переходящий в децимальную серную кислоту; 3 — углерод воднорастворимый.

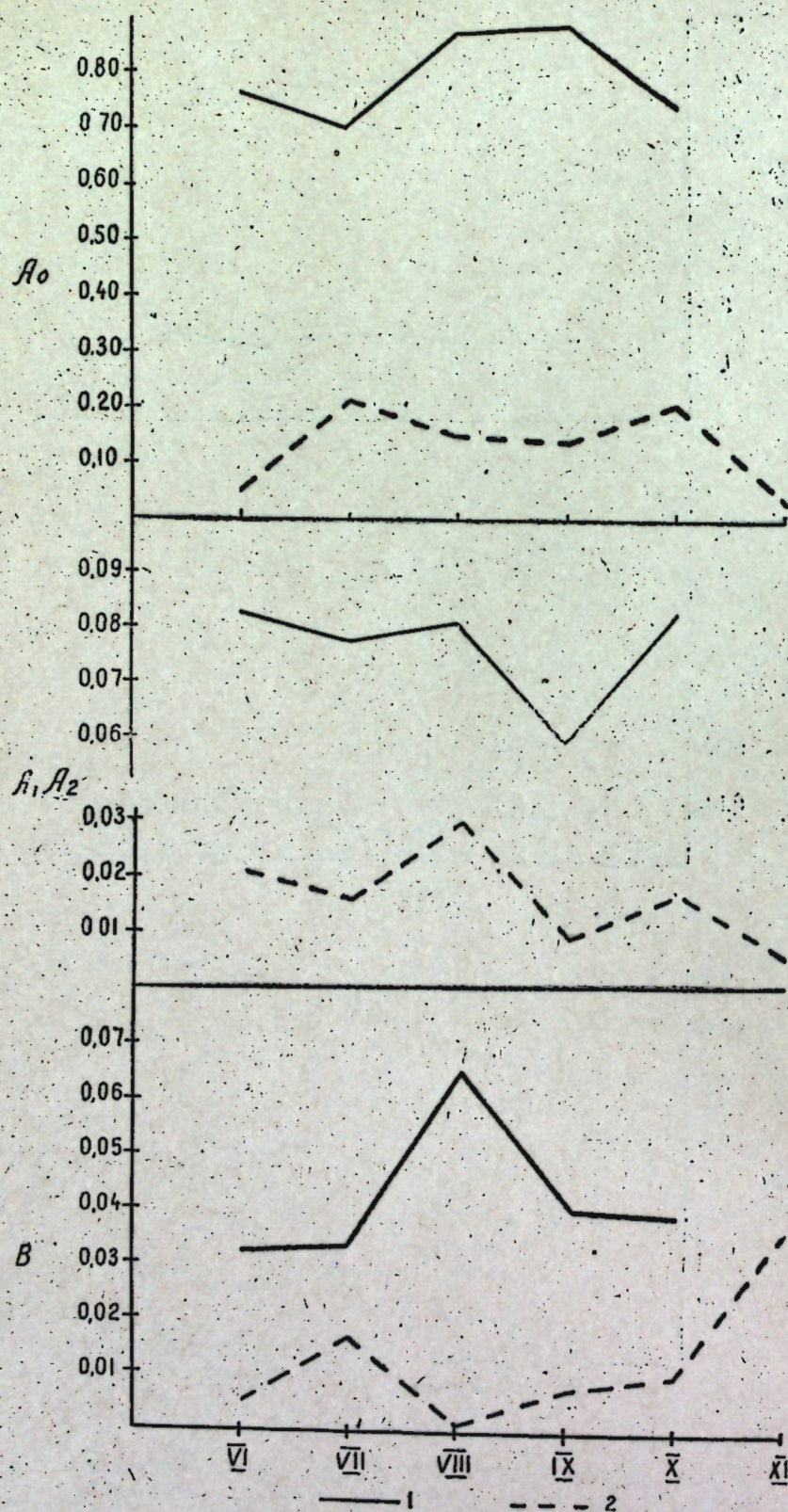


Рис. 9. Сезонная динамика воднорастворимых кальция и магния в почвах под березняком разнотравным.

1 — кальций + магний, м/экв. на 100 г.; 2 — кальций, м/экв. на 100 г.

тельных остатков первыми веществами, идущими в раствор и притом почти нацело, являются известь и магнезия». Обильно прошедшие дожди в середине июня привели к значительному вымыванию кальция и магния, чем, на наш взгляд, объясняется резкое (в три-четыре раза) уменьшение содержания их в июне. Количество воднорастворимого органического вещества в этот период несколько возросло, возможно, в связи с тем, что его меньше связывают воднорастворимые основания (из-за уменьшения их количества). Конец июля был очень теплым и сухим; основания, которые образовались при разложении органического вещества, вымывались незначительно, чем и объясняется увеличение их количества в августе. В последующие сроки количество их меняется незначительно, несколько увеличиваясь к октябрю. Количество воднорастворимого органического вещества несколько уменьшается в августе, вероятнее всего, за счет связывания его основаниями, а в целом имеет тенденцию к увеличению от мая к октябрю (1957 г.).

1958 год был более благоприятным по сравнению с предыдущим для разложения подстилки, что обусловило большее количество оснований в почвенном растворе всех горизонтов под березняком разнотравным. Причем в горизонте подстилки (A_0) количество воднорастворимых оснований увеличивается от июня к сентябрю незначительно и затем резко — от сентября к ноябрю. В горизонтах же A_1A_2 и В максимум содержания оснований наблюдался в августе с последующим уменьшением их количества, что довольно четко коррелирует с количеством осадков. Обильные осадки первой половины лета способствовали вымыванию образующихся оснований в нижележащие горизонты, где количество их возрастало; последующее уменьшение вымывания (сухие периоды — конец августа и конец сентября) привело к увеличению оснований в горизонте лесной подстилки и соответствовало уменьшению их в минеральных горизонтах. Интересно, что в этот период резко возросла биологическая активность почв (со 150 до 300 мг CO_2).

Самое высокое содержание воднорастворимых кальция и магния отмечено в январе и особенно феврале 1959 г. (до 15,3 м/экв. против 4,5 м/экв. в июне 1958 г.). Вероятно, это связано как с уменьшением потребления их растениями, так и с уменьшением или даже прекращением вымывания в зимний период.

В почвах под ельником-черничником (рис. 10, табл. 9) прежде всего обращает на себя внимание, что абсолютные величины воднорастворимых кальция и магния значительно ниже по сравнению с почвами под березняком разнотравным, а количество воднорастворимого органического вещества выше.

Сезонная динамика воднорастворимых оснований здесь выражена очень ясно, но тяжелый механический состав этих почв накладывает заметный отпечаток на процессы вымывания: обильные осадки июня 1957 г. привели к очень сильному промыванию почв под березняком разнотравным и в этот же срок совершенно не оказали влияния на количество воднорастворимых оснований в почвах под ельником-черничником. В целом количество воднорастворимых оснований возрастает от мая к ноябрю (1957 г.). В 1958 г. воднорастворимых кальция и магния в почве было значительно больше, чем в 1957 г. Очень четко выражен августовско-сентябрьский минимум содержания воднорастворимых оснований в горизонте лесной подстилки и максимум содержания их в горизонтах A_1A_2 и A_2B , свидетельствующий о вымывании оснований в эти горизонты и вымывании их из горизонта A_0 .

В зимний период 1959 г., как и в березняке разнотравном, отмечено высокое содержание воднорастворимых оснований в горизонте лесной

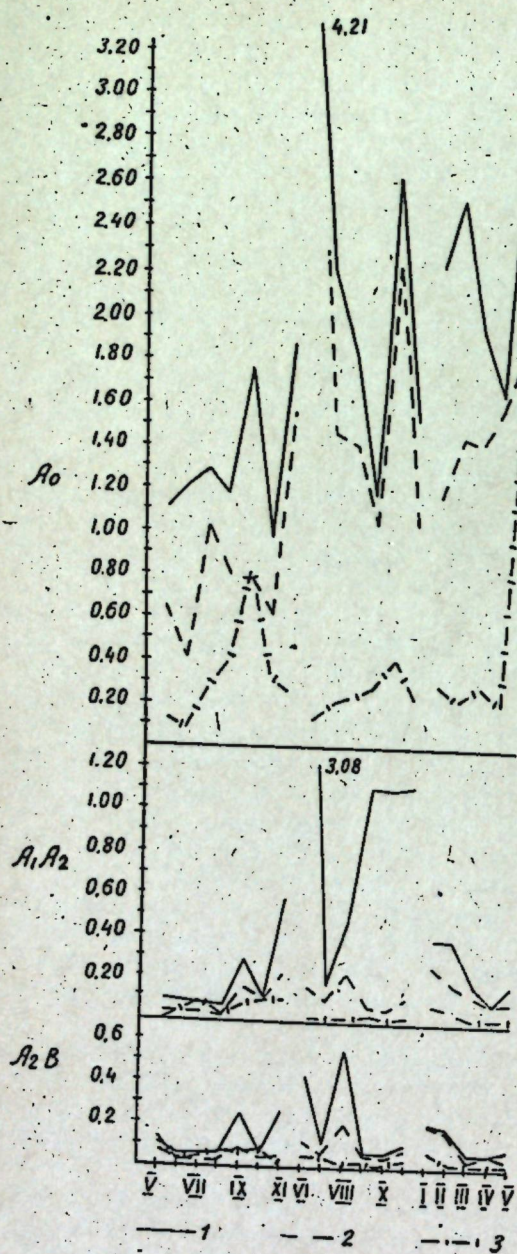


Рис. 10. Сезонная динамика воднорастворимых кальция, магния и углерода под ельником-черничником.

1 — кальций + магний, м/эка. на 100 г почвы; 2 — кальций, м/эка. на 100 г почвы; 3 — углерод, %.

магния чаще всего равно, а в отдельные сроки превышает количество воднорастворимого кальция. Поскольку магний входит в число элементов, необходимых растению, являясь составной частью молекулы хлорофилла и оказывая значительное влияние на ход многих биологических и физиологических процессов, то он представляет известный интерес.

Небезынтересно также сопоставление количеств кальция и магния, переходящих в 0,1 н сернистую и водную вытяжки. В горизонте лес-

подстилки, обусловленное уменьшением вымывания и потребления их растениями. Резкое уменьшение количества их в апреле является следствием начавшегося вымывания в связи с весенним таянием снега.

Май 1959 г. был довольно теплым и сухим. В этот период, по данным Тягун-Рядно с сотрудниками, резко возросла биологическая активность почв: «дыхание» почв — 500 мг CO_2 против 75 мг в марте, высокие показатели ферментативной активности почв (активности сахаразы и протеазы). В этот срок обнаружено и самое высокое содержание воднорастворимых оснований и углерода органического вещества. Все эти факты свидетельствуют о довольно активно начавшемся процессе разложения подстилки.

Обращает на себя внимание разное соотношение между кальцием и магнием в течение сезона. Так, в подстилке ельника-черничника в июле 1957, сентябре 1958 и апреле 1959 г. в водную вытяжку переходит в основном кальций, магний фактически отсутствует; в июне, августе, сентябре 1957, июне 1958 и январе, феврале и особенно в мае 1959 г. количество магния в водной вытяжке заметно возросло.

В вытяжках из подстилки березняка разнотравного содержание воднорастворимого магния значительно выше, чем в ельнике-черничнике. Кроме того, в березняке разнотравного количество воднорастворимого

ной подстилки ельника-черничника (рис. 11) отмечается августовский максимум в содержании растворимых в 0,1 н кислоте кальция и магния, свидетельствующий об активно идущем процессе разложения подстилки. Количество воднорастворимых оснований в этот период уменьшается, вымываясь в горизонты A_1A_2 и A_2B , где их число резко растет.

Обильные осадки середины июля вызвали еще более сильное вымывание воднорастворимых кальция и магния, поскольку даже в горизонте A_2B под ельником и горизонте В под березняком в этот срок отмечается уменьшение воднорастворимых оснований.

Безусловно, передвижение этих элементов по профилю почв объясняется не только процессами их вымывания. Здесь большую роль играет древесная и травяная растительность, активно поглощающая все воднорастворимые вещества и уменьшающая содержание воднорастворимых оснований (август).

Обращает на себя внимание, что отношение между кальцием и магнием, растворимыми в 0,1 н серной кислоте и воде, также подвержено значительным колебаниям в течение года. Так, в горизонте подстилки ельника-черничника оно порядка 30:1, 25:1, в горизонте A_1A_2 приближается к отношению 5:1, а в горизонте A_2B опять резко возрастает, особенно в ноябре, когда количество оснований, переходящих в кислотную вытяжку, в пятьдесят раз превышает количество их в водной вытяжке.

В почвах под березняком разнотравным несколько иная картина (рис. 12). Здесь количество оснований, растворимых в 0,1 н серной кислоте, продолжает оставаться высоким (порядка 90—100 м/эка. на 100 г почвы) в течение всего вегетационного периода (1958 г. начиная с июля). Количество воднорастворимых оснований сильно увеличивается лишь в октябре и ноябре, когда вымывание их было ослаблено уменьшившимся количеством осадков. В августе вымывание шло активно вплоть до горизонта В, где количество их довольно резко возросло.

В августе вымывание шло активно вплоть до горизонта В, где количество их довольно резко возросло.

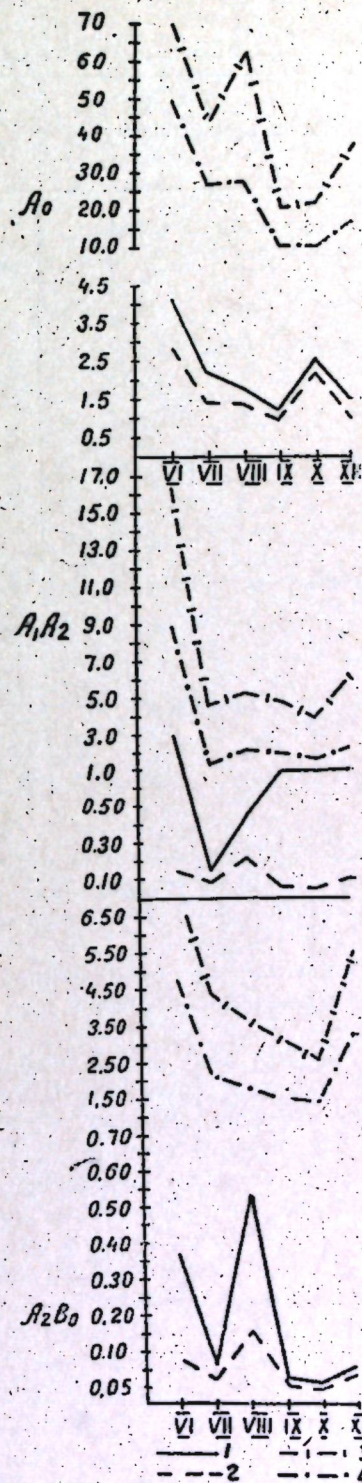


Рис. 11. Отношение воднорастворимых кальция и магния к кальцию и магнию, растворимым в децинормальной серной кислоте в почвах под ельником-черничником.

1 — кальций + магний воднорастворимый; 2 — кальций воднорастворимый; 3 — кальций + магний, растворимые в децинормальной серной кислоте; 4 — кальций, растворимый в децинормальной серной кислоте. Все четыре в м/эка. на 100 г.

Сезонная динамика воднорастворимых веществ дерно

Наименование веществ	Гори- зонт	1957 г.						
		V	VI	VII	VIII	IX	X	VI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	4,59	1,52	2,86	2,40	2,34	2,60	4,55
	A ₁ A ₂	0,09	0,09	0,10	0,12	0,16	0,09	0,30
	B	0,09	0,04	0,07	0,05	0,06	0,07	0,16
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	1,30	0,43	1,61	1,18	1,03	1,27	2,35
	A ₁ A ₂	0,05	—	0,07	0,05	0,09	0,08	0,22
	B	0,04	—	0,04	0,02	0,04	0,04	0,13
Органическое вещество, С %	A ₀	0,22	0,40	0,26	0,33	0,37	0,51	0,100
	A ₁ A ₂	0,028	0,093	0,022	0,050	0,08	0,026	0,001
	B	0,002	0,015	0,012	0,051	0,072	0,043	0,001
Аммиак, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	окр.
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	нет
	B	—	—	—	—	—	—	нет
Аммиак обменный, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	—
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—

Отношение воднорастворимых кальция и магния к кислоторастворимым в горизонте подстилки здесь значительно уже (1:5; 1:10). В горизонтах A₁A₂ и B это отношение остается таким же, заметно возраста лишь в ноябре.

Увеличение отношения воднорастворимых оснований к кислоторастворимым свидетельствует о большей энергии минерализации подстилки.

Содержание углерода органического вещества, переходящего в водную вытяжку (рис. 9 и 10, табл. 7, 9) также подвержено очень значительным сезонным колебаниям.

Увеличение его количества обычно приурочено к периодам наиболее активного разложения подстилки, уменьшение — к периодам обильных осадков, приводящих к промыванию. Наряду с этим намечается некоторая корреляция в содержании воднорастворимых кальция и магния и органического вещества. Наличие значительных количеств оснований в почвенном растворе приводит к взаимодействию их с воднорастворимым органическим веществом и связыванию его. Такая закономерность в содержании этих элементов наблюдалась в подстилке березняка разнотравного (рис. 9, табл. 7) в ноябре 1957, июне 1958 и январе 1959 г., а в подстилке березняка разнотравного в июне и августе 1957, июле, октябре и ноябре 1958 г. На подобную корреляцию воднорастворимых органического вещества и кальция указывается в работе А. В. Барановской (1957).

Кислотные свойства как подзолистой тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником, так и дерново-подзолистой супесчаной почвы под березняком разнотравным меняются в течение сезона очень заметно (рис. 13, 14).

Таблица 7

во-подзолистой почвы под березняком разнотравным

		1958 г.					1959 г.				
		VII	VIII	IX	X	XI	I	II	III	IV	V
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	4,77	4,76	5,16	8,73	9,5	9,6	15,3	6,0	9,5	5,4
	A ₁ A ₂	0,16	0,55	0,09	0,14	0,11	0,11	0,17	0,12	0,13	0,19
	B	0,08	0,46	0,07	—	0,08	0,11	0,12	0,05	0,10	0,12
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	2,82	2,80	3,53	5,78	4,9	5,65	8,00	3,17	4,61	1,44
	A ₁ A ₂	0,09	0,30	0,07	0,10	0,06	0,07	0,11	0,09	0,12	0,09
	B	0,06	0,30	0,05	—	0,08	0,09	0,08	0,05	0,10	0,06
Органическое вещество, С %	A ₀	0,408	0,294	0,648	—	0,549	0,715	0,861	0,342	1,015	1,216
	A ₁ A ₂	0,007	0,011	0,020	0,016	0,025	0,020	0,010	0,009	0,011	0,020
	B	0,077	0,025	0,007	0,006	0,013	0,024	0,002	0,010	0,006	0,024
Аммиак, мг на 100 г	A ₀	9,8	2,92	7,10	2,00	17,9	сл.	сл.	окр.	сл.	сл.
	A ₁ A ₂	нет	нет	нет	0,41	нет	нет	сл.	сл.	сл.	сл.
	B	нет	2,92	нет	0,44	нет	нет	сл.	сл.	сл.	сл.
Аммиак обменный, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	9,34	14,6	22,4	46,7	9,55	10,53	окр.
	A ₁ A ₂	—	—	—	0,65	1,13	1,75	1,93	1,51	сл.	1,31
	B	—	—	—	0,57	1,26	1,37	1,42	1,12	0,93	0,88

Таблица 8

Сезонная динамика веществ дерново-подзолистой почвы под березняком разнотравным, переходящих в 0,1 л сернокислую вытяжку

Наименование веществ	Гори- зонт	1958 г.					
		VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	18,7	100,4	88,3	108,8	91,1	96,5
	A ₁ A ₂	4,05	3,83	2,86	3,10	2,0	3,67
	B	1,00	0,88	1,67	1,13	2,20	0,44
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	6,54	61,2	58,9	69,1	59,7	45,8
	A ₁ A ₂	2,79	2,11	1,67	1,79	1,56	2,01
	B	0,82	0,44	1,15	0,79	1,76	0,13
Фосфорная кислота, P ₂ O ₅ мг на 100 г	A ₀	46,0	25,5	42,4	14,7	16,0	нет
	A ₁ A ₂	2,18	нет	1,60	1,09	нет	53,4
	B	2,36	нет	4,10	1,02	нет	сл.
Железо, мг на 100 г	A ₀	нет	нет	нет	сл.	нет	нет
	A ₁ A ₂	107,5	101,0	74,04	58,8	114,2	142,0
	B	107,5	85,0	62,5	58,8	95,0	76,0
Сумма полуторных окис- лов, R ₂ O ₃ %	A ₀	6,26	0,51	0,86	2,8	2,74	1,70
	A ₁ A ₂	1,51	0,51	0,33	0,79	0,76	0,99
	B	1,45	0,86	1,50	1,11	1,47	1,15
Азот, %	A ₀	0,047	0,2073	0,1460	0,1347	0,2091	0,0485
	A ₁ A ₂	0,021	0,0159	0,0031	0,0089	0,0173	0,0056
	B	0,005	0,0170	0,0011	0,0078	0,0098	0,0367
Органическое вещество, С %	A ₀	1,4031	1,3771	1,5616	1,2778	1,6801	0,6616
	A ₁ A ₂	0,0829	0,0829	0,9278	0,1189	0,0861	0,108
	B	—	0,1405	0,1513	0,1226	0,1428	0,1262

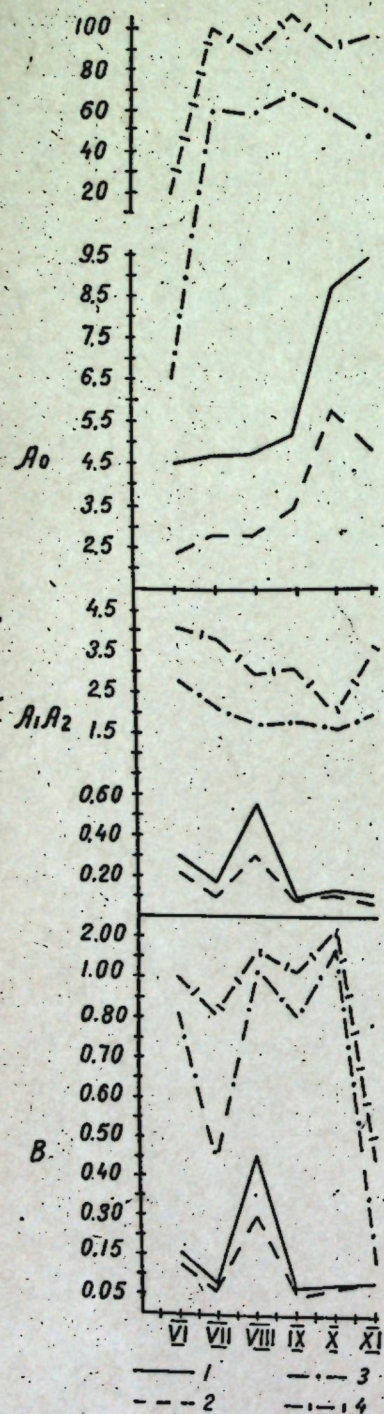


Рис. 12. Отношение воднорастворимых кальция и магния к кальцию и магнию, растворимым в децинормальной серной кислоте, в почвах под березняком разнотравным.

1 — кальций + магний воднорастворимые; 2 — кальций воднорастворимый; 3 — кальций + магний, растворимые в децинормальной серной кислоте; 4 — кальций, растворимый в децинормальной серной кислоте. Все четыре в м/экв. на 100 г.

В почвах под ельником-черничником (рис. 13) самый низкий pH водной вытяжки в горизонте лесной подстилки в сравнении с минеральным горизонтом. В 1957 г. pH всего почвенного профиля незначительно повысилось от мая к ноябрю, несколько понижаясь в июле и сентябре. Титруемая кислотность горизонта лесной подстилки заметно повышается в летние месяцы (июнь — сентябрь), затем падает, приближаясь в ноябре к величине ее в мае.

В 1958 г. активность водородных ионов менялась очень мало, титруемая кислотность горизонта лесной подстилки возросла в летние месяцы (июль — октябрь), в ноябре ее величина резко упала.

Очень заметно подкисление почв в марте 1959 г. pH падает больше чем на единицу (с 6,3 до 5,1); при этом титруемая кислотность почти не меняется.

Сопоставление величин титруемой кислотности и pH в некоторой степени позволяет подойти к характеристике кислот, обуславливающих кислотность водных вытяжек из подстилок (Роде, 1941).

Так, уменьшение титруемой кислотности в подстилке ельника-черничника в ноябре 1958 г., сопровождаемое уменьшением pH, свидетельствует о появлении в растворе более сильных, хорошо диссоциирующих кислот; увеличение же титруемой кислотности при возросшем pH в январе 1959 г. указывает на появление в почвенном растворе кислот с меньшей активностью водородных ионов, т. е. более слабых.

Почвы под березняком разнотравным (рис. 14) характеризуются более высокими значениями pH, причем в отличие от ельника-черничника pH лесной подстилки выше и иногда значительно (июль и октябрь 1957 г.), чем pH минеральных горизонтов. Это вполне закономерно, так как подстилка березняка разнотравного состоит в основном из опавших листьев, содержащих значительное количество оснований. Обращает на себя внимание, что при таких высоких значениях pH определяются значительные величины титруемой кислотности, которая здесь может быть обусловлена лишь слабыми кислотами и, в первую очередь, видимо, угольной кислотой. Особенно большая величина титруемой кислот-

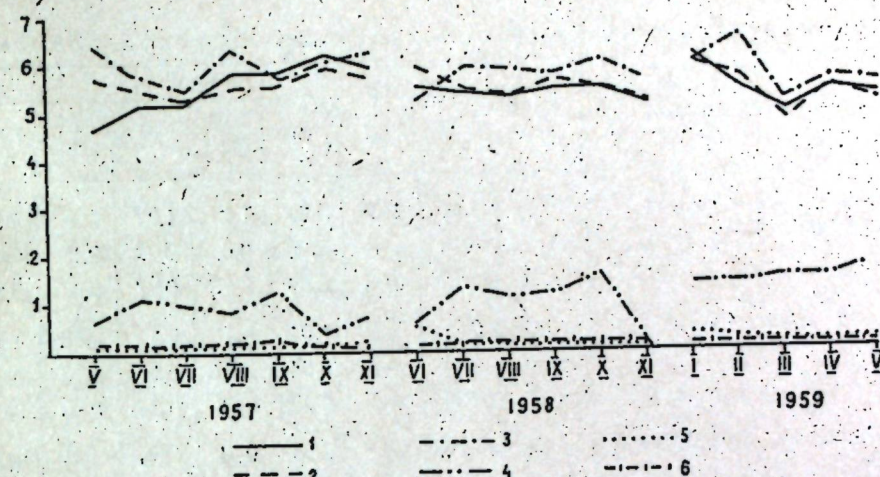


Рис. 13. Изменение кислотных свойств подзолистой тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником. pH водной вытяжки горизонтов: A_0 (1); A_1A_2 (2); A_2B (3). Титруемая кислотность горизонтов: A_0 (4); A_1A_2 (5); A_2B (6).

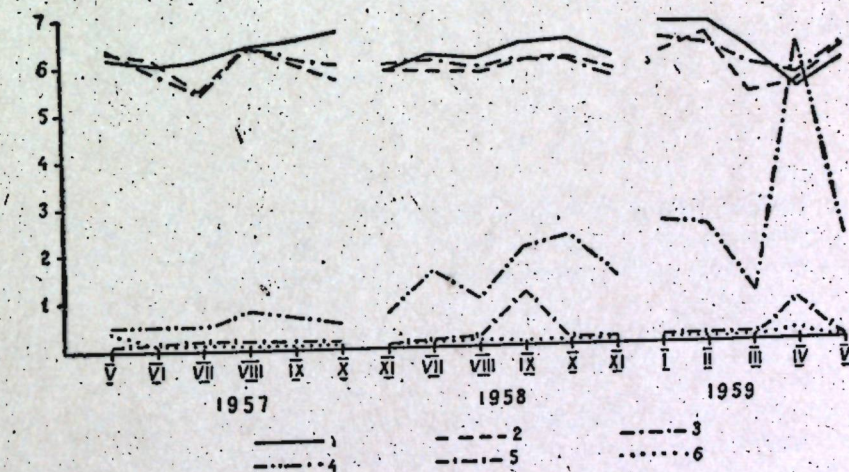


Рис. 14. Изменение кислотных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под березняком разнотравным. pH водной вытяжки горизонтов: A_0 (1); A_1A_2 (2); B (3). Титруемая кислотность горизонтов: A_0 (4); A_1A_2 (5); B (6).

ности отмечена в апреле 1959 г. На наш взгляд, в этот период слабые органические и угольная кислоты принимают наибольшее участие в создании кислотности водной вытяжки.

Воднорастворимый аммиак в минеральных горизонтах, как правило, не обнаруживался, а в горизонтах подстилки определение его было затруднено окрашиванием вытяжек. В связи с этим, начиная с октября 1958 г., мы стали определять обменный аммиак (табл. 7, 9).

Самое высокое содержание обменного аммиака обнаружено в подстилках; при этом отмечено значительное увеличение его количества от октября 1958 к февралю 1959 г. Эта закономерность характерна для почв под обоими типами леса. В подстилке ельника-черничника его

Сезонная динамика воднорастворимых веществ подзоли

Наименование анализа	Горизонт	1957 г.						
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	1,11	1,22	1,30	1,18	1,79	0,98	1,91
	A ₁ A ₂	0,10	—	0,06	0,07	0,29	0,10	0,60
	A ₂ B	0,12	0,05	0,06	0,07	0,27	0,07	0,28
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	0,67	0,42	1,04	0,8	0,8	0,62	1,57
	A ₁ A ₂	0,04	—	0,04	0,02	0,16	0,10	0,23
	A ₂ B	0,08	—	0,03	0,03	0,09	0,05	0,05
Органическое вещество, С %	A ₀	0,140	0,09	0,28	0,41	0,85	0,33	0,26
	A ₁ A ₂	0,004	—	0,09	0,033	0,083	0,103	0,101
	A ₂ B	0,015	0,03	0,04	0,078	0,073	0,088	0,027
Аммиак, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	—
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	—
	A ₂ B	—	—	—	—	—	—	—
Аммиак обменный, мг на 100 г	A ₀	—	—	—	—	—	—	—
	A ₁ A ₂	—	—	—	—	—	—	—
	A ₂ B	—	—	—	—	—	—	—

количество возрастает от 8,99 до 27,79 мг на 100 г, а в подстилке березняка разнотравного от 9,34 до 46,73 мг на 100 г. После февральского максимума наступает уменьшение количества обменного аммиака (к маю 1959 г.).

На резкое увеличение подвижных форм азота (нитратов) в зимний период (февраль) указывает Feher (1936) для почв Венгрии и Западной Германии.

В минеральных горизонтах количество обменного аммиака резко уменьшается в сравнении с содержанием его в подстилках, а закономерность изменения его количеств в течение сезона сохраняется та же — увеличение от октября к февралю и последующее снижение в мае (1959 г.). На наш взгляд резкое увеличение обменного аммиака в зимний период связано с накоплением его в связи с уменьшением вымывания и потребления его растительностью. Наряду с этим весьма вероятно, что образование аммиака частично продолжается и при пониженных температурах в зимний период. Данные сектора микробиологии указывают на то, что микробиологические процессы идут довольно активно и в зимний период (рис. 5, 6). Так, зимой в почвах под березняком разнотравным количество сапрофитных бактерий возрастает, под ельником-черничником оно хотя несколько уменьшается, но параллельно уменьшается и количество грибов, являющихся в этих условиях потребителями аммиака. В связи с этим увеличение аммиака в зимний период частично может быть обусловлено уменьшением потребления его микроорганизмами.

Содержание подвижного фосфора (табл. 8 и 10) также подвержено значительным колебаниям в течение вегетационного периода. Очень четко выделяется его июльский минимум, отмечаемый в обоих типах

Таблица 9

той тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником

1958 г.						1959 г.				
VI	VII	VIII	IX	X	XI	I	II	III	IV	V
4,21	2,18	1,83	1,17	2,61	1,51	2,22	2,54	1,94	1,64	3,05
3,08	0,17	0,47	1,10	1,10	1,17	0,40	0,40	0,18	0,09	0,19
0,45	0,11	0,59	0,07	0,06	0,11	0,21	0,19	0,06	0,07	0,09
2,94	1,46	1,41	1,03	2,25	1,03	1,17	1,45	1,42	1,59	1,88
0,17	0,10	0,23	0,07	0,06	0,12	0,28	0,19	0,13	0,09	0,10
0,13	0,07	0,21	0,05	0,04	0,09	0,28	0,19	0,04	0,07	0,04
0,125	0,211	0,236	0,292	0,423	0,228	0,312	0,227	0,296	0,215	1,891
0,005	0,006	0,010	0,017	0,014	0,024	0,081	0,060	0,019	0,012	0,017
0,060	0,095	0,016	0,023	0,010	0,030	0,081	0,012	0,003	0,007	0,015
окр.	7,43	2,7	2,5	15,3	14,1	сл.	сл.	окр.	сл.	сл.
сл.	нет	нет	нет	нет	нет	сл.	сл.	нет	сл.	сл.
сл.	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	сл.	сл.	сл.
—	—	—	—	9,0	9,8	13,4	27,8	14,8	11,4	8,0
—	—	—	—	0,33	1,2	2,6	4,2	1,8	0,7	0,67
—	—	—	—	0,21	0,84	1,5	1,8	0,8	сл.	0,68

леса и по всем горизонтам. Это период очень теплой и влажной погоды, когда растения усиленно вегетировали и использовали фосфор. В августе наблюдается некоторое увеличение его содержания. Общая же тенденция в изменении содержания фосфора — уменьшение от весны к осени (от июня к ноябрю). В минеральных горизонтах подвижный фосфор не обнаруживается уже в сентябре, а в ноябре даже в подстилке. Очевидно, разложение подстилки в этот период шло замедленно, в связи с чем количество освобождающегося фосфора резко упало. Уменьшение количества фосфора может быть объяснено использованием его растениями и частично, возможно, благодаря связыванию с полуторными окислами, количество которых в этот период возрастает. Вообще надо отметить, что зависимость между содержанием подвижного фосфора и полуторных окислов сохранялась в основном обратнопропорциональной в течение всего вегетационного сезона.

ВЫВОДЫ

1. Основные питательные вещества, поступающие с опадом и отмирающей травяной и моховой растительностью, накапливаются в горизонте лесной подстилки, в котором и отмечено наибольшее количество как воднорастворимых, так и растворимых в децинормальной серной кислоте веществ. В минеральных горизонтах количество их резко падает.

2. Содержание в лесных почвах воднорастворимых и растворимых в 0,1 n H₂SO₄ веществ подвержено значительным колебаниям в течение

Таблица 10

Сезонная динамика веществ, переходящих в 0,1 л сернокислую вытяжку, подзолистой тяжелосуглинистой почвы под ельником-черничником

Наименование веществ	Горизонт	1958 г.					
		VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма кальция и магния, м/экв. на 100 г	A ₀	69,89	43,77	65,2	20,8	23,13	38,6
	A ₁ A ₂	16,65	4,67	5,33	4,89	3,79	6,20
	A ₂ B	7,96	4,40	3,66	3,08	2,56	5,63
Кальций, м/экв. на 100 г	A ₀	49,96	27,36	28,2	11,1	11,6	17,91
	A ₁ A ₂	9,07	1,42	2,21	2,00	1,85	2,36
	A ₂ B	4,96	2,22	1,85	1,54	1,41	3,32
Фосфорная кислота, P ₂ O ₅ мг на 100 г	A ₀	32,43	28,64	37,0	15,7	24,8	нет
	A ₁ A ₂	3,91	нет	1,92	нет	нет	нет
	A ₂ B	3,23	1,46	2,61	1,92	1,09	сл.
Железо, мг на 100 г	A ₀	463,7	сл.	157,4	301,0	нет	224,0
	A ₁ A ₂	59,63	146,9	96,9	122,4	105,0	12,4
	A ₂ B	117,66	92,35	95,0	113,0	85,0	8,2
Сумма полуторных окислов, R ₂ O ₃ %	A ₀	8,49	0,57	2,89	2,52	0,33	4,91
	A ₁ A ₂	0,82	0,93	0,80	0,63	0,67	1,06
	A ₂ B	0,61	0,46	0,49	0,72	0,49	0,83
Азот, %	A ₀	0,1555	0,1439	0,1113	0,1453	0,1453	0,0791
	A ₁ A ₂	0,0054	0,0117	—	0,0150	0,0116	0,0022
	A ₂ B	0,0031	0,0153	0,0106	0,0141	0,0083	0,2033
Органическое вещество, С%	A ₀	0,7699	0,8581	0,7755	1,4023	0,8462	0,5244
	A ₁ A ₂	0,0933	0,0768	0,0548	0,1093	0,0530	0,1019
	A ₂ B	0,0805	0,0166	0,0509	0,0748	0,0415	0,081

сезона и определяется главным образом свойствами лесной подстилки и условиями ее разложения и промывания, среди которых наряду с биологическим фактором важную роль играют метеорологические условия, в первую очередь, температура и влажность.

Оптимальные условия разложения подстилки приводят к увеличению подвижных элементов питания растений в почвах. Избыточные осадки могут вызывать вымывание их.

Большое влияние на динамику питательных веществ в почве оказывает древесная растительность, потребляющая в отдельные периоды вегетации значительные количества зольных элементов и азота.

3. Изучение сезонной динамики только воднорастворимых веществ не дает возможности достаточно полно характеризовать пищевой режим почв, так как в водной вытяжке мы не могли количественно определить доступными нам методами такие элементы, как фосфор, калий, алюминий, железо и др.

4. В почве под березняком разнотравным в сравнении с почвой под ельником-черничником значительно больше подвижных кальция, магния, фосфора, азота и других элементов питания. Эти почвы характеризуются меньшей кислотностью, большим количеством микроорганизмов, особенно бактериальной микрофлоры.

5. Для повышения производительности древостоя необходимо разработать такую систему лесохозяйственных мероприятий, которая способствовала бы освобождению основных питательных веществ из раз-

лагающейся подстилки в период наибольшей потребности в них древесных растений.

При научном обосновании этой системы наряду с лесоводственными данными должны быть использованы данные по сезонной динамике элементов питания и микрофлоры в почве.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова М. М. Сезонная изменчивость некоторых химических свойств лесной подзолистой почвы. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. 25, 1947.
- Барановская А. В., Дараган-Сушова А. Ю., Глобус А. М. - Итоги наблюдений за изменчивостью почв Вологодской области. В кн.: «Сборник работ Центрального музея почвоведения», вып. 2, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957.
- Бурсова А. И. Роль опада и корней растений в развитии химических свойств почв. «Тр. Всесоюз. заочн.-лесотехн. ин-та», вып. 3, 1958.
- Геммерлинг В. В. Русские исследования в области изучения динамики естественных почв. «Бюлл. почвоведения», 1927, № 5—6.
- Дмитриева Н. В., Сабельникова В. И., Лунева Р. И. О динамике химических свойств лесных почв Кодра (предварительное сообщение). «Изв. Молдавск. филиала АН СССР», 1959, № 4(49).
- Егорова Н. В. О сезонных изменениях химических свойств в почвах южной Карелии. «Тр. Карел. филиала АН СССР», вып. 9, 1958.
- Зайцев Б. Д. Растворимость в воде гумуса почв Охтенской лесной дачи. «Изв. Лесн. ин-та», вып. 35, 1926.
- Зонн С. В., Алешин А. К. О воздействии дубовых лесов на почвы. «Тр. Ин-та леса АН СССР», т. 7, 1951.
- Корсакова М. А. Итоги стационарных работ по биодинамике почв. «Тр. Ин-та с.-х. микробиологии», т. 4, вып. 1, 1930.
- Кравков С. П. Материалы по изучению процессов разложения растительных остатков в почве. СПб, 1908.
- Кудрявцева А. А. Превращение форм азота в почве в связи с нитрификацией. «Науч.-агрономич. журн.», 1924, № 4.
- Морозов Г. Ф. Учение о лесе. Л., ГИЗ, 1926.
- Орфанитский Ю. А. Варьирование некоторых химических свойств подзолистой почвы на вырубке. «Почвоведение», 1957, № 10.
- Роде А. А. О свойствах воднорастворимых веществ лесных подстилок. Там же, 1941, № 3.
- Смирнова К. М., Громушова Б. Н. Динамика химических свойств почв под хвойными зеленомоховыми лесами. Там же, 1955, № 6.
- Смирнова К. М., Глазунова Н. М. Динамика химических свойств почв под березняком разнотравным. «Вестн. МГУ», 1958, № 2.
- Степанов П. Н. Процесс минерализации опадающей листвы и хвои деревьев и кустарников. «Почвоведение», 1940, № 9.
- Сукачев В. Н. Основы теории биогеоценологии. В кн.: «Юбилейный сборник к 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции», М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947.
- Тюлин А. Ф., Щербина К. Г. Биологический круговорот азота и фосфора между растительностью и почвой в широколиственных лесах южной части лесостепи за вегетационный период. ДАН СССР, новая серия, 1954, т. 17, № 1.
- Шелоумова А., Фраерман В. Исследования по биодинамике почв. «Тр. Ин-та с.-х. микробиологии», т. 3, 1928.
- Шмук А. А. Динамика режима питательных веществ в почве. М., Пищепромиздат, 1950.
- Шумаков В. С. Динамика разложения растительных остатков и взаимодействия продуктов их разложения с лесной почвой. «Тр. ВНИИЛХ», т. 1, вып. 24, 1941.
- Шумаков В. С. Азотный режим почвы в двух типах соснового леса. В кн.: «Сборник работ по лесн. хоз-ву Всесоюз. ин-та лесоводства и механизации лесн. хоз-ва», вып. 35, 1958.
- Feher D. und Frank M. Untersuchungen über den periodischen kreislauf des Stickstoffes des Phosphors und des Kaliums in den Waldboden. Zeitschrift für Pflanzenernährung Düngung und Bodenkunde. Band, 43, Heft 1/2. 1936. Berlin.

Т. И. ЛЕВКИНА

К МЕТОДИКЕ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ
— ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИХ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Чтобы иметь возможность делать достоверные заключения на основе цифровых материалов, характеризующих явления, протекающие в почве, необходимо знать степень точности получаемых данных. Поэтому, приступая к работе с лесными почвами, мы уделили внимание методическим вопросам, в частности, вопросу установления наименьшей повторности взятия образцов, обеспечивающей получение достоверных аналитических данных.

Исследования проводились в двух типах леса заповедника «Кивач» Кондопожского района: в ельнике-черничнике и березняке разнотравном (соответственно 25 и 33 кварталы).

Здесь почвы под ельником-черничником можно охарактеризовать разрезом № 3, заложенным в средней части пологого склона (8°) северо-западной экспозиции. Древостой VI класса возраста, IV класса бонитета, состав: 6Е+3Б+1Ос+С. Травяно-кустарниковый покров состоит из черники, брусники, вейника.

Почвенный профиль очень слабо дифференцирован. Строение его такое:

A ₀	0—7 см — лесная подстилка из мхов, опада хвон и листьев, плохо разложившаяся, в нижней части темно-бурого цвета.
A ₁ —A ₂	7—10 см — темно-серый, глинистый, пронизан корнями, сложение рыхлое; переход в следующий горизонт ясный.
A ₂ —В	11—37 см — палевого цвета с коричневым оттенком, с ржавыми пятнышками, глинистый; постепенно переходит в следующий горизонт.
В	37—60 см — палевого цвета с ржавыми пятнами, глинистый.
ВС	60—70 см — палевого цвета с редкими ржавыми пятнами, глинистый.
С	с 70 см — палево-серая глина; почва подзолистая тяжелосуглинистая, подстилаемая безвалунными глинами.

Почвы, развитые под березняком разнотравным, можно охарактеризовать описанием разреза, расположенного на пологом склоне северо-западной экспозиции. Лес с преобладанием березы 80-летнего возраста III бонитета с незначительной примесью ели, в подлеске — ольха, рябина. Состав: 5Б, 2Ос, 2С, 1Е, полиота 0,7.

Травяно-кустарниковый покров состоит из черники, вейника, костяники, майника. Моховой покров разреженный, состоит преимущественно из зеленых мхов.

Профиль почвы характеризуется следующим строением:

A ₀	0—3 см — лесная подстилка, состоящая из полуразложившихся листьев и мха.
A ₁ —A ₂	3—9 (11) 16 см — темно-серый, супесчаный, рыхлый, много корней; переход в следующий горизонт ясный по волнистой линии.
A ₂	9 (11) 16 см — белесый, супесчаный, рыхлый; выражен отдельными пятнами.
В	16—46 см — ржаво-охристого цвета с яркими ржавыми пятнами, супесчаный, плотный; переход в горизонт ВС постепенный.
ВСg	46—80 см — палевый с сизоватым оттенком и ржавыми пятнами, супесчаный, плотный; встречаются валуны.
С	80—100 см — палево-серого цвета, плотный, легкий суглинок, сильно завалуненный.

Почва дерново-подзолистая лесная супесчаная, подстилаемая моренными завалуненными легкими суглинками.

Максимальных колебаний цифр аналитических данных следовало ожидать в горизонте лесной подстилки, поэтому свою работу мы начали с установления необходимой кратности отбора образцов лесной подстилки.

Образцы лесной подстилки брались металлической рамой площадью 20×30 см.

В ельнике-черничнике образцы подстилок брались в трех точках по склону (разрез 1 — верхняя, разрез 3 — средняя, разрез 5 — нижняя часть склона) один раз в месяц, а всего за вегетационный период шесть раз (с июня по ноябрь) в пятикратной повторности в июне и ноябре и десятикратной в остальные сроки.

В березняке разнотравном образцы подстилок брались в одной точке, в средней части (разрез 1) очень пологого склона юго-восточной экспозиции пять раз в течение вегетационного периода (с июня по октябрь). В июне образцы лесной подстилки брались в пятикратной повторности, в остальные сроки — в десятикратной. Все образцы анализировались отдельно в той же повторности, что и брались.

В водной вытяжке из свежих образцов определялись: кальций и магний трилонометрически, органическое вещество по Тюрину, титруемая кислотность путем титрования водной вытяжки 0,01 н щелочью по фенолфталеину.

В сухих образцах определялись в два срока (июнь и октябрь) общие азот и гумус, по Тюрину, подвижные фосфор, по Кирсанову и калий, по Пейве, обменная кислотность и обменный алюминий, по Соколову, гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований, по Каппену.

Все полученные аналитические данные были обработаны по методу вариационной статистики с вычислением средней арифметической (М),

средней квадратичной ошибки $\pm m = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}}$, где d отклонение от средней арифметической, а n — число повторений и показатель точности — процента ошибки ($P\% = \frac{m}{M} \cdot 100$).

Полученные данные указывают, что наиболее значительным колебаниям подвержены величины веществ, переходящих в водную вытяжку (табл. 1, 2).

Определяя титруемую кислотность водной вытяжки из подстилки ельника-черничника (табл. 2) при пятикратной повторности, процент средней арифметической ошибки колеблется в пределах 8,1—11,6, при десятикратной от 5,1 до 9,4%. Для подстилки березняка разнотравного при пятикратной повторности процент средней арифметической ошибки был даже несколько ниже, чем при десятикратной, что объясняется, на наш взгляд, большой пестротой напочвенного покрова.

Таблица 1

Варьирование химических свойств горизонта лесной подстилки березняка разнотравного

Наименование анализа	Месяц взятия образцов	Повторность	$M \pm m$	P, %
Титруемая кислотность водной вытяжки, м/экв. на 100 г	VI	5	$0,78 \pm 0,01$	1,3
	VII	10	$0,64 \pm 0,05$	7,8
	VIII	10	$0,65 \pm 0,06$	9,2
	IX	10	$0,47 \pm 0,11$	23,4
	X	10	$0,65 \pm 0,05$	9,5
Кальций и магний воднорастворимые, м/экв. на 100 г	VI	5	$2,86 \pm 0,15$	5,2
	VII	10	$2,40 \pm 0,23$	9,6
	VIII	10	$2,34 \pm 0,11$	4,7
	IX	10	$2,60 \pm 0,10$	3,8
Кальций воднорастворимый, м/экв. на 100 г	VI	5	$0,43 \pm 0,05$	11,6
	VII	10	$1,61 \pm 0,17$	10,5
	VIII	10	$1,18 \pm 0,06$	5,1
	IX	10	$1,03 \pm 0,04$	3,8
	X	10	$1,27 \pm 0,22$	17,3
Органическое вещество воднорастворимое, С %	VI	5	$0,40 \pm 0,06$	15,0
	VII	10	$0,26 \pm 0,03$	11,5
	VIII	10	$0,33 \pm 0,05$	15,1
	IX	10	$0,37 \pm 0,07$	18,9
	X	10	$0,51 \pm 0,01$	19,6

Количества воднорастворимых кальция и магния варьируют примерно в тех же пределах, причем содержание воднорастворимого кальция подвержено большим колебаниям в сравнении с суммарным содержанием кальция и магния.

Процент средней арифметической ошибки при определении в подстилке березняка разнотравного суммы воднорастворимых кальция и магния при пятикратной повторности составлял 5,2, при определении

Таблица 2

Варьирование химических свойств лесной подстилки ельника-черничника

Наименование анализа	Месяц взятия образцов	Повторность взятия образцов	К-во проанализированных образцов	Колебания данных анализа	Колебания процента ошибки	Средний процент ошибки
Титруемая кислотность водной вытяжки, м/экв. на 100 г	VI	5	15	0,71—1,11	10,0—12,6	11,6
	XI	5	15	0,57—1,50	7,0—10,0	8,1
	VII	10	30	0,68—1,01	5,8—14,4	9,4
	VIII	10	30	0,79—1,15	3,8—10,7	7,7
	IX	10	30	0,67—1,28	3,0—6,4	5,1
	X	10	30	0,33—0,6	6,1—10,0	8,0
Кальций и магний воднорастворимые, м/экв. на 100 г	VI	5	15	0,92—1,22	9,1—10,2	9,7
	XI	5	15	1,53—2,33	4,5—9,9	7,4
	VII	10	30	1,30—1,49	6,8—8,7	7,9
	VIII	10	30	1,18—2,09	5,6—9,5	7,5
	IX	10	30	1,40—1,79	7,8—14,8	10,1
	X	10	30	0,85—0,98	2,4—6,8	5,2
Кальций воднорастворимый, м/экв. на 100 г	VI	5	15	0,24—0,32	37,5—8,8	22,7
	XI	5	15	0,80—1,77	4,1—5,8	5,1
	VII	10	30	1,04—1,18	4,9—6,2	5,6
	VIII	10	30	0,80—1,10	2,2—12,5	9,2
	IX	10	30	0,80—1,00	3,7—11,2	8,1
	X	10	30	0,58—0,78	4,6—11,9	8,8
Органическое вещество воднорастворимое, С %	VI	5	15	0,08—0,15	1,7—18,0	11,5
	XI	5	15	0,15—0,35	7,7—29,3	15,1
	VII	10	30	0,28—0,41	3,3—10,7	6,0
	VIII	10	30	0,41—0,48	7,6—13,9	10,2
	IX	10	30	0,19—0,50	3,4—31,5	17,6
	X	10	30	0,21—0,57	8,1—10,7	9,7

кальция равнялся 11,6, а при десятикратной повторности — соответственно 3,8—9,6 и 3,8—17,3.

В водной вытяжке при определении суммы кальция и магния из подстилки ельника-черничника процент ошибки при пятикратной повторности составил 7,4—9,7 и при определении кальция 5,1—22,7. Десятикратная повторность повысила точность результатов. Процент средней арифметической ошибки при определении суммы кальция и магния колебался в пределах 5,2—10,1 и кальция — 5,6—9,2.

Более значительны колебания в содержании воднорастворимого органического вещества как в подстилке ельника-черничника, так и березняка разнотравного. Однако и здесь процент ошибки (показатель точности) при пятикратной повторности в основном не превышает среднего процента ошибки при десятикратной повторности для подстилки березняка разнотравного.

Для подстилки же ельника-черничника при пятикратной повторности процент средней арифметической ошибки заметно выше (11,5—15,1), чем при десятикратной повторности (6,0—17,6).

Таким образом, при анализе водной вытяжки как из подстилки березняка разнотравного, так и ельника-черничника (пятикратная повторность) процент средней арифметической ошибки для воднорастворимых веществ хотя и несколько возрастает в сравнении с десятикратной повторностью, но не выходит за пределы точности, допускающейся при проведении подобного рода исследований (10—15%). Анализ солевых вытяжек (веществ, находящихся в обменном состоянии) и определение общего содержания элементов (азота и углерода) показывают (табл. 3, 4), что точность получаемых аналитических данных возрастает в сравнении с анализом водных вытяжек.

Так, при определении обменных кальция и магния в подстилке березняка разнотравного процент средней арифметической ошибки не превышает 3,5 (табл. 3), а для гидролитической кислотности и суммы поглощенных оснований он равен или меньше 4,3. Для подстилки ельника-черничника проценты средних арифметических ошибок при анализе солевых вытяжек несколько выше в сравнении с березняком разнотравным, но в целом они значительно ниже, чем для воднорастворимых веществ.

Сравнивая пятикратную и десятикратную повторности можно сказать, что точность аналитических данных также несколько уменьшается (процент ошибки возрастает при пятикратной повторности).

Для подстилки березняка разнотравного при анализе солевой вытяжки и общих азота и углерода (пятикратная повторность) процент средней арифметической ошибки не превышает 6,6 (табл. 3).

Для подстилки ельника-черничника (табл. 4) при определении подвижного калия и обменного алюминия в пятикратной повторности процент средней арифметической ошибки достигал 10,4—10,7, во всех остальных случаях он колебался в пределах 3,9—7,4, показывая достаточную точность получаемых аналитических данных.

Факт довольно сильного варьирования химических свойств почв неоднократно отмечался в литературе: Б. П. Хорошавин (1934), Н. И. Болотина (1935), Ю. А. Орфанитский (1957) и др. Считаю нужным отметить, что процент средней арифметической ошибки аналитических данных, полученный нами, не больше, чем в работах других исследователей, а чаще всего значительно ниже.

Так, по данным Орфанитского, при определении подвижной фосфорной кислоты, даже с двадцатикратной повторностью, можно получить аналитические данные лишь с показателем точности Р, равным 30—40%. В наших исследованиях процент средней арифметической ошибки аналитических данных по подвижной фосфорной кислоте, даже при пятикратной повторности, не превышал 6. Для воднорастворимых веществ Орфанитский считает, что практически невозможно получить аналитических данных по характеристике химических свойств подзолистых почв вырубков с процентом средней арифметической ошибки, равным 15 и ниже, тогда как по нашим данным, даже при пятикратной повторности отбора образцов, процент средней арифметической ошибки

Таблица 3

Варьирование химических свойств лесной подстилки
березняка разнотравного

Наименование анализа	Месяц взятия образцов	Повтор- ность взятия образцов	$M \pm m$	P, %
Углерод общий, %	VI	5	24,99 ± 1,67	6,6
	VIII	10	15,67 ± 2,76	17,7
	X	10	31,39 ± 0,76	2,4
Азот общий, %	VI	5	0,56 ± 0,02	3,5
	VIII	10	0,54 ± 0,05	9,2
	X	10	0,91 ± 0,03	3,3
Фосфор подвижный, мг на 100 г	VI	5	85,7 ± 4,5	5,9
	X	10	67,7 ± 3,8	5,6
Калий подвижный, мг на 100 г . .	VI	5	233,1 ± 15,3	6,5
	X	10	258,2 ± 19,4	7,5
Кальций и магний обменные, м/экв. на 100 г	VI	5	39,9 ± 1,20	3,0
	X	10	41,1 ± 0,93	2,3
Кальций обменный, м/экв. на 100 г	VI	5	26,6 ± 0,31	1,2
	X	10	26,0 ± 0,91	3,5
Кислотность обменная, м/экв. на 100 г	VI	5	1,32 ± 0,07	5,9
	VIII	10	1,70 ± 0,13	7,6
	X	10	2,08 ± 0,22	10,5
Алюминий обменный, м/экв. на 100 г	VI	5	1,8 ± 0,08	4,4
	VIII	10	4,88 ± 0,14	2,8
	X	10	4,71 ± 0,60	12,7
Гидролитическая кислотность, м/экв. на 100 г	VI	5	14,7 ± 0,3	2,0
	X	10	12,0 ± 0,52	4,3
Сумма поглощенных оснований, м/экв. на 100 г	VI	5	31,2 ± 0,72	2,3
	X	10	38,0 ± 1,66	4,3

редко превышает 15. Правда, такие заключения Орфанитский сделал для подзолистых почв вырубков, где неоднородность напочвенного покрова еще более резко выражена, чем в лесу.

Проведенные нами исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Химические свойства лесной подстилки ельника-черничника подвержены большим колебаниям в сравнении с березняком разнотравным.

2. Воднорастворимые вещества лесных подстилок ельника-черничника и березняка разнотравного варьируют наиболее сильно в сравнении с веществами, переходящими в солевые вытяжки.

Таблица 4

Варьирование химических свойств лесной подстилки
ельника-черничника

Наименование анализа	Месяц взятия образцов	Повторность взятия образцов	К-во проанализированных образцов	Колебания данных анализа	Колебания процентов ошибки	Средний процент ошибки
Общий углерод, %	VI	5	15	30,80—36,87	2,7—5,3	4,2
	VIII	10	30	22,77—37,76	2,0—8,9	4,7
	X	10	30	28,33—38,38	2,5—4,7	3,6
Общий азот, %	VI	5	15	0,86—0,97	2,8—6,1	4,8
	VIII	10	30	0,69—1,27	2,8—3,7	3,3
	X	10	30	0,95—1,15	4,1—9,9	6,4
Подвижный фосфор, мг на 100 г	VI	5	15	62,1—63,9	2,5—6,6	3,9
	X	10	30	62,6—64,1	3,9—4,4	4,1
Калий подвижный, мг на 100 г	VI	5	15	181,9—189,7	6,3—14,3	10,7
	X	10	30	159,0—185,9	3,0—10,3	6,2
Кальций и магний обменные, м/экв. на 100 г	VI	5	15	37,8—58,3	3,3—7,6	6,1
	X	10	30	38,0—50,0	2,2—12,2	6,1
Кальций обменный, м/экв. на 100 г	VI	5	15	28,6—42,4	3,6—10,6	6,1
	X	10	30	28,2—37,2	3,9—5,3	4,7
Обменная кислотность, м/экв. на 100 г	VI	5	15	1,74—2,89	5,8—8,9	7,4
	VIII	10	30	1,42—2,30	3,3—7,7	5,5
	X	10	30	1,19—2,01	8,7—10,7	9,8
Обменный алюминий, м/экв. на 100 г	VI	5	15	5,31—6,07	2,2—19,3	10,4
	VIII	10	30	3,08—4,41	8,7—12,4	7,1
	X	10	30	2,5—3,5	0,8—5,6	3,2
Гидролитическая кислотность, м/экв. на 100 г	VI	5	15	20,6—31,5	3,7—7,9	6,1
	X	10	30	17,9—25,7	6,8—7,7	7,2
Сумма поглощенных оснований, м/экв. на 100 г	VI	5	15	33,4—46,3	3,8—7,8	5,4
	X	10	30	34,9—49,6	4,0—4,9	4,6

3. Пятикратная повторность взятия образцов лесных подстилок ельника-черничника и березняка разнотравного обеспечивает (при относительной однородности объекта) необходимую достоверность получаемых аналитических данных, характеризующих процессы, проходящие в почве.

ЛИТЕРАТУРА

Кирсанов А. Т., Болотина Н. И., Сенюшов Н. Г., Филиппович В. А. Степень однородности распределения доступных питательных веществ в различных почвах и динамика их за вегетационный период. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. 12, 1935.

Хорошавин Б. П. К вопросу взятия смешанных почвенных образцов для целей химизации. В кн.: «Сборник науч.-исслед. работ Пермского с.-х. ин-та», т. 5, 1934.

Орфанитский Ю. А. Варьирование некоторых химических свойств подзолистой почвы на вырубке. «Почвоведение», 1957, № 10.

Н. В. ЕГОРОВА, В. К. КУЛИКОВА

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕК

Вопросы изучения способов очистки лесосек и их влияния на почву в настоящее время приобретают особую значимость в связи с важностью лесовозобновительных работ. Значение очистки лесосек признавалось уже сто лет тому назад. Еще в 1850 г. Вейхталь в статье об очистке лесосек предлагал очищать лесосеки «до такой степени, при которой лесные остатки уже не могут прямо препятствовать естественному и искусственному возобновлению, а скорее служат защитой лесным всходам и даже средством удобрения почвы».

И. И. Филиппов (1882) также говорит об очистке лесосек, как о необходимой мере к облесению вырубок. В работах М. Е. Ткаченко (1925, 1927, 1928, 1929), С. Тимофеева (1928), С. Шевлякова (1930), С. В. Алексеева и А. А. Молчанова (1940), В. П. Тимофеева (1951), А. В. Побединского (1957, 1958) показаны основные способы очистки лесосек и их влияние на лесовозобновление.

Однако в указанных работах, исключая исследования Ткаченко, не освещен вопрос влияния очистки лесосек на изменение почвообразовательного процесса. Таких работ до настоящего времени было довольно мало. Ткаченко (1931) считает огневой способ очистки лесосек одним из основных, который обеспечивает возобновление сосны на супесчаных почвах севера, а для ели — разбрасывание веток.

А. В. Тюрин (1924) на основании экспериментальных данных указывает, что одним из важных условий для возобновления лесной растительности является минерализация почвы путем сжигания или сдирания покрова. М. Н. Першина (1935) отмечает улучшение пищевого режима растительности в связи с огневой очисткой. В Финляндии и Швеции о положительном влиянии огневой очистки на почву и прорастание семян писали Гейкингеймо, Куяла, Энерот. (1915, 1926, 1928).

Учитывая важность роли питания в лесовозобновлении и неясность вопросов влияния различных способов очистки лесосек на почву в условиях Карелии, мы провели исследования по выявлению влияния различных способов очистки лесосек на химические свойства почв. Работа проводилась в лаборатории почвоведения и агрохимии Института леса Карельского филиала АН СССР в комплексе с сектором лесоводства в течение 1958—1959 гг.

В практике карельских лесозаготовительных организаций в настоящее время применяются два основных способа очистки. Один, применяемый при трелевке леса с кронами — сжигание сучьев на складе и оставление части сучьев на вырубке, которые местами разбросаны тонким слоем около 20, местами около 50 см. Второй способ применяется

при трелевке леса без крон, когда производится сжигание сучьев в кучах, иногда с доочисткой вырубок весной сплошным палом. Учитывая это, мы заложили опыт по изучению влияния огня и порубочных остатков на химические свойства почвы на подзолах железистых песчаных в сосняке-брусничнике и на подзолах гумусово-железистых супесчаных в ельнике-черничнике по следующей схеме: 1) контроль; 2) тонкий слой сучьев, мощностью до 20 см; 3) толстый слой сучьев мощностью от 20 до 50 см; 4) пал; 5) кострище.

Указанные варианты были размещены на площадках размером 1×2 м в десятикратной повторности. Условия рельефа не позволили разместить их на площадках большего размера.

На опытных площадках проводился посев сосны и ели с целью изучения влияния огня и оставленных на вырубках сучьев на всходы семян. Поскольку взятие образцов оказалось бы неблагоприятное влияние на рост семян, посев производили лишь на половине площадки. Другая часть площадки была оставлена для выемки образцов на анализ. Посев производился из расчета 500 шт. семян ели и 100 шт. семян сосны на 1 м² на вырубке ельника-черничника и 500 шт. семян сосны на вырубке сосняка-брусничника. Образцы отбирались один раз в течение вегетационного периода.

Кроме исследований на указанных опытных участках, проводились экспедиционные наблюдения на старых вырубках 5—10—20-летней давности.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыты были заложены на однолетней вырубке ельника-черничника в Педасельгском лесничестве Прионежского района и свежей вырубке сосняка-брусничника в Линдозерском лесничестве Петровского лесхоза.

Первая вырубка расположена на всхолмленной равнине (слабо эродированная древняя озерная терраса). Повышенные участки покрыты *Calamagrostis arundinacea* и *Deschampsia flexuosa* в сочетании с *Vaccinium myrtillus* с зелеными мхами *Hylocomium proliferum* и *Pleurozium schreberi*. В слегка пониженных участках хорошо развиты пятна из *Deschampsia flexuosa* и зеленых мхов. Микропонижения заняты *Polytrichum commune* и *Sphagnum* sp. с куртинами из зеленых мхов и *Vaccinium myrtillus* около пней. Общая степень покрытия 70—80%. Почву описанной вырубки можно отнести к подзолам гумусово-железистым пятнистым супесчаным на супесчаной морене (разрез № 5).

Морфологический профиль этой почвы следующий:

A ₀	рыхлая, слабо разложившаяся подстилка из мхов, хвои, корней черники и других растений; внизу встречаются угли.
0—2(3)	
A ₁	пятнистый, сплошного горизонта нет, пятна вокруг валунов и корней светло-серого (белесого) цвета, супесчаный, хрящеватый, валунный.
2—12(23)	
B ₁	неоднородно окрашенный, темно-бурый, влажный, по механическому составу чуть тяжелее вышележащего, с валунами. Переход к следующему горизонту неровный.
12—18(25)	
B ₂	светло-бурый, однородно окрашенный, сырой, того же механического состава, что и B ₁ . С 38 см просачивается вода.
18—35	
C	серый, супесчаный, с хрящем и валунами, сырой.
38—60	

Результаты валового анализа гумусово-железистого подзола указывают на довольно значительное обогащение верхних горизонтов кремнекислотой и на вынос из них полуторных окислов, что свидетельствует о заметном оподзоливании почв. Вместе с тем высокое содержание окислов кальция и магния говорит о довольно слабой их выщелоченности, что, однако, может быть и следствием неоднородности наноса.

Агрохимическая характеристика описываемой почвы дана в табл. 2. Как показывают данные таблицы, эти почвы характеризуются накоплением подвижных форм фосфора, кальция, калия в горизонтах A_0 ,

Таблица 1

Химическая характеристика подзола гумусово-железистого на супесчаной морене (разрез № 5)

Горизонт	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	N ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	Сумма
A_0	79,30	0,59	8,95	3,33	0,15	0,99	2,99	1,11	1,86	0,38	0,40	99,91
A_2	80,44	0,69	8,65	3,32	0,08	0,85	2,22	2,11	1,59	0,13	0,12	100,34
B_1	75,55	0,59	12,1	5,78	0,06	1,10	1,89	0,89	0,94	0,24	0,20	99,40
B_2	75,89	0,69	10,9	5,83	0,09	1,42	1,97	1,15	1,04	0,14	0,15	99,27
BC	76,97	0,69	10,9	4,99	0,06	0,83	2,01	1,15	0,92	0,13	0,15	98,88

Примечание. Все значения даны в процентах на прокаленную почву.

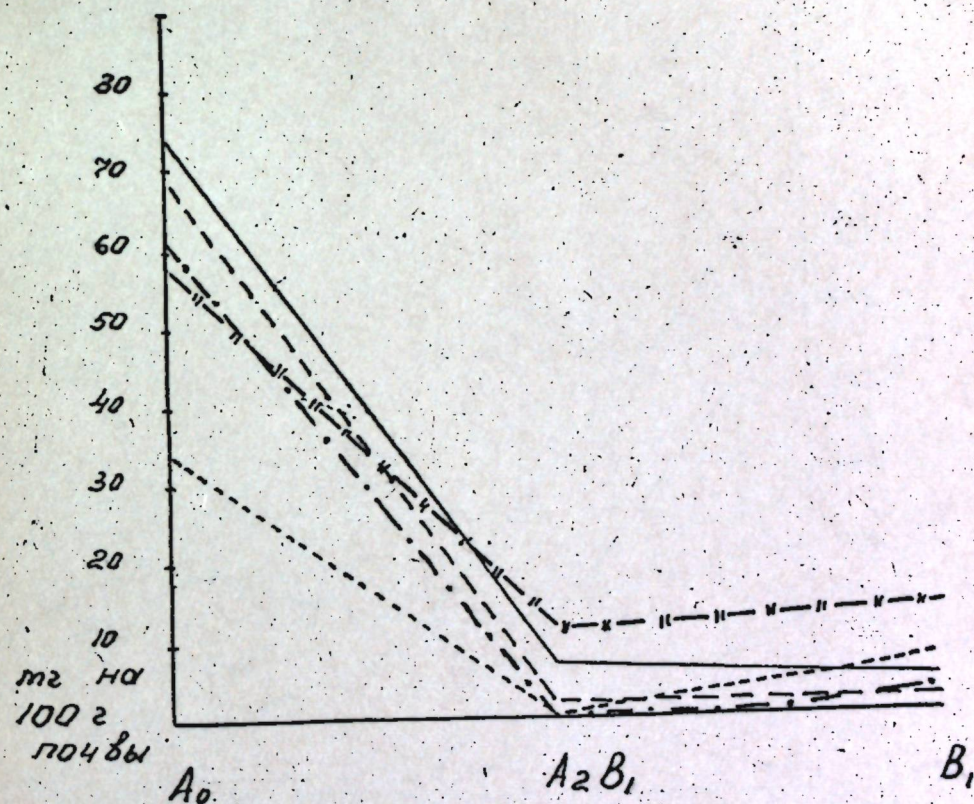
выносом полуторных окислов из подзолистого горизонта и накоплением их в иллювиальном. Наблюдается накопление общего гумуса в горизонте В.

Перейдем к описанию вырубki 1958 г. сосняка-брусничника, расположенной в 98 квартале Линдозерского лесничества Петровского лесхоза Кондопожского района. Вырубка характеризуется сильно пересеченным озово-камовым рельефом, окружена лесом из чисто сосновых насаждений 120—140-летнего возраста. В наземном покрове мхи *Hylacomium proliferum* и *Pleurozium schreberi*, лишайники *Cladonia sibatica*, *Cladonia alpestris* и редко *Citraria islandica*. Почва — подзол железистый языковатый, песчаный, на безвалунных песках.

Химическая характеристика подзола гумусово-железистого (разрез

Горизонт и глубина выемки образца, см	Процент гигроскоп. влажности	pH водной вытяжки	Растворимые в 0,1 NH ₄ SO ₄		
			R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
A_0 0—2	13,34	5,02	0,897	0,8212	0,0089
A_2 2—12	0,67	5,23	0,359	0,2784	0,0045
B_1 12—18	4,60	5,17	0,620	1,4967	0,0025
B_2 18—38	1,23	5,92	1,060	0,9276	0,0035

A_0	подстилка из опада хвон, лишайников, мхов.
0—2(3)	
A_2	белесый, песчаный, с ясной, но неровной границей перехода к следующему горизонту.
2(3)—5(11)	
B_1	ярко-охристый, тоже песчаный, но более тонкий. В верхней части темнее, с коричневым оттенком, книзу постепенно светлеет.
5(11)—27	

Рис. 1. Содержание P₂O₅ в подзоле гумусово-железистом супесчаном.

— толстый слой сучьев; ---- контроль; пал; — тонкий слой сучьев; — кострище.

Таблица 2

пятнистого супесчаного на супесчаной валунной морене № 5)

% на абсолютно сухую почву				Углерод общий	Азот общий
CaO	K ₂ O	C	N		
0,7675	0,1755	0,859	0,121	41,383	1,451
0,008	0,0043	0,062	0,075	0,558	0,038
0,0127	0,0055	0,300	0,0124	3,381	0,229
0,0459	0,0032	0,116	0,0086	0,595	0,012

B_2	серовато-желтый, с уплотненными темно-желтыми пятнами, того же механического состава, что и вышележащий.
27—45	
C	серый, тоже песчаный безвалунный.
45—60	

Данные валового анализа указывают на незначительное накопление кремнезема в подзолистом горизонте и на слабый вынос из него полуторных окислов. Содержание щелочноземельных элементов, особенно кальция, довольно высокое, фосфора и серы незначительное.

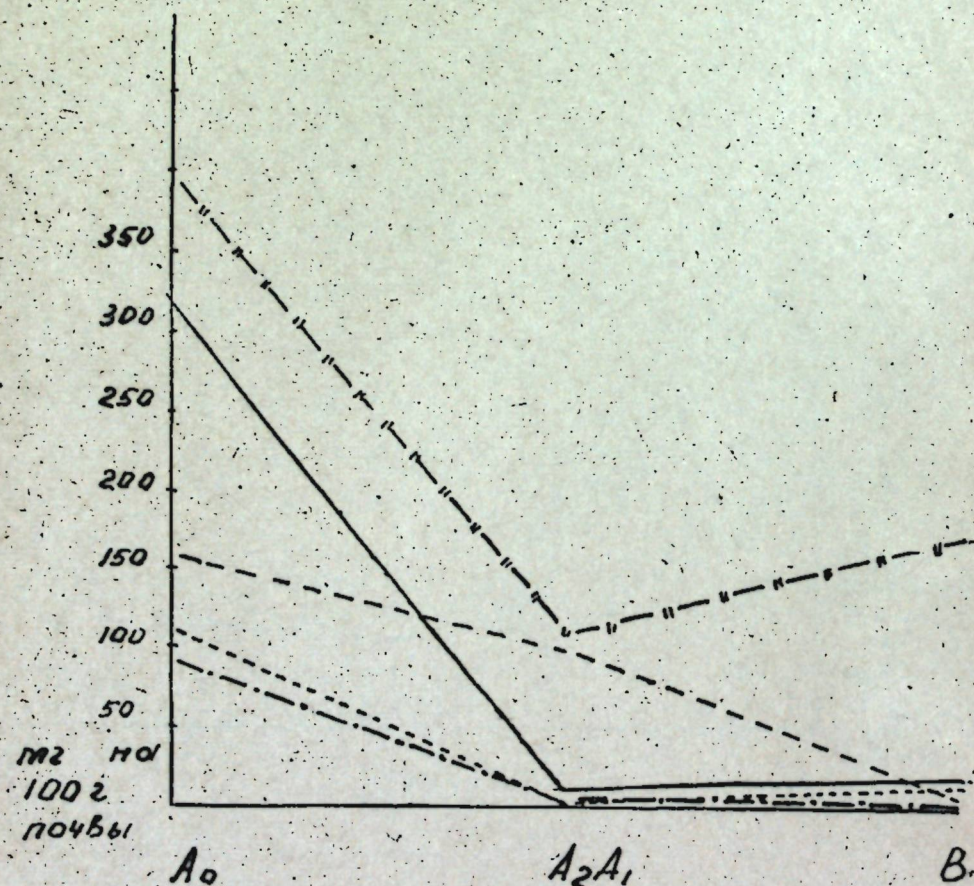


Рис. 2. Содержание K_2O в подзоле гумусово-железистом супесчаном.

— толстый слой сучьев; ---- контроль; пал; — тонкий слой сучьев; — кострище.

В табл. 4 и на рис. 1, 2, 3, 4 показано содержание легкоподвижных химических веществ по профилю гумусово-железистого супесчаного подзола в ельнике-черничнике на опытных делянках с различным способом очистки лесосек. Как видно из приведенных данных, в вариантах с оставлением сучьев на лесосеке и при огневой очистке происходит заметное накопление фосфора в верхних горизонтах почвы. Такая же картина наблюдается и в отношении калия и кальция (рис. 2, 3).

Увеличение содержания указанных элементов в верхних горизонтах почвы связано, по-видимому, с усилением минерализации подстилки на вырубке, а также и с выщелачиванием этих элементов из хвои. При

огневой очистке, кроме накопления зольных элементов, в верхних горизонтах почвы изменяется реакция почвенного раствора в сторону подщелачивания.

На рис. 4 показано содержание углерода и азота в профиле почвы ельника-черничника на различных вариантах опыта. Из графика видно

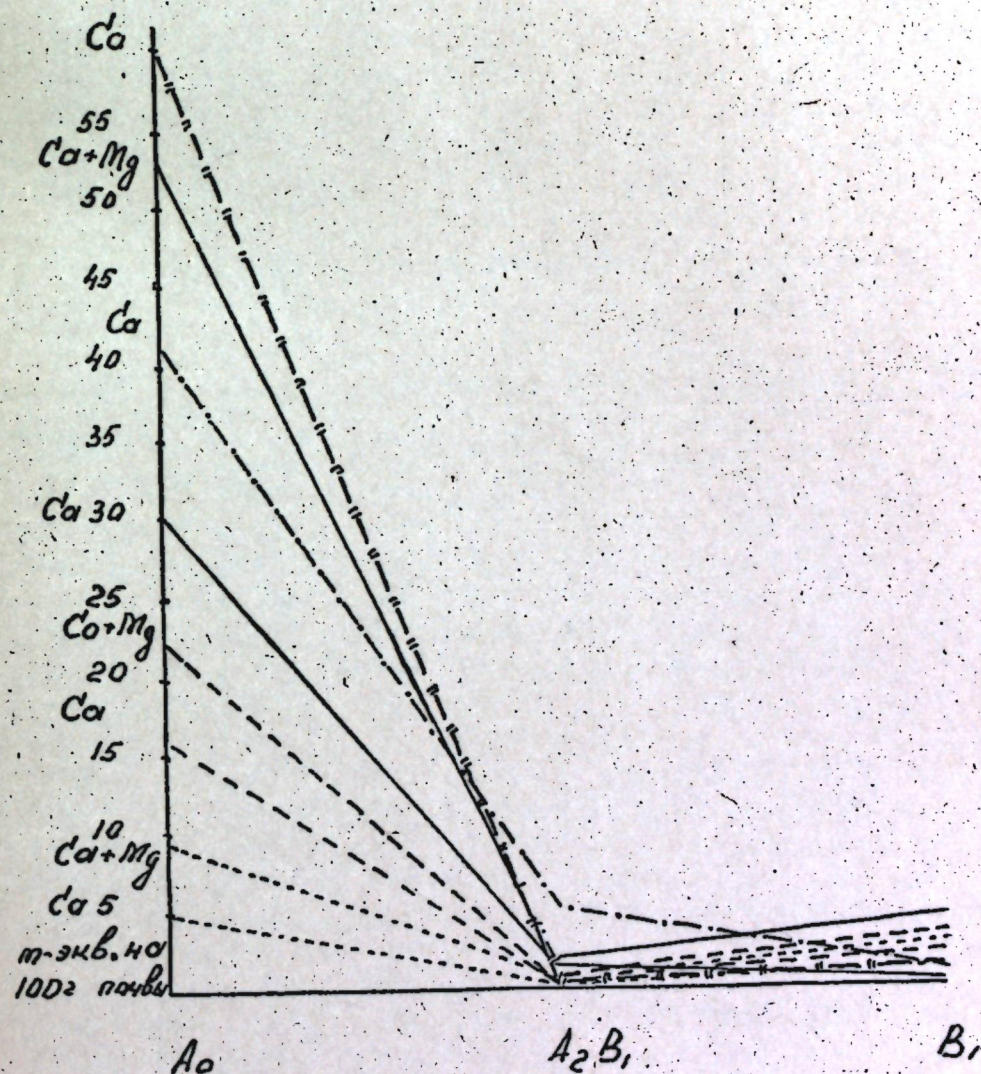


Рис. 3. Содержание Ca и Mg в подзоле гумусово-железистом супесчаном.

— толстый слой сучьев; ---- контроль; пал; — тонкий слой сучьев; — кострище.

увеличение содержания углерода и азота при огневой очистке и разбрасывании сучьев. Азот, как известно, играет важнейшую роль в вопросах питания древесных растений. Накопление азота в лесной почве тесно связано с минерализацией подстилки, но разложение подстилки в хвойных лесах происходит очень медленно. При очистке лесосек путем разбрасывания сучьев происходит увеличение содержания кальция за счет его вымывания из хвои. Это, вероятно, способствует быстрой

Данные валового анализа подзола

Горизонт и глубина выемки образца, см	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO
A ₀ 0—4	77,34	0,26	10,67	2,66	0,10
A ₂ 4—10	79,27	0,25	11,49	2,07	0,03
B ₁ 12—20	76,17	0,32	13,53	2,89	0,04
B ₂ 25—35	78,16	0,23	11,90	2,18	0,03
BC 40—50	77,13	0,28	11,34	2,63	0,02
C 70—80	78,26	0,26	11,40	2,30	0,05

Примечание. Все значения даны в процентах на прокаленную почву.

Химические свойства подзола гумусово-железистого

№ п/п	Варианты опыта	Горизонт и глубина выемки образца, см	рН солевой вытяжки	Процент гигроск. влажн.	Растворимые	
					R ₂ O ₃	P ₂ O ₅
1.	Контроль	A ₀ 0—3	3,85	3,40	1,98	0,0352
2.	"	A ₂ B ₁ 8—15	3,25	1,02	0,72	сл.
3.	"	B ₁ 10—20	4,05	1,03	1,50	0,0065
4.	Тонкий слой сучьев	A ₀ 0—3	4,32	12,90	2,14	0,0018
5.	"	A ₂ B 5—10	3,50	1,03	0,74	0,0064
6.	"	B ₁ 10—15	4,00	1,02	1,48	0,0034
7.	Толстый слой сучьев	A ₀ 0—3	3,55	10,23	3,36	0,0616
8.	"	A ₀ 0—5	3,30	13,09	5,73	0,0739
9.	"	A ₂ B 5—10	3,10	1,02	0,67	0,0069
10.	"	B	4,20	1,67	1,05	0,0042
11.	Пал (обгорелый)	A ₀ 0—3	3,72	14,10	4,77	0,0698
12.	"	A ₂ B 5—10	3,45	1,87	0,74	0,0019
13.	"	B ₁ 15—20	4,38	4,45	1,21	0,0018
14.	Кострище (прогорелое)	A ₀ 0—2	7,62	12,60	5,64	0,0800
15.	"	A ₂ B 5—8	3,98	1,04	0,75	0,0012
16.	"	B ₁	4,40	4,58	2,53	0,0014

минерализации подстилки, что, в свою очередь, ведет к обогащению почв азотом.

В результате огневой очистки резко повышается общая зольность. Кроме того, наблюдается интенсивный процесс нитрификации (Сушкина, 1933), тогда как в лесу он замедлен. Проведенные нами раньше (Егорова, 1958) сезонные наблюдения показали очень незначительное содержание нитратов в почвах.

Интенсивность нитрификационных процессов при огневой очистке оказывает благоприятное влияние на лесовозобновление. Наши экспе-

Таблица 3

железистого песчаного на песке (разрез № 18)

MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₄	Сумма
0,79	2,79	2,65	2,19	0,59	0,15	100,18
0,49	1,87	3,06	2,22	сл.	нет	100,75
0,32	2,26	2,27	2,56	0,28	нет	100,64
0,56	1,97	2,36	2,38	сл.	сл.	99,77
0,68	2,21	2,87	3,57	сл.	нет	100,73
0,79	2,45	3,02	1,80	сл.	нет	100,33

Таблица 4

супесчаного при различных способах очистки лесосек

в 0,1 NH₄SO₄, % на абсолютно сухую почву

Fe ₂ O ₃	Ca+Mg	CaO	MgO	K ₂ O	C	N	C:N
0,0385	0,1960	0,1020	0,0940	0,1112	0,2995	0,0661	4,5
0,1170	0,0224	0,0104	0,0120	0,0048	0,1402	0,0075	18,6
0,0362	0,0468	0,0176	0,0292	0,0095	0,2591	0,0075	34,5
нет	—	0,1680	—	0,0803	0,4089	0,0827	4,9
0,1320	0,0468	0,0266	0,0242	0,0113	0,1635	0,0095	17,0
0,0177	0,0080	0,0064	0,0016	0,0064	0,2478	0,0162	15,2
сл.	1,2774	0,9094	0,3680	0,3304	0,8104	0,1493	5,4
"	1,0550	0,6154	0,0396	0,0127	1,1655	0,2729	4,2
0,1466	0,0482	0,0266	0,0216	0,0130	0,1229	0,0107	11,4
0,0261	0,0094	0,0056	0,0038	0,0187	0,1669	0,0080	20,3
сл.	0,4500	0,3374	0,1126	0,1586	0,0632	0,0931	0,67
0,1940	0,0152	0,0088	0,0064	0,1069	0,1169	0,0070	16,7
0,0319	0,0066	0,0048	0,0018	0,0159	0,2607	0,0114	22,8
сл.	—	0,1700	—	0,0400	0,0255	0,0012	21,3
0,0492	0,1466	0,0878	0,0588	0,0124	0,1422	0,0076	18,7
0,0308	0,0138	0,0072	0,0066	0,0164	0,3710	0,0083	44,6

диционные исследования на старых вырубках 5—10—20-летней давности показали, что при огневой очистке лесосек наблюдается хорошее лесовозобновление. Наилучшая всхожесть семян также в вариантах с огневой очисткой и оставлением порубочных остатков (тонкий слой сучьев). В варианте с толстым слоем сучьев происходит еще более интенсивное накопление азота, калия, кальция, фосфора в почве, однако такое количество порубочных остатков оказывает неблагоприятное влияние на всхожесть семян сосны и ели.

Перейдем к рассмотрению влияния способов очистки лесосек на

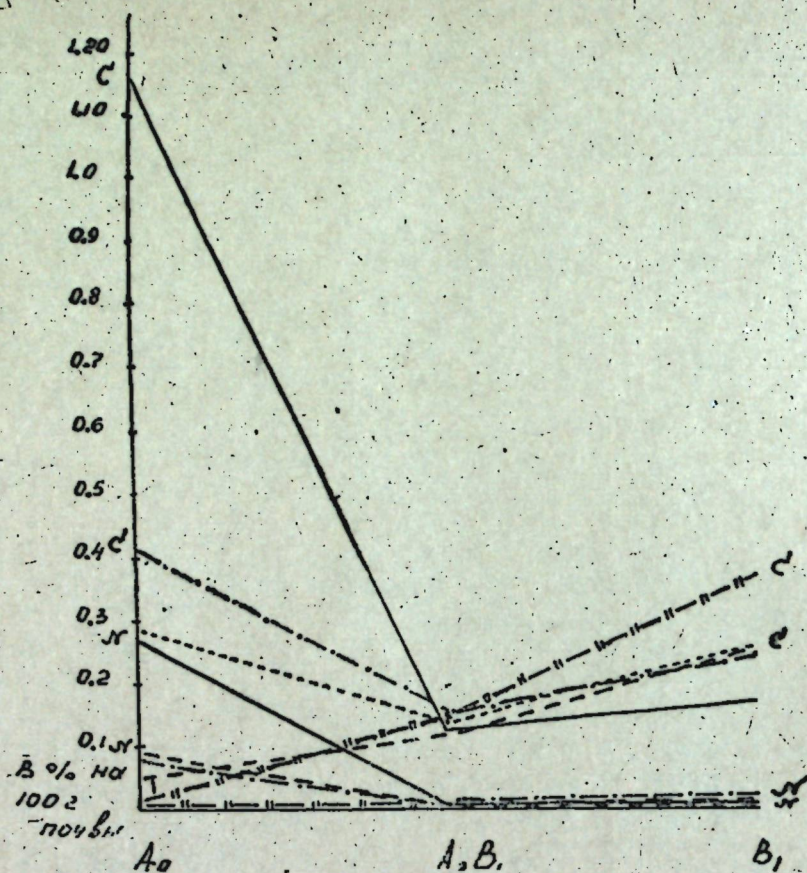


Рис. 4. Содержание углерода и азота в подзоле гумусово-железистом супесчаном.

— толстый слой сучьев; контроль; --- пал; — тонкий слой сучьев; — кострище.

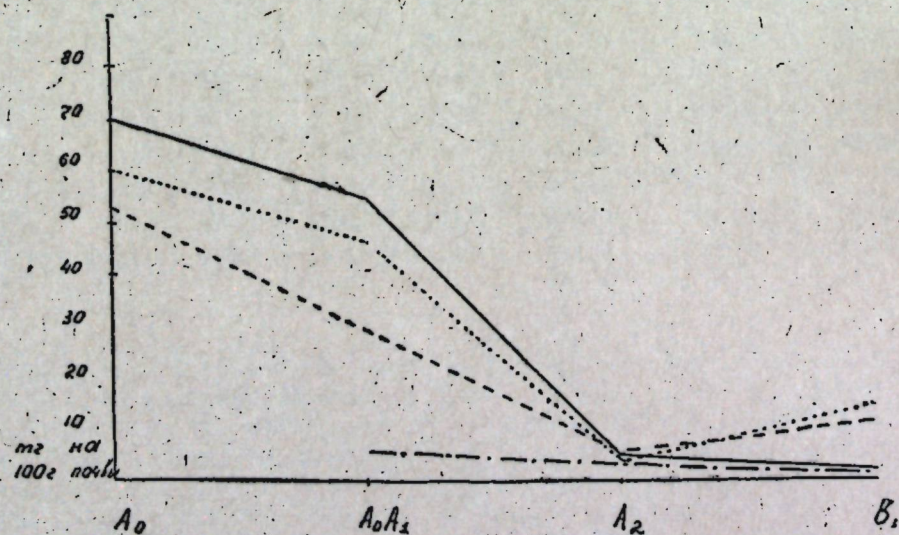


Рис. 5. Содержание P_2O_5 в подзоле железистом песчаном.

— толстый слой сучьев; контроль; --- пал; — тонкий слой сучьев.

химические свойства подзолов железистых песчаных, развитых под сосняками-брусничниками.

В табл. 5 и на рис. 5, 6, 7, 8 приводятся данные содержания основных питательных элементов по профилю указанной почвы при различных способах очистки лесосек. Как показывают приводимые данные, в подзолах железисто-иллювиальных песчаных по сравнению с подзолами гумусово-железистыми супесчаными значительно меньше подвижных питательных элементов. На второй год в верхних горизонтах

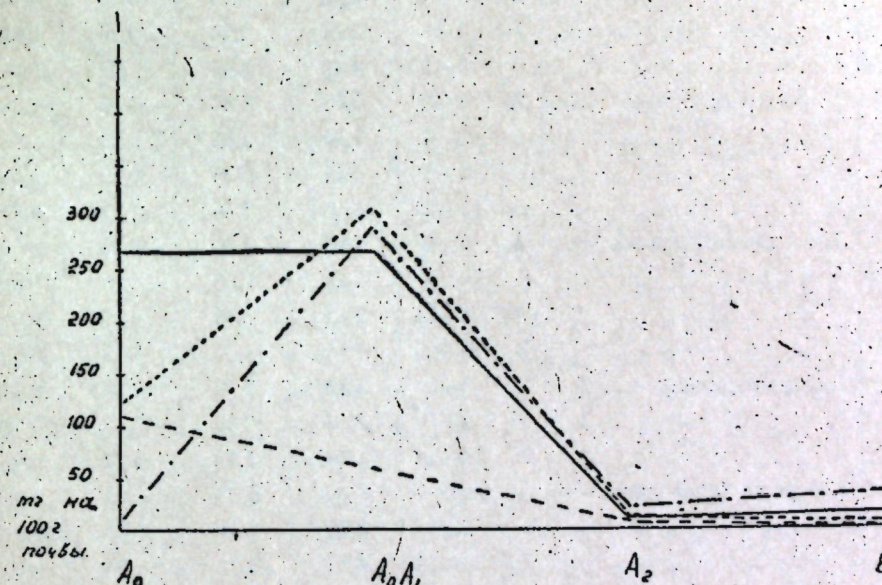


Рис. 6. Содержание K_2O в подзоле железистом песчаном.

— толстый слой сучьев; контроль; --- пал; — тонкий слой сучьев.

песчаных почв, даже в варианте с кострищами, не наблюдается заметного обогащения полуторными окислами и щелочно-земельными элементами. Этим они сильно отличаются от подзолов гумусово-железистых супесчаных. По-видимому, в песчаных почвах благодаря их легкому механическому составу быстрее происходит вымывание легко подвижных элементов в нижние горизонты, что видно из табл. 4.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проводимые мероприятия по очистке лесосек вызывают изменения в химическом составе почв, причем эти изменения неодинаковы на почвах различного механического состава. На подзолах гумусово-железистых супесчаных при огневой очистке и при оставлении порубочных остатков на вырубке происходит заметное накопление фосфора, калия, кальция в верхних горизонтах почвы.

При огневой очистке лесосек происходит значительное снижение кислотности в верхних горизонтах почвы и увеличение содержания фосфора в два, кальция в полтора раза по сравнению с контролем.

Оставление порубочных остатков на вырубке толстым слоем приводит к еще более значительному увеличению в верхних горизонтах почвы содержания кальция, калия и фосфора за счет выщелачивания из хвои (фосфор в два, кальций в девять, калий в три раза по сравнению с контролем).

Химические свойства подзола железистого пес-

№ п/п	Вариант опыта	Горизонт и глубина выемки образца, см	рН солевой вытяжки	Процент гигро- скоп. влажнос.	Растворимые	
					R_2O_3	P_2O_5
1.	Контроль	A_0 0—3	2,80	8,77	2,14	0,0641
2.	"	A_0A_1 3—4	2,10	4,83	3,80	0,0472
3.	"	A_2 4—8	3,00	0,24	0,24	0,0032
4.	"	B_1 10—20	4,48	1,45	1,77	0,0143
5.	Тонкий слой сучьев . . .	A_0 0—3	3,32	8,33	3,55	0,0609
6.	"	A_0A_1 3—4	2,10	7,45	5,25	0,0375
7.	"	A_2 4—8	3,25	0,34	0,10	0,0032
8.	"	B_1 10—20	4,50	3,54	1,97	0,0146
9.	Толстый слой сучьев . .	A_0 0—3	2,65	8,50	3,59	0,0702
10.	"	A_0A_1 3—4	2,18	7,65	5,08	0,0541
11.	"	A_2 4—7	2,42	0,45	0,31	0,0034
12.	"	B_1 10—20	5,58	1,90	1,47	0,0011
13.	Пал (обгорелый)	A_0 0—3	3,40	7,60	2,36	0,0541
14.	"	A_2 4—7	3,55	0,35	0,13	0,0400
15.	"	B_1 10—20	5,58	1,12	1,67	0,0115
16.	Кострище (прогорелое)	$A_0A_1A_2$ 0—3	6,42	2,46	0,81	0,0600
17.	"	A_2 2—6	3,70	0,21	0,11	0,0030
18.	"	B_1 6—16	4,80	2,76	1,54	0,0009

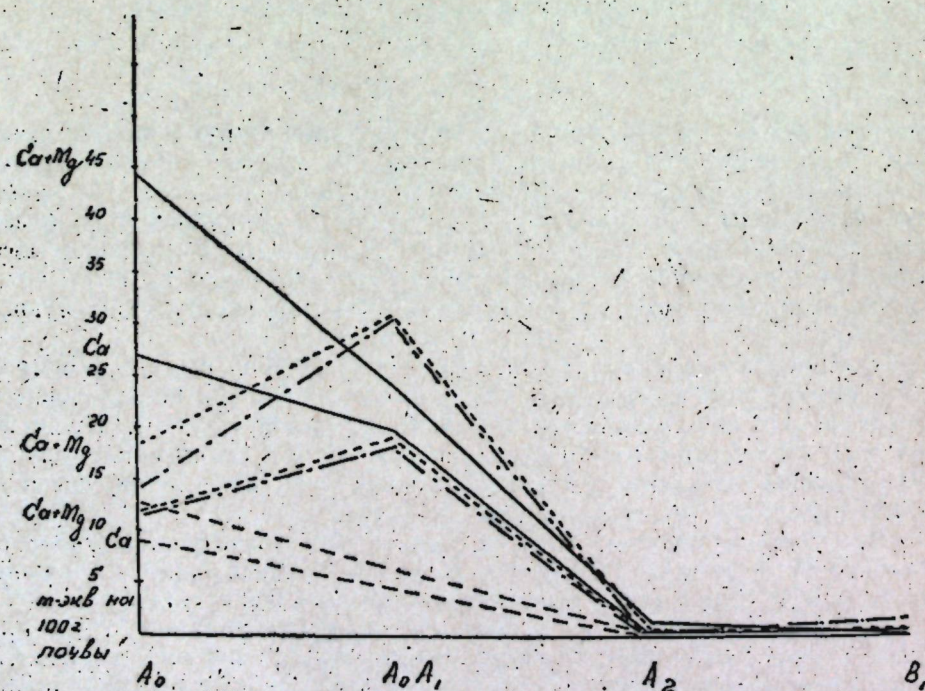


Рис. 7. Содержание Ca и Mg в подзоле железистом песчаном. — толстый слой сучьев; ---- контроль; -.-.- пал; -.-.- тонкий слой сучьев.

Таблица 5

чающего при различных способах очистки лесосек
в 0,1 NH_4SO_4 , % на абсолютно сухую почву

	Fe ₂ O ₃	Ca+Mg	CaO	MgO	K ₂ O	C	N	C:N
сл.	0,3772	0,2358	0,1414	0,1207	0,6615	0,0935	7,0	
"	0,6292	0,3856	0,2436	0,3170	0,6365	0,0279	24,9	
"	0,0154	0,0146	0,0008	0,0145	0,0289	0,0021	13,1	
"	0,0148	0,0118	0,0030	0,0067	0,0831	0,0065	12,7	
"	0,2872	0,2472	0,0400	0,0357	0,3148	0,0579	5,4	
"	0,6060	0,3762	0,2298	0,2918	0,5215	0,2018	2,5	
0,010	0,0482	0,0136	0,0340	0,0245	0,0194	0,0032	6,0	
0,0452	маскир.	0,0290	—	0,0250	0,1824	0,0131	13,9	
сл.	0,8986	0,5434	0,3552	0,2702	1,4340	0,0865	16,6	
"	0,4820	0,4184	0,0626	0,2759	0,5545	0,1154	4,8	
0,0057	0,0232	0,0124	0,0108	0,0130	0,0338	нет	—	
0,0244	0,0080	0,0032	0,0048	0,0220	0,0823	0,0107	7,6	
сл.	0,2650	0,1992	0,0664	0,1190	0,2609	0,0116	22,04	
0,0047	0,0120	0,0040	0,0080	0,0104	0,0194	0,0095	2,0	
0,0384	0,0010	0,0040	—	0,0160	0,0955	0,0234	4,1	
0,0199	0,0762	0,0286	0,0476	0,0220	0,0199	0,0130	1,5	
0,0040	маскир.	0,0192	—	0,0102	0,0286	0,0102	2,4	
0,0179	"	0,0370	—	0,0250	0,1422	0,0173	8,2	

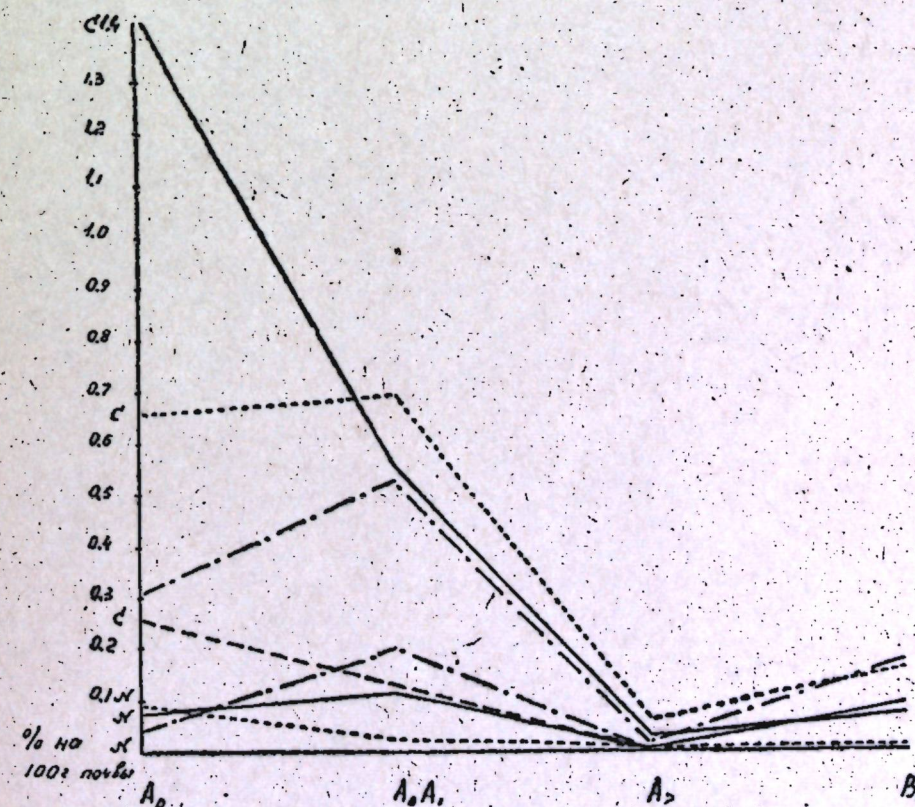


Рис. 8. Содержание углерода и азота в подзоле железистом песчаном.

Оставление порубочных остатков тонким слоем не приводит к значительному изменению химических свойств почв.

2. На подзолах железисто-иллювиальных песчаных питательных элементов накапливается меньше, так как они вымываются в нижележащие горизонты. На этих почвах наблюдается некоторое снижение кислотности.

ЛИТЕРАТУРА

- Вейхталь. Об очистке лесосек. «Журн. м-ва гос. имуществ», 1850, № 5.
Егорова Н. В. О сезонных изменениях химических свойств в почвах южной Карелии. «Тр. Карел. филиала АН СССР», вып. 9, 1958.
Першина М. Н. Влияние способов очистки лесосек на химизм дерново-подзолистых почв в связи с дерновым процессом. «Почвоведение», 1935, № 5, 6.
Побединский А. В. Очистка лесосек. М.: Гослесбумиздат, 1957.
Побединский А. В. Очистка мест рубок при подвозке стволов с кронами, М., 1958.
Сушкина Н. Н. Нитрификация в лесных почвах в зависимости от состава насаждений, рубки и огневой очистки лесосек. «Изв. АН СССР, Отд. естеств. и матем. наук», 1933, № 1.
Тимофеев С. Очистка лесосек как лесокультурное мероприятие. «Лесн. хоз-во», 1928, № 1.
Тимофеев В. П. Очистка мест рубок леса. М., Гослесбумиздат, 1951.
Ткаченко М. Е. Леса и лесная промышленность Канады. Изд-во центр. упр. печати ВСНХ, 1925.
Ткаченко М. Е. Очистка лесосек. «Лесовод», 1928, № 10.
Ткаченко М. Е. Очистка лесосек. Там же, 1929, № 10.
Ткаченко М. Е. Очистка лесосек. М., Сельхозгиз, 1931.
Тюрин А. В. Основы хозяйства в сосновых лесах. 1924.
Филиппов И. И. Какие следует принять меры к облесению вырубок в наших северных губерниях. «Лесн. журн.» 1882, № 1.
Шевляков С. Очистка сплошных лесосек в условиях Ленинградской области. «Тр. по лесн. опыт. делу», вып. 3, 1930.

Г. Е. ПЯТЕЦКИЙ, Р. М. МОРОЗОВА

ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ В СВЯЗИ С ВЫРУБКОЙ ЛЕСА

Сплошная рубка леса вызывает существенные изменения микроклиматических условий на вырубке территории, а следовательно, водно-физических и химических свойств почвы вырубке. Еще более резко эти изменения происходят на сплошных концентрированных вырубках. Изменения микроклимата и почвенных условий протекают по-разному в зависимости от рельефа, почвенно-грунтовых условий, типа вырубке леса, размера вырубке и других факторов. Все эти изменения существенно влияют на естественное возобновление вырубке и рост хвойного подроста предварительного возобновления.

В первую очередь на вырубке изменяются метеорологические условия (освещенность, температура воздуха и почвы, количество осадков, попадающих в почву). Освещенность прямыми солнечными лучами составляет 100%, температура воздуха приближается к температуре на поле и колеблется более резко, чем в лесу. Так, по данным А. П. Клинова (1952), М. В. Колпикова (1954), Л. В. Попова (1957) и др., в ясные солнечные дни летом температура воздуха на поверхности почвы поднимается до 40—50 и даже 60°, в то время как под пологом леса не превышает 25°.

По наблюдениям Н. Е. Декатова (1936) в Сиверском лесничестве, ночные минимальные температуры воздуха на середине лесосеки были всегда ниже, чем под пологом елового леса; разница в течение вегетационного периода достигла 7—8°. На вырубке летом возможны заморозки: в июне до —7°, в июле до —2,5—3° (Клинов, 1952). По нашим наблюдениям в 1957 г., на двухлетней вырубке из-под ельника-черничника в середине июня наблюдался заморозок до —3°; в то же время температура под лесом была выше 0°. Заморозки на вырубке более часты, чем в лесу, и более опасны для всходов и хвойного подроста, особенно не превышающего высоты 0,5 м.

Температура почвы на вырубке, как показывают исследования (Клинов, 1952; Молчанов, 1952; Пятецкий, 1959 и др.), также значительно выше, чем под пологом леса. Наблюдения Клинова (1952) в Ленинградской области показали, что почва на вырубке в слое 5—30 см на 3—4° теплее, чем под пологом жердняка и преспевающего ельника-черничника. В условиях южной Карелии почва на вырубке оказалась теплее на 1,5—2°, чем под пологом спелого ельника-черничника по склонам. Кроме того, на вырубке почва промерзает на меньшую глубину и оттаивает значительно быстрее, чем в лесу, особенно под кронами (Пятецкий, 1959). Наблюдения в Ленинградской области и в южной Карелии (Писарьков, Давыдов, 1956; Пятецкий, 1959) показали, что

в лесу почва промерзает иногда в два-три раза глубже, чем на вырубке. Полное оттаивание почвы на вырубке наступает на три-шесть недель раньше, чем в лесу. Особенно долго, иногда до начала августа, мерзлота сохраняется под кронами и в куртинах в ельнике-долгомошнике.

На сплошных вырубках выпадает значительно больше, чем в лесу, как твердых, так и жидких осадков. Наши наблюдения показали, что в условиях южной Карелии на почву вырубки выпадает за год на 170 мм (на 30%) осадков больше, чем под пологом спелого ельника-черничника с сомкнутостью крон 0,7—0,8 (Пятецкий, 1959).

По данным А. Л. Кошечева (1955), вследствие удаления древесной растительности и отмирания живого напочвенного покрова на вырубке в первый год в Ленинградской области расходуется всего лишь 170—200 мм влаги. Поэтому при количестве осадков в северо-западных районах Европейской части СССР 570—670 мм, приход влаги в почву на вырубке превышает расход на 400—500 мм, что при слабой водопроницаемости почвогрунта и отсутствии уклона создает избыточное увлажнение почвы.

Исследования в южной Карелии показали, что после вырубки древостоя как физиологического испарителя и физического перераспределителя влаги увеличивается влажность почвы и повышается уровень почвенно-грунтовых вод. Однако на вырубках из-под разных типов леса и в зависимости от рельефа и строения почвогрунта изменения водного режима почвы протекают неодинаково как по интенсивности и глубине, так и во времени в связи с ростом нового поколения леса и метеорологическими условиями (Пятецкий, 1959).

Неодинаковое изменение микроклимата и водного режима почвы на вырубках из-под разных типов леса и рельефа вызывает и различное изменение водно-физических и химических свойств почвы вырубок. Знание этих вопросов, которые до настоящего времени остаются слабо изученными, весьма важно, особенно при лесовыращивании на сплошных концентрированных вырубках. Такие исследования проводились в 1956—1957 гг. в Петрозаводском лесхозе (южная Карелия) на сплошных концентрированных вырубках и под пологом леса в ельнике-черничнике, по склонам, ельнике-черничнике на равнине (влажный) и ельнике-долгомошнике. Анализы почвы проведены в лабораториях мелиорации и болотоведения и почвоведения Института леса Карельского филиала АН СССР. Ниже приводятся результаты исследований химических и физических свойств почвы по типам леса в порядке увеличения влажности почвы. Для лучшего сравнения данные химических свойств почвы всех типов леса приведены в табл. 3 и 3а.

1. Ельник-черничник по склонам всхолмлений. Наблюдения проводились под пологом леса и на вырубках одно-, двух- и восьмилетней давности. Участок леса имеет состав 7ЕЗБ ед. С, VII класс возраста, III класс бонитета. К нему непосредственно примыкает с восточной стороны одно-двухлетняя вырубка. Вырубка восьмилетней давности находится в некотором удалении от предыдущих участков. Почва на ней представляет собой подзол железистый пылевато-песчаный.

Почва под лесом и на вырубке одно-двухлетней давности — подзол железисто-гумусовый, пылевато-песчаный, хорошо дренированный. Морфологическое строение почвы в лесу следующее (разрез 16):

A₀ 0—6 см коричневая лесная подстилка из опада, кустарничков, хвон и листьев, слабо разложившаяся.

- A₂ 6—13 см белесый, пылевато-песчаный, хрящеватый с валунами, рыхлый; переход в горизонт B₁(H) резкий по волнистой линии.
 B₁(H) 13—26 см охристо-бурый, песчаный, хрящеватый с валунами; в верхней части коричневые пятна.
 B₂ 26—44 см светло-бурый с желтоватым оттенком, пылевато-песчаный с валунами; переходит в следующий горизонт постепенно.
 BC 44—65 см светло-бурый с зеленоватым оттенком, пылевато-песчаный с хрящом и валунами.
 C 65—100 см светло-бурый, пылевато-песчаный, хрящеватый с валунами и ниже
 Завалуненность профиля около 40%.

Таблица 1

Данные механического анализа пылевато-песчаной почвы в лесу

Глубина, см	Горизонт	Скелет, %	Диаметр частиц, мм					
			физический песок, %			физическая глина, %		
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
6—10	A ₂	1,29	36,46	39,81	16,87	0,91	1,48	3,18
14—20	B ₁	18,72	28,76	28,95	18,97	0,68	0,66	3,26
25—30	B ₂	33,28	33,58	18,48	9,64	1,50	1,55	1,97
50—60	BC	35,28	26,35	21,09	9,91	2,24	3,88	1,25
95—100	C	47,33	32,65	14,88	4,05	2,96	2,36	2,07

Из данных механического анализа видно, что почва в лесу сильно хрящеватая, содержание скелета достигает 40%, причем с глубиной хрящеватость увеличивается, а содержание пылеватых и иловатых частиц уменьшается.

В живом напочвенном покрове вырубок произошли резкие изменения. В лесу наземный покров представлен черникой, брусничкой, зелеными мхами; на вырубке черника и зеленые мхи встречаются лишь под еловым подростом. На остальной площади они в первый же год отмерли; вместо них появились злаки (вейник, луговик, ожика и др.). Уже на второй год вейник достиг высоты до 1,5 м. Однако сплошного задернения вырубки не происходит. Подстилка интенсивно минерализуется: ее мощность в лесу 5—6, на восьмилетней вырубке 3—4 см.

В табл. 2 и 2а приведены результаты определения физических свойств почвы под ельником-черничником по склонам и на одно- и восьмилетней вырубках. Из них видно, что на однолетней вырубке физические свойства почвы (объемный вес, скважность) в сравнении с лесом изменились слабо и главным образом в верхних горизонтах почвы (A₀ и A₂). Наибольшее изменение претерпела некапиллярная скважность в горизонте A₂, где она уменьшилась в два раза.

На восьмилетней вырубке изменения физических свойств почв заметны лишь в горизонтах A₀, A₂ и B₁. В этих горизонтах шло дальнейшее увеличение объемного веса (особенно резко в горизонте A₀). Общая скважность почвы несколько уменьшилась в горизонтах A₂ и B₁. В горизонте A₀ общая скважность почвы на восьмилетней вырубке уже несколько больше, чем на однолетней, но еще меньше, чем

Таблица 2

Физические свойства пылевато-песчаной почвы
на вырубках и под ельником-черничником
по склонам всхолмлений

Место наблюдений	Горизонт	Глубина взятия образца, см	Объем- ный вес, г/см ³	Удель- ный вес	Скважность, %		
					общая	капил- лярная	некапил- лярная
Древостой 140 лет	A ₀	1—4	0,075	—	91,0	25,8	65,2
	A ₂	6—15	1,260	2,63	60,5	56,3	4,2
	B ₁	15—25	1,068	2,57	58,5	50,0	8,5
	B ₂	28—41	1,420	2,61	45,6	40,3	5,3
	BC	50—60	1,62	2,61	38,0	34,0	4,0
	C	70—80	1,64	2,61	37,2	33,6	3,6
Незаболоченная вы- рубка однолетняя	A ₀	1—4	0,078	—	86,1	23,9	62,2
	A ₂	7—15	1,308	2,62	60,7	58,6	2,1
	B ₁	15—25	1,071	2,58	58,4	51,1	7,3
	B ₂	28—41	1,463	2,60	44,0	—	—
	BC	50—60	1,598	2,60	38,6	34,8	3,8
	C	70—80	1,665	2,62	36,4	32,9	3,5
Незаболоченная (вей- никовая) вырубка восьмилетней дав- ности	A ₀	1—3	0,100	—	89,0	53,9	35,1
	A ₂	6—14	1,37	2,71	57,6	53,8	3,8
	B ₁	15—27	1,13	2,65	57,4	50,1	7,3
	B ₂	30—40	1,41	2,68	45,4	38,5	6,9
	BC	50—60	1,66	2,74	39,4	33,0	6,4
	C	70—80	1,85	2,70	31,5	30,1	1,4

в лесу. Что касается некапиллярной скважности, то она резко уменьшилась в горизонте A₂. В горизонте A₂ вследствие разрыхления его корнями обильно появившейся березы, некапиллярная скважность увеличилась почти в два раза. Увеличение капиллярной скважности за счет некапиллярной и объемного веса почвы на восьмилетней вырубке в горизонте A₀ объясняется интенсивным разложением и уплотнением подстилки.

Более высокий объемный вес и меньшая скважность почвы на восьмилетней вырубке в горизонте C объясняется некоторым различием в механическом составе почвы этих горизонтов в лесу и на вырубке; на последней больше содержится глинистых частиц. В целом почвы ельников-черничников по склонам всхолмлений отличаются хорошими физическими свойствами. Изменения их на вырубках наиболее заметны лишь до глубины 15—27 см. Коэффициент фильтрации равен для верхних горизонтов 0,020—0,029, для нижних — 0,0053—0,0067 см/сек. В связи с вырубкой леса он изменяется незначительно и находится в указанных пределах. Слабое изменение физических свойств почвы вырубков в этом типе леса объясняется отсутствием процесса заболачивания.

Морфологическое строение почвы на вырубке двухлетней давности и под ельником-черничником одинаково. Нет заметных различий и в общих запасах гумуса и азота (табл. 3, 3а, разрезы 15, 16). Однако содержание углерода в горизонте A₀ на вырубке несколько ниже, вследствие более интенсивной минерализации органического вещества. В связи с изменением растительного покрова и появлением злаковых растений,

усилением микробиологической деятельности на вырубке в горизонте A₀ увеличивается содержание азота. В подстилке под лесом реакция более кислая, чем на вырубке (рис. 1). Меньшая кислотность подстилки на

Таблица 2а

Объемный вес и скважность в лесу и на незаболоченных
вырубках (в относительных величинах);
тип леса ельник-черничник по склонам

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Объемный вес, г/см ³			Скважность, %					
					общая			некапиллярная		
		лес	вырубка 1 года	вырубка 7 лет	лес	вырубка 1 года	вырубка 7 лет	лес	вырубка 1 года	вырубка 7 лет
A ₀	1—4	100	104	133	100	95	98	100	95	54
A ₂	6—15	100	104	109	100	100	95	100	50	90
B ₁	15—25	100	100	106	100	100	98	100	86	86
B ₂	28—40	100	103	99	100	97	100	—	—	—
BC	50—60	100	99	102	100	101	103	—	—	—

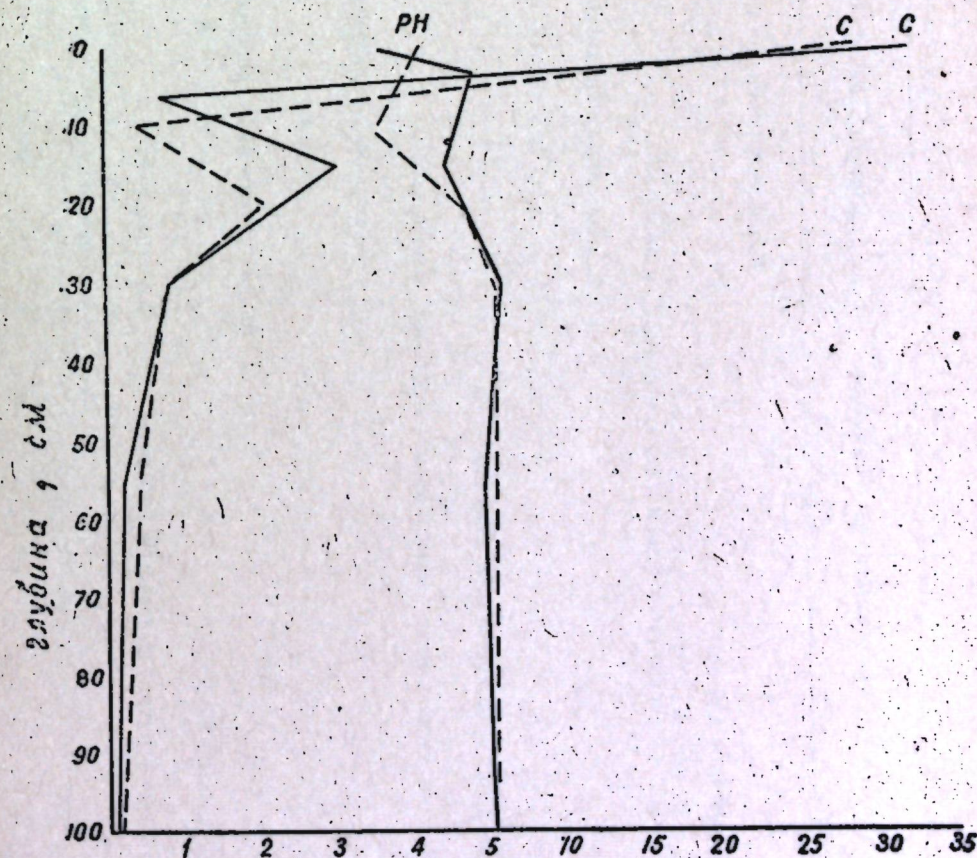


Рис. 1. Содержание углерода (%) и pH.

— в ельнике-черничнике по склонам всхолмлений (разрез 16); — — на вырубке двух лет (разрез 15).

Таблица 3

Запасы гумуса и азота в почвах под лесом и на вырубках

№ раз-реза	Объект наблюдения, название почвы	Характер горизонтов	Запасы гумуса		Запасы азота	
			m/га	%	m/га	%
Ельник-черничник по склонам						
16	Древостой 140 лет.					
	Подзол железисто-гумусовый пылевато-песчаный	в подстилке	23,45	14,7	0,43	9,10
		в минеральных горизонтах	136,00	85,3	4,31	90,9
		Всего	159,45	100,0	4,74	100,0
15	Вырубка одно-двухлетней давности.					
	Подзол железисто-гумусовый пылевато-песчаный	в подстилке	28,51	18,3	0,70	14,60
		в минеральных горизонтах	136,29	81,7	4,08	85,4
		Всего	164,80	100,0	4,78	100,0
Ельник-черничник на равнине (влажный)						
224	Древостой 80 лет.					
	Подзол гумусово-железистый песчаный	в подстилке	37,11	43,2	0,68	51,1
		в минеральных горизонтах	48,76	56,8	0,51	48,9
		Всего	85,87	100,0	1,19	100,0

223	Вырубка 10 лет. Подзол гумусово-железисто-песчаный	в подстилке	28,04	30,8	0,53	21,2
		в минеральных горизонтах	42,05	69,2	1,17	78,8
		Всего	70,09	100,0	1,70	100,0
		Ельник-долгомошник				
11	Древостой 170 лет. Торфянисто-подзолисто-глеявая супесчаная	в подстилке	52,64	38,1	5,83	76,5
		в минеральных горизонтах	85,44	61,9	1,79	23,5
		Всего	138,08	100,0	7,62	100,0
1	Вырубка восьмилетней давности. Торфянисто-подзолисто-глеявая супесчаная	в подстилке	133,02	63,5	2,01	47,1
		в минеральных горизонтах	76,44	36,5	2,26	52,9
		Всего	209,46	100,0	4,27	100,0
8	Вырубка 25 лет. Сосново-елово-березовый мо- лодняк. Торфянисто-подзолисто-глеявая супесчаная	в подстилке	105,50	44,30	4,94	76,2
		в минеральных горизонтах	132,45	55,7	1,54	23,8
		Всего	237,95	100,0	6,48	100,0
9	Вырубка 65—70 лет. Средневозрастный ельник. Торфянисто-подзолисто-глеявая супесчаная	в подстилке	73,22	49,1	3,07	61,1
		в минеральных горизонтах	75,0	50,9	2,94	38,9
		Всего	148,22	100,0	6,01	100,0

Данные химического анализа почв

№ разреза	Название почвы и объект наблюдения	Горизонт	Глубина взятия образца, см	C, %	N, %	C	N	Запасы гумуса, т/га	Запасы азота, т/га	pH солевое	Обменная кислотн. м/эка. на 100 г почвы			Al ^{III} мг на 100 г почвы (по Соколову)	Fe ^{III}
											общая	Н	Al ^{III}		
Ельник-черничник по склонам															
16	Древостой 140 лет. Подзол гумусово-железистый пылевато-песчаный	A ₀	0-5	31,89	0,978	32,60	23,45	0,43	3,50	1,99	0,18	1,81	16,29	17,7	
		A ₂	5-10	0,79	0,037	19,2	8,64	0,24	4,70	0,21	0,009	0,201	1,81	1,0	
		B ₁	10-20	3,00	0,187	16,0	60,53	2,40	4,40	0,29	0,03	0,26	1,34	17,7	
		B ₂	25-35	0,83	0,062	13,4	45,22	1,61	5,20	0,27	0,09	0,18	1,62	1,4	
		BC	50-60	0,19	0,020	8,5	16,20	0,06	4,90	0,34	0,01	0,33	2,97	9,0	
15	Всего Вырубка двухлетней давности. Подзол железисто-гумусовый пылевато-песчаный Всего до глубины 100 см	C	90-100	0,06	—	—	5,41	—	5,00	0,03	0,02	0,01	0,09	10,9	
							159,45	4,74							
		A ₀	0-7	27,69	1,275	21,73	28,51	0,70	4,14	0,49	0,08	0,41	3,69	3,0	
		A ₂	7-15	0,40	0,028	14,67	7,68	0,29	3,50	0,39	0,02	0,37	3,38	6,3	
		B ₁	15-25	2,10	0,136	15,44	61,78	2,12	4,65	0,04	0,01	0,03	0,27	8,5	
Ельник-черничник на равнине (влажный)															
224	Древостой 80 лет. Подзол гумусово-железистый песчаный на глине Всего	A ₀	0-7	35,58	1,071	33,2	37,11	0,68	3,10	4,26	3,29	0,47	8,73	5,2	
		A ₂	9-19	0,21	0,003	7,0	6,00	0,04	3,46	1,47	0,08	1,39	12,51	1,4	
		B ₁	20-30	0,57	0,040	14,2	14,15	0,47	4,75	0,58	0,04	0,54	4,86	42,5	
		BC	30-40	0,30	нет	—	18,35	—	5,00	0,23	0,93	0,20	1,80	21,0	
		C	50-60	0,30	нет	—	10,26	—	3,92	0,70	0,11	0,59	5,81	22,0	

223	Вырубка 10 лет. Подзол гумусово-железистый песчаный на глине	A ₀ A ₁ A ₂ A ₂ B ₁ C	0-5 6-7,5 7,5-15 15-25 50-60	30,03 5,81 0,37 0,34 0,06	1,07 0,204 — 0,023 —	28,1 28,5 — 14,8 —	28,04 2,20 7,40 23,45 4,00 70,09	0,53 0,41 — 0,76 — 1,70	3,52 3,31 3,65 3,05 4,91	1,69 0,27 0,06 0,10 0,17	0,19 0,03 0,01 0,01 0,02	0,50 0,24 0,05 0,09 0,15	13,50 2,16 0,45 0,81 1,35	12,0 15,0 1,2 21,4 17,7
	Всего													
Ельник-долгомошник														
11	Древостой 170 лет. Торфянисто-подзолисто-глебовая супесчаная	A ₁ ' A ₁ " A ₂ B ₁ q BCq Cq	0-8 8-12 12-18 18-25 25-35 50-60	48,60 18,93 1,87 0,57 0,45 0,24	1,360 1,304 0,082 0,028 0,023 0,235	35,80 14,51 22,80 20,36 19,57 10,22	38,22 14,42 31,56 12,70 23,72 17,46 138,08	0,57 5,26 0,73 0,33 0,64 0,09 7,62	3,70 3,46 4,01 4,28 4,19 — 3,98	7,75 — 0,89 1,08 0,54 0,17 4,84	2,71 — 0,19 0,08 0,01 0,01 2,32	5,04 — 0,70 1,05 0,53 0,16 2,52	45,36 — 6,30 9,45 4,77 1,44 22,68	11,5 — 9,2 9,0 15,0 17,1 148,5
1	Вырубка восьмилетней давности. Торфянисто-подзолисто-глебовая супесчаная	A ₁ ' A ₁ " A ₂ B ₁ BC C	0-8 8-18 18-26 26-50 50-65 65-75	47,03 45,95 0,95 0,42 0,21 0,33	1,130 1,427 0,071 0,017 0,023 0,023	41,30 32,2 18,3 25,3 10,0 14,3	48,96 84,06 22,05 30,90 11,34 12,15 209,46	0,63 1,38 0,88 0,55 0,64 0,09 4,27	3,98 3,70 3,86 4,50 4,10 4,00 3,41	4,84 2,72 0,79 0,28 0,41 0,54 10,46	2,32 0,87 0,07 0,05 0,07 0,08 2,32	2,52 1,95 0,72 0,18 0,34 0,46 8,14	22,68 17,55 6,48 1,62 3,06 4,14 73,26	148,5 7,5 2,8 45,5 33,0 64,3 100,5
	Всего													
8	Сосново-слово-березовый молодняк 25 лет. Торфянисто-подзолисто-глебовая супесчаная	A ₁ ' A ₁ " A ₂ B ₁ BC C	0-10 10-18 18-28 28-51 51-62 62-70	48,60 29,06 1,84 0,87 0,30 0,39	0,976 1,003 0,052 0,019 0,006 0,022	49,9 29,0 35,4 45,8 50,0 17,7	56,83 48,67 50,35 58,84 11,54 11,72 237,95	0,85 4,09 0,72 0,61 0,12 0,09 6,48	3,41 3,60 4,02 4,83 4,07 4,00 3,41	10,46 6,78 1,49 0,54 0,47 0,17 10,46	2,32 1,16 0,05 0,04 0,08 0,05 2,32	8,14 5,62 1,44 0,50 0,44 0,12 8,14	73,26 50,58 12,96 4,50 3,96 1,08 73,26	100,5 42,5 3,7 23,3 28,0 46,8 100,5
	Всего													

вырубке обусловлена как изменением растительного покрова, так и большим количеством осадков, поступающих здесь в почву, что вызывает вынос легкоподвижных форм гумусовых кислот (фульвокислоты, гуминовые и др.) в нижележащие горизонты. Сказанное подтверждается увеличением кислотности в нижних горизонтах почвы на вырубке.

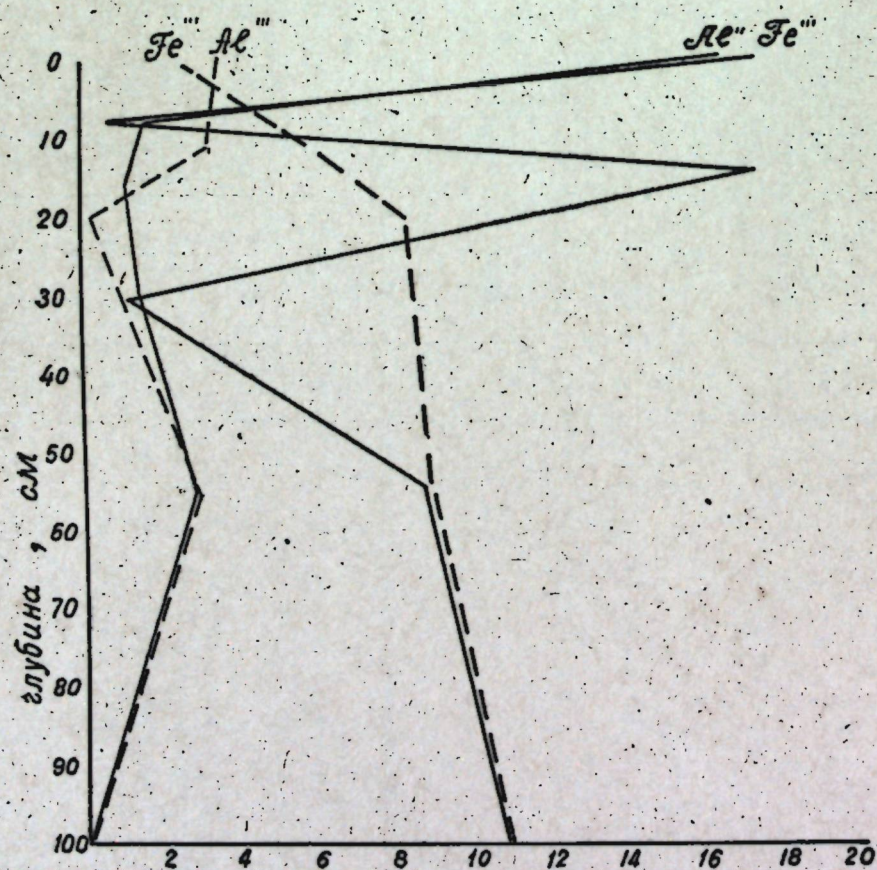
Это отражается и на величине актуальной кислотности лизиметрических вод (табл. 4). Если рН воды под лесом составляет 6,16, то на двухлетней вырубке понижается до 3,82.

Резкое различие наблюдается также в содержании полуторных окислов в лесу и на вырубках. Количество алюминия и железа в горизонте A_0 под лесом в 5—6 раз выше, чем на вырубке (рис. 2).

Таблица 4

Данные анализа лизиметрических вод

Объект наблюдений	рН	С, %	Сухой остаток, мг на 1 л	N, %	Ca+Mg	Ca
					м/экв. на 100 г почвы	
Лес	6,16	0,069	0,2730	0,0043	1,43	0,735
Вырубка двух лет	3,82	0,017	0,1020	0,0043	0,467	0,079

Рис. 2. Содержание Al^{III} и Fe^{III} , мг на 100 г почвы.

— в ельнике-черничнике по склонам всхолмлений (разрез 16), — — — на вырубке двух лет (разрез 15).

В то же время на вырубке в подзолистом горизонте алюминия и железа содержится значительно больше, чем в лесу.

Указанные выше изменения химических свойств почвы наблюдаются лишь до глубины 30—40 см.

2. Ельник-черничник на равнине. Наблюдения проводились под пологом приспевающего ельника-черничника, имеющего состав 6ЕЗС1Б, IV класс возраста, сомкнутость крон 0,8, и на непосредственно примыкающей к нему десятилетней избыточно увлажненной вырубке. Оба участка расположены в районе Шуйской низины, сложенной безвалунными песчаными, озерно-ледниковыми наносами (табл. 5), где глины и тяжелые суглинки часто перекрываются тонким слоем песка (Осмоловская, Харьков, 1948). Почвы на этих участках — подзолы гумусово-железистые песчаные, подстилаемые тяжелыми безвалунными суглинками. Морфологическое строение почвы в лесу следующее (разрез 224):

A_0 0—7 см лесная подстилка полуторфованная коричневая, рыхлая.

A_{27} —15(20) см белесый, в верхней части с сероватым оттенком, песчаный; переход в следующий горизонт резкий, по неровной линии.

ВН 15(20)—20 см коричневый тусклый, песчаный, рыхлый; переход ясный по неровной линии.

B_2 20(24)— бурый с охристым оттенком, песчаный; переход в следующий горизонт постепенный.

ВС 30—46 см светло-бурый, песчаный, рыхлый; переход в следующий горизонт резкий, по изменению механического состава.

Д 46—55 см пестроокрашенный бурый, с сизыми и ржавыми пятнами; плотный суглинок.

Таблица 5

Данные механического анализа песчаной почвы в лесу

Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влажность, %	Скелет, %	Диаметр частиц, мм					
			физический песок, %			физическая глина, %		
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001
7—15	0,50	0,93	6,66	60,53	23,68	0,33	5,43	2,44
20—25	1,49	6,77	11,25	57,39	15,93	2,18	2,83	3,43
50—60	0,94	1,12	5,78	33,67	39,28	6,33	9,87	3,95
70—80	1,60	0,04	1,97	15,93	37,12	13,65	20,16	11,13

Почва на вырубке по морфологическому строению и механическому составу аналогична почве под лесом. Некоторые различия имеются лишь в горизонте A_0 , который на вырубке более плотный и торфянистый; здесь уже начал формироваться гумусово-аккумулятивный горизонт A_1 .

Возобновилась на вырубке в основном береза (возраст 2—10 лет), хвойных (ель, сосна) всего около 2 тыс. экз. на 1 га.

Живой напочвенный покров в лесу представлен черничкой, брусничкой, зелеными мхами, изредка встречается кукушкин лен. На вырубке фон образует кукушкин лен, по микропонижениям встречается сфагнум.

Физические свойства почв этих участков приведены в табл. 6 и 6а. В табл. 6 и 6а видно, что на вырубке объемный вес почвы значительно увеличился в горизонтах A_0 , B_2 , B , а в горизонте почвы C остался без изменения. В этом горизонте и под лесом объемный вес почвы очень высокий. Скважность почвы на вырубке значительно уменьшилась главным образом за счет некапиллярной. Некапиллярная скважность в верхних горизонтах (A_0 , A_2 , B) уменьшилась в два-три раза,

Таблица 6

Физические свойства песчаной почвы в ельнике-черничнике на равнине

Место наблюдения	Горизонты	Глубина взятия образца, см	Объемный вес, г/см ³	Скважность, %		
				общая	капиллярная	некапиллярная
Ельник-черничник	A_0	0—6	0,079	90,2	37,3	52,9
	A_2	9—19	1,25	53,9	43,0	10,9
	B	20—30	1,18	55,0	44,7	10,3
	BC	30—40	1,43	46,6	36,6	10,0
	C	55—65	1,80	34,0	32,3	1,7
Долгомошная заболоченная вырубка 10-летней давности	A_0	0—7	0,099	84,7	56,9	27,8
	A_2	9—19	1,41	47,4	42,7	4,7
	B	20—30	1,32	50,7	45,0	5,7
	BC	30—40	1,56	42,5	42,6	—0,1
	C	55—65	1,82	33,2	31,9	1,3

Таблица 6а

Физические свойства песчаной почвы в лесу и на заболоченной 10-летней вырубке из-под ельника-черничника на равнине (в относительных величинах)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Объемный вес, г/см ³		Общая скважность, %		Некапиллярная скважность, %	
		лес	вырубка	лес	вырубка	лес	вырубка
A_0	0—7 (10)	100	125	100	94	100	53
A_2	9—19	100	113	100	88	100	43
B	20—30	100	112	100	91	100	55
BC	30—40	100	109	100	92	100	0
C	55—65	100	101	100	98	100	73

а в горизонте BC она отсутствует полностью. Значительные изменения физических свойств почвы вырубки в сравнении с лесом происходят до глубины 40—55 см. На вырубке уменьшилась и водопроницаемость почвы. Коэффициент фильтрации в лесу равен 0,025, на 10-летней вырубке он уменьшился до 0,017 см/сек. Горизонт C как в лесу, так и на вырубке отличается низкой водопроницаемостью, коэффициент филь-

рации равен $0,35 \times 10^{-6}$ см/сек. Следовательно, чем больше переувлажняется почва вырубок (в сравнении с ельником-черничником по склонам), тем сильнее изменяются физические свойства почвы.

Восстановление физических свойств почвы вырубок на равнине происходит в связи с ростом молодого леса и разболачиванием вырубок. Это хорошо видно из данных наблюдений за физическими свойствами супесчаной почвы на заболоченной вырубке семилетней давности и в березово-еловом молодняке (6ЕЗБ1Ос, 25 лет, сомкнутость крон 0,8—0,9; табл. 7, 7а), и под пологом спелого ельника-черничника (7Е2Б1Ос, VI класс возраста, IV класс бонитета, сомкнутость крон 0,7).

Таблица 7

Физические свойства супесчаной почвы в ельнике-черничнике, на вырубке семилетней давности и в березово-еловом молодняке на равнине

Место наблюдения	Горизонты	Глубина взятия образца, см	Объемный вес, г/см ³	Удельный вес	Скважность, %		
					общая	капиллярная	некапиллярная
Ельник-черничник 120 лет, сомкнутость крон 0,7	A_0	1—6	0,062	—	78,0	36,8	41,2
	A_2	9—17	1,294	2,64	51,0	41,3	9,7
	B_1	23—33	1,382	2,70	48,7	39,2	9,5
	BC	40—50	1,841	2,69	31,6	30,4	1,2
	C	60—70	1,890	2,70	30,0	29,0	1,0
Долгомошная заболоченная вырубка семилетней давности	A_0	2—10	0,085	—	69,3	51,5	17,8
	A_2	12—18	1,485	2,72	45,4	42,4	3,0
	B_1	21—31	1,554	2,72	42,9	38,9	4,0
	BC	41—51	1,863	2,70	31,0	29,1	1,9
	C	61—71	1,916	2,72	29,6	29,0	0,6
Березово-еловый молодняк (вырубка 25 лет, заболачивание прекратилось), сомкнутость крон 0,8—0,9	A_0	1—4	0,080	—	82,5	—	—
	A_2	5—15	1,201	2,70	55,5	44,1	11,4
	B_1	20—30	1,232	2,73	54,9	41,7	13,2
	B_2	35—45	1,458	2,76	47,2	41,0	6,2
	BC	55—65	1,597	2,73	33,5	26,2	7,3
	C	70—80	1,817	2,70	32,6	29,7	2,9

Из табл. 7 и 7а видно, что после вырубки леса произошло значительное ухудшение физических свойств почвы. На семилетней вырубке в связи с заболачиванием произошло увеличение объемного веса и уменьшение скважности почвы до глубины 40 см. Некапиллярная скважность почвы в горизонтах A_0 , A_2 и B_1 в сравнении с лесом уменьшилась в три раза. В горизонте A_0 наблюдается увеличение капиллярной скважности и резкое уменьшение некапиллярной, однако уже на 25-летней вырубке, где процесс заболачивания почвы прекратился и сформировался березово-еловый молодняк, физические свойства почвы стали даже лучше, чем под спелым ельником. Восстановление физических свойств почвы под молодняком шло в направлении уменьшения объемного веса и увеличения скважности почвы, главным образом за счет некапиллярной. Последняя в горизонтах A_2 и B_1 почти в 1,5 раза

Таблица 7а

Физические свойства супесчаной почвы в ельнике-черничнике, на вырубке 7- и 25-летней давности (елово-березовый молодняк) в равнинных условиях в относительных величинах

Горизонт	Глубина взятия образца, см			Объемный вес, г/см ³			Общая скважность, %			Некапиллярная скважность, %		
	лес	вырубка		лес	вырубка		лес	вырубка		лес	вырубка	
		7 лет	25 лет		7 лет	25 лет		7 лет	25 лет		7 лет	25 лет
A ₀	1—6	2—10	1—4	100	113	129	100	88	106	100	43	—
A ₂	9—17	12—18	5—15	100	115	93	100	88	109	100	31	114
B ₁	23—33	21—31	20—30	100	113	89	100	87	112	100	42	140
BC	40—50	41—51	55—65	100	101	87	100	98	106	100	—	600
C	60—70	61—71	70—80	100	101	97	100	99	108	100	—	290

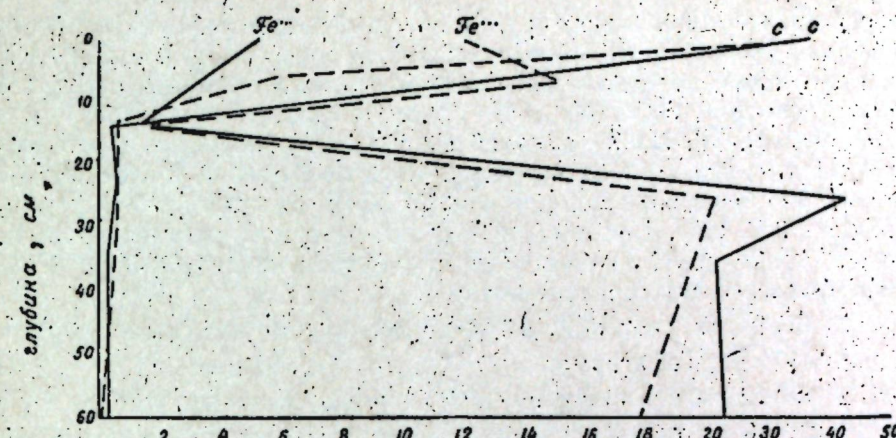
выше, чем в спелом еловом лесу и в 3—4 раза выше, чем на заболоченной семилетней вырубке.

Разрыхление почвы под молодняком произошло также в горизонте BC; некапиллярная скважность в сравнении с лесом увеличилась больше, чем в шесть раз. Некоторое улучшение физических свойств почвы заметно и в горизонте C.

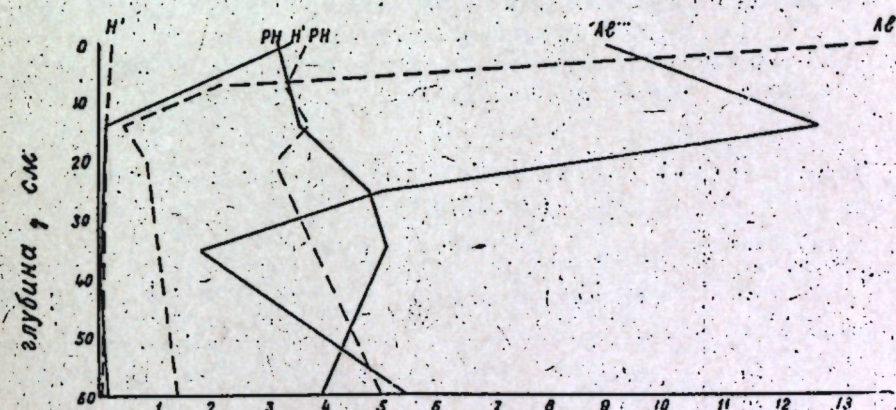
Восстановление и резкое улучшение физических свойств почвы на 25-летней вырубке в сравнении с 7- и 10-летними вырубками и лесом связано с ростом березово-елового молодняка, высоким суммарным расходом влаги, ведущим к разболачиванию почвы. В отдельные периоды запас влаги в почве был равен мертвому запасу.

Более глубокое разрыхление почвы под молодняком в сравнении с еловым древостоем объясняется более глубоким, чем у ели, проникновением корней березы в почву, которые были обнаружены даже в горизонте C. Кроме того, улучшение физических свойств почвы под березово-еловым молодняком (по сравнению со спелым еловым лесом) связано с образованием более минерализованного органического вещества — «мягкого» гумуса в связи с присутствием в наземном покрове травянистой растительности, а в составе древостоя — березы.

Изменение химических свойств почвы в связи с вырубкой леса следующее: профиль почвы на заболоченной вырубке 10-летней давности отличается от профиля в еловом лесу, так как в первом образуются гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью до 2 см. Содержание гумуса в нем составляет 11%. В подстилке на вырубке содержание углерода несколько падает (табл. 3, разрезы 223 и 224), хотя выше отмечено, что на этой вырубке наблюдался процесс заболачивания. Это, очевидно, говорит о том, что на вырубке 10-летней давности уже идет процесс разболачивания. Количество железа после вырубki елового леса в подстилке возрастает (рис. 3), повышается обменная кислотность почв, которая обусловлена в основном алюминием (рис. 4). В подстилке же под лесом содержится значительное количество водорода. Актуальная кислотность почв на вырубках выше, чем под лесом, что объясняется накоплением значительного количества органических кислот в верхних горизонтах почвы. Как уже отмечалось, изменение

Рис. 3. Содержание углерода (%) и Fe³⁺, мг на 100 г почвы.

— в ельнике-черничнике в равнинных условиях (разрез 224); — — на вырубке 10 лет (разрез 223).

Рис. 4. Содержание обменных Al³⁺ и H⁺ (мг на 100 г почвы) и pH.

— в ельнике-черничнике в равнинных условиях (разрез 224); — — на вырубке 10 лет (разрез 223).

химических свойств почв после вырубki леса наблюдается только в верхних горизонтах, до глубины 30—40 см.

Положительное влияние лиственных пород на физические и химические свойства лесных почв отмечают также А. М. Бурсова (1956); З. Я. Солнцев, О. Т. Ефимова (1955) и др. Следовательно, хвойно-лиственные сомкнутые молодняки улучшают физические свойства почв, в сравнении с почвами под спелыми еловыми древостоями.

Таким образом, своевременное удовлетворительное облесение сплошных концентрированных вырубok, склонных к заболачиванию, сохранение на них хвойного подроста и формирование березово-еловых молодняков предотвращает резкое ухудшение и обуславливает быстрое восстановление физических свойств почвы, особенно скважности, что в свою очередь создает благоприятные условия роста хвойно-лиственных молодняков на вырубках.

3. Ельник-долгомошник. Наблюдения проводились под пологом леса, на вырубках 7, 8, 25, 65 и 70-летней давности. Все участки

непосредственно примыкают друг к другу. Рельеф равнинный, слегка пониженный, почва торфянисто-подзолистая различной степени оглеения, супесчаная, подстилается плотным моренным легким суглинком. Состав древостоя 6ЕЗС1Б, VIII класс возраста, сомкнутость крон 0,5—0,6, бонитет V. На 7—8-летней вырубке возобновилась в основном береза (39 тыс. экз. на 1 га, возраст 3—8 лет). Вырубка 25 лет, покрыта сосново-елово-березовым молодняком (3ЕЗС4Б, высотой 5—6 м, сомкнутость крон 0,5—0,6). Вырубка 65—70 лет покрыта средневозрастным ельником (8Е2Б ед. С, высота 13 м, сомкнутость крон 0,6—0,7).

Морфологическое строение почвы под лесом:

A_T	0—8 см	светло-бурый очес из кукушкина льна, редко — сфагнума.
A_T	8—12 см	темно-коричневый хорошо разложившийся торф.
A_2	12—20 см	белесовато-серый, связно-песчаный с валунами, рыхлый; переход в горизонт A_2B_1 постепенный.
A_2B_1	20—25 см	сероватый с бурыми пятнами, супесчаный, рыхлый; переход в горизонт B_1 постепенный.
B_1	25—50 см	бурый с охристыми пятнами, связно-песчаный хрящеватый с валунами, рыхлый.
BC	50—60 см	светло-бурый супесчаный; очень много хряща и валунов; очень плотный.
C	60—70 см	грязно-бурый с ржавыми и сизыми пятнами, супесчаный хрящеватый с валунами, плотный.

Таблица 8

Механический состав супесчаной почвы под лесом
(по Сабанину)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Количество частиц, %				
		скелет, мм	1—0,25 мм	0,25—0,05 мм	0,05—0,01 мм	< 0,01 мм
A_2	12—20	20,0	27,3	27,9	17,4	7,4
B_1	30—40	25,1	29,9	22,8	14,4	7,8
BC	50—60	14,3	19,0	19,1	28,3	19,4
C	60—70	17,1	30,2	22,2	13,2	17,3

По механическому составу почвы вырубок не отличаются от почв под лесом. По морфологическому строению почвы на вырубках отличаются от почвы в лесу большей мощностью торфянистого горизонта и большей степенью оглеения минеральных горизонтов. На 7—8-летней вырубке мощность грубо-гумусного горизонта (A_T) равна 18—20 см, 25-летней (сосново-елово-березовый молодняк) 20 см и 65—70-летней (средневозрастный ельник) 12—13 см. Наибольшее оглеение почвы наблюдается также на 7 и 25-летней вырубках в горизонтах A_2 и B_1 . На 65 и 70-летней вырубке оглеение отдельными пятнами имеется лишь в горизонте C. Меньшее оглеение почвы на вырубках 7 и 25 лет в горизонтах BC и C объясняется периодическим заземлением в них воздуха. Резкого изменения физических свойств почвы после вырубки ельника-долгомошника не наблюдается, так как почва и под лесом избыточно увлажнена (табл. 9).

Изменения физических свойств почвы на 7-летней вырубке в сравнении с лесом ясно прослеживаются лишь в торфянистом горизонте

Таблица 9

Физические свойства супесчаной почвы
(в ельнике-долгомошнике)

Место наблюдения	Горизонты	Глубина взятия образца, см	Объем- ный вес, г/см ³	Удель- ный вес	Скважность, %		
					общая	капил- лярная	некапил- лярная
Древостой 170 лет	A_T	0—8	0,052	—	86,6	43,5	43,1
	A_T	8—12	0,101	—	87,5	59,8	27,7
	A_2	13—20	1,493	2,70	44,6	37,8	6,8
	B_1	25—35	1,675	2,73	33,7	32,5	6,2
	BC	50—60	1,857	2,74	32,3	28,3	4,0
	C	70—80	1,941	2,74	29,1	27,8	1,3
Заболоченная выруб- ка семилетней дав- ности	A_T	0—80	0,069	—	89,5	48,7	40,8
	A_T	8—17	0,097	—	86,3	75,8	10,5
	A_2	17—25	1,54	2,71	43,2	39,2	4,0
	B_1	27—37	1,63	2,70	39,6	35,9	3,7
	BC	50—60	1,89	2,72	30,5	28,4	2,1
	C	70—80	1,96	2,73	28,5	27,1	1,1
Заболоченная выруб- ка 25-летней дав- ности (сосново- елово-березовый молодняк)	A_T	0—10	0,062	—	95,5	59,2	36,3
	A_T	10—19	0,111	—	84,1	72,3	11,8
	A_2	20—29	1,45	2,71	45,6	42,7	2,9
	B_1	30—40	1,56	2,72	42,6	39,2	3,4
	BC	50—60	1,84	2,69	31,6	29,3	2,3
	C	65—75	1,97	2,72	27,6	26,6	1,0
Вырубка 65—70-лет- ней давности (сред- невозрастный ель- ник)	A_0	0—8	0,087	—	92,0	40,1	51,9
	A_0A_1	8—13	0,51	—	51,8	23,8	23,0
	A_2	14—18	1,39	2,70	48,5	36,5	12,0
	B_1	21—31	1,40	2,71	48,3	38,1	13,2
	BC	45—55	1,85	2,71	31,7	26,9	4,8
	C	60—70	1,96	2,70	27,5	26,1	1,4

(A_T): уменьшается некапиллярная и увеличивается капиллярная скважность (табл. 9). Незначительное изменение объемного веса и скважности наблюдается также и в горизонтах A_2B_1 и BC; некапиллярная скважность почвы в них уменьшилась в 1,5—2 раза. Изменения прослеживаются до глубины 60 см.

На вырубке 25-летней давности, где сформировался сосново-елово-березовый молодняк, по сравнению с почвой под лесом и на вырубке семилетней давности, еще слабо заметно улучшение физических свойств почвы. Некапиллярная скважность отдельных горизонтов почвы здесь даже меньше, чем на вырубке семи лет. Это указывает на то, что влияние на почву сформировавшегося молодняка еще слабое, влажность почвы здесь еще выше, чем под перестойным ельником-долгомошником. Но уже на вырубке 65—70-летней давности, где сформировался еловый древостой с примесью березы (сомкнутость полога 0,6—0,7), по сравнению с вырубкой 7 и 25 лет, в связи с ростом леса и разболачиванием почвы, произошло заметное улучшение физических свойств почвы. Здесь

объемный вес почвы стал меньше, а скважность, особенно некапиллярная, даже больше, чем под перестойным ельником. Некапиллярная скважность почвы в горизонтах A_2 , B_1 по сравнению с перестойным лесом увеличилась почти в два раза. На протяжении вегетационного периода на вырубке 65—70-летней давности влажность почвы была уже меньше, а уровень грунтовых вод стоял ниже, чем на вырубках 7 и 25 лет и в перестойном ельнике.

Некоторое увеличение общей скважности на вырубке 7 и 25-летней давности, по сравнению со скважностью под пологом перестойного ельника, по-видимому, объясняется нарастанием мохового очеса с преобладанием сфагновых мхов, в связи с прогрессированием процесса заболачивания.

Водопроницаемость верхних горизонтов почвы на семилетней вырубке уменьшилась почти в два раза, коэффициент фильтрации в лесу равен 0,0154, на вырубке 0,0086 см/сек. Коэффициент фильтрации в средневозрастном ельнике равен 0,019 см/сек. Все это указывает на то, что восстановление первоначальных физических свойств почвы происходит примерно на вырубках 65—70-летней давности, при удовлетворительном их облесении.

Изменение химических свойств почвы на вырубках из-под ельника-долгомошника следующее. После вырубки древостоя процесс заболачивания почвы в этом типе леса усиливается. Это находит свое отражение как в увеличении мощности торфянистого горизонта (с 12 до 20 см), так и в изменении химических свойств почвы. Подстилка этих почв ясно разделяется на два подгоризонта — верхний неразложившийся, где содержание углерода как в лесу, так и на вырубках одинаковое (47—48%), и нижний хорошо разложившийся, в котором содержание углерода в лесу и на вырубках различное. В перестойном лесу и в древостое 65 лет, в нижнем подгоризонте (A_1) содержится углерода около 20%, а на семилетней вырубке 46%. Это указывает на прогрессивное заболачивание вырубки. На вырубке 25 лет (сосново-елово-березовый молодняк) углерода в горизонте A_1 отмечено 29%, т. е. меньше, чем на вырубке 7 лет. Таким образом, на 25-летней вырубке ясно виден процесс разболачивания почвы; влияние оказывает сформировавшийся сосново-елово-березовый молодняк.

На вырубке запасы органического вещества в почве увеличились почти в два раза по сравнению с почвой под лесом (табл. 3, За, разрезы 11, 1, 8, 9). Увеличение запасов органического вещества происходит в основном за счет увеличения мощности оторфованной подстилки. Если в лесу запасы органического вещества в горизонте A_1 составляли 38% от общего запаса его в почве, то на вырубке 7 лет в нем сосредоточено до 63% органического вещества. На вырубке 25 лет, где происходит процесс разболачивания, больше половины запасов гумуса (55,7%) сосредоточено в минеральных горизонтах (табл. 3, рис. 7). Увеличение запасов гумуса в минеральных горизонтах почвы на вырубке 25 лет происходит вследствие понижения уровня почвенно-грунтовых вод и выноса легкоподвижных гумусовых кислот из торфянистого горизонта. В минеральных горизонтах гумусовые кислоты, соединяясь с полуторными оксидами, закрепляются, потому и не наблюдается падения общих запасов гумуса в почве, хотя запас органического вещества в подстилке стал меньше.

По запасам азота наиболее богаты почвы под лесом, причем нужно отметить, что основная масса азота (76%) сосредоточена в лесной подстилке. На вырубках при заболачивании содержание азота в подстилке

резко падает (табл. 3). Но уже на вырубке 25-летнего возраста, где наблюдается разболачивание почвы и энергично протекает процесс гумификации подстилки, содержание азота в последней возрастает, оставаясь все-таки ниже, чем в почве под лесом. Это говорит о том, что микробиологическая активность почв под лесом значительно выше, чем на заболачивающихся вырубках. Кроме того, здесь состав растительных остатков, поступающих в виде опада как в почву, так и на почву, богаче азотом, чем на вырубке. В почве на вырубках, как и в лесу, основная масса азота сосредоточена в подстилке.

Наиболее резкие изменения при вырубке леса происходят в содержании полуторных окислов.

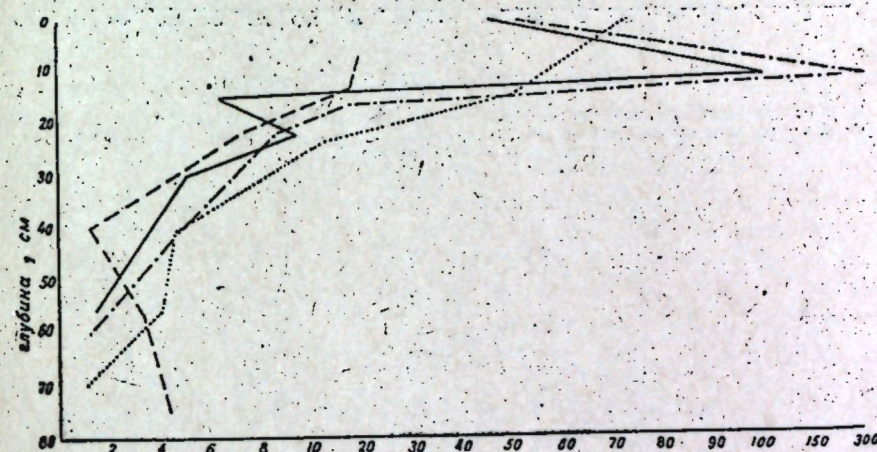


Рис. 5. Содержание Al^{III} , мг на 100 г почвы.

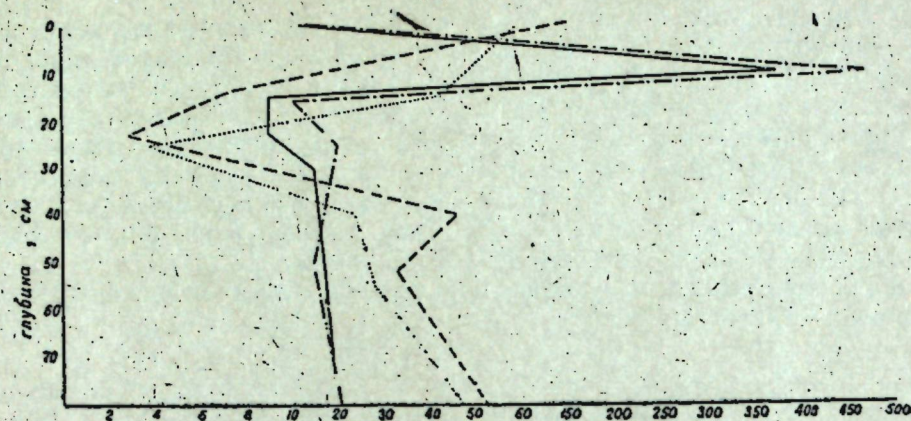
— под ельником-долгомошником (разрез 11); — — — на вырубке 7—8 лет (разрез 1);
- · - · - на вырубке 25 лет (сосново-елово-березовый молодняк, разрез 8); - - - - на
вырубке 65 лет (средневозрастный ельник, разрез 9).

В почве под вырубкой 7-летней давности наблюдается резкое падение количества алюминия в подстилке и постепенное убывание его с глубиной до горизонта B_2 (рис. 5). В почве под лесом наблюдается накопление алюминия в двух горизонтах: в нижнем слое подстилки (A_1) и в иллювиальном горизонте BH .

С увеличением возраста вырубки и ростом молодняков возрастает и содержание алюминия в верхнем торфянистом подгоризонте (A_1) и с глубиной наблюдается постепенное падение количества алюминия.

В средневозрастном ельнике (вырубка 65—70 лет) содержание алюминия по профилю почвы почти полностью совпадает с распределением алюминия в почве под лесом. Таким образом, через 65 лет почвы вырубок по свойствам приближаются к почвам, находящимся непрерывно под лесом. Такие же закономерности наблюдаются и в содержании железа (рис. 6).

На вырубке 7 и 25 лет содержание железа в горизонте A_1 возрастает по сравнению с почвой под лесом, причем в связи с разболачиванием на вырубке 25 лет железа меньше, чем на 7-летней. С возрастом и формированием молодняков цифры содержания железа на вырубке

Рис. 6. Содержание Fe^{III} , мг на 100 г почвы.

— в ельнике-долгомошнике (разрез 11); --- на вырубке 7—8 лет (разрез 1); на вырубке 25 лет (сосново-елово-березовый молодняк, разрез 8); — · — · — на вырубке 65 лет (средне-возрастной ельник, разрез 9).

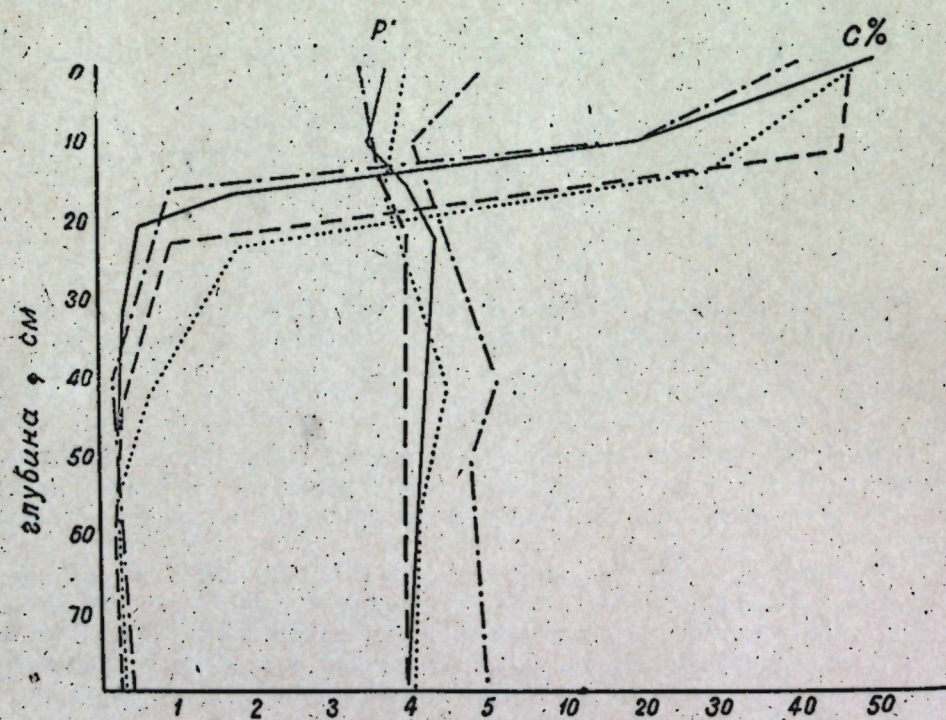


Рис. 7. Содержание углерода (%) и pH.

— в ельнике-долгомошнике (разрез 11); --- на вырубке 7—8 лет (разрез 1); на вырубке 25 лет (сосново-елово-березовый молодняк, разрез 8); — · — · — на вырубке 65 лет (средне-возрастной ельник, разрез 9).

приближаются к показателям его под лесом. В горизонте A''_t железа содержится меньше, чем в лесу. С увеличением возраста вырубки количество железа в нем повышается. В нижних минеральных горизонтах различия в содержании железа менее резки. На вырубке вынос железа из верхних горизонтов происходит очень интенсивно, что обусловлено здесь большим поступлением осадков в почву.

Таким образом, основной причиной ухудшения физических и химических свойств почвы на вырубках является избыточное увлажнение. Разболачивание вырубок в связи с ростом леса и увеличением суммарного расхода влаги приводит к восстановлению первоначальных свойств почвы. Однако, как видно из приведенных данных, восстановление первоначальных физических и химических свойств почвы на вырубках из-под ельника-долгомошника, даже при удовлетворительном и своевременном их облесении, происходит в течение продолжительного периода (65—70 лет). Это отрицательно сказывается на росте леса. Для ускорения восстановления и улучшения физических и химических свойств почвы на заболоченных концентрированных вырубках, особенно ее некапиллярной скважности, одновременно с лесоводственными мерами необходимо проводить лесосушительные мелиорации. Это также резко улучшит рост леса на вырубках (Пятецкий, 1959).

ВЫВОДЫ

1. В первые годы после вырубки леса происходит ухудшение физических и химических свойств почвы, а значит и лесорастительных условий. На вырубках из-под различных типов леса и с неодинаковым рельефом эти изменения протекают по-разному. Основной причиной этого является различный характер увлажнения почвы под пологом леса и впоследствии на вырубках (наличие или отсутствие процесса заболачивания почвы), а также неодинаковые физические и химические свойства почвы в разных типах леса до рубки древостоя.

2. Развитие процесса заболачивания почвы (ельник-черничник на равнине) после рубки леса вызывает более заметные изменения физических и химических свойств почвы, чем при отсутствии заболачивания на вырубках (ельник-черничник на склоне) или наличии процесса заболачивания почвы уже под пологом леса (ельник-долгомошник).

3. Заметные изменения физических свойств почвы вырубок (объемный вес, скважность) наблюдаются до глубины 50—60 см, а химических только до 30—40 см, т. е. в пределах наиболее активного слоя почвы.

4. Восстановление первоначальных свойств почвы в связи с ростом молодого леса и понижением влажности почвы на вырубках из-под различных типов леса происходит с неодинаковой быстротой: в ельнике-черничнике через 25—30, в ельнике-долгомошнике 65—70 лет. Это объясняется различной быстротой разболачивания почвы, которое обусловлено не только увеличением суммарного расхода влаги формирующимися хвойно-лиственными древостоями, но и рельефом и водопроницаемостью почвогрунта.

5. Формирующиеся на сплошных концентрированных вырубках хвойно-лиственные молодняки улучшают физические и химические (лесорастительные) свойства почвы.

ЛИТЕРАТУРА

Бурсова А. И. Физические свойства почв ельников и их изменение под влиянием некоторых хозяйственных мероприятий «Тр. Всесоюз. заоч. лесотех. ин-та», № 2, 1956.

Декатов Н. Е. Колебания температуры в различных условиях лесной обстановки и влияние их на возобновление ели. В кн.: «Исследования по лесоводству», Л., Гослестехиздат, 1936.

Клиницын А. П. Регулирование микроклимата в целях повышения производительности леса. Автореф. канд. дисс. Л., 1952.

Колпиков М. В. Общее лесоводство. М., Гослестехиздат, 1954.

Кошечев А. Л. Заболочивание вырубок и меры борьбы с ним. М., Изд-во АН СССР, 1955.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. М., Изд-во АН СССР, 1952.

Осмоловская М. Г., Харьков Л. В. Почвы КФССР. В кн.: «Сборник работ по вопросам почв и удобрений в КФССР», Петрозаводск, 1948.

Писарьков Х. А., Давыдов П. И. Влияние глубины грунтовых вод на производительность лесных земель. «Тр. Лесотехн. акад.», № 73, 1956.

Попов Л. В. О влиянии влажности субстрата на всхожесть семян сосны и ели. «Тр. Вост.-Сиб. филиала АН СССР», вып. 5, 1957.

Пятецкий Г. Е. Влияние уровня грунтовых вод и температуры на рост молодых ели. «Изв. Карел. и Кольск. филиалов АН СССР», 1959, № 1.

Пятецкий Г. Е. Снежный покров, промерзание и оттаивание почв на сплошных концентрированных вырубках в южной части КАССР. Там же, 1959, № 4.

Пятецкий Г. Е. Водный режим и физические свойства почв на сплошных концентрированных вырубках южной Карелии. «Тр. Карельского филиала АН СССР», вып. 16, 1959.

Солнцев З. Я., Ефимова О. Т. Изменение почвообразовательного процесса в связи с реконструкцией древостоев. «Тр. Всесоюз. заоч. лесотехн. ин-та», № 1, 1955.

М. Г. ТЯГНЫ-РЯДНО, А. П. ВИЗИР,
В. В. ЕРШОВ, Н. А. СИНЬКОВСКАЯ

МИКРОБИОЦЕНОЗЫ ПОЧВ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЛЕСА ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ»¹

В связи с глубокими исследованиями академика В. Н. Сукачева (1945, 1958) мы рассматриваем тип леса как тип лесного биогеоценоза, в котором жизнь микроорганизмов, имеющих большое значение в повышении продуктивности древостоев, занимает немалый удельный вес, тем более, что жизнедеятельность микробов определяет не только степень превращения органических и минеральных соединений в почве, но и мобилизацию их корневой системой лесных культур.

В условиях Карелии микрофлора почв под различными типами леса мало изучена. Исследования Р. С. Кацнельсон и В. В. Ершова (1957), Т. В. Аристовской (1957) и А. В. Барановской (1960) и др. не дают полного представления о взаимоотношениях тех групп микроорганизмов, которые характерны для основных типов леса Карелии, и влиянии последних на плодородие лесных почв.

С целью научного обоснования лесохозяйственных мероприятий сектор микробиологии Института леса Карельского филиала АН СССР впервые наиболее полно исследует динамику микрофлоры лесных почв таежной зоны южной Карелии. На первом этапе исследования (1958—1959 гг.) авторы поставили перед собой следующие задачи: 1) изучить микрофлору основных типов леса; 2) установить типы микробиоценозов, характерных для данных экологических лесорастительных и почвенных условий, и изучить их изменения в различные периоды года; 3) выявить взаимосвязь между микрофлорой лесных почв и ее плодородием.

Объектами исследования служили почвы трех следующих основных типов леса заповедника «Кивач»: 1) березняк разнотравный IX класса возраста, III бонитета, состава: 5Б+2Ос+3С+Е; полнота 0,7; средняя высота 19 м; 2) ельник-черничник VI класса возраста, IV бонитета, состава: 6Е+3Б+Ос+С, полнота 0,8, средняя высота 18 м; 3) сосняк бруснично-вересковый VII класса возраста, IV—V бонитета, состава: 10С+Е+Б, полнота 0,9, средняя высота 20 м.

По данным Т. И. Левкиной (1961), почва под березняком разнотравным дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая моренными завалунными легкими суглинками. Почва под ельником-черничником сильноподзолистая, тяжелосуглинистая, подстилаемая безвалунными глинами.

¹ В аналитической работе принимала участие Н. А. Филимонова.

По данным Н. В. Егоровой (1958), почва под сосняком бруснично-вересковым — железисто-иллювиальный маломощный подзол, песчаный, подстилаемый мелкозернистыми безвалунными песками.

Под пологом каждого типа леса во все периоды года почвенные пробы брались из шурфов трех пробных площадок по следующим генетическим горизонтам: A_0 , A_1A_2 и В. Средние пробы почвы и подстилки (около 1—2 кг) помещались в стерильные мешочки и в таком виде доставлялись в лабораторию. Анализ подвергались лишь свежие образцы. Микробиологические и физико-химические исследования проводились в секторе микробиологии, а химические — в секторе почвоведения.

При изучении качественного и количественного состава почвенной микрофлоры мы пользовались методом, разработанным Всесоюзным институтом сельскохозяйственной микробиологии ВАСХНИЛ. При этом общее количество аэробных бактерий определяли высевом почвенной суспензии в чашки Петри с мясо-пептонным агаром (МПА), споровые их формы по методу Е. Н. Мишустина (1948), аммонификаторы — высевом суспензии в пептонную воду. Грибы выращивали на сусло-агаре, актиномицеты — на крахмал-аммиачном агаре, нитрификаторы и анаэробный азотфиксатор *Clostridium Pasteurianum* — на среде Виноградского, денитрификаторы — на среде Гильтая, аэробные целлюлозоразлагающие микроорганизмы — по методу Христенсена.

Биологическая активность почвы определялась по методу О. А. Вальтер, Л. М. Пиневица и Н. Н. Варасовой (1957), ферментативная активность по Гофману (Hofmann, 1952) в модификации Р. С. Кацнельсон (1958), влажность почвы весовым методом, pH и Eh в mv по И. П. Сердобольскому (1954).

Все средние данные обработаны вариационно-статистическим методом по А. В. Соколову (1954). Процент ошибки для микробиологических анализов в пределах достоверности.

Как видно из исследований Т. И. Левкиной (1961), почвы под пологом березняка разнотравного и ельника-черничника богаче глинистыми частицами, чем под сосняком бруснично-вересковым. Данные нашей лаборатории показали также, что в них не исключено агрегатобразование, интенсивно протекает влагонакопление, менее кислая реакция среды, более повышены окислительно-восстановительный потенциал и плодородие почвы.

Под пологом всех типов леса подстилка более увлажнена, чем горизонты почвы A_1A_2 и В (рис. 1). Наибольшая влажность в подстилке обнаружена под пологом березняка разнотравного, наименьшая — под пологом сосняка бруснично-верескового. Наибольшее количество поглощенного аммиака в подстилке обнаружено под пологом березняка (16,2 мг), несколько меньше — в ельнике-черничнике (13,5 мг) и незначительное — в сосняке-брусничнике (1,5 мг на 100 г почвы). В минеральных горизонтах под пологом березняка и ельника аммиака накапливается мало (0,8—1,6 мг), а под сосняком его нет (табл. 1).

Содержание фосфорной кислоты (P_2O_5), растворимой в 0,1 NH_4SO_4 , под пологом березняка разнотравного в горизонте A_1A_2 обнаружено 14,5 мг, под пологом ельника-черничника — 2,1 мг, а под пологом сосняка бруснично-верескового — следы; в горизонте В. соответственно 2,5; 2,1; 1,5 мг на 100 г почвы. Правда, подстилка сосняка бруснично-верескового содержит значительное количество фосфорной кислоты (45 мг P_2O_5), общего азота и гумуса, но они, по-видимому, не поступают в минеральные горизонты почвы. Воднорастворимого гумуса под пологом сосняка бруснично-верескового не обнаружено, тогда как в подстилке

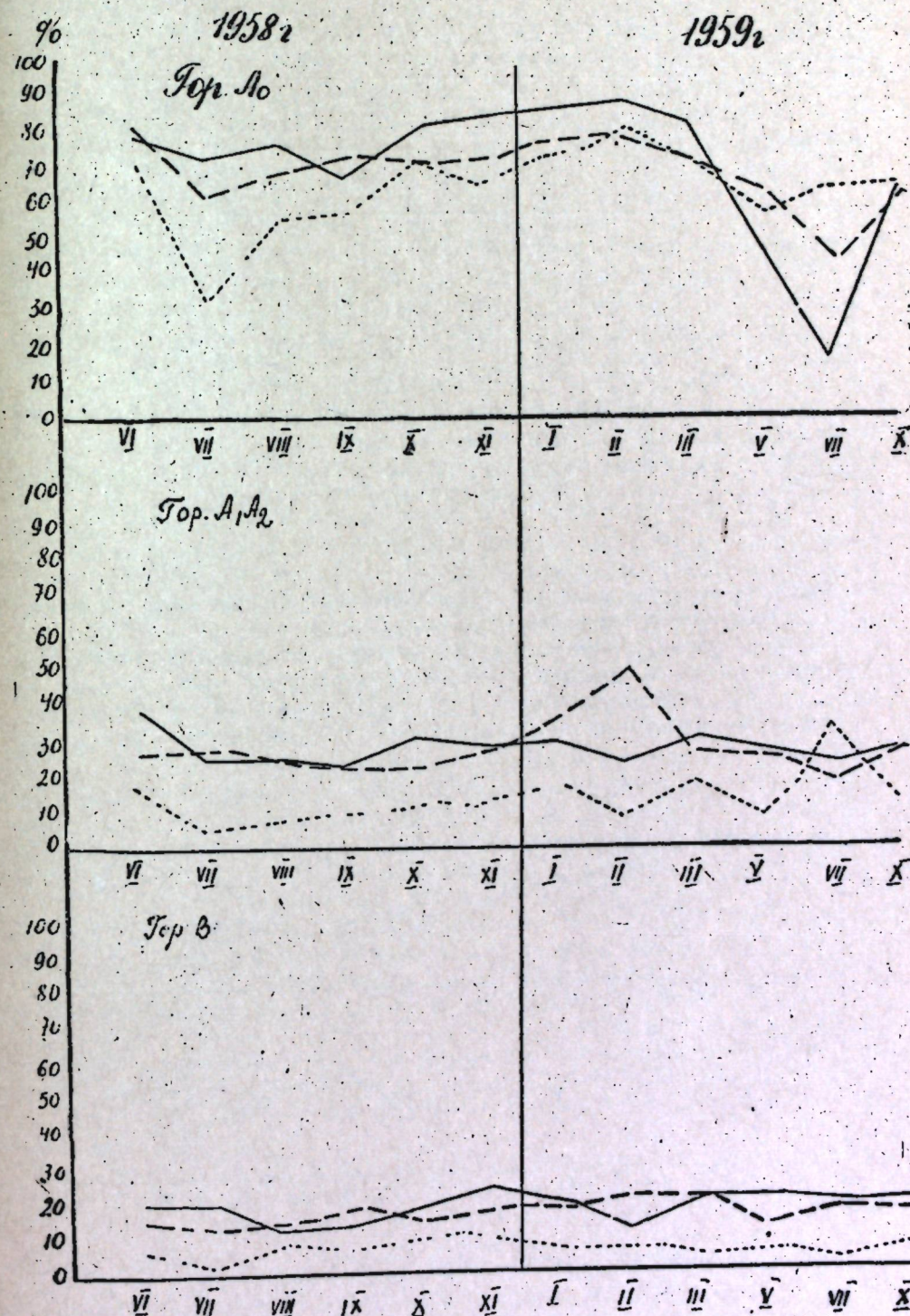


Рис. 1. Процент влажности почвы в основных типах леса заповедника «Кивач».
— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; сосняк-брусничник.

Таблица 1
Физико-химическая характеристика почв основных типов
леса заповедника „Кивач“

Тип леса	Горизонт	Мощность горизонта, см	рН	Ен в мВ	NH ₃ в 1N KCl	P ₂ O ₅ в 0,1N H ₂ SO ₄	Гумус вод-нораство-римый, %	Азот валовые, %	Гумус
					мг на 100 г почвы				
Березняк раз-нотравный	A ₀	0—3	6,6	458	16,2	61,7	0,62	0,78	70,43
	A ₁ A ₂	3—16	6,4	474	1,2	14,5	0,02	0,09	4,25
	B	16—30	6,4	471	1,1	2,5	2,02	0,04	1,42
Ельник чер-ничник	A ₀	0—7	5,6	512	13,5	27,9	0,41	0,64	59,68
	A ₁ A ₂	7—15	5,9	517	1,6	2,9	0,03	0,09	4,72
	A ₂ B	15—30	6,0	521	0,8	2,1	0,02	0,05	0,89
Сосняк брус-нично-ве-ресковый	A ₀	0—5	4,6	589	1,5	45,0	—	0,95	71,5
	A ₂	5—12	4,7	491	—	следы	—	0,025	0,49
	B	12—25	5,5	507	—	1,5	—	0,009	0,27

под березняком разнотравным и ельником-черничником его содержание достигает 0,6—0,4, а в минеральных горизонтах — 0,02—0,03%.

Таким образом, наибольшее количество питательных элементов сосредотачивается в подстилке исследуемых типов леса, меньше — в минеральных горизонтах почвы (A₁A₂ и B) березняка разнотравного и ельника-черничника и незначительное — под сосняком бруснично-вересковым.

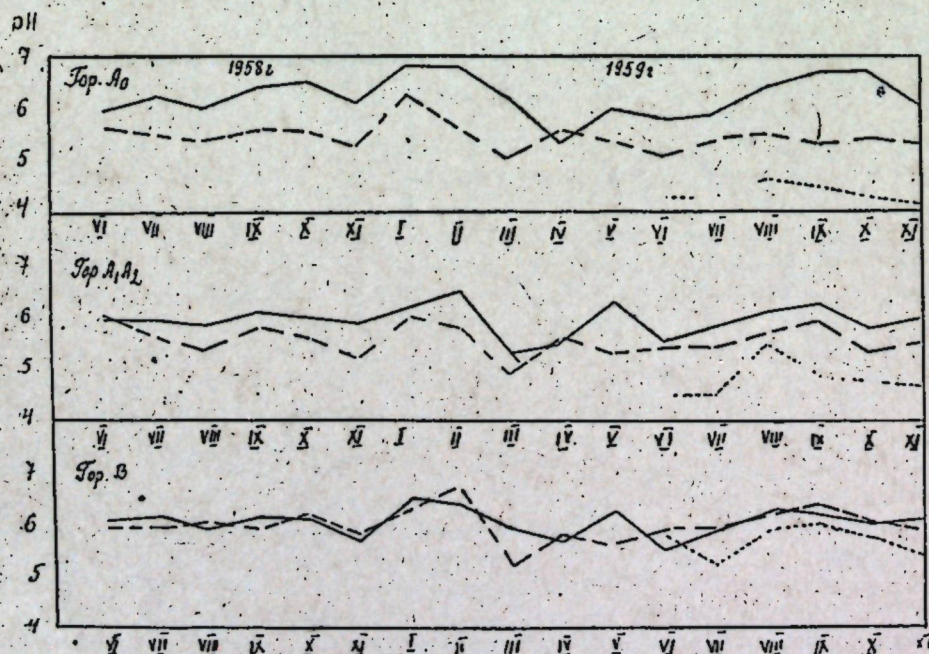


Рис. 2. Динамика рН почвы в различных типах леса заповедника „Кивач“.
— березняк разнотравный; — — — ельник-черничник; ... сосняк-брусничник.

Под пологом березняка разнотравного рН почвы всех горизонтов менее кислый (рН=6,6—6,4), чем под пологом других типов леса. Самая кислая почва (горизонт A₂) и подстилка (рН=4,6—4,7) обнаружены под пологом сосняка бруснично-верескового (рис. 2). В горизонте В под пологом этого же типа леса рН почвы повышается с 4,6 до 5,5, а под березняком разнотравным, наоборот, понижается с 6,6 до 6,4, что согласуется с данными Н. В. Егоровой (1958) и Т. И. Левкиной (1961). Окислительно-восстановительный потенциал почв всех типов леса находится на достаточно высоком уровне для нормального развития всей аэробной микрофлоры и процессов гумусообразования, особенно в подстилке березняка.

Наши исследования также показали, что повышение азотистой и фосфорной пищи для древесных пород связано с размножением той или иной микрофлоры: под пологом березняка разнотравного — с бактериями, под пологом ельника-черничника — актиномицетами и под пологом сосняка бруснично-верескового — грибами.

Следовательно, характер накопления влаги, пищи и реакция среды под пологом березняка разнотравного и ельника-черничника более благоприятны для развития почвенной микрофлоры, чем под пологом сосняка бруснично-верескового (рис. 3).

Энергичное развитие аэробных бактерий обнаруживается под пологом березняка разнотравного, несколько слабее — под ельником-черничником и очень слабое — под сосняком бруснично-вересковым (рис. 3). При этом их наибольшее количество определено в подстилках исследуемых типов леса, меньше — в минеральном горизонте почвы A₁A₂ и очень мало — в горизонте В, особенно под сосняком. То же отмечает А. С. Творогова (1959) для лесных почв Архангельской области.

Динамика размножения аэробов характеризуется большой периодичностью: наибольшее количество их обнаруживается под березняком разнотравным осенью (69,3 млн.) и зимой (208,5 млн.), а под ельником-черничником и сосняком бруснично-вересковым — летом и осенью (8,8—9,8 млн. и 1,4—0,9 млн.), что вполне совпадает также с данными Р. С. Качельсон (1957), Т. В. Аристовской (1957) и А. В. Барановской (1960). При изучении плодородия лесных почв микробов на споровые и неизвестно, имеет дифференциация аэробных микробов на споровые и неспоровые формы. Исследования Е. Н. Мишустина (1959), Е. Н. Мишустина и В. А. Мирзоевой (1953), Е. Н. Мишустина и А. Г. Тимофеевой (1944), М. Г. Тягны-Рядно (1959) и других показали, что в подзолах средней полосы Советского Союза неспоровые формы доминируют над споровыми. Процессы минерализации в них растительных остатков совершаются больше неспороносными микроорганизмами, чем их споровыми формами.

К таким же выводам пришли Н. А. Красильников (1944), Н. А. Красильников и Н. И. Никитина (1942), утверждая, что в ризосфере многих растений преобладают неспороносные бактерии, энергично разлагающие отмершие корни.

Американский ученый Кон (Сопп, 1916) считает, что спороносные бактерии находятся в почве в неактивном состоянии и значительной роли в почвенных процессах не играют.

Исследования Е. Н. Мишустина (1948, 1959), Е. Н. Мишустина и В. Н. Прокошева (1949) показали, что на первой стадии развития растений доминируют неспоровые формы, но после их смерти или внесения минеральных и органических удобрений количество споровых бактерий повышается. Они считают, что неспороносные формы усиливают первую

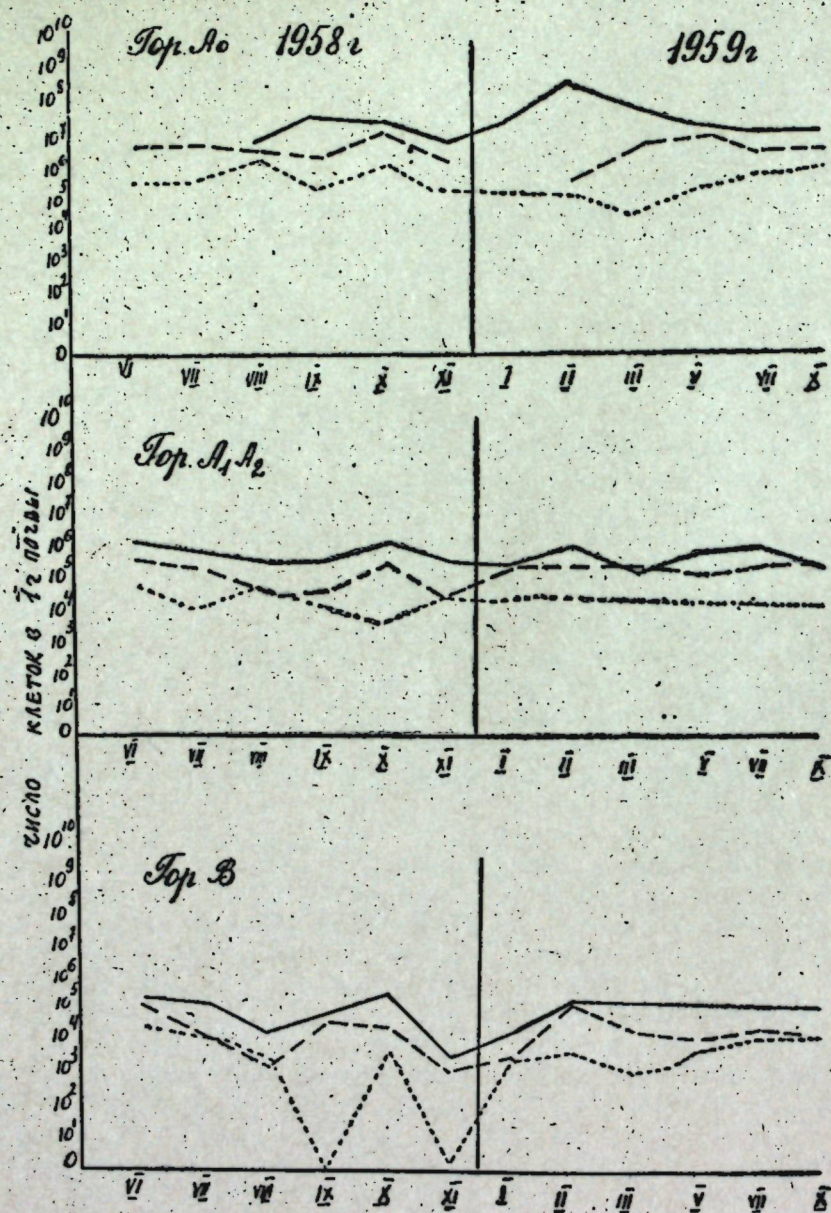


Рис. 3. Динамика размножения аэробных бактерий в почве основных типов леса заповедника «Кивач».

— брезняк разнотравный; --- ельничек-черничник; сосняк-брусничник.

стадию минерализации органических веществ, а споровые — вторую, связанную с превращением белков микробного синтеза и трансформацией органического вещества по профилю почвы в целом. Н. М. Лазарев (1959) также отмечает, что процесс превращения органического вещества в почве развивается стадийно со сменой участвующих в нем сообществ микроорганизмов, на разных стадиях которого по-иному складываются условия корневого питания растений.

Исследования нашей лаборатории также показали, что во всех горизонтах почвы каждого типа леса неспоронные формы бактерий преобладают над спорными (табл. 2).

Наибольшее количество аммонификаторов обнаруживается в подстилке березняка разнотравного и ельничка-черничника, меньше их в горизонте В этих типов леса и во всех исследованных горизонтах сосняка бруснично-верескового (табл. 3, рис. 4).

Таблица 2

Содержание спорных и неспорных форм бактерий в почве различных типов леса заповедника «Кивач», тыс. на 1 г почвы

Тип леса	Горизонт	Мощность горизонта, см	Спорные	Неспорные	Отношение спорных к неспорным
Березняк разнотравный	A ₀	0—3	2118	68209	0,03
	A ₁ A ₂	3—16	472	1043	0,45
	B	16—30	90	549	0,16
Ельничек-черничник	A ₀	0—7	1221	40093	0,03
	A ₁ A ₂	7—15	336	1062	0,32
	A ₂ B	15—30	30	91	0,33
Сосняк бруснично-вересковый	A ₀	0—5	171	730	0,23
	A ₂	5—12	17	150	0,11
	B	12—25	8	260	0,03

Таблица 3

Количество аммонифицирующих бактерий в почве различных типов леса заповедника «Кивач», тыс. на 1 г почвы

Тип леса	Горизонты		
	A ₀	A ₁ A ₂	B
Березняк разнотравный	6038	177	310
Ельничек-черничник	3190	332	30
Сосняк бруснично-вересковый	715	28	65

Такая же закономерность отмечена нами и в содержании аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов и анаэробного азотфиксатора *Clostridium Pasteurianum* (табл. 4, рис. 4).

Кривая, показывающая развитие вышеуказанных групп микроорганизмов (рис. 4), как видно из приведенного материала, в основном совпадает с динамикой развития аэробных бактерий, но периодичность численности аммонифицирующих микроорганизмов менее выражена, чем у аэробных бактерий или *Clostridium Pasteurianum*. Количество денитрифицирующих бактерий по сравнению с другими физиологиче-

Таблица 4
Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов
в почве основных типов леса

Годы	Березняк разнотравный			Ельник- черничник			Сосняк бруснично- вересковый		
	A ₀	A ₁ A ₂	B	A ₀	A ₁ A ₂	A ₂ B	A ₀	A ₂	B
1958	++++	+++	+	+++	++	+	++	+	—
1959	+++	—	—	++	—	—	—	—	—

Примечание. ++++ очень активны; +++ активны; ++ слабо активны; + следы; — не активны.

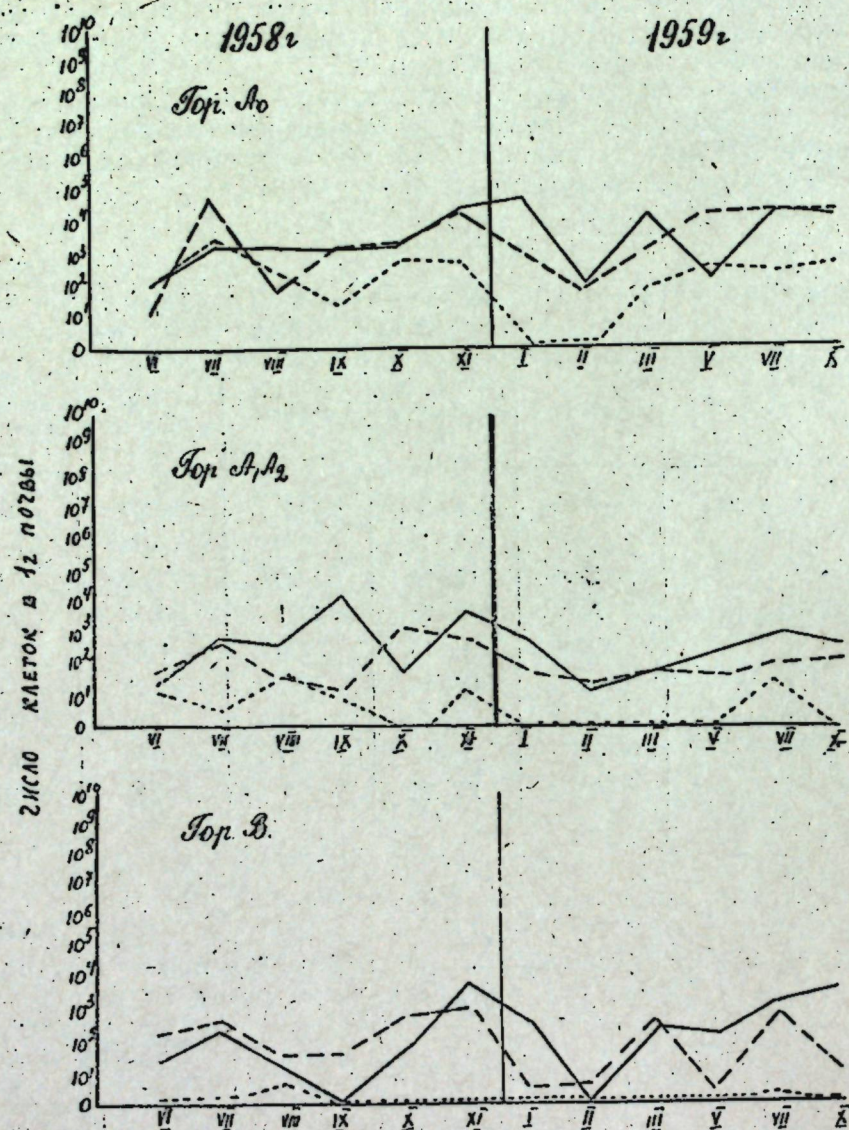


Рис. 4. Динамика развития *Clostridium Pasteurianum* в почвах основных типов леса заповедника «Кивач».

— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; ... сосняк-брусничник.

скими группами микроорганизмов весьма незначительное (рис. 5). Максимальное их развитие наблюдается в подстилке и минеральном горизонте A₁A₂ под пологом березняка разнотравного, слабее — под ельником-черничником. Под сосняком бруснично-вересковым они почти отсутствуют.

Нитрификаторы и азотобактер на жидких средах не были обнаружены, что, конечно, не исключает их рост на кремнекислых и почвенных пластинках.

Наибольшее количество грибов (микроскопических) определено в подстилке и горизонте A₁A₂ под пологом хвойного леса, особенно под

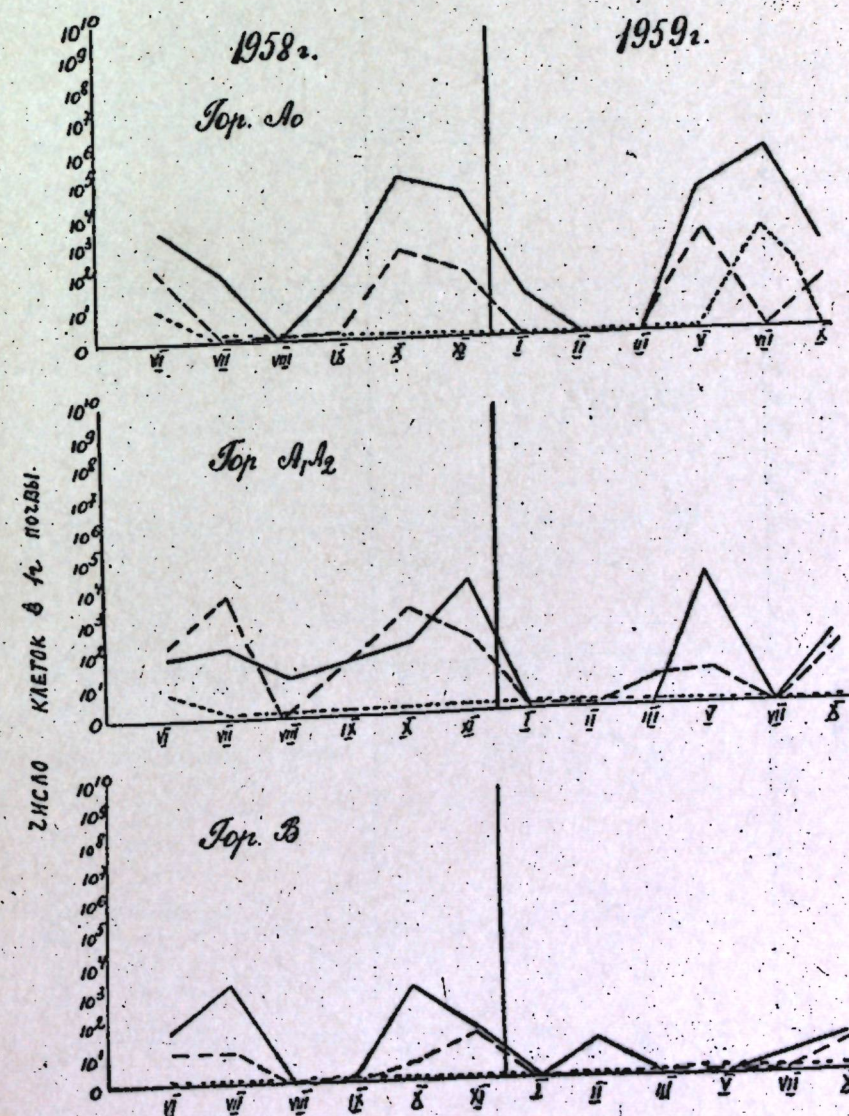


Рис. 5. Динамика денитрификаторов в почве основных типов леса заповедника «Кивач».

— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; ... сосняк-брусничник.

сосняком бруснично-вересковым, причем в горизонте A_2 их, примерно, в четыре раза больше, чем в горизонте В и в семь раз меньше, чем в подстилке (рис. 6).

Динамика развития грибов также периодична и неопределенна. Максимум их концентрируется под пологом хвойного леса в весенние и осенние (1,0—0,5 млн.), а под березняком разнотравным — в зимние месяцы (0,327 млн.).

Актиномицеты, как это видно из рис. 7, хорошо размножаются в подстилке и минеральном горизонте A_1A_2 ельника-черничника и березняка разнотравного, преимущественно весной и летом (4,8—0,87 млн.

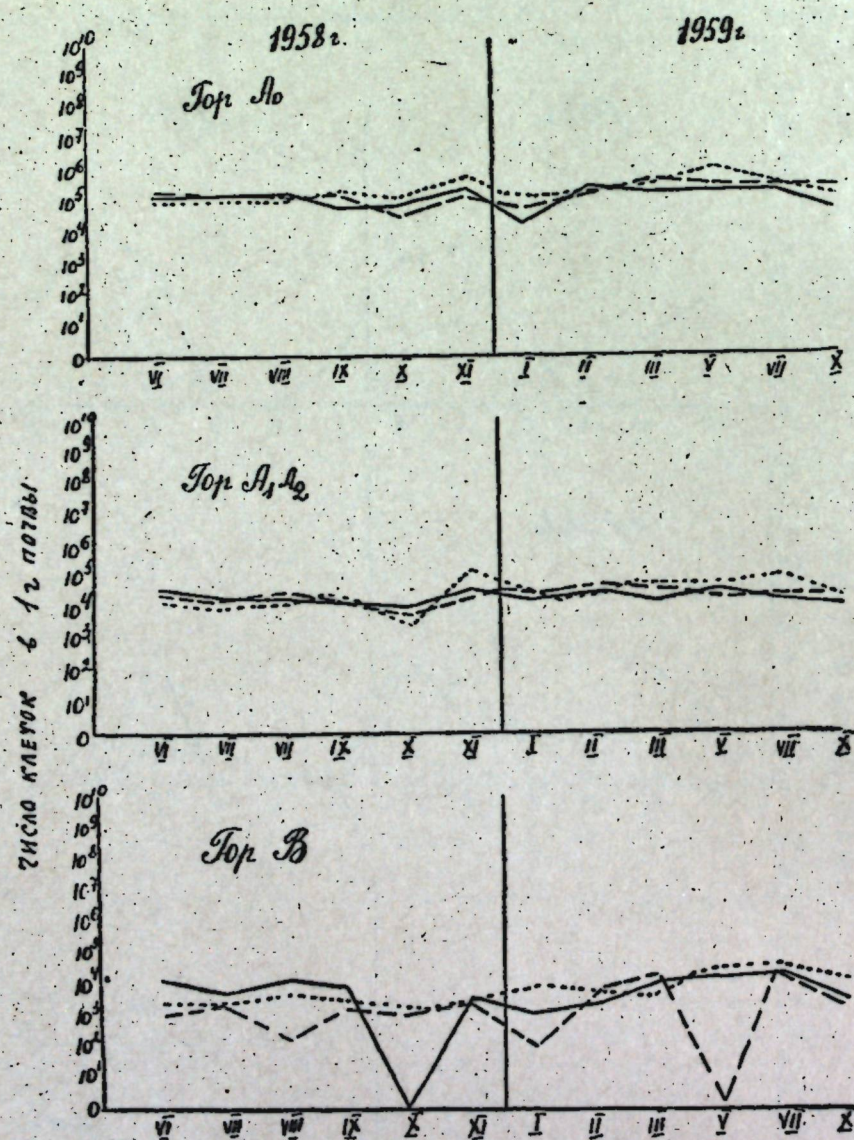


Рис. 6. Динамика размножения грибов в основных типах леса заповедника «Кивач».

— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; ... сосняк-брусничник.

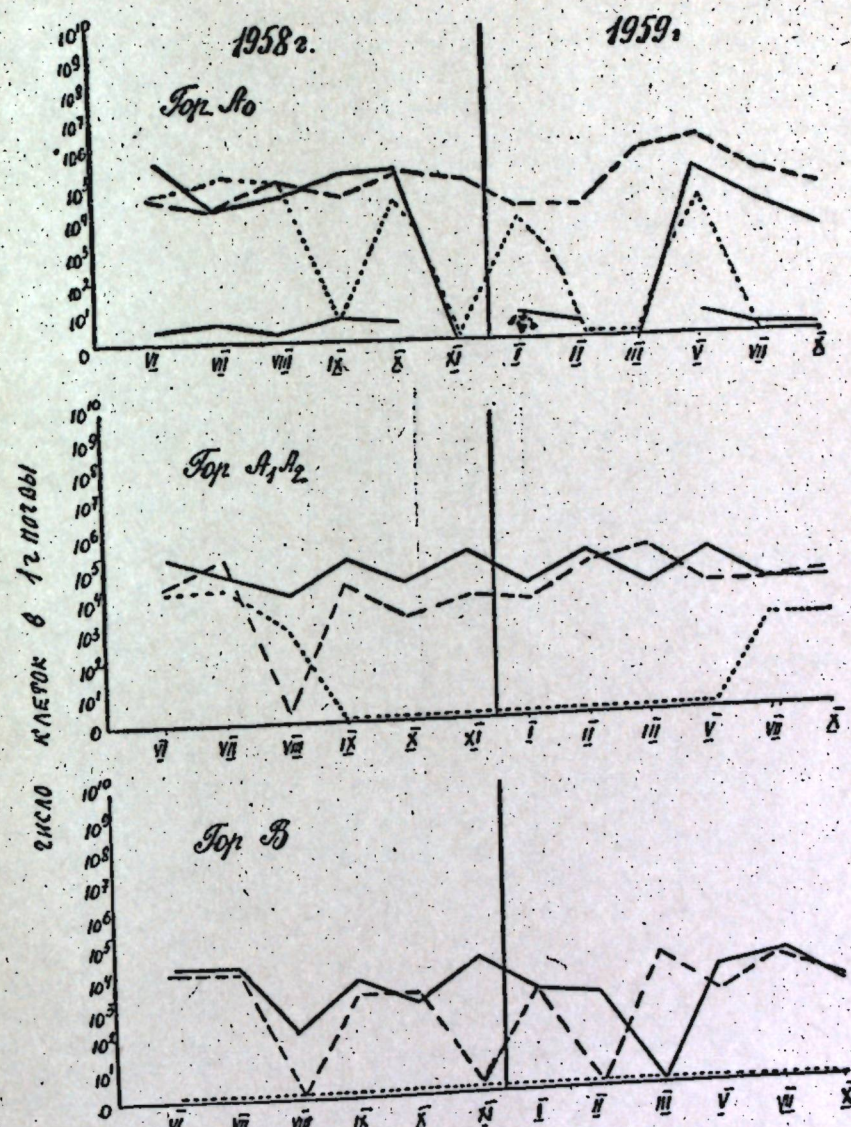


Рис. 7. Динамика развития актиномицетов основных типов леса заповедника «Кивач».

— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; ... сосняк-брусничник.

и 0,346—0,250 млн.). В горизонте В сосняка бруснично-верескового актиномицеты не были обнаружены в течение двух лет.

Видовой состав почвенных микроорганизмов основных типов леса также разнообразен, он оказывает иногда большое влияние на деятельность сложившихся микробиоценозов. Наши наблюдения показали, что в лесных почвах из бактериального ценоза встречаются: бактерии со слизистыми колониями, *Pseudomonas*, *Bac. mycoides*, *Bac. cereus*, *Bac. mesentericus* и другие. Грибную флору составляют главным образом представители родов *Micromycor*, *Mucor*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Torula* и другие. Из актиномицетов — белые и серые формы.

Анализ группового состава микроорганизмов лесных почв, проведенный нами, показал (табл. 5), что под пологом березняка разнотравного преобладает бактериальный ценоз, под ельником-черничником — актиномицетно-грибо-бактериальный и под сосняком бруснично-вересковым бактериально-грибной ценозы. Однако под пологом березняка разнотравного и ельника-черничника актиномицетный ценоз преобладает над грибным, а под пологом сосняка бруснично-верескового — грибной над актиномицетным.

Таблица 5

Соотношение различных групп микроорганизмов в почве основных типов леса заповедника «Кивач»

Тип леса	Горизонт	Мощность горизонта, см	Бак- тери	Грибы	Акти- номи- цеты	Отношение бактерий к грибам и актиноми- цетам
			тыс. на 1 г почвы			
Березняк разнотравный	A ₀	0—3	31960	171	169	94
	A ₁ A ₂	3—16	695	36	100	5
	B	16—30	205	10	13	9
Ельник-черничник	A ₀	0—7	3891	252	576	5
	A ₁ A ₂	7—15	220	35	58	2
	A ₂ B	15—30	52	4	8	4
Сосняк бруснично-вересковый	A ₀	0—5	502	330	32	1,4
	A ₂	5—12	27	49	5	0,5
	B	12—25	11	12	0	0,9

Если учесть не только микроскопические, но и все высшие грибы, то в подстилке и почве всех типов леса будет, по-видимому, доминировать грибной ценоз. Поэтому, по нашему мнению, при описании типа лесного биогеоценоза необходимо давать и характеристику микробиоценоза, участвующего в процессе минерализации и синтеза органических веществ в почве под пологом того или иного леса.

Активность вышеуказанных групп микроорганизмов зависит от их количественного соотношения, экологических факторов местообитания и почвенного покрова в целом.

Периодичность размножения микроорганизмов под пологом леса в значительной степени определяется сезонными изменениями температуры и влажности почвы, количеством и качеством корневых выделений, на что указывал С. А. Самцевич (1955), токсическим действием продуктов распада лесного опада, как установил Е. В. Рунов (1954, 1956) и накоплением периодина, как отметил А. Я. Худяков (1958).

Групповой количественный состав микроорганизмов, отмеченных выше, имеет большое значение для общей характеристики микробиологических процессов, протекающих в лесных почвах. Он позволяет судить о возможных направлениях биохимических превращений веществ, которые благодаря создавшимся определенным микробиологическим ценозам имеют место в конкретных типах леса. Однако не менее важную качественную характеристику типов леса может дать нам учет биологической, ферментативной активности и биогенности почв.

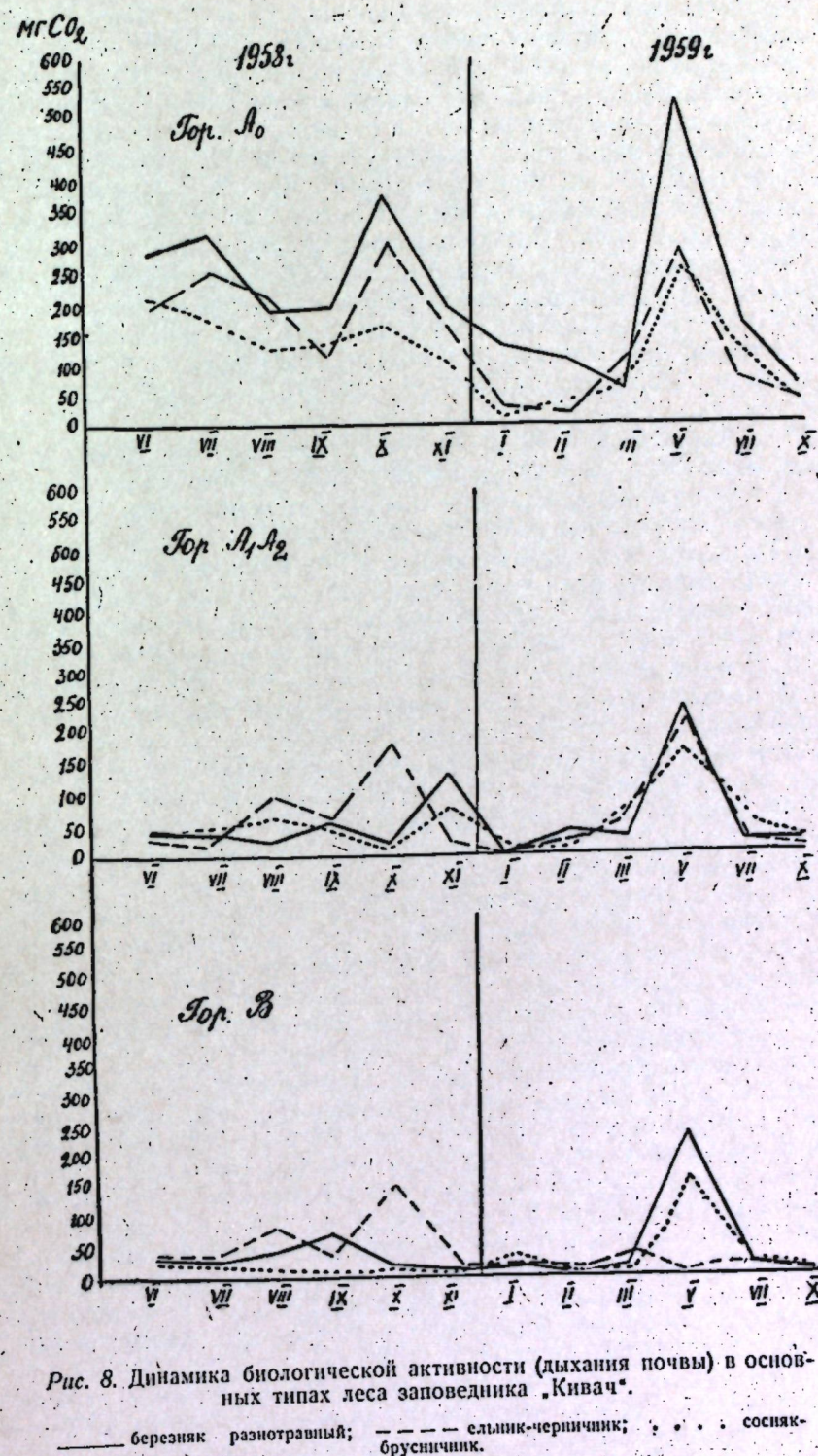


Рис. 8. Динамика биологической активности (дыхания почвы) в основных типах леса заповедника «Кивач».

— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; ... сосняк бруснично-вересковый.

Биологическая активность (выделение CO_2 из почвы), хотя и есть результат совокупной деятельности микробов, корневой системы растений, почвенных животных и водорослей, но в основном связана, конечно, с микроорганизмами. Если же иногда и наблюдается несоответствие между биологической активностью и плодородием почвы, то не потому, что такой закономерности не существует в природе, как об этом утверждали Ф. Шефер и Р. Твихтман (F. Scheffer, R. Twächtmann, 1953), Я. Дробник и Я. Сейферт (1955). По мнению В. В. Александровой (1959), она объясняется условиями среды и сроком анализа почвы.

Прямую связь между ферментативной, биологической активностью, плодородием и количеством микроорганизмов почвы отмечали В. Ф. Купревич (1958), П. А. Власюк (1955), Кенф (Koerf, 1954), Е. А. Гофман (Ed. Hofmann, 1955), Шафер (G. Schaffer, 1954), А. Ваххаб, В. Ахмадшах (A. Wahhab, Ahmad shach), Borhari (1955) и Борацchio (Aldo Boraccio, 1958).

Р. С. Кацнельсон и В. В. Ершов (1958), исследуя почвы Карелни, нашли зависимость между ферментативной активностью, количеством микроорганизмов и плодородием почвы в верхних горизонтах шунгитных и торфяно-болотных почв и не обнаружили ее в бедных железистых песчаных почвах под пологом сосняка бруснично-верескового. В нижних горизонтах подобной зависимости авторы также не наблюдали.

Наши исследования, как это видно из рис. 8, показали, что в подстилках указанных типов леса углекислоты выделяется значительно больше, чем в минеральных горизонтах $A_1 A_2$ и В. Причем под пологом березняка разнотравного ее выделяется больше, чем под пологом ельника-черничника и сосняка бруснично-верескового. Выделение углекислоты почвой в различные периоды года неодинаково, однако вышеуказанная закономерность отмечена почти во всех анализах.

Динамика активности протеазы (рис. 9) и сахаразы (рис. 10) в известной степени совпадает и подчеркивает почти в каждом месяце определенную тенденцию взаимосвязи с биологической активностью почвы. Расхождения наблюдаются лишь в отдельные сроки.

Биогенность почвы, определенная путем пересчета количества микроорганизмов на 1 г углерода или азота, более повышена в почве под пологом березняка разнотравного и значительно меньше под пологом ельника-черничника. Причем в подстилке этих типов леса она выше, чем в минеральных горизонтах $A_1 A_2$ и В (табл. 6).

Пересчет микроорганизмов на 1 г общего азота и углерода, содержащихся в подстилке березняка разнотравного, показывает, что количество их примерно в 6, а при пересчете на 1 г почвы в 7 раз больше, чем под пологом ельника-черничника. В горизонте $A_1 A_2$ содержание микроорганизмов как при пересчете на 1 г азота и углерода, так и на 1 г почвы в березняке в 2,6 раза больше, чем в ельнике-черничнике. В горизонте В соответственно количество микроорганизмов в 4—2 и 3,5-раза больше. В сосняке бруснично-вересковом, во всех горизонтах почвы, число микробов в пересчете на 1 г азота, углерода и почвы во много раз меньше по сравнению с березняком разнотравным. Особенно это характерно для горизонта A_0 .

Следовательно, вышеустановленная закономерность содержания микроорганизмов, рассчитанных на 1 г почвы, совпадает с ее биогенностью при пересчете их на 1 г углерода или азота.

Данные табл. 1 и 5 показывают, что во всех типах леса существует взаимосвязь между количеством микроорганизмов в почве, ее биологической, ферментативной активностью и содержанием питательных элементов. Так, если под пологом березняка разнотравного в подстилке

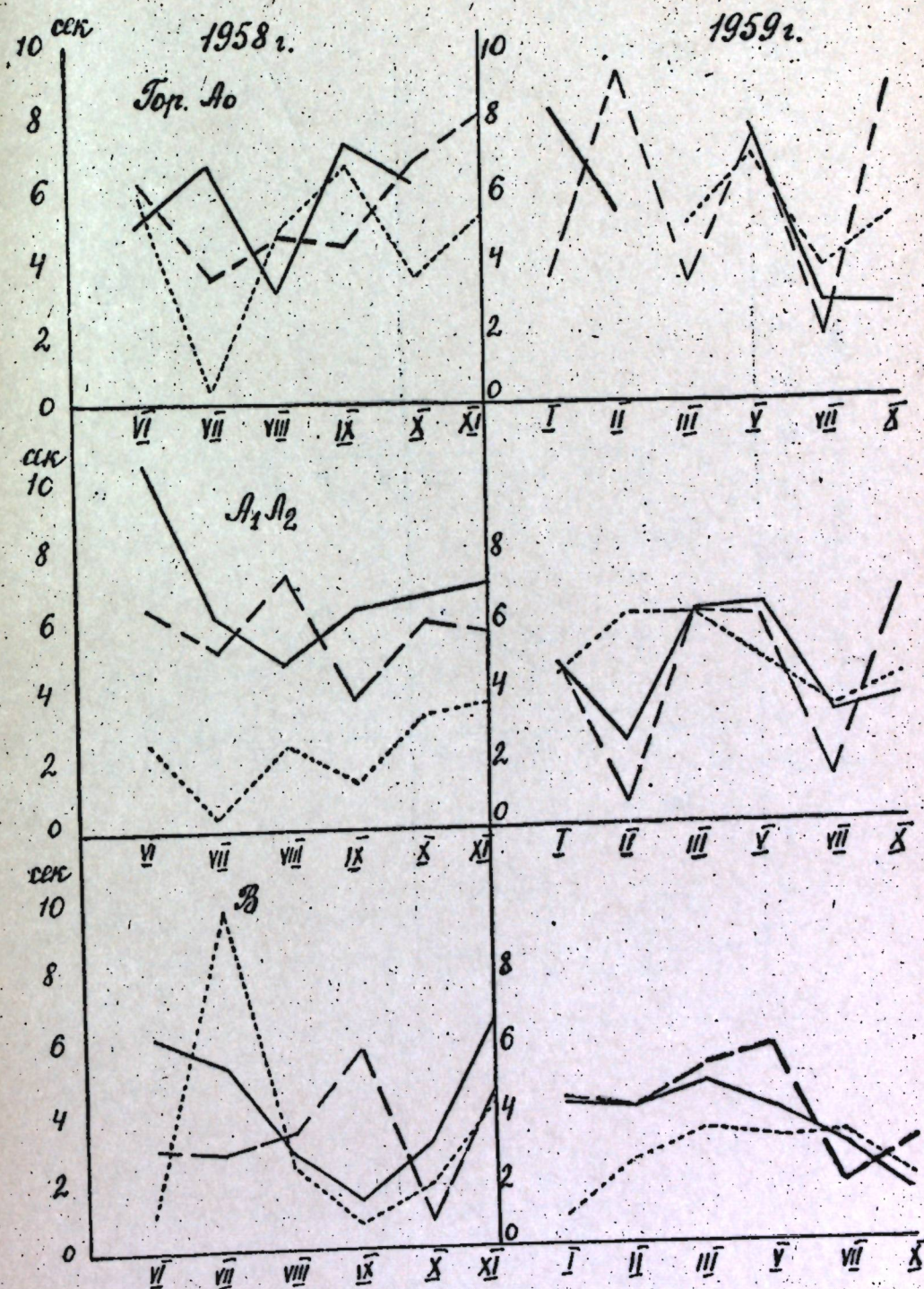


Рис. 9. Динамика активности протеазы почв основных типов леса заповедника «Кивач» (в сек. изменения вязкости желатины на 1 г почвы).

— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; ... сосняк-брусничник.

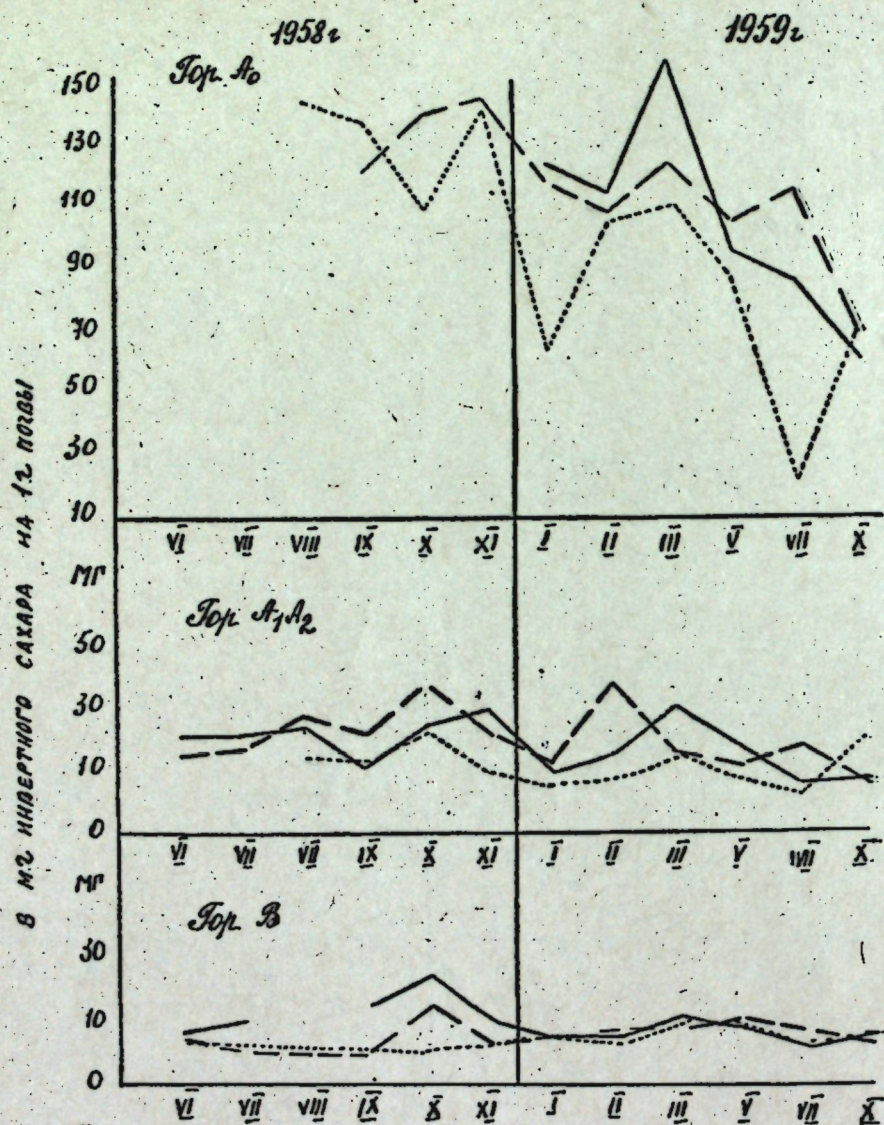


Рис. 10. Динамика активности сахаразы в почве основных типов леса заповедника «Кивач».

— березняк разнотравный; --- ельник-черничник; . . . сосняк-брусничник.

обнаружено 32,3 млн. микроорганизмов, 16,2 мг NH_3 и 218 мг CO_2 , то под пологом ельника-черничника соответственно 4,7 млн., 13,5 мг NH_3 и 149 мг CO_2 , а под пологом сосняка бруснично-верескового 864 тыс. микроорганизмов, 1,5 мг NH_3 и 121 мг CO_2 . Наиболее интенсивные микробиологические процессы, связанные с их активностью и накоплением питательных элементов проявляются в подстилке, слабее в минеральном горизонте A_1A_2 и почти затухают в иллювиальном горизонте В.

При этом наиболее активно они протекают под пологом березняка разнотравного и ельника-черничника и гораздо слабее под сосняком бруснично-вересковым.

Конечно, биологическая и ферментативная активность почвы определяется той конкретной микрофлорой, которая доминирует в том или

Таблица 6

Зависимость между биологической, ферментативной активностью и количеством микроорганизмов в почве основных типов леса

Тип леса	Горизонт	Мощность горизонта, см	CO_2 на 100 г почвы	Протеаза в сек. из-менения вязкости желатинны	Сахараза в мг инвертного сахара	Кол-во микроорганизмов, тыс. в пересчете на 1 г		
				на 1 г почвы		почвы	углерода	общего азота
Березняк разнотравный	A_0	0—3	218	5,5	97,5	32300	80955	4141000
	A_1A_2	3—16	52	5,5	17,0	831	34200	923000
	В	16—30	44	3,8	9,7	228	28148	570000
Ельник-черничник	A_0	0—7	149	5,7	113,5	4719	13839	737344
	A_1A_2	7—15	60	4,8	19,9	313	13319	348000
	A_2B	15—30	40	3,5	4,8	64	12549	128000
Сосняк бруснично-вересковый	A_0	0—15	121	5,0	99,0	864	1208	90947
	A_2	5—12	54	3,6	12,0	81	16531	324000
	В	12—25	28	2,8	5,9	23	8518	255000

ином типе леса. Например, под пологом березняка разнотравного, как это видно из табл. 5, она определяется бактериальной флорой, так как последняя там доминирует — отношение бактерий к сумме грибов и актиномицетов в подстилке равно 94, а в минеральных горизонтах 5 и 9.

Под пологом ельника-черничника она определяется уже не только бактериями, но и актиномицетами, так как здесь их в 2 раза больше, чем грибов.

Под пологом сосняка-брусничника она определяется грибной флорой, так как грибы преобладают над всеми другими группами микроорганизмов, особенно в минеральных горизонтах почвы.

Н. Н. Степанов (1932) и К. А. Гаврилов (1950) указывают о более благоприятных условиях для развития почвенной микрофлоры под пологом лиственного леса, по сравнению с хвойным. Более того, они утверждают, что лиственные породы (береза, ольха и др.) в смешанных типах леса способствуют лучшему развитию хвойных, даже на бедных песчаных почвах. А. Ф. Мукин отмечает (1960), что существовавшая до сих пор практика посева чистых сосняков и ельников оказалась неверной. Чистые насаждения неустойчивы к ветровалам и буреломам, значительно снижают средний прирост и общую производительность. Автор пишет, что в настоящее время чехословацкие ученые также пришли к выводу о необходимости создания смешанных типов леса.

В. Б. Козловский (1960), изучавший смешанные широколиственные насаждения в течение 1956—1958 гг. на площади 5 млн. га в Пермской области пришел к выводу, что береза оказывает положительное влияние на химические свойства почвы. Она повышает в ней содержание азота, поглощенных оснований, подвижных соединений фосфора, калия, снижает кислотность во всем профиле почвы, повышает прирост ели и выход древесины. То же самое наблюдали в Ленинградской области М. А. Сафронов (1960), в Ярославской области В. С. Шумаков (1959).

Е. В. Рунов и Д. Ф. Соколов (1956) отмечают, что в смешанных лесах Московской области и в Деркульской степи тонус микробиологических процессов и плодородие почвы выше, чем в чисто хвойных насаждениях.

Данная закономерность нами обнаружена не только в лесных почвах заповедника «Кивач», но и в Пряжинском, Прионежском и Кондопожском районах, где в смешанных типах леса примесь березы и ольхи (до 30%) не ухудшает, а улучшает плодородие почвы и развитие ели.

К таким же выводам мы пришли при изучении различных по составу лесонасаждений в Куйбышевской области (Тягны-Рядно, 1959). Например, здесь в Красноярском лесничестве в 1-й почве под пологом чистого соснового насаждения в горизонте А количество микроорганизмов равнялось 0,630 млн., а в смешанных насаждениях с примесью березы, ольхи, липы, клена до 30% — 5,37 млн. Соответственно в последних определено и большее содержание подвижных питательных элементов в почве. Так, NH_3 определено 6,5 мг в сосновом и 19,9 мг в смешанном лесу, NO_3 4,3 и 19,6 мг, P_2O_5 3,0 и 4,0 мг.

Взаимосвязь между количеством микроорганизмов, очевидно, характерна не только для зоны южной Карелии, но и для средней лесостепной полосы Советского Союза.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что наиболее продуктивным и производительным типом леса в условиях Карелии, с точки зрения микробиологической, является, по-видимому, смешанный тип березово-елово-сосновый.

ВЫВОДЫ

1. Микробиологические процессы наиболее активно протекают в подстилке всех типов леса, слабее в минеральном горизонте A_1A_2 и почти затухают в горизонте В, причем под пологом березняка разнотравного и ельника-черничника создаются более благоприятные условия почвенной среды и пищевой режим для развития леса и микрофлоры, чем под пологом сосняка бруснично-верескового.

2. Энергичное развитие аэробных бактерий отмечено под березняком разнотравным и ельником-черничником, особенно в подстилке и минеральном горизонте A_1A_2 , тогда как под пологом сосняка бруснично-верескового их размножение ослаблено.

Динамика содержания бактерий характеризуется большой периодичностью. Наибольшее их количество было определено под березняком разнотравным осенью и зимой, а под ельником-черничником и сосняком бруснично-вересковым летом и осенью.

3. Наибольшее количество грибов выявлено в подстилке и минеральном горизонте A_1A_2 хвойного леса, особенно под сосняком бруснично-вересковым. Динамика развития грибов также периодична и неопределенна. Их максимум концентрируется под пологом хвойного леса в весенние и осенние месяцы, а под березняком разнотравным в зимние.

4. Актиномицеты хорошо размножаются в подстилке и минеральном горизонте A_1A_2 ельника-черничника и березняка разнотравного (преимущественно весной и летом) и плохо под пологом сосняка бруснично-верескового. В горизонте В сосняка бруснично-верескового актиномицеты вовсе не были обнаружены в течение двух лет.

5. Из физиологических групп микроорганизмов активно размножаются (особенно в подстилке березняка разнотравного и ельника-черничника) аммонификаторы, целлюлозоразлагающие микроорганизмы

и анаэробный азотфиксатор *Clostridium Pasteurianum*. Денитрификаторы развиваются слабо, а нитрификаторы и азотобактер на жидких средах не обнаружены, что, конечно, не исключает их рост на кремнекислых и почвенных пластинках.

6. Анализ группового состава микроорганизмов лесных почв, проведенный нами, показал, что под пологом березняка разнотравного преобладает бактериальный ценоз, под ельником-черничником — грибо-актиномицетно-бактериальный и под сосняком бруснично-вересковым — бактериально-грибной ценозы. Однако под пологом березняка разнотравного и ельника-черничника актиномицетный ценоз преобладает над грибным, а под пологом сосняка бруснично-верескового — грибной над актиномицетным.

7. Во всех типах леса заповедника «Кивач» обнаруживается прямая, но не пропорциональная взаимосвязь между количеством микроорганизмов в почве, ее биологической, ферментативной активностью и содержанием питательных элементов.

8. Микробиоценозы почв основных типов леса в известной степени могут быть использованы при научном обосновании лесохозяйственных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- Александрова И. В. О методах определения активности некоторых почвенных ферментов. «Почвоведение», 1959, № 9.
- Аристовская Т. В. Некоторые особенности микрофлоры подзолистых почв северо-западной части СССР. В кн.: «Сборник работ Центр. музея почвоведения АН СССР», вып. 2. Л.—М., 1957.
- Барановская А. В. О сезонной изменчивости химических свойств почв лесной зоны. Там же, вып. 3. 1960.
- Вальтер О. А., Пиневич Л. М., Варасова Н. Н. Определение интенсивности дыхания по выделению углекислоты. Практикум по физиологии растений с основами биохимии. М., Сельхозгиз, 1957.
- Власюк П. А., Манорик А. В. Повышение биологической активности почвы под влиянием обогащенных компостов. ДАН УССР, 1955, № 5.
- Гаврилов К. А. Влияние составов лесонасаждений на микрофлору и фауну лесных почв. «Почвоведение», 1950, № 3.
- Дробник Я., Сайферт Я. Отношение энзиматической инверсии в почве к некоторым почвенно-микробиологическим тестам. Folia biol., v. I, f. I, 1955.
- Егорова Н. В. О сезонных изменениях некоторых химических свойств в почвах южной Карелии. «Тр. Карел. филиала АН СССР», вып. 9, 1958.
- Кацнельсон Р. С., Ершов В. В. I. Исследование микрофлоры целинных и окультуренных почв Карельской АССР. «Микробиология», т. 26, вып. 4, 1957.
- Кацнельсон Р. С., Ершов В. В. II. Биологическая активность почв КАСССР. Там же, т. 27, вып. 1, 1958.
- Красильников Н. А. Влияние растительного покрова на микробный состав в почве. Там же, т. 13, вып. 5, 1944.
- Красильников Н. А., Никитина Н. И. Влияние разлагающихся корней на состав микрофлоры в почве. «Почвоведение», 1942, № 2.
- Козловский В. Б. Влияние березы на продуктивность еловых насаждений. «Лесн. хоз-во», 1960, № 2.
- Купревич В. Ф. Вопросы почвенной энзимологии. «Вестн. АН СССР», 1958, № 4.
- Лазарев Н. М. Почвенно-микробиологические условия корневого питания растений и их диагностика. Тезисы докл. Всесоюз. микробиол. совещ. по роли микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в питании растений. Л.—М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Левкина Т. И. Сезонная динамика химических свойств почв под ельником-черничником и березняком разнотравным заповедника «Кивач». (В настоящем сборнике).
- Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и плодородие почвы. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Мишустин Е. Н., Тимофеева А. Г. Смена микрофлоры при процессе разложения органических остатков в связи с развитием в почве *Vas. mycoides*. «Микробиология», т. 13, вып. 6, 1944.

- Мишустин Е. Н., Прокошев В. Н. Изменение состава почвенной микрофлоры в результате длительности применения удобрений. Там же, т. 18, вып. 1, 1949.
- Мукин А. Ф. Из опыта чехословацких лесоводов. «Лесн. хоз-во», 1960, № 1.
- Мишустин Е. Н., Мирзоева В. А. Соотношение основных групп микроорганизмов в почвах разных типов. «Почвоведение», 1953, № 6.
- Мишустин Е. Н. О роли спороносных бактерий в почвенных процессах. «Микробиология», т. 17, вып. 3, 1948.
- Рунов Е. В. Микрофлора черноземов под лесными насаждениями в Деркульской степи. «Тр. Ин-та леса АН СССР», т. 15, 1954.
- Рунов Е. В., Соколов Д. Ф. Исследование влияния опада на биохимические и микробиологические процессы в почвах под лесными насаждениями. «Тр. Ин-та леса АН СССР», т. 30, 1956.
- Самцевич С. А. Влияние дубовых насаждений на микрофлору почвы и на ее эффективность в условиях засушливой степи. «Тр. Ин-та леса АН СССР», т. 24, 1955.
- Сердобольский И. П. Методы определения рН и окислительно-восстановительного потенциала при агрохимических исследованиях. В кн.: «Агрохимические методы исследования почв», М., Изд-во АН СССР, 1954.
- Соколов А. В. Определение точности опыта. Там же.
- Степанов И. И. Значение минерализации опавших листьев и хвои в поднятии производительности лесных почв. «На лесокультурном фронте», 1932, № 5—6.
- Сукачев В. Н. Типы леса и типы лесорастительных условий. М., Гослестехиздат, 1945.
- Сукачев В. Н. Лесная биогеоценология и ее лесохозяйственное значение. М., Изд-во АН СССР, 1958.
- Сафронов М. А. Об использовании лесной типологии при организации хозяйства. «Лесн. хоз-во», 1960, № 3.
- Тягны-Рядно М. Г. Микрофлора почвенных агрегатов и питание растений. Сообщение на Всесоюз. микробиол. конф. в г. Ленинграде в 1959 г. «Изв. АН СССР», серия биол., 1962, № 2.
- Творогова А. С. О микрофлоре верхних горизонтов почвы луговиковых и кипрейнополовых вырубков. В кн.: «Основы типологии вырубков и ее значение в лесном хозяйстве», Архангельск, 1959.
- Худяков Я. П. Периодичность микробиологических процессов в почве. «Тр. Ин-та микробиологии АН СССР», вып. 5, 1958.
- Шумаков В. С. Лесные культуры и плодородие почвы. «Лесн. хоз-во», 1959, № 5.
- Boroccio Aldo. Dattivita catalasica del suolo come indice biopedologico di fertilita. *Agrochimica* 2, № 3, 1958.
- Conn H. I. Are spore-forming bacteria of any significance in soil under normal condition. *N. V. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.*, № 51, 1916.
- Hofmann E. d. Enzymreaktionen und ihre Bedeutung für die Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit. *Zeitschr. für Pflanzenernähr., Düngung und Bodenkunde*, B. 56, H. 2, 1952.
- Hofmann E. d. Die Enzyme in Boden und ihre Bedeutung für seine. *Biologie und Fruchtbarkeit. Zeitschrift «Acker und Pflanzenbau»*, 100, № 1, 1955.
- Koepf H. Die biologische Aktivität des Bodens und ihre experimentelle Kennzeichnung. *Zeitschr. für Pflanzenernähr., Düngung und Bodenkunde*, B. 64, H. 2, 1954.
- Schaffer G. Atmungskurven des Bodens unter dem Einfluss Lungjähriger verschiedenartiger Düngung. *Zeitschr. für Pflanzenernähr., Düngung und Bodenkunde*, B. 67, H. 3, 1954.
- Scheffer F., Fwachtmann R. Erfahrungen mit der Enzymmethode nach Hofmann. *Zeitschr. für Pflanzenernähr., Düngung und Bodenkunde*, B. 62, H. 3, 1953.
- Wahhab A. Ahmad shah Borhari Soil fertility assesment by carbon dioxide evolution and field trials. *Pakistan Jour. Scient. Res.* 7, № 4, 1955.

Г. Ф. ВОЛОДИНА, А. М. ВОЛОДИН

ПОДЗОЛИСТЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ СОРТАВАЛЬСКОГО РАЙОНА И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПРИ ОКУЛЬТУРИВАНИИ

Районы нечерноземной полосы Советского Союза располагают большими резервами увеличения производства зерна и продуктов животноводства. Здесь колхозами, совхозами и подсобными хозяйствами используется всего 16% удобных земель, поэтому наряду с подъемом уровня культуры земледелия большое значение имеет подъем целинных и залежных земель и превращение их в культурные угодия. В отличие от других территорий этой зоны земельные фонды Карельской АССР освоены значительно меньше. Сельскохозяйственные угодия занимают здесь всего 2,1, а пашни 0,42% всей территории. Особенно слабо освоена северная часть Карелии. Южная часть республики (Сортавальский район и др.) отличается большей освоенностью территории, но и здесь есть еще большие резервные земельные фонды, которые могут быть использованы под пашню.

В данной статье ставится задача показать, как в условиях Сортавальского района проявляется природный почвообразовательный процесс под лесной растительностью на различных по механическому составу почвообразующих породах, а также как он изменяется под влиянием производственного воздействия человека на почву.

Материал для нашей статьи собран летом 1958 г. при крупномасштабном картировании почв в совхозах Сортавальского района, которое проводил отдел землеустройства Министерства сельского хозяйства КАССР. Образцы почв были проанализированы в почвенных лабораториях отдела землеустройства и Института леса Карельского филиала АН СССР.

Сортавальский район расположен в юго-западной части Карелии. Он занимает западное и северо-западное побережье Ладожского озера, которое оказывает большое влияние на климат, смягчает его континентальность.

Климат здесь умеренно-холодный. По агроклиматическому районированию Карелии Сортавальский район относится к четвертому агроклиматическому району. Это самый теплый район. По сравнению с другими районами Карелии здесь в течение всего года держится более высокая температура.

Период активной вегетации с температурой воздуха выше +5° составляет здесь 160 дней с общей суммой положительных температур 1950°, что на 200° больше, чем по всей южной части Карелии.

Период без заморозков длится в среднем 110—130 дней, превышая аналогичный период в других районах Карелии.

По данным метеорологической станции в г. Сортавале, средняя месячная температура здесь в апреле $+1,4$, в мае $+8,1$. В апреле начинается интенсивное таяние снежного покрова. Суммарная радиация в апреле почти в два раза больше суммарной радиации за все зимние месяцы. К концу апреля снег стает. В начале мая среднесуточная температура воздуха переходит через $+5$, а в июне через $+10$. В мае температура ниже 0° наблюдается редко.

Лето в Сортавальском районе получает столько тепла, сколько умеренные широты Советского Союза. Наиболее высокая температура отмечается в июле ($+17^\circ$). В этом районе в период с устойчивыми температурами выше $+10^\circ$ выпадает около 250 мм осадков при годовой их сумме до 600 мм. Это самое большое количество осадков по Карелии.

За холодный период здесь выпадает 219 мм осадков или 36% от годового количества. За теплый период (апрель — сентябрь) выпадает 386 мм, или 64%. Наибольшее количество осадков приходится на август-сентябрь, наименьшее — на апрель. Испарение с почвы составляет 250 мм в год.

Таким образом, рассматривая климат в Сортавальском районе как фактор почвообразования, необходимо отметить, что такое сочетание температур и осадков создает условия для накопления поверхностных вод на слабоводопроницаемых грунтах.

Рельеф территории Сортавальского района резко пересеченный с колебаниями относительных высот, достигающих 50—60 и редко 100 м. Здесь наблюдается чередование плоских равнинных участков и обнаженных скалистых возвышенностей. Пониженные участки представляют собой довольно обширные террасированные равнины с абсолютными отметками, не превышающими 20—30 м. Основные формы рельефа здесь — это гряды (сельги) и разделяющие их долинообразные межсельговые понижения. Общая ориентировка всех форм рельефа как положительных, так и отрицательных, наблюдается главным образом с северо-северо-запада на юго-юго-восток и с севера на юг.

Гидрографическая сеть на данной территории представлена озерно-речными системами, имеющими сток в Ладожское озеро. Ориентированность озер совпадает с общей ориентировкой рельефа. Реки отличаются слабой разработанностью своих долин.

В геологическом отношении территория Сортавальского района представлена древними кристаллическими докембрийскими образованиями, перекрытыми четвертичными отложениями. Докембрийские образования подразделяются на архейские и протерозойские. Первые из них представлены гнейсо-гранитами, вторые — гранитом рапаккиви. Выходы этих пород на поверхность наблюдаются в форме скалистых гряд.

Мощность четвертичных отложений неравномерна и находится в зависимости от рельефа коренных пород. На возвышенностях она равна всего 2—3 м, тогда как в долинообразных понижениях увеличивается до 10—15 м. Возвышенные части коренного рельефа покрыты мореной, которая представлена валунными несортированными и флювиогляциальными зандровыми песками, а пониженные участки выполнены в основном озерно-ледниковыми песчаными и песчано-глинистыми отложениями.

Механический состав почвообразующих пород приведен в табл. 1.

Озерно-ледниковые образования представлены тяжелыми пылеватыми суглинками, местами переходящими в глины. Суглинки имеют слоистое сложение. Содержание физической глины достигает 75,88% в глинах и 48,88 в суглинке. Песчаная фракция (размер частиц 1—0,05)

Таблица 1

Данные механического анализа почвообразующих пород

Почвообразующая порода	Глубина взятия образца, см	Частицы различного размера, мм, %							
		1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	менее 0,001	физич. песок	физич. глина
Суглинок пылеватый	140—150	0,2	16,14	17,16	21,01	34,47	11,02	16,34	72,64
Суглинок пылеватый	180—185	0,2	5,76	50,71	9,9	20,04	13,39	5,96	80,65
Глина пылеватая	130—140	0,2	2,61	21,51	8,62	38,91	28,35	2,61	69,04
Супесь	80—90	3,4	74,91	19,5	2,29	4,22	1,68	78,31	20,01

Примечание. Данные Северолодской географической экспедиции ГЭНИИ и ЛГУ, 1950—1953 гг.

составляет в среднем 2—6, в отдельных случаях достигает 16,34%. Такое значительное содержание глинистых частиц в породах свидетельствует об их плохих фильтрационных свойствах.

В почвообразующих породах легкого механического состава содержание физического песка достигает 78,31%, причем фракция пыли составляет 20,01%.

На почвообразующих породах тяжелого механического состава формируются подзолистые суглинистые, на породах легкого механического состава — подзолистые гумусо-железисто-иллювиальные почвы. Климатические условия, механический состав почв и подстилающих пород, а также рельеф местности обуславливают небольшое разнообразие типового состава леса. В основном Сортавальский район является лесным. 67% всей территории находится под лесом, 3,6 под болотами, 1 под вырубками и кустарником, 8,5 под водоемами, 13% представляют собой сельскохозяйственные угодия, а 4,3% пашни.

Леса представлены в основном еловыми и сосновыми ассоциациями. Сосновые леса распространены главным образом на вершинах песчаных холмов и гряд и на слабо всхолмленных участках, сложенных песчаными наносами. В сосновых лесах, на отложениях с повышенным содержанием песчано-пылеватых частиц, встречается и травянистая растительность. Коренные насаждения наблюдаются на скалистых возвышенностях, где развиваются сосняки лишайниковые и их послепожарные варианты — сосняки-верещатники. Сосновые леса больше распространены в северной части района. На дренированных местах растут ельники-брусничники, кисличники. Встречаются также небольшие массивы ельников долгомошно-сфагновых. Они приурочены к плоским западинам озерных равнин. Все эти леса — первичные.

На территории Сортавальского района широко распространены леса, носящие вторичный характер. Древняя полевая культура, выборочные и сплошные рубки, уничтожая и изреживая коренные хвойные леса, способствовали осветлению последних или возникновению производных мелколиственных лесов с хорошо развитым травяным покровом. Это — смешанные березово-еловые и березово-сосново-еловые леса. На вторичность березняков указывает постоянное присутствие подроста

ели, а также участие в травяно-кустарниковом ярусе березовых лесов обычных спутников ели — черники, брусники, ландыша, грушанок.

В местах с наиболее богатыми условиями увлажнения развиваются сероольшаники.

Естественные луга на территории Сортавальского района встречаются редко. Они расположены в основном узкими полосами вдоль русел рек, где насаждения были вырублены. Небольшие участки их встречаются также по луговым опушкам леса. Это главным образом бедно-разнотравные щучники. Смешанные березово-сосново-еловые леса в основном приурочены к подзолистым суглинистым почвам, которые характеризуются резрезом № 16.

Разрез № 16

Заложен в 15 км от пос. Хийтола и в юго-западном направлении, на середине пологого склона.

Смешанный лес с хорошим травостоем.

A_0 0—1 см лесная подстилка из опада листьев.

A_1A_2 1—14 см средний суглинок буровато-серого цвета комковато-зернистой структуры, слабо уплотнен; переход в следующий горизонт заметен по цвету.

A_2 14—18 см средний суглинок белесовато-палевого цвета с ржавыми мазками, плотный, мелкой ореховато-пластинчатой структуры; переход к следующему горизонту постепенный.

B_1 18—32 см средний суглинок буровато-палевого цвета, плотный ореховатой структуры; переход к следующему горизонту заметен по цвету.

B_2 32—55 см плотный тяжелый суглинок оливкового цвета, бесструктурный; переход к следующему горизонту заметный.

C 55—85 см плотный тяжелый суглинок, палево-бурого цвета, плитчатой структуры.

Из данных механического анализа (табл. 2) видно, что по всему профилю почвы заметно высокое содержание пылеватой фракции (0,05—0,001), составляющее 70,23% на глубине 70—80 см, причем из всех пылеватых фракций преобладает крупная пыль, тогда как в иллювиальном горизонте мелкая.

Таблица 2

Механический состав среднеподзолистой суглинистой почвы разреза № 16,

Горизонт	Глубина извлечения образца, см	Частицы различного размера, мм, %								пыль
		1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	менее 0,001	физич. песок	физич. глина	
A_1	1—11	10,20	13,93	43,82	10,39	15,42	5,74	24,13	32,05	70,13
A_2	14—18	8,15	20,56	32,94	10,93	18,36	9,86	28,61	39,15	52,25
B_1	20—30	1,6	10,30	19,46	15,64	38,40	14,66	11,90	68,70	73,50
B_2	40—50	1,75	20,44	21,13	14,83	30,96	12,74	22,19	58,58	66,97
C	70—80	1,80	10,34	33,41	17,34	19,48	18,63	12,14	55,45	70,23

Содержание физической глины по профилю возрастает значительно, достигая в иллювиальном горизонте 68,70%.

Таким образом, данная почва является пылеватоглинистой с довольно высоким содержанием коллоидной фракции (частицы $<0,001$).

Как видно из данных химического анализа (табл. 3), содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте достигает 5%. По профилю наблюдается резкое падение содержания перегноя, причем в подзолистом горизонте гумуса значительно больше, чем в почвообразующей породе. Количество общего азота в верхнем горизонте 0,28%, что согласуется с содержанием в нем гумуса. Содержание поглощенных катионов коррелирует с данными механического анализа. Из обменных катионов преобладают кальций и магний. Их величины колеблются в пределах от 6 до 32 м/экв. По профилю почвы наблюдается увеличение поглощенных катионов. Количество обменного водорода незначительное. В основном обменная кислотность обусловлена алюминием и с глубиной уменьшается.

Верхние горизонты характеризуются значительной кислотностью (рН 4,2).

При переходе в иллювиальный горизонт отмечается падение кислотности. С глубиной уменьшается и гидролитическая кислотность, которая в верхнем горизонте достигает 16 м/экв. На суглинистых почвах степень насыщенности основаниями увеличивается вниз по профилю.

Вынос подвижного железа в нижние горизонты говорит о наличии процесса разрушения алюмосиликатной части почвы.

В отношении обеспеченности почвы подвижными формами питательных веществ следует отметить значительное содержание фосфора по всему почвенному профилю. Содержание подвижного калия небольшое. Легкогидролизуемый азот в перегнойно-аккумулятивном горизонте достигает 12,46 мг, постепенно падая с глубиной.

Сосновые леса, широко распространенные в Сортавальском районе, приурочены в основном к подзолистым почвам легкого механического состава.

Для характеристики подзолистой гумусо-железисто-иллювиальной почвы приводим морфологическое описание разреза № 189.

Разрез № 189

Заложен в 4 км к северу от Маткасельки на верхней трети пологого склона. Сосновый лес IV бонитета с покровом из полукустарничка брусники.

A_0 0—3 см лесная подстилка, коричневая, рыхлая.

A_1 3—13 см бесструктурный горизонт темно-серого цвета с белыми зернами кварца, супесчаный, рыхлый; переход к следующему горизонту выражен ясно.

A_2 13—21 см горизонт белесого цвета, супесчаный; переход в следующий горизонт резкий по цвету.

B_1 21—46 см горизонт охристо-ржавого цвета, супесчаный, бесструктурный; переход к следующему горизонту постепенный по цвету.

B_2 46—59 см палево-серый, супесчаный, завалуненный горизонт.

C 59—85 см желтовато-серая, грубозернистая, завалуненная супесь.

По механическому составу подзолистая гумусо-железисто-иллювиальная почва резко отличается от предыдущей почвенной разности. Здесь преобладают фракция мелкого песка и крупной пыли (табл. 4).

Содержание физического песка по профилю почвы колеблется от 35 до 58%. Частицы пылеватой фракции (0,05—0,01) составляют

Общая химическая характеристика подзо

№ разреза	Название почвы	Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Азот, %	рН (КСИ)	Обменная кислотность по Соколову, м/экв. на 100 г		
							Н	Al	H+Al
16	Среднеподзолистая на ленточной глине	A ₀	0-1	30,02	—	4,3	1,27	0,69	1,96
		A ₁	1-11	5,00	0,28	4,2	0,14	1,06	1,20
		A ₂	14-18	1,19	0,070	4,2	0,05	0,59	0,64
	Сосново-березовый лес	B ₁	20-30	0,60	0,027	4,8	0,12	0,29	0,41
		B ₂	40-50	0,83	0,055	4,6	0,18	0,10	0,28
		C	70-80	0,36	0,022	4,8	0,08	0,04	0,12
189	Подзолистая гумусо-железисто-иллювиальная на супеси завалуненной	A ₀	0-3	25,92	—	4,4	1,92	0,54	2,46
		A ₁	3-13	4,57	0,230	4,0	0,08	2,14	2,22
		A ₂	15-20	0,74	0,047	4,0	0,07	0,63	0,70
	Лес сосняк-брусничник	B ₁	30-40	2,86	0,068	4,6	0,09	0,17	0,26
		B ₂	45-55	0,94	0,042	4,8	0,035	0,078	0,133
		C	60-70	0,21	0,015	4,8	0,059	0,15	0,209

Механический состав подзолистой гумусо-

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Частицы				
		7-5	5-3	3-1	1-0,25	0,25-0,05
A ₁	3-13	—	—	—	6,0	52,61
A ₂	15-20	—	—	—	7,36	47,37
B ₁	30-40	—	—	—	9,21	48,53
B ₂	45-55	1,84	—	2,05	10,00	25,73
C	60-70	4,77	21,16	—	22,61	23,72

3,48% в верхнем горизонте, увеличиваясь вниз по профилю до 55,38%. В почвообразующей породе содержание их резко падает до 17,88%.

Содержание физической глины незначительное. Ее несколько больше в верхнем горизонте, чем в почвообразующей породе.

В соответствии с изменением механического состава наблюдаются иные химические свойства подзолистой гумусо-железисто-иллювиальной почвы по сравнению с подзолистой суглинистой почвой. Наибольшее содержание органического вещества наблюдается в лесной подстилке, почти совершенно не разложившейся (табл. 3). Содержание гумуса в горизонте A₁ составляет 4,57%, т. е. несколько меньше, чем в суглинистой почве. Для этой разности характерно накопление гумуса в иллю-

Таблица 3

листых лесных почв Сортавальского района

Обменные катионы, м/экв. на 100 г			P ₂ O ₅ , мг на 100 г	K ₂ O, мг на 100 г	Легкогидрол. азот, мг на 100 г	Гидролитич. кислотность, м/экв. на 100 г	Сумма поглощенных оснований, м/экв. на 100 г	Степень насыщенности основаниями, %	Подвижное Fe ₂ O ₃ , мг на 100 г	Сумма полуторных окислов, %
Ca	Mg	Ca+Mg								
21,18	3,96	30,14	—	—	—	—	—	—	—	—
3,83	2,21	6,04	25,0	8,4	12,46	16,04	3,96	20,0	67,86	0,85
2,85	1,97	4,82	20,0	7,0	9,76	7,51	15,46	67	78,44	0,76
4,82	4,18	9,00	20,0	5,0	7,59	3,58	8,75	71	62,12	0,59
16,80	15,52	32,32	20,0	6,7	4,34	4,58	17,52	79	54,47	1,79
9,59	9,89	19,48	25,0	5,25	5,42	2,84	17,67	85	80,58	1,13
17,90	11,0	28,9	—	—	—	—	—	—	—	—
1,64	0,51	2,15	сл.	нет	10,4	16,24	7,22	30	96,73	1,12
1,53	0,68	2,21	сл.	нет	3,7	7,92	6,74	46	21,69	0,35
0,99	0,47	1,46	сл.	нет	17,7	6,70	8,08	54	31,14	1,80
0,95	0,44	1,39	2,5	нет	5,8	3,86	6,74	63	51,39	1,44
0,81	0,59	1,40	12,5	нет	3,1	3,65	6,26	63	31,36	0,83

Таблица 4

железисто-иллювиальной почвы разреза № 189

различного размера, мм %

0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	Менее 0,001	Физич. песок	Пыль	Физич. глина
35,25	0,34	0,89	4,92	58,61	36,48	6,15
40,93	2,67	0,64	1,01	54,73	44,24	8,34
37,67	1,36	0,35	2,88	57,74	39,38	4,59
51,65	1,85	1,88	2,00	35,73	55,38	5,73
17,08	0,16	0,58	3,84	52,33	17,82	4,58

виальном горизонте (2,86%), тогда как на глубине 15-20 см (подзолистый горизонт) его всего 0,74%.

Аналогично изменяется содержание общего азота по профилю почвы.

Характерные данные нами получены также в результате определения поглощенных оснований в описываемых почвах.

Почвенные горизонты и материнская порода характеризуются незначительным содержанием обменных кальция и магния. В верхнем горизонте сумма их составляет всего 2,15 м/экв. на 100 г. Необходимо отметить, что в подзолистом горизонте содержание поглощенных оснований составляет 2,21 м/экв., т. е. в несколько раз больше, чем в мате-

ринской породе. Обменная кислотность выражена в основном алюминием.

Величина рН с глубиной увеличивается от 4,0 в верхнем горизонте до 4,8 в горизонте С.

Гидролитическая кислотность вниз по профилю уменьшается. Следует отметить, что в исследуемой почве подвижное железо накапливается в иллювиальном горизонте, что связано с перегнойными кислотами, которые могут растворять и переносить большое количество железа в устойчивой форме.

В тесной связи с легким механическим составом находится незначительное содержание подвижных питательных веществ, за исключением легкогидролизуемого азота в иллювиальном горизонте в количестве до 17,7 мг на 100 г почвы.

Химические свойства описанных разностей значительно изменяются при их окультуривании. Прежде всего изменяется морфологический профиль почвы. Подзолистый горизонт морфологически не выражен. Мощность перегнойно-аккумулятивного горизонта увеличивается на песках до 25—27, на суглинках до 20—22 см.

Для морфологической характеристики окультуренной слабоподзолистой суглинистой почвы на ленточном суглинке приводим описание разреза № 14.

Разрез № 14

Заложен в 5 км к северо-западу от пос. Хийтола на середине довольно пологого склона северной экспозиции. Пашня с посевом гороха и овса. А_{пах.} 0—19 см среднесуглинистый, слабо уплотненный горизонт серого цвета, непрочной комковатозернистой структуры; переход к следующему горизонту по цвету постепенный.

В 19—58 см плотный, среднесуглинистый горизонт серовато-оливкового цвета, ореховатой структуры; переход в следующий горизонт постепенный.

С 58—80 см плотный тяжелый суглинок темно-оливкового цвета ореховатоплитчатой структуры, книзу плитчатой (полосы бурого цвета).

Из табл. 5 видно, что содержание гумуса в горизонте А_{пах} несколько увеличивается. При этом нужно учитывать равномерное распределение его по всей толщине пахотного горизонта, мощность которого значи-

Общая химическая характеристика окультуренной

Название почвы	Обозначение горизонта	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Азот, %	рН (КСИ)	Обменная кислотность по Соколову, м/экв. на 100 г		
						Н	Al	Н+Al
Слабоподзолистая на ленточном суглинке	А _п	0—10	5,66	0,20	4,6	0,10	0,43	0,53
	В	35—45	0,33	0,02	4,2	0,11	0,22	0,33
	С	70—80	0,15	0,04	4,4	0,07	0,02	0,09

тельно больше, чем перегнойно-аккумулятивного горизонта лесной почвы. Величина обменной кислотности в пахотном горизонте уменьшается. Соответственно уменьшается и величина гидролитической кислотности. Степень насыщенности основаниями увеличивается. Обменная кислотность определяется подвижным алюминием, но сумма обменного водорода и алюминия заметно уменьшается. Небольшие изменения наблюдаются в содержании обменных оснований.

Количество общего азота в пахотном горизонте уменьшается, тогда как ясно возрастает содержание легкогидролизуемого азота. Это связано с уменьшением кислотности в пахотном горизонте. Содержание подвижного железа в пахотном горизонте значительно уменьшается. Почвообразующая порода (ленточные суглинки) содержит значительное количество подвижных форм фосфорной кислоты (40—50 мг на 100 г почвы). Поэтому пахотный горизонт хорошо обеспечен фосфором.

Подвижный калий накапливается в верхнем горизонте, с глубиной его содержание уменьшается.

Аналогичные изменения наблюдаются при окультуривании подзолистых гумусо-железисто-иллювиальных почв. Примером может служить морфологическое описание разреза № 81.

Разрез № 81

Заложен в 3 км к северу от поселка Маткаселька на верхней трети очень пологого склона северо-западной экспозиции. Пашня (картофель). А_{пах.} 0—24 см слабо уплотненный горизонт бурого цвета, супесчаный, бесструктурный.

В 24—53 см бесструктурный горизонт супесчаный охристо-ржавого цвета; встречается галька.

С 53—75 см завалуненная супесь палевого цвета.

Из данных табл. 6 видно, что при окультуривании в этих почвах наблюдается увеличение гумуса в пахотном горизонте, увеличение степени насыщенности основаниями, уменьшение кислотности.

Величины суммы обменных оснований и легкогидролизуемого азота возрастают по сравнению с суглинистой разновидностью. Резко уменьшается содержание подвижного железа.

Подвижных форм фосфорной кислоты в верхнем горизонте мало; подвижный калий отсутствует по всему профилю почвы, что связано с легким механическим составом почвы.

Таблица 5.

слабоподзолистой суглинистой почвы (разрез № 14)

Обменные катионы, м/экв. на 100 г			Р ₂ O ₅ , мг на 100 г	K ₂ O, мг на 100 г	Легкогидролизуемый азот, мг на 100 г	Гидролитич. кислотность, м/экв. на 100 г	Сумма поглощенных оснований, м/экв. на 100 г	Степень насыщенности почвы основаниями, %	Fe ₂ O ₃ подвижное, мг на 100 г	Сумма полуторных окислов, %
Ca	Mg	Ca+Mg								
3,84	2,07	5,91	25,0	14,0	16,3	7,35	10,32	59	45,46	0,97
3,81	3,28	7,09	35,0	6,7	5,42	6,82	14,78	79	86,67	0,75
6,52	7,79	14,31	50,0	5,0	6,51	1,59	14,20	90	152,29	0,86

Общая химическая характеристика окультуренной подзо

Название почвы	Обозначение горизонта	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Азот, %	pH (KCl)	Обменная кислотность по Соколову, м/экв. на 100 г		
						H	Al	H+Al
Подзолистая гумусо-железисто-иллювиальная на валунной супеси	Ап	0—10	4,65	0,12	4,3	0,11	0,61	0,72
	В	25—35	0,85	0,03	5,4	0,09	0,21	0,30
	С	65—75	0,39	0,009	5,6	0,055	0,009	0,064

ВЫВОДЫ

1. На территории Сортавальского района формируются почвы с довольно различными свойствами в зависимости от характера почвообразующих пород и состава растительности.

2. На почвообразующих наносах легкого механического состава с высокой водопроницаемостью при большой степени увлажнения атмосферными осадками образуются подзолистые гумусо-железисто-иллювиальные почвы.

3. Легкий механический состав этих почв обуславливает быстрое вымывание питательных веществ, что приводит к формированию почв с низким естественным плодородием.

Содержание подвижных форм фосфора и азота в них незначительное, подвижный калий отсутствует. Поэтому такие почвы более целесообразно использовать как лесные угодия.

4. На ленточных суглинках, глинах, имеющих большое распространение в указанном районе, формируются подзолистые суглинистые почвы различной степени оподзоленности.

5. Поглощающий комплекс ленточных суглинков состоит в основном из обменных катионов (кальция и магния) при незначительном содержании обменного водорода. Почвы, формирующиеся на этих породах, отличаются значительным потенциальным плодородием. Они обеспечены подвижным фосфором и азотом, поэтому являются наиболее благоприятными для сельскохозяйственного использования в районе.

6. При окультуривании этих разновидностей почв плодородие их повышается, о чем говорит уменьшение кислотности в пахотном горизонте и увеличение содержания легкогидролизуемого азота.

ЛИТЕРАТУРА

Барановская А. В., Перевозчикова Е. М. Краткая характеристика условий почвообразования и природных районов южной Карелии. «Тр. Карел. филиала АН СССР», вып. 9, 1957.

Завалишин А. А. К характеристике основных подтипов почв лесной зоны Европейской части СССР. В кн.: «Сборник работ Центрального музея почвоведения им. В. В. Докучаева АН СССР», вып. 1, 1959.

Таблица 6
листой гумусо-железисто-иллювиальной почвы (разрез № 81)

Обменные катионы, м/экв. на 100 г			P ₂ O ₅ , мг на 100 г	K ₂ O, мг на 100 г	Легкогидролизуемый азот, мг на 100 г	Гидролитич. кислотность, м/экв. на 100 г	Сумма поглощенных оснований, м/экв. на 100 г	Степень насыщенности почвы основаниями, %	Fe ₂ O ₃ подвижное, мг на 100 г	Сумма полугорючих окислов, %
Ca	Mg	Ca+Mg								
3,42	3,90	7,32	6,25	нет	24,2	5,95	7,23	63	50,16	1,01
0,82	2,18	3,00	12,5	нет	7,2	2,27	5,16	83	42,49	1,07
0,72	1,52	2,24	15,0	нет	4,2	1,57	6,44	81	33,48	0,82

Завалишин А. А., Надеждин Б. В. К вопросу преобразования лесных подзолистых почв под влиянием культуры. «Почвоведение», 1952, № 11.
Марченко А. И. Районирование территории и характеристика пахотных почв Карельской АССР. В кн.: «Сборник работ Центрального музея почвоведения им. В. В. Докучаева АН СССР», вып. 2, 1957.

А. В. МИЗЕРОВ

О НЕКОТОРЫХ НАРУШЕНИЯХ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
КАРЕЛИИ

Почвенный покров Карелии характеризуется большой пестротой и в некоторых случаях нарушен даже под пологом лесной растительности. Причины, обуславливающие пестроту и неоднородность местного почвенного покрова, многообразны. Они определяются составом материнских и подстилающих пород, степенью выветривания, характером рельефа, условиями увлажнения, историей развития рельефа и почвенных образований, особенностями растительного покрова, характером и степенью воздействия на почву хозяйственной деятельности человека.

Как показали недавние специальные исследования И. Г. Розмахова и С. И. Юркина (1959), неоднородность почвенного покрова под лесом в пределах одного местообитания усугубляется еще комплексностью, которая обусловлена неравномерным распределением корневых систем групп древостоя различного возраста и воздействием ветровала.

Пестрота местного почвенного покрова обуславливается, кроме того, и различными видами или процессами его нарушения, имеющими повсеместное и частое распространение. Эти процессы своеобразно воздействуют на почвенный профиль: они обычно делают его резко несхожим с профилем нормальной, ненарушенной почвы.

Подобные нарушения, хотя и часто встречаются, но далеко не всегда учитываются при описании и характеристике почв и почвенного покрова даже специалистами почвоведов. Иногда эти нарушения объясняются неправильно, и это приводит к искаженным представлениям о морфологических и генетических особенностях и типологической принадлежности данного почвенного профиля и, следовательно, к неправильным представлениям о направлении современных почвообразовательных процессов, а отсюда и к неправильным лесоводственным и агропроизводственным заключениям.

Учет этих нарушений, таким образом, не только важен, но и необходим в практике сельского и лесного хозяйства и лесокультурного дела, особенно при закладке опытных участков и древесных питомников.

В местной литературе неоднократно указывалось на нарушения естественного почвенного покрова и изменение лесных почв б. Олонецкой губернии и современной Карелии в результате пожаров, смыва, размыва, выдувания и производственной деятельности человека (Валентик, 1950, 1953, 1957; Вебер, 1913; Овсянников, 1899).

Еще в прошлом веке А. А. Иностранцев (1887) указывал на наличие на территории б. Повенецкого уезда таких процессов нарушения почв, как выворачивание валунов корневой системой деревьев с после-

дующим образованием здесь ям и постепенным замыканием последних почвенной массой, выворачивание деревьев с корнем речной водой при половодье, подмывание речных берегов, смыв почвенно-грунтовых масс с повышенных участков водоразделов и частичное их отложение в нижних частях расчлененного рельефа.

И. С. Поляков (1886) наблюдал наличие овражков в юго-восточной части б. Олонецкой губернии, на территории современного Пудожского района.

И. Я. Валентик (1950, 1957), подытоживая наблюдения лесоводов, сообщает о наличии процессов смыва, оползней, заиления и обмеления рек в результате эрозии, об остекленении почвы при сильном ее прожигании (1950), о процессах выжимания почвенным льдом верхних слоев почвы при их замерзании на местообитаниях с избыточным увлажнением.

И. А. Кищенко (1915) констатировал процесс расширения области дюн на берегах Ладожского озера и засыпание песком сосновых рошчи, в связи «с оголением из-под леса почвы» (стр. 58).

С. Ф. Егоров и С. Н. Недригайлов (1930), характеризуя рельеф почвы и генезис о-ва «Русский Кузов» на Белом море (против г. Кемь), приходят к выводу, что более однородный состав песков в верхней части их сплошного распространения следует объяснить «вымыванием глинистых частиц вниз по склонам» и что «подобное же явление имеет место в соседних частях Карелии, где оно констатировано А. А. Иностранцевым» (стр. 148—149).

Следует подчеркнуть особую заслугу А. А. Красюка (1933), который впервые в литературе по почвоведению Европейского севера при разработке классификации почв смытые, намытые и недоразвитые почвы эрозионных форм рельефа выделил в особую (VI) классификационную группу (стр. 131).

В. Д. Лопатин (1953), анализируя сельговый ландшафт Карелии, делает вывод о наличии смыва мелкоземлисто-го материала с вершин и склонов сельг за счет сбрасывания ими 40—70% атмосферных осадков в межсельговые понижения.

Ф. С. Яковлев (1955) отмечает, что сплошные рубки леса в Карелии влекут за собой частичное уничтожение почвенного покрова.

В перечисленных работах наличие процессов нарушений лесных почв и почвенного покрова в условиях Карелии отмечается, по понятным причинам, лишь в общей форме, без приведения фактического материала и данных наблюдений.

Материалом для предлагаемой статьи послужили наблюдения автора, произведенные в 1959 г. в ряде районов средней и главным образом южной части Карелии.

Аналитические данные получены в лаборатории почвоведения и агрохимии Института биологии Карельского филиала АН СССР (аналитики В. К. Куликова и Т. Н. Погодина).

Во время исследования было установлено, что причинами нарушений почвенного покрова под лесной растительностью Карелии, кроме упомянутых ветровалов, являются еще следующие: процессы смыва почв и погребения их делювиом и различные формы проявления деятельности человека, которые, как известно, объединяются в понятие антропогенных нарушений. К ним относятся распашка почвы с последующим вторичным облесением, нанос грунта для использования его в качестве пахотного слоя, нарушения в результате военных действий (так называемая военная эрозия) и поранения почвы при трелевке деревьев с кронами.

Опишем характерные почвенные профили, нарушенные как природными, так и прямыми или косвенными антропогенными причинами.

На территории 114 квартала Педасельгского лесничества Прионежского района, на озерной террасе с ровным рельефом под ельником-черничником, с примесью сосны и березы бородавчатой, описан следующий своеобразный почвенный профиль (разрез 2 а).

A_0 0—4 см — елово-сосново-березовая подстилка рыхлая, сухая, плохо разложившаяся. Она постепенно переходит в темно-коричневый рыхлый влажный грубый гумус, пронизанный корнями. Ниже залегают минеральные горизонты, но явно нарушенные.

A_2 4—6 см — темно-серый, рыхлый, влажный, супесчаный, местами резко сужается или исчезает вовсе, и тогда грубогумусный слой непосредственно налегает на ржавый суглинистый вымывной горизонт; переход в следующий горизонт резкий.

B_1^*F 6—21—23 см — ржавый, слабо уплотненный, сырой, пронизанный корнями, легкосуглинистый. Книзу окраска светлеет. Нижняя и особенно верхняя границы очень неровные. Переход заметный.

A_2+B_2 23—25—29 см — пятно палево-серой, слабо уплотненной, сыроватой супеси (A_2), среди светло-ржавой легкосуглинистой массы; очевидно, B_2f .

BC 29—47 см — светло-ржавый, уплотненный, сырой, легкосуглинистый с небольшим количеством мелкой галечки.

47—60 см — палевый, с легким ржавым оттенком, уплотненный, супесчаный, с мелкой галечкой.

В районе оз. Лососинное Прионежского района под покровом ельника-черничника также было обнаружено, что вслед за горизонтом грубого гумуса идет ожелезненный иллювиальный горизонт, а ниже подзолистый, но окрашенный окислами железа в легкий охристый цвет.

Такое же нарушение обнаружено также прикопкой, заложенной на вершине увала в 8,5 км к югу от пос. Поросозеро Суоярвского района под покровом сосняка вересково-бруснично-лишайникового с участием березы. Здесь среди языковатого подзола встречены участки, где сразу под грубым гумусом залегает хорошо ожелезненный легкосуглинистый иллювиальный горизонт.

Приведенные примеры являются далеко не единичными, так как в условиях Карелии такого рода нарушения почв еловых лесов под влиянием ветровалов довольно часты и ими в какой-то мере затронута буквально вся зона распространения здесь незаболоченных ельников. Это подтверждается и лесоводственными наблюдениями. Так, например, Н. Осипов (1864) сообщает, что во второй половине прошлого века «лесные дачи Повенецкого, Пудожского, Петрозаводского и Каргопольского уездов загружены в полном смысле этого слова валежником» (стр. 126).

Л. Г. Гершанович также отмечает, что еловые насаждения «большей частью сильно засорены и захламлины валежником» (1916, стр. 29), а в Купецкой даче б. Пудожского уезда благодаря слабой ветроударности они «значительно изрежены» (стр. 48). На роль ветра как одного из важнейших факторов развития и эволюции лесных биогеоценозов указывает М. И. Сахаров (1947).

В связи с этим следует подчеркнуть, что с течением времени непрерывность указанного процесса, проявляющегося периодически в разных точках территории, занятой еловыми лесами, приводит к значительному нарушению почвенного покрова. Кроме того, при последующем лесовозобновлении, несомненно, происходит вторичное проявление подзоло-

* Степень иллювиальной железистости.

образовательного процесса, который начинает влиять и на вывернутый ветровалом ожелезненный иллювиальный горизонт (BF). Затем в случае перемещения при ветровале части горизонта A_2 под железисто-иллювиальный, в тех же условиях вторичного подзолообразовательного процесса наблюдается постепенный переход остаточного A_2 в горизонт B , а в последующем и в BF .

В результате этих постоянно протекающих почвообразовательных процессов в условиях инверсии — перемещения ветровальной эрозией — первичных генетических горизонтов профиля лесной почвы имеет место не только пестрота в мощности горизонтов, но и морфологически слабое проявление подзолообразовательного процесса, вследствие его непрерывного, но случайного нарушения.

Рельеф Карелии является заметно расчлененным. Значительная часть территории представлена здесь склонами разнообразной крутизны и экспозиции. Все это приводит к тому, что указанные геоморфологические условия создают обстановку, благоприятствующую проявлению таких эрозийных процессов, воздействующих на почву и почвенный покров, как смыв и намыв. Наши наблюдения позволяют сделать вывод, что на территории Карелии с расчлененным рельефом процессы смыва почвы происходят не только на пахотных угодьях, но и под лесной растительностью. Нередко наблюдаются также и процессы погребения почв делювиальными наносами.

Приводим описание характерных почвенных профилей, явно нарушенных смывом и намывом.

У южной окраины г. Сортавала (за Загородной улицей) на средней трети останцевого поднятия, имеющей уклон в 30—32°, под редким еловым лесом со злаковым покровом, описан следующий разрез смывной почвы (разрез № 12, табл. 1).

A_0A_1 0—1—2 см — светло-коричневый рыхлый, местами сильно задернелый, а местами совершенно не задернелый, мелкопорошистый сухой грубый гумус; переход в следующий горизонт резкий.

BF 2—10 см — ржавый с охристым оттенком, рыхлый или местами очень слабо уплотненный, тонкопорошистый, суглинистый. Пронизан корнями. Переход слабо заметный. Встречается дресва и в небольшом количестве щебень разного петрографического состава: кварц, гранит и слюдястый песчаник.

Bf C 10—19 см — охристо-ржавый, рыхлый, тонкопорошистый, суглинистый, почти сухой, слабо пронизанный корнями, с включением дресвы и мелкого щебня разного петрографического состава. Ниже сплошная плита слюдястого песчаника.

Этот профиль сформировался на элювии слюдястого сланца, обломки же гранита транспортированы сюда с вышележащей части склона, имеющего его выходы в результате как делювиального сноса, так и солифлюкции — сползания почвенно-грунтовых масс под влиянием силы тяжести.

Для него характерна высокая кислотность, в том числе и гидrolитическая, крайне низкая сумма и степень насыщенности основаниями и явно повышенное содержание гумуса в обоих горизонтах. Таким образом, все приведенные агрохимические показатели, кроме содержания гумуса, характеризуют эту почву как явно подзолистую.

В связи с этим возникает вопрос о причинах отсутствия здесь горизонта A_2 .

Некоторые исследователи подобные неоподзоленные или со следами вторичного оподзоливания почвы, нарушенные процессами смыва или вновь формирующиеся в результате намыва, относят к первичному под-

Данные анализа

Горизонт	Глубина взятия образца, см	pH солевое	Гидролитич. кислот., м/экв.	Гумус по Тюрину, %	Сумма пог-лощ. основ., м/экв.	Степень насыщен. основан., %	Потери при прокаливании, %	Содержание	
								SiO ₂	TiO ₂
BF	3—8	4,50	7,17	3,24	2,64	26,91	1,01	71,00	0,59
Bf C	14—19	4,59	5,74	2,15	2,91	33,64	0,87	68,83	0,59

типу кислых лесных неоподзоленных или даже к самостоятельному биоклиматическому типу бурых лесных почв. При этом подчеркивается, что такие почвы возникают в особых биоклиматических условиях, способствующих ослаблению подзолообразовательного процесса за счет усиленного накопления нейтрализующих оснований.

Между тем, такого рода почвы развиваются в тех же самых макро- и микроклиматических условиях, под одинаковой растительностью и на одних и тех же материнских и подстилающих породах. И только наличие необходимых условий для активного проявления плоскостного смыва (обычно после пожара, рубки, распашки или выпаса), удалившего оподзоленную часть почвенного профиля, приводит в конечном счете к образованию лесной неоподзоленной почвы. Вторичное же проявление подзолообразовательного процесса на ранее смытой и вновь залесенной почве, а также и на делювии, приводит, конечно, к морфологически весьма слабому проявлению этого процесса.

Наличие процессов смыва и намыва почвы хорошо прослеживается также на озах и сельгах. По нашим наблюдениям близ пос. Нелгомозера Кондопожского района, чем выше и круче склон сельги и чем реже покрывающая его древесная растительность, тем тоньше и слабее выражен подзолистый горизонт, который местами нередко исчезает вовсе. Взамен исчезнувшего — смытого горизонта A₂ — здесь обнажается ожелезненный иллювиальный горизонт ржавой, буро-ржавой и охристо-ржавой окраски. В противоположность покатой части склона сельги на пологом шлейфовидном ее основании нередко наблюдаются погребенные почвы с двумя и даже тремя однотипными профилями, расположенными один над другим.

В Петровском лесхозе Кондопожского района, близ упомянутого поселка Нелгомозера, нами описаны следующие профили погребенных почв типа маломощных ожелезненных супесчано-песчаных подзолов.

Разрез 1. Заложен в основании склона камового всхолмления южной экспозиции в 2—3°, под бруснично-вересково-лишайниковым сосняком. Почвенный профиль следующий. Ниже живого мохово-лишайникового покрова мощностью 3—4 см залегает тонкая, прерывистая корочка сухого, светло-коричневого грубого гумуса. Переход в следующий горизонт резкий, но неровный.

A₂ 0—2 см — светло-серый рыхлый супесчаный. Пронизан корнями. Переход неровный, но заметный.

A₂B 2—7 см — пятнистой окраски светло-ржавый фон с белесо-серыми, неправильно разбросанными крупными пятнами, рыхлый, сухой,

Таблица 1

почвы разреза № 12

окислов, % на воздушно-сухую почву									Сумма
Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₄	
9,34	8,97	0,01	2,61	3,12	2,12	0,84	0,12	0,07	99,83
11,17	8,94	0,01	3,51	3,07	1,96	0,65	0,18	0,13	99,81

тонкозернистый, супесчаный. Пронизан корнями. Переход неровный, но ясно заметный.

В 7—15 см — охристо-желтый, очень слабо уплотненный, тонко-супесчаный, с небольшим количеством угольков, слабо пронизан корнями. Переход постепенный, слабый, но заметный.

A₂ погребенный 15—20 см (современный A₂B) — палево-охристый с сероватым оттенком и с ясно заметными серыми некрупными пятнами, слабо уплотненный, супесчаный с включением угольков, местами часто разбросанных. Встречается небольшое количество тонких корней. Переход постепенный, но довольно ясный.

В погребенный 20—30 см — желто-охристый, слабо уплотненный и слабовлажный, супесчаный. В верхней части встречаются редко угольки и черные углистые точки. Единично — тонкие корни. Переход заметный, но не резкий.

BC погребенный 36—56 см — палево-желтый, уплотненный, влажный супесчаный. Переход слабо заметный. Книзу окраска ослабевает.

C₁ 56—65 см — желто-палевый с более яркими пятнами, уплотненный, влажный, супесчаный.

Как видим, описанный профиль является двойным: верхний (0—15 см) — современный, сформированный на намыве, явно оподзоленном делювиальном материале, нижний (15—56 см) — погребенный первичный. Наличие угольков в горизонтах B, A₂B и B погребенном указывает, что основной причиной процессов смыва-намыва является ранее прошедший пожар. Лесные пожары в Карелии на протяжении XIX и первой четверти XX века распространялись широко (Бузин, 1913; Левин, 1926; Потапов, 1913). По сообщению Л. А. Левина (1926), только за четыре года (1912—1914 и 1925) пожары охватили площадь около 400 тыс. га или 3% территории всей б. Олонецкой губернии.

Аналитические данные по разрезу № 1 приведены в табл. 2. Они указывают на повышение солевого pH, обменной и гидролитической кислотности и подвижного алюминия в горизонтах A₂ и A₂B погребенном по сравнению с соседними, что подтверждает элювиальную природу этих горизонтов, т. е. их оподзоленность. В то же время верхний намывной профиль характеризуется неравномерным механическим составом. В погребенном B содержание частиц физической глины больше, чем в A₂B и BC погребенных, что подтверждает иллювиальный характер этого горизонта.

В другом разрезе (разрез 1а) наблюдается более сложный профиль уже дважды погребенной почвы того же подзола. Этот разрез заложен также близ Нелгомозера на нижней трети склона в 2° сельгового поднятия,

Данные анализа

Горизонт	Глубина взятия образца, см	рН солевое	Гумус по Тюрину, %	Обменные основания			Кислотность	
				Са	Mg	Н	гидро- литич., м/экв.	обмен- ная, м/экв.
				в м/экв. на 100 г почвы				
A ₂	0—2	4,10	2,69	не опр.	—	не опр.	2,9412	0,7006
A ₂ B	3—6	4,50	2,11	1,9932	2,1602	2,8	1,7647	0,4672
B	10—14	4,80	1,02	1,0212	2,9358	1,6	1,3725	0,1308
A ₂ B погр.	16—19	4,75	1,21	1,6894	2,0031	1,0	1,4706	0,1682
B погр.	28—32	5,10	0,41	1,0211	1,3258	1,2	0,5882	0,0187
BC погр.	45—50	5,30	0,25	1,3059	1,0016	0,4	1,6667	0,0187
C ₁	60—65	5,20	0,20	8,3385	0,3927	0,4	1,0784	0,0187

возвышающегося над уровнем соседнего озера, примерно на 40 м. Выше расположенные части склона имеют уклон до 20°. Склон занят вырубкой бруснично-вересково-лишайникового сосняка. Приводим описание почвы.

A₀A₁ 0—1 см — темно-коричневый сухой грубый гумус.

A₂ 1—1,3—1,5—2,0 см — серо-белесый, сухой, рыхлый, мелкозернистый, песчаный. Несколько обогащен гумусом. Переход резкий. Нижняя граница неровная.

Bf 2,0—11 см — охристый, слабо влажный, тонкозернистый, несколько оглиненный, песчаный. Пронизан корнями. Переход резкий и неровный.

A₂ погребенный 11—14 см — белесо-палевый, рыхлый, влажный, песчаный, но несколько более грубый, чем в слое 2—11 см. Встречаются угольки и небольшое количество корней. Границы неровные. Переход резкий.

B погребенный 14—21 см — темно-охристый, рыхлый, влажный, мелкозернистый, песчаный, с небольшим количеством корней. Встречаются угольки. Границы резкие и неровные.

A₂ погребенный 21—25 см — палево-белесый, почти рыхлый, свежий, среднезернистый, песчаный. Встречаются корни. Границы неровные, волнистые. Переход резкий.

Bf погребенный 25—35 см — ярко-охристый, уплотненный, среднезернистый, песчаный. Переход постепенный, слабо заметный.

BC погребенный 35—45 см — охристо-желтый, довольно плотный, свежий, среднезернистый, песчаный.

В данном разрезе сочетается три неполных почвенных профиля типа ожелезненного подзола, из которых верхний — современный (0—11 см), а два нижних — погребенные. Характерно также, что наибольшая мощность горизонта A₂ и большая его оподзоленность свойственны самому нижнему погребенному профилю. Эти различия следует объяснить длительностью подзолообразовательного процесса.

Аналогичные профили погребенных намывом подзолистых почв описаны нами также в заказнике карельской березы, близ с. Спасская Губа Кондопожского района и в заказнике Рыборецком Прионежского района. В первом из упомянутых заказников описан следующий профиль

Таблица 2

почвы разреза № 1

Подвижи. АI по Соколо- ву, мг	Гиг- ро- скоп. влага, %	Механический состав, %							
		5—3	3—1	1—0,25	0,025— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	менее 0,001
5,7168	1,01	0,10	1,10	59,80	29,42	7,45	0,55	0,04	1,54
3,7845	2,57	0,05	1,05	12,85	66,71	15,11	0,19	1,06	2,98
1,0089	0,88	0,22	2,07	53,71	34,18	7,84	0,28	0,03	1,67
1,3455	0,95	0,08	2,02	17,52	63,12	13,98	0,39	0,69	2,20
нет	0,61	0,03	2,16	16,13	66,07	11,03	1,67	0,75	2,16
нет	0,23	0,05	1,62	34,22	54,92	6,65	0,01	0,03	2,50
0,0846	0,26	—	1,40	38,51	54,56	3,74	0,20	0,15	1,44

погребенной подзолистой почвы в основании склона оза в 2—3° под тра-
вяным ольхово-ивово-березовым лесом (разрез № 6, табл. 3).

A₀ — 1—0,5—0 см — подстилка с преобладанием листьев ольхи
и березы, рыхлая, слабо разложившаяся.

A₀A₁ 0—3 см — темно-коричневый, рыхлый, хорошо задернованный,
влажный, грубый гумус. Переход резкий.

Таблица 3

Данные анализа почвы разреза № 6

Горизонт	Глубина взятия образца, см	рН соле- вое	Гумус по Тю- рину, %	Обменные основания			Кислотность, м/экв. на 100 г почвы		Подвижи. АI по Со- колову мг на 100 г почвы
				Са	Mg	Н	гидро- литич.	обмен- ная	
				м/экв. на 100 г почвы					
А ₂	6—12	4,90	3,16	не опр.	не опр.	не опр.	4,9020	1,7195	15,0552
В	18—24	4,20	3,62	2,6511	0,2651	4,0	4,8039	0,8784	7,6536
А ₂ погр.	27—32	4,15	1,73	не опр.	не опр.	не опр.	2,6471	0,9719	8,4105
В погр.	38—45	4,10	1,47	1,6594	2,1602	3,1	2,7451	0,9719	8,4105
ВС погр.	48—54	4,25	1,41	1,6594	3,1912	2,1	2,6471	0,6728	5,1300

A₂ 3—15 см — серовато-палевый, местами с серыми пятнами, уплот-
ненный, влажный, пылевато-суглинистый, с наличием щебенки (35—
40%) глинистого сланца. Переход нерезкий.

B 15—26 см — желтый с охристым оттенком, уплотненный, слабо
влажный, пылевато-суглинистый, со щебнем и камнем (40%); пронизан
корнями. Переход постепенный.

A₂ погребенный 26—33 см — палево-светло-желтый, уплотненный,
слабо влажный, пылевато-суглинистый, со щебнем и камнем
(40—50%); слабо пронизан корнями. Переход постепенный.

B₁ погребенный 33—47 см — желтовато-бурый, слабо-уплотненный
и слабо влажный, тонкопорошистый, суглинистый, со щебнем и камнем
(60—65%). Переход постепенный, но заметный.

BC 47—55 см — светло-коричневый с желтым оттенком, слабо уплотненный, слабо влажный, тонкопорошистый, суглинистый, с обилием щебня и камней (70—80%).

В основном и в этом разрезе отмечается та же закономерность, что и в разрезе 1: возрастание солевой, гидролитической и обменной кислотности и подвижного алюминия в оподзоленных горизонтах как первичного, так и вторичного почвенных профилей.

В заповеднике «Кивач» описан следующий профиль подзолистой грубогумусной почвы тяжелого механического состава (описание 190).

$A_0 + A_0A_1$ 0—3—5 см — красновато-коричневая, уплотненная, пронизанная корнями полуразложившаяся подстилка с частицами грубого гумуса. Резко отделяется от нижеследующего горизонта.

A_2g 5—12—15 см — серовато-желтовато-палевая, уплотненная, сырая, мелкокомковатая легкая глина, довольно густо пронизанная корнями. Переход слабо заметный.

Bg 15—20 см — палево-светло-желтая с ржавым оттенком, мокрая (сочится вода), уплотненная, неясно-комковатая глина, с небольшим количеством корней. Встречен уголек диаметром 1 см. Переход слабо-заметный.

BCg 25—40 см — палево-светло-серая, плотная, вязкая, сырая, грубокомковатая с ржавыми пятнами глина. Сочится вода. Переход слабо-заметный.

C_1g 40—60 см — коричневатопалевая со светло-ржавыми пятнами, плотная, сырая, грубокомковатая глина. На дне разреза вода.

Уже при морфологическом анализе данного профиля отмечалось несоответствие окраски горизонтов BC и C их генетической сущности, а именно: горизонт BC выделяется своим ясно серым оттенком, который обычно ему не свойствен, а горизонт C имел явно охристую окраску, также обычно не свойственную ему, тем более в условиях оглеения.

Данный разрез заложен на средней трети склона в 5° юго-западной экспозиции; вышележащая часть этого склона более покатая. В настоящее время здесь травяно-бруснично-зеленомошный покров и смешанный лес (5ЕЗБ2С) с сомкнутостью крон 0,5—0,6.

Анализ почвенных образцов, взятых из разреза 3, заложенного на этом же склоне Т. И. Левкиной в 1958 г., характеризуется данными табл. 4.

Анализ почвы

Генетич. горизонт	Глубина взятия образца, см	pH солевое	Обменная кислотность, м/экв.			Потери от прокаливания, %	Гигроскопическая влага, %	Подвижные		SiO_2^*
			сумма	H	Al			Fe, мг на 100 г почвы	Al, мг на 100 г почвы	
A_0	0—5	4,20	—	—	—	28,62	8,14	3,75	—	66,44
A_2	7—14	3,83	2,02	0,087	1,941	6,61	1,64	126,75	17,46	68,0
B_1	25—33	4,52	0,24	0,058	0,185	2,22	0,69	93,75	1,66	69,10
B_2	50—60	5,50	0,05	0,039	0,019	2,91	1,25	184,5	0,17	67,77
BC	80—90	5,35	0,05	0,039	0,019	3,05	1,38	184,5	0,17	66,65
C_1	110—120	5,52	0,04	0,039	0,009	2,66	1,18	136,35	0,08	67,66

* SiO_2 и все остальные окислы даны в процентах на прокаленную безгумусную

Приведенные данные выявляют следующие особенности химизма. Горизонты B_1 и B_2 , свойственные этому профилю и являющиеся обмывными, имеют заметные различия в содержании окислов. В горизонте B_1 намного больше кремнезема, но меньше полуторных окислов алюминия и железа и окислов титана, марганца, магния, кальция и калия, тогда как в горизонте B_2 наблюдаются обратные соотношения. Горизонту B_1 свойственна также повышенная общая и обменная кислотность, наименьшие потери от прокаливания и наименьшее содержание подвижного железа. У горизонта B_2 обратные соотношения и по этим показателям.

Приведенные показатели позволяют с полным основанием заключить, что горизонт, названный нами B_1 , по данным химического анализа представляет собой погребенный горизонт A_2 , а горизонт, названный как B_2 , представляет собой погребенный же горизонт B_1 . Такая генетическая принадлежность указанных горизонтов и объясняет как морфологические, так и химические их особенности: осветленность окраски, обогащенность полуторакислами железа и алюминия и окислами других элементов, а также повышенная кислотность, свойственные элювиальному горизонту (A_2). Охристость, обеднение кремнеземом и обогащение другими окислами, в частности и особенно кальцием, пониженная кислотность и резко повышенное содержание подвижного железа, увеличение потерь от прокаливания и гигроскопической воды — все это типично для горизонта вмывания.

Внимательный морфологический анализ и данные по химизму этого профиля позволили, таким образом, вскрыть в нем не один, а два почвенных профиля. Сверху, на глубине 0—25 см, расположен намыв, подвергшийся вторичному оподзоливанию, а с глубины 25 см — погребенный первичный профиль подзолистой почвы.

На основании этого система генетических горизонтов данного профиля будет следующей: $A_0 + A_0A_1$ 0—5 см, A_2 вторичный 5—12—15 см, B_1 вторичный 15—25 см, A_2 погребенный 25—40 см, B_1 погребенный 40—60 см, B_2 погребенный — ниже 60 см.

Наличие погребенных профилей почв, как и смывных плоскостной эрозией — прямое доказательство непрерывного проявления процессов смыва и намыва в условиях положительных форм рельефа территории Карелии. Вместе с тем образование таких почв накладывает заметный

Таблица 4

разреза № 3

TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_4	Сумма
0,49	11,11	4,32	—	0,37	4,66	4,66	4,68	2,44	0,73	0,40	99,64
0,66	13,01	6,61	20,50	0,04	2,61	2,21	2,86	2,40	0,18	0,06	98,64
0,64	12,55	5,80	19,25	0,04	2,42	2,33	3,11	2,01	0,22	0,04	98,29
0,70	12,87	6,64	20,48	0,07	2,76	4,35	3,03	2,20	0,20	0,04	98,63
0,68	13,25	6,64	20,87	0,10	2,82	2,60	3,36	2,42	0,20	0,11	98,76
0,72	13,99	5,79	20,66	0,05	2,93	2,42	2,88	2,06	0,11	0,10	98,71

почву.

отпечаток на морфологию и химизм всего почвенного профиля и в ряде случаев приводит к формированию вторичных почв как подзолистого, так и неподзолистого характера.

Постоянное проявление процесса плоскостного смыва на положительных формах рельефа Карелии — это другая важная причина слабого проявления подзолообразовательного процесса под хвойной растительностью, существующей здесь многие сотни лет.

Естественно, что смыв и образование свежего или слабо оподзоленного делювия меняют лесоводственные и лесокультурные свойства почв. Эти изменения чаще всего сопровождаются снижением кислотности, водопроницаемости, изменением содержания гумуса, азота и подвижных форм фосфора и калия, суммы поглощенных оснований и степени насыщенности ими. При этом меняется и механический состав почв, в том числе степень скелетности.

Особенно резко плоскостной смыв почвы проявляется на покатых и крутых склонах после сведения древостоя в результате пожаров и сплошных концентрированных рубок; однако степень этого проявления не только не учитывается, но и недооценивается, хотя серьезные нарушения почвенного покрова смывом значительно затрудняют процесс естественного лесовозобновления и приживаемость пород на лесокультурных площадях.

Процессы эрозии почв наносят немалый вред сельскому и лесному хозяйству республики. Согласно закону об охране природы, утвержденному Верховным Советом РСФСР в октябре 1960 г., охрана почв от эрозии является ныне всенародным делом. В развитие этого закона Совет Министров КАССР 20 апреля 1961 г. издал постановление об охране земель, почв и почвенного плодородия на территории Карельской АССР.

Следующая группа нарушений почвенного покрова вызвана сельскохозяйственной деятельностью человека, когда первично залесенный участок тем или иным способом разделялся под пашню, а затем был брошен под залежь с последующим ее вторичным облесением. Как известно, в Карелии на протяжении многих столетий, вплоть до Октябрьской социалистической революции, господствовала подсечная система земледелия. Наиболее молодые из этих пахотных участков, затем покрытые хвойным, а больше смешанным лесом, довольно часто встречаются и в настоящее время во многих наиболее интенсивно и давно освоенных районах Карелии (Олонецкий, Пудожский, Сортавальский, Суоярвский, Прионежский).

Следует также подчеркнуть, что в ряде случаев процессы распахивания и последующего облесения повторялись на одном и том же участке многократно в продолжение нескольких сотен лет. Так, например, в писцовых книгах Обонежской пятины 1496 и 1563 гг. (1930) неоднократно указывается на запустение сел, починков и деревень в результате голода и разорения и зарастания пашен и пожень лесом, местами «в бревно» (стр. 158).

О «запуске» под лес» пашни в различных частях Олонецкой губернии сообщается и в «Статистических таблицах о состоянии Олонецкой губернии в 1864 году» (1866).

Такие почвы, которые ранее распахивались, а сейчас покрыты лесом (обычно смешанным); неоднократно наблюдались нами, в частности в Сортавальском и Кондопожском районах.

Так, например, один из разрезов такой почвы описан на территории заповедника «Кивач» (близ поселка) под березово-елово-сосновым лесом (6Е 4Б + С) с сомкнутостью кроны 0,7; рельеф — равнина, сопро-

вождающая р. Суну по левому берегу. Почвенный профиль имеет такое строение (описание 193).

A_0 0—1 см — лесная подстилка, слабо разложившаяся, главным образом из листьев березы, рыхлая, сырая.

$A_{пах} + A_2$ 0—12—13 см — палево-бурый с желтоватыми и палево-белесоватыми мелкими пятнами включений A_2 и В, уплотненный, влажный, порошисто-озерный, суглинистый; слабо задернован. Переход неровный, слабоволнистый (как бы несколько пятнистый), но резкий.

B_1 13—21—22 см — палево-желтый, уплотненный, сыроватый, порошисто-пылеватый, суглинистый; довольно густо пронизан древесными корнями. Окраска неровная: то более темная, то более красноватая. Переход постепенный и слабозаметный.

B_2 22—30 см — желто-палевый (местами с более палевой окраской), уплотненный, сыроватый, порошисто-пылеватый, суглинистый; слабо пронизан корнями. Переход слабозаметный.

BC 30—48 см — серо-палевый, уплотненный, влажный, порошистый, суглинистый, но несколько иловатый.

C_1 (условно) 48—60 см — пестрой окраски; буро-белесый, с ржавыми пятнами; фон иловато-глинистого состава с неясно слоистыми буровато-палевыми опесчаненными включениями.

Химические особенности разреза 193 видны из табл. 5. В нем высокая кислотность как солевая, так и гидролитическая, при явно повышенной сумме поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями. Заметно повышено также содержание гумуса в верхнем (бывшем пахотном) горизонте.

В этом разрезе, несмотря на произрастание здесь древесной растительности (в прошлом ельника-черничника), обособленный подзолистый горизонт совершенно отсутствует, так как он включен в состав пахотного слоя. Этот последний, помимо A_2 , включает, по-видимому, еще часть B_1 , так как мощность его заметно укорочена. Естественно, что включение подзолистого горизонта в пахотный слой полностью сняло морфологическую выраженность подзолообразовательного процесса, который вновь стал проявлять себя только при зарастании бывшей пашни лесом. Однако в этих условиях вторично проявляющийся современный подзолистый процесс в силу исторической молодости еще не дошел до образования вторичного подзолистого горизонта на месте бывшего пахотного слоя. В дальнейшем описанный профиль при сохранении лесной растительности будет развиваться в направлении вторичной дифференциации верхней его части на генетические горизонты, типичные для северной подзолистой почвы. Вторичное проявление зонального почвообразовательного процесса в почвах, бывших ранее в распахке, является еще одной причиной слабо выраженного здесь подзолообразования.

О широком распространении подсок в б. Олонецкой губернии можно судить по следующим цифровым данным, помещенным в Статистическом обзоре КАССР за 1923—1924 гг. (1925). Согласно этим данным, площадь подсечно-выгонного надела равнялась 65% земель негосударственного пользования, а нивы подсечного пользования и молодняки подсечного происхождения на почвах, «потерявших лесной облик», занимали 40% крестьянских лесных угодий, общая площадь которых составляла около 1 млн. га. Указывается также, что в конце прошлого века в Суоярви б. Выборгской губернии до 60% урожаев хлебов было получено с разделанных ляд, т. е. подсок (1896, стр. 74). О значительных площадях лесов, поврежденных подсечным хозяйством в пограничной с Финляндией черте Петрозаводского и Повенецкого уездов, сообщает также С. Е. Анненков (1886).

Химические особенности

Горизонт	Глубина взятия образца, см	pH солевое	Гидроли- тич. кислот- ность, м/экв.	Гумус по Тю- рину, %	Сумма поглощ. основан., м/экв.	Сте- пень насыщ. основа- ниями, %	Потери при прока- ливании, %	SiO ₂ *
A _{пах} + A ₂	0—10	4,51	6,69	3,99	6,10	47,69	0,15	74,23
B ₁	16—20	4,45	3,51	0,81	2,0	36,29	—	—

* SiO₂ и остальные окислы даны в процентах на прокаленную почву.

Однако хозяйственная деятельность человека не ограничивается только распахкой. На территории южной части Карелии встречаются и такие проявления деятельности человека на почвы, как искусственное наращивание пахотного слоя (о-в Валаам, Сортавальский и Кондопожский районы), глинование торфяных болот, в прошлом залесенных, военная эрозия. Об искусственном наносе почвы на каменистый грунт монахами Валаамского монастыря указывалось в литературе (Овсянников, 1899). По устному сообщению преподавателя Петрозаводского университета М. А. Тойкка, в Заонежье занимались наносом шунгитовых почв на огородные земли. По сообщению агронома совхоза «Восход» Олонецкого района Н. И. Иевлева, в землепользовании этого совхоза также немало и искусственных почв. В Сортавальском районе, близ фермы «Ладога» совхоза «Куркиёки», на плоской вершине увала высотой около 30 м, нами встречен и описан следующий профиль явно наносной пахотной почвы (описание 49).

A_{пах} 0—34 см — желтовато-палевый со слабым сероватым оттенком, плотный, почти сухой, порошисто-комковатый, облегченный, суглинистый; встречен один камень диаметром 4 см. Нижняя граница местами неровная. Слабо пронизан корнями. Переход заметный.

A₂ 34—44 см — желтовато-палевый, слабо уплотненный, слабовлажный, пылевато-тонкозернистый, песчаный. Встречаются корни. Переход резкий, ровный.

B 44—50 см — ярко (оранжево) желтый, уплотненный, слабовлажный, тонкозернистый, песчаный. Переход ровный, резкий.

BC 50—60 см — охристо-желтый с белесыми пятнами, слабо уплотненный, влажный, тонкозернистый, песчаный.

В этом разрезе по механическому составу пахотный слой резко отличается от нижележащей толщи почвы. В то же время мощность пахотного слоя необычно велика. Поскольку здесь полностью отсутствуют условия для проявления делювиального намыва, то можно заключить, что значительная мощность пахотного слоя в этом разрезе обусловлена не природными факторами, а наносом грунта человеком в целях агрономического улучшения почвы.

Наносный горизонт (A_{пах}) характеризуется следующими агрохимическими показателями (табл. 6), т. е. для него характерны пониженные показатели кислотности, повышенное содержание суммы поглощенных оснований, высокая степень насыщенности ими, но малое содержание гумуса.

На территории Карельской АССР в современных ее границах проходили военные действия (1939, 1941—1945 гг.). Поэтому на ней

Таблица 5

почвы разреза № 193

TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₄	Сум- ма
0,69	11,49	4,08	0,008	1,44	2,17	3,19	1,77	0,15	0,08	99,32
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

непосредственно наблюдаются факты проявления «военной эрозии» почв. В качестве примера подобного нарушения почвы, не объяснимого другими причинами, укажем на разрез близ с. Ваймола Сортавальского района, заложенный на вершине залесенного останца, сложенного гранитом. Профиль этой почвы обогащен мелким углем и угольной пылью, а нормальная последовательность горизонтов явно нарушена благодаря бывшей здесь, вероятно, в 1939 г. огневой точке. Но в Карелии есть и более давние следы военной эрозии — времен скандинавских набегов XVI—XVIII вв. Это курганы, рвы, ямы, разрушенные остатки настенных сооружений. Площадь почв Карелии, нарушенных «военной эрозией», в целом невелика.

Таблица 6

Агрохимические показатели наносного горизонта A_{пах}

pH солевое	Гидроли- тическая кислотность, м/экв.	Гумус по Тюрину, %	Сумма поглощенных оснований, м/экв.	Степень насыщенности основаниями, %
4,82	3,03	1,69	7,65	71,62

Значительные нарушения лесных почв и почвенного покрова наблюдаются при трелевке деревьев. Эти нарушения имеют, конечно, линейный характер и сводятся к частичному сдиранию лесной подстилки и удалению грубогумусного слоя, к пятнистому перемешиванию с минеральными горизонтами, к инверсии минеральных горизонтов и образованию желобов и рытвин, в дальнейшем углубляемых линейной и ручейковой эрозией до стадии эрозионных рытвин, овражков и оврагов.

По данным Петрозаводской лесной опытной станции, обследовавшей в 1951—1952 гг. степень поражения почвы на лесосеках механизированной заготовки на севере республики, оказалось, что при летней тракторной трелевке поранение почвы составляет в среднем 10%; 3—5% поранено после сжигания порубочных остатков (Синькевич, 1953).

По неопубликованным данным А. Ф. Лисенкова (Институт леса Карельского филиала АН СССР), при трелевке древесины с кронами на кольцевую дорогу в Нелгозерском участке Петровского леспромхоза Кондопожского района отмечены следующие соотношения различных видов поранения почвы (табл. 7).

Таблица 7

Виды поранения почвы при трелевке древесины кронами в Нелгомозерском участке Петровского леспромхоза

Тип леса или участок дороги	Номер пробной площади	Виды поранений почвы, %					
		удаление подстилки		перемешивание подстилки с почвой	рыхление (ворошение) подстилки	без поранения	
		полное	частичное			с порубочными остатками	без порубочных остатков
Сосняк-брусничник	1	5,9	5,7	24,5	28,9	11,4	23,6
	3	6,6	3,8	3,5	34,6	24,1	27,4
	5	—	0,7	2,5	23,4	14,4	59,0
	6	5,9	3,6	11,5	24,5	11,7	42,8
Сосняк вересковый	7	10,8	7,7	19,5	26,7	7,7	27,6
Ельник-долгомошник	1	1,6	—	2,0	28,4	20,8	47,2
	5	—	—	3,9	15,7	39,2	41,2
У кольцевой дороги	1	8,7	9,3	26,3	15,5	25,8	14,4
	5	2,0	3,0	5,9	37,2	15,3	36,6
	6	7,8	6,3	15,4	26,4	15,1	29,0
На кольцевой дороге	6	57,7	4,3	17,7	15,8	1,0	3,5

Приведенные средние данные указывают на значительные колебания в соотношении различных видов поранений на разных почвах и на наличие в некоторых случаях заметной площади с довольно большими поранениями.

Помимо трелевки в условиях современных лесозаготовок, нарушения почвы производятся также при проведении таких лесохозяйственных мероприятий, как посев и посадка леса, содействие естественному возобновлению, подготовка почвы на плантациях и в питомниках. В настоящее время ежегодные размеры этих нарушений довольно значительны. Достаточно указать, что в 1960 г. посев леса в КАСР произведен на площади 17 065, а содействие естественному лесовозобновлению — на площади 25 553 га.

В условиях Карелии своеобразным нарушением торфяно-болотных, ранее залесенных почв является глинование болота.

Профиль такой почвы описан нами на 31 км к югу от г. Сортавала, на землях совхоза «Яккимский». Рельеф — междуувальная широкая бессточная низина; микрорельеф — кочковатый. В травостое в настоящее время преобладает щучка дернистая и осока с небольшой примесью полевицы, ежи, тимфеявки и некоторых видов лугового разнотравья. Возможность проявления здесь эрозионного намыва исключена.

Разрез 61 имеет следующее строение:

А наносный 0—20 см — коричневатобурый с белесовато-сероватыми пятнами, плотный, слабовлажный, мелкокомковатый, тяжелосуглинистый; густо пронизан корнями. Нижняя граница неровная, местами языковатая. Переход заметный.

А₀ Т погребенный 20—38 см — рыжевато-коричневый, уплотненный, слабовлажный, комковатый, хорошо минерализованный торф; переход заметный и довольно ровный. Очевидно, до глинования мощность торфа была значительно больше, а также имелся очес.

G 38—64 см — палево-бурый с сероватым оттенком, сырой, вязкий, иловато-суглинистый, с обильными ржаво-охристо-коричневыми пятнами. Довольно обильны тонкие корешки. Структура — мелкокомковатая. Встречаются включения торфянистых остатков. Переход слаботочный.

G₂ 64—75 см — палево-бурый с сизоватым оттенком и с коричнево-ржавыми пятнами, сырой, липкий, иловато-суглинистый.

Здесь ясно видно, что под наносным слоем, составляющим около 20 см, располагается хорошо разложившийся торфяной горизонт мощностью 18 см. Давность суглинистого наноса на этом болоте составляет, вероятно, не менее 30—40 лет. Болото было осушено открытыми канавами.

Наносный горизонт разреза 61 характеризуется такими данными анализа (табл. 8).

Таблица 8

pH солевое	Гидролитич. кислотность, м/экв.	Гумус по Тюрину, %	Сумма поглощенных оснований, м/экв.	Степень насыщенности основаниями, %
4,30	10,84	13,73	7,19	39,88

Ему свойственны высокая кислотность, в том числе и гидролитическая, повышенная сумма поглощенных оснований, но малая степень насыщенности ими. Содержание гумуса здесь очень высокое.

Изложенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. На территории Карельской АССР процессы нарушения почв и почвенного покрова являются повседневными и в некоторых случаях периодическими явлениями. Они обуславливаются ветровалью, плоскостным смывом, погребением почвы, распахкой с последующим облесением, военной эрозией, лесохозяйственными мероприятиями. Здесь наиболее распространены плоскостной смыв, погребение и нарушение в результате ветровала.

Общая площадь минеральных почв Карелии, подверженных эрозионным разрушениям, составляет не менее 20—25%.

2. В результате этих процессов наблюдается нарушение в расположении генетических горизонтов (инверсия), смыв верхней части почвенного профиля, физическое перемешивание горизонтов путем распахки, образование свежих делювиальных наносов, проявление вторичных почвообразовательных, в том числе подзолообразовательных процессов на нарушенной ветровалью и бывшей в распахке и смытой почве и на намытом материале.

3. Естественно, что процессы нарушения почв и почвенного покрова в одних случаях прекращают прежнее направление почвообразовательного процесса, в других ослабляют или затормаживают и, наконец, в третьих вызывают появление новой, вторичной его фазы.

4. В конечном счете все это вызывает заметную пестроту в сложении почвенного покрова данной территории: пространственные изменения мощности подзолистого и вымывного горизонтов, степени оподзоленности; обуславливает наличие или отсутствие подзолистого горизонта, степень скелетности почв и т. п. и приводит к изменению агрохимических, лесоводственных и лесокультурных свойств почв.

5. Учет этой пространственно-генетической пестроты почвенного покрова важен и необходим при сельскохозяйственном освоении территории, планировании и реализации лесохозяйственных и лесокультурных мероприятий, особенно при постановке опытных работ.

ЛИТЕРАТУРА

- Бузин В. И. Лесные пожары. «Вестн. Олонецкого губ. земства», 1913, № 3.
 Валентик И. Я. О состоянии и задачах лесного хозяйства Карело-Финской ССР. В кн.: «Труды конференции по лесному хозяйству КФССР», Петрозаводск, 1950.
 Валентик И. Я. Запретные лесные полосы в Карело-Финской ССР. «Лесн. хоз-во», 1953, № 5 (57).
 Валентик И. Я. Карелия в шестой пятилетке. Госиздат КАССР, 1957.
 Вебер К. К. Значение навозки минеральной земли на болотную почву. «Вестн. Олонецкого губ. земства», 1913, № 7, 8.
 Гершанович Л. (Г) Лесное хозяйство «Изв. О-ва изучения Олонецкой губ.», 1916, № 1—2.
 Гершанович Л. (Г) Лесонасаждения Купечкой дачи Пудожского уезда. Там же, 1917, № 1—3.
 Егоров С. Ф., Недригайлов С. Н. Некоторые наблюдения над геологией, почвами и лесным покровом острова «Русский кузов» в Белом море. «Тр. Географического отдела», вып. 2, Л., Изд-во АН СССР, 1930.
 Иностранцев А. А. Геологический очерк Повенецкого уезда Олонецкой губернии и его рудных месторождений. СПб., 1877.
 Кищенко И. А. Геологический и орографический очерк Олонецкой губернии и естественно-исторические районы ее. Петрозаводск, 1915.
 Красюк А. А. Очерк почв Северного края и Карельской АССР с их агрономической характеристикой. В кн.: «Материалы второй конф. по изуч. производительных сил Северного края». Т. 2. Растительный мир и почвы. Архангельск, Севкрайиздат, 1933.
 Левин Л. А. Лесные пожары в Карелии. «Экономика и статистика Карелии», 1926, № 7—8.
 Лопатин В. Д. Опыт физико-географического анализа одного из ландшафтов Карелии. «Вестн. Ленингр. ун-та», 1953, № 10. Серия биол., геогр. и геол., вып. 3.
 Овсянников А. Н. Ладожское озеро. Изд. третье. СПб., 1899.
 Осипов Н. О настоящем состоянии лесопромышленности в лесных дачах, подведомственных Министерству государственных имуществ. В кн.: «Памятная книжка Олонецкой губернии», 1864.
 Писцовые книги Обонежской пятины 1496 и 1563 гг. Л., Изд-во АН СССР, 1930.
 Поляков И. С. Физико-географическое описание юго-восточной части Олонецкой губернии. «Зап. Импер. Русск. географ. о-ва по общей географии», т. 16, № 2, 1886.
 Потапов Б. Лесные пожары в 1913 г. «Вестн. Олонецкого губ. земства», 1914, № 3.
 Розмахов И. Г., Юркина С. И. К вопросу о комплексности лесных почв. «Тр. Ленингр. лесотехн. акад.», вып. 89, 1959.
 Сахаров М. И. О роли ветра в развитии лесных биогеоценозов. ДАН СССР, новая серия, 1947, т. 2, № 99.
 Сельское хозяйство Финляндии, его развитие и современное состояние. Гельсингфорс, 1896.
 Силькевич М. П. Возобновление сосны на севере Карело-Финской ССР. «Лесн. хоз-во», 1953, № 8.
 Статистические таблицы о состоянии Олонецкой губернии в 1864—1866 гг. В кн.: «Памятная книжка Олонецкой губернии на 1866 год», ч. 3, Петрозаводск.
 Статистический обзор 1923—1924 гг. (РСФСР Автономная Карельская Советская Социалистическая республика). Изд. Стат. управления КАССР, 1925.
 Яковлев Ф. С. Типы леса Карелии и их хозяйственное значение. «Тр. Ин-та лесохозяйственных проблем АН Латвийской ССР», вып. 9, 1955.

В. И. ШУБИН

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФУЗАРИОЗА СОСНЫ НА ВЫРУБКАХ КАРЕЛИИ

Вредное действие патогенных грибов, вызывающих полегание всходов сосны, особенно сильно проявляется в лесных питомниках. Чаше всего причиной такого полегания бывает заражение всходов грибами из рода фузариум, отчего эта болезнь получила название фузариоза. В лесных питомниках фузариоз может вызвать гибель большинства всходов (Журавлев, 1953). В то же время в литературе мало сведений о распространении фузариоза сосны на вырубках таежной зоны (Журавлев, 1958).

В 1953 г. при учете всходов сосны в опытных посевах на свежей вырубке из-под ельника черничного Петрозаводского лесхоза было обнаружено, что на нескольких площадках, подготовленных путем удаления подстилки, наблюдается полегание всходов. Установлено, что гибель всходов произошла вследствие поражения их грибом из рода фузариум. Из пораженных всходов был выделен в чистую культуру *Fusarium* sp. В последующие годы мы также отмечали полегание всходов сосны в посевах на площадках, однако это явление не носило массового характера во всех случаях и не являлось основной причиной снижения приживаемости культур. О распространении фузариоза среди всходов сосны на вырубках Карельской АССР можно судить по нашим данным однократного обследования однолетних культур (табл. 1).

Особенностью распространения фузариоза в посевах сосны было то, что в большинстве случаев это заболевание отмечалось на площадках, подготовленных путем удаления подстилки. Естественно было предположить, что отсутствие лесной подстилки на посевных местах могло быть причиной возникновения фузариоза. Это предположение и послужило основанием к постановке двух опытов для выяснения влияния лесной подстилки и горизонта A_1/A_2 , взятых со свежей вырубки из-под ельника черничного Петрозаводского лесхоза, на развитие мицелия фузариума, выделенного из пораженных всходов сосны (почва подзолистая супесчаная).

Первый опыт для выявления влияния подстилки и лежащего под ней минерального горизонта на развитие мицелия фузариума поставлен в полевой лаборатории по следующей методике. На середину пробирки со скошенной агаризированной средой Чапека помещался увлажненный комочек почвы диаметром 1 см. Одновременно на край среды подсеивался фузариум из хорошо развившейся культуры на агаризированной среде Чапека. Фузариум подсеивался со средой в виде дисков диаметром 1 см. Повторность опыта трехкратная. Степень развития мицелия

Таблица 1

Данные о распространении фузариоза в культурах сосны

Административный район	Тип леса до рубки	Давность рубки, лет	Год обследования	Обследовано посевных мест, шт.	Случаи полегания всходов, %	
					к количеству площадок	к количеству всходов
Прионежский	ельник кислично-черничный	1	1953	100	4,0	1,3
	ельник черничный	4	1957	30	33,0	1,5
	"	1	1958	41	2,5	0,1
Суоярвский	сосняк бруснично-черничный	1	1956	102	2,9	1,7
р-н Калевалы	сосняк лишайниковый	5	1957	157	2,5	0,2
	"	6	1958	218	3,7	0,2

фузариума оценивалась на восьмой день после постановки опыта как слабая (+), средняя (++), сильная (+++).

На основании результатов опыта, представленных в табл. 2, видно, что подстилка ограничивает развитие мицелия фузариума: рост мицелия фузариума приостанавливается на расстоянии 5—8 мм от края комочка подстилки. На комочке подстилки разрастается мицелий *Penicillium* sp., обильно спороносящий.

Таблица 2

Влияние верхних горизонтов почвы естественного сложения на развитие фузариума

Генетический горизонт	Степень развития мицелия		
	на среде	около комочка	на комочке
A ₀	++	0	0
A ₁ /A ₂	+++	+++	+++

Наличие свободной зоны между краями мицелия фузариума и пенициллия указывает на их антагонистические взаимоотношения. При внесении почвы горизонта A₁/A₂ мицелий фузариума равномерно разрастался не только по всей поверхности питательной среды, но и по комочку почвы. Таким образом, горизонт A₁/A₂ в почве естественного сложения не обладал способностью задерживать развитие фузариума.

Второй опыт был поставлен с той же почвой в лабораторных условиях, чтобы выяснить влияние обработки почвы отворотом подстилки на развитие мицелия фузариума. Опыт проводился по следующей методике.

В чашку Петри помещался слой подстилки толщиной 1,2 см или слой почвы горизонта A₁/A₂ 0,8 см. Почва увлажнялась до 50—60% от полной влагоемкости. Подстилка при этом несколько уплотнялась. Затем на поверхность почвы наносился трехмиллиметровый слой агаризированной среды Чапека, предварительно охлажденной до 50°.

После застывания среды на ее поверхности равномерно размещалось три диска с мицелием фузариума. Степень развития мицелия фузариума и пенициллия оценивалась на восьмой день после постановки опыта. Повторность опыта двукратная. Его результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние обработки почвы на развитие мицелия фузариума и пенициллия

Место взятия образца	Генетический горизонт	Степень развития мицелия	
		фузариум	пеницилл
Почва естественного сложения	A ₀	+	+++
	A ₁ /A ₂	+++	0
Отвернутый с площадки пласт	A ₀	+++	0
	A ₁ /A ₂	+	+++

Как и в первом опыте, подстилка оказала задерживающее влияние на рост мицелия фузариума, а между фузариумом и пенициллием наблюдались антагонистические взаимоотношения. Важно отметить, что горизонт A₁/A₂ со дна лесокультурной площадки, подготовленной весной предыдущего года, приобрел способность ограничивать развитие мицелия фузариума.

На основании проведенных опытов можно сказать, что лесная подстилка подзолистой супесчаной почвы обладает способностью задерживать развитие мицелия фузариума. Есть основание считать, что такая способность лесной подстилки связана с жизнедеятельностью грибов рода пеницилл. Такой вывод согласуется с высказыванием Т. В. Пестинской (1954) о том, что сапрофитная микрофлора почвы противостоит развитию полупаразитных и паразитных грибов. При изменении естественного положения подстилки при подготовке почвы под лесные культуры ее способность ограничивать развитие мицелия фузариума ослабляется. В жаркое время года подстилка в отвернутом пласте подвержена сильному нагреванию и высыханию, что препятствует нормальному развитию свойственной ей микрофлоры. Антагонистические свойства подстилки ослабевают, и фузариум заселяет ее. Это подтверждают исследования D. Park (1959), которые показали, что чем меньше микроорганизмов в органическом субстрате, тем он успешнее заселяется фузариумом.

Лежащий под подстилкой минеральный горизонт A₁/A₂ не обладает способностью задерживать развитие мицелия фузариума, но может приобрести ее спустя некоторое время после удаления подстилки. Последнее мы объясняем тем, что после удаления подстилки в обнаженном минеральном горизонте почвы происходит увеличение количества сапрофитных грибов.

Об увеличении грибов в обнаженном горизонте A_1/A_2 свидетельствуют данные микробиологического анализа почвы двухлетней вырубке из-под ельника черничного Петрозаводского лесхоза, выполненные через два месяца после подготовки посевных мест отворотом подстилки (табл. 4).

Таблица 4

Изменения микрофлоры в горизонте A_1/A_2 после удаления подстилки

Место взятия образца	Генетический горизонт	Количество микроорганизмов в 1 г почвы (тыс.)		
		бактерии на МПА	грибы на сусло-агаре	актиномицеты на крахмало-амнином агаре
Почва естественного сложения	A_0	1804,0	418,0	71,4
	A_1/A_2	94,8	6,0	не обнаружено
Подстилка удалена	A_1/A_2	67,1	38,5	1,1

Важно отметить, что увеличение грибов в обнаженном горизонте A_1/A_2 произошло главным образом за счет представителей рода *Penicillium*. Повысилось содержание актиномицетов, среди которых, согласно исследованиям Н. А. Красильникова (1958), содержится значительное количество антагонистов фитопатогенным грибам рода *Fusarium*.

Таким образом, через два месяца микрофлора обнаженного горизонта A_1/A_2 изменилась в сторону увеличения количества грибов и актиномицетов, среди которых должны встречаться формы, способные угнетать развитие фузариума. По нашему мнению, такое изменение микрофлоры является основной причиной слабого распространения фузариоза на вырубках при посеве семян сосны в обнаженный минеральный горизонт почвы.

Грибы рода фузариум могут вызывать и снижение грунтовой всхожести семян древесных растений (Ванин, 1955; Воробьева, 1958). Результаты приведенных выше опытов указывают на то, что лесная подстилка может ограничить вредное влияние фузариума на грунтовую всхожесть семян сосны. Для проверки этого положения нами был поставлен опыт в полевых условиях. Предварительно мы установили вирулентность имеющейся культуры фузариума, для чего семена сосны стерилизовали гидромеханическим способом, предложенным И. И. Журавлевым (1952), и проращивали на кварцевом песке, в который вносился мицелий фузариума. Одновременно для сравнения производилось проращивание семян сосны на кварцевом поле в стерильных условиях. Для соблюдения стерильности кварцевый песок помещался в химические стаканы, снабженные ватными крышками. После увлажнения песка до 60% от полной влагоемкости стаканы закрывались крышками и стерилизовались текучим паром три раза по 30 мин в течение трех дней. Мицелий фузариума вносился в виде взвеси в питательном растворе следующего состава: глюкоза 10, $NaNO_3$ 2, K_2HPO_4 1, KCl 0,5, $MgSO_4$ 0,5.

$FeSO_4$ 0,01 г, водопроводной воды 1000 мл. В стакан вносилось 20 мл раствора с мицелием фузариума или только питательный раствор (контроль). После внесения фузариума верхний слой песка в стаканах равномерно перемешивался на глубину до 1 см. Затем в стаканы высевалось по 100 шт. семян сосны. Глубина заделки семян 1 см. Повторность двукратная. На двадцатый день после посева, грунтовая всхожесть семян сосны оказалась равной: в контроле 40, в опыте (с внесением фузариума) 13%. Таким образом, в лабораторном опыте имеющаяся культура фузариума в три раза снизила грунтовую всхожесть семян сосны.

В мае 1954 г. был поставлен полевой опыт для выяснения возможности использования лесной подстилки с целью снижения вирулентности фузариума. Для этого на свежей вырубке из-под ельника черничного Петрозаводского лесхоза (почва подзолистая супесчаная) путем удаления подстилки были подготовлены площадки размером 0,3X0,3 м. Затем на части площадок наносился слой подстилки толщиной 1 см, в другом случае такой же слой подстилки перемешивался с подзолистым горизонтом в соотношении 1:1. Каждым способом было подготовлено по 10 площадок, из которых пять были опытными, а остальные контрольными. На каждую из опытных площадок вносился мицелий фузариума, выращенный в пяти пробирках на среде Чапека. Мицелий гриба вносился в виде водной взвеси с последующим перемешиванием поверхностного слоя почвы на глубину около 1 см. После этого на каждую площадку высевалось по 100 шт. семян сосны. Семена заделывались на глубину 1 см. Для восстановления капиллярного поднятия воды поверхность почвы после посева семян уплотнялась на всех площадках. Учет всходов проведен через месяц после посева.

Таблица 5

Влияние подстилки на вирулентность фузариума в посеве сосны

Вариант опыта		Грунтовая всхожесть семян, %	Процент к контролю
Посев в горизонт A_1/A_2	контроль	50,5	100
	опыт	44,0	87
Посев под слой подстилки толщиной 1 см	контроль	34,5	100
	опыт	35,6	103
Посев в перемешанный слой из подстилки и горизонта A_1/A_2	контроль	41,5	100
	опыт	42,0	101

Из приведенных в табл. 5 данных видно, что в варианте без подстилки внесение мицелия фузариума снизило грунтовую всхожесть семян сосны по отношению к контролю. При использовании подстилки этого не наблюдалось.

Таким образом, результаты полевого опыта подтвердили результаты лабораторных опытов в том, что подстилка обладает способностью ограничивать паразитическую деятельность фузариума.

ВЫВОДЫ

1. Случаи гибели всходов сосны в Карелии от фузариоза на вырубках из-под ельников черничных на подзолистых супесчаных почвах обусловлены удалением подстилки непосредственно перед посевом. Однако это явление не принимает широкого распространения и не имеет практического значения в связи с тем, что обнаженный минеральный горизонт почвы уже в год посева приобретает способность ограничивать развитие мицелия фузариума. В изучаемых условиях такая способность почвы связана с антагонистическим влиянием сапрофитных почвенных грибов рода *пеницилл*иум.

2. Лесная подстилка естественного сложения обладает способностью ограничивать развитие мицелия *Fusarium* sp. и его паразитическую деятельность. Однако у подстилки, пролежавшей год в перевернутом положении, такая способность пропадает.

3. Свойство лесной подстилки ограничивать паразитическую деятельность фузариума необходимо использовать в сосновых питомниках таежной зоны, а также в вегетационных опытах с сосной (там, где позволяют условия опыта), особенно при набивке сосудов не лесной почвой.

4. Для разработки биологического метода борьбы с фузариозом сосны в лесных питомниках следует провести исследования по выявлению антагонистов фузариума среди сапрофитных почвенных грибов рода *Penicillium*.

ЛИТЕРАТУРА

- Ванин С. И. Лесная фитопатология. М.—Л., Гослесбумиздат, 1955.
 Воробьева Ю. В. Микробиологические методы борьбы с загниванием проростков, увяданием и полеганием семян сосны. В кн.: «Сборник работ по лесному хозяйству». Вып. 37, (ВНИИЛ и МЛХ), М.—Л., Гослесбумиздат, 1958.
 Журавлев И. И. Новый способ дезинфекции семян. «Лесн. хоз-во», 1952, № 7.
 Журавлев И. И. Полегание семян. Фузариоз семян древесных и кустарниковых пород. М.—Л., Гослесбумиздат, 1953.
 Красильников Н. А. Микроорганизмы почв и высшие растения. М., Изд-во АН СССР, 1958.
 Пестинская Т. В. Накопление в почве сапрофитной микрофлоры, подавляющей полупаразитные грибы в полях травопольного севооборота. «Тр. Всесоюз. ин-та защиты растений», вып. 5, 1954.
 Park David. Some aspects of the biology of *Fusarium oxysporum* Schl. in Soil. «Ann. Bot.», 89, 23, 1959.

В. В. ЕРШОВ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АММОНИФИЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВАХ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЛЕСА ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ»

Огромная роль микроорганизмов в повышении плодородия почвы и питании растений общеизвестна. Большинство работ в этом направлении проведено с окультуренными почвами и значительно меньше исследований, касающихся изучения микрофлоры лесных почв.

Необходимо указать на весьма ограниченное количество исследований, посвященных изучению микрофлоры северных лесных почв (Мальчевская, 1933; Доброгаев, 1939; Ремезов, 1941; Гаврилов, 1950; Шилова, 1951; Мустафова, 1959; Стенина, 1959 и др.).

Первые данные по микрофлоре лесных почв Карелии имеются в работах Р. С. Кацнельсон и В. В. Ершова (1957), Т. В. Аристовской (1957), А. В. Барановской (1960). Эти исследования проводились в связи с микробиологической и агрохимической характеристикой основных почвенных разностей Карельской АССР.

С 1958 г. сектор микробиологии лесных почв Карельского филиала АН СССР начал исследование по сравнительной характеристике микрофлоры почв основных типов леса Карелии. В связи с этим в настоящей работе мы поставили себе задачу дать сравнительную характеристику распространенности группы аммонифицирующих бактерий, как одной из важнейших для плодородия почв, чтобы установить интенсивность процессов разложения органических азотистых веществ под пологом различных насаждений.

На территории Карельской АССР наиболее распространенными типами леса являются ельники черничные, березняки разнотравные и сосняки бруснично-вересковые, поэтому и в качестве объектов исследования были выбраны почвы, развитые под пологом этих насаждений.

Исследования проводились в Кондопожском районе, на территории заповедника «Кивач». Для стационарных наблюдений были выбраны пробные площадки в ельнике черничном, березняке разнотравном и сосняке бруснично-вересковом.

Пробная площадь в ельнике черничном заложена в средней части пологого склона (8°) северо-западной экспозиции. Древостой VI класса возраста, IV бонитета, полнота 0,8, состав 6Е 3Б 10С+С. Подрост — ель (неравномерно). Травяно-кустарничковый покров состоит из брусники, черники, вейника, костяники. Моховой покров представлен зелеными мхами. Почва подзолистая, тяжелосуглинистая, подстилаемая безвалунными глинами.

В березняке разнотравном пробная площадь была заложена на пологом склоне северо-западной экспозиции. Древостой VIII класса возраста, III бонитета, полнота 0,7, состав 5Б 20С 1Е. Подрост редкий из ели. Подлесок состоит из серой ольхи, рябины, можжевельника.

В состав травяно-кустарничкового покрова входят черника, вейник, костяника, брусника, грушанка, майник, ландыш. Моховой покров представлен зелеными мхами. Почва дерново-подзолистая, лесная, супесчаная, подстилаемая моренными заваленными легкими суглинками.

Подробное описание профиля почв ельника черничного и березняка разнотравного, а также метеорологических условий и физико-химических данных приведено в статье Т. И. Левкиной «Сезонная динамика химических свойств почв под ельником черничным и березняком разнотравным» (публикуется в данном сборнике).

Пробная площадь в сосняке бруснично-вересковом расположена на ровной поверхности. Древостой VI класса возраста, IV бонитета состоит из чистого сосняка. Почва, по данным Н. В. Егоровой (1958), представляет собой подзол железисто-иллювиальный, маломощный, песчаный, на мелкозернистых сортированных безвалунных песках.

В основном мы исследовали лесные почвы, но для выяснения вопроса о том, как изменяется состав аммонификаторов под влиянием окультуривания, была выбрана пробная площадь на территории подсобного хозяйства Кондопожского лесхоза (пос. Сопоха). Этот объект исследования представляет собою окультуренную почву, однотипную по генезису с почвой, развитой под пологом соснового насаждения. Почва легкая, песчаный железистый подзол на среднезернистых песках. В период исследования поле было занято травосмесью (клевер и тимофеевка).

Методика исследований была следующей. Образцы почв для анализа отбирались по генетическим горизонтам. Средний образец подстилки (горизонт A_0) составлялся из отдельных образцов, отобранных из 12 мест пробной площади, а для минеральных горизонтов из пяти разрезов. Анализ образцов производился на вторые или третьи сутки с момента отбора проб.

Общее количество аммонифицирующих бактерий определялось на мясо-пептонном агаре, споровые на смеси из равных объемов мясо-пептонного и сусло-агара. Исследования проводились в течение двух лет. Всего проанализировано более 180 образцов почв. Средние данные сезонных анализов общего количества аммонифицирующих бактерий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Количество аммонифицирующих бактерий в различных лесных почвах (тыс. на 1 г сухой почвы)

Тип леса	Горизонты, глубина, см	Общее количество		Споровые, % к общему количеству	Споровые, % к общему количеству
		МПА	пептонная вода		
Березняк разнотравный	A_0 0—3	136683	148347	7366	5,0
	A_1A_2 3—16	1620	2554	534	38,3
	B 16—30	627	635	98	26,7
Ельник черничный	A_0 0—7	15109	21139	1107	13,4
	A_1A_2 7—15	811	849	305	29,9
	A_2B 15—30	124	142	37	29,5
Сосняк бруснично-вересковый	A_0 0—5	746	938	134	21,7
	A_2 5—12	173	86	14	13,3
	B 12—25	70	76	5	18,8

Рассмотрев количество аммонификаторов в почвах различных типов лесов, можно увидеть, что различные экологические условия в этих типах леса оказывают специфическое влияние на численность этих бактерий.

В почве березняка разнотравного обнаружено наибольшее количество аммонифицирующих бактерий; значительно меньше их в почве ельника черничного и наименьшее под пологом сосняка бруснично-верескового.

Подобная же закономерность установлена в распределении целлюлозоразлагающих денитрифицирующих бактерий, а также анаэробного фиксатора азота *Cl. Pasteurianum* в работе М. Г. Тягны-Рядно, А. П. Визир, В. В. Ершова, Н. А. Синьковской (1962).

В почвах всех типов леса, особенно в подстилке березняка разнотравного, отмечено значительное преобладание неспорообразующих форм бактерий (в процентах к общему количеству). Более слабое развитие споровых форм в подстилке этого типа леса, по-видимому, связано с тем, что здесь создается наиболее благоприятная среда для развития флюоресцирующих и пигментных неспоровых бактерий, которые и вытесняют споровую бактериальную микрофлору.

Более сглаженные цифровые показатели споровых форм между горизонтами (за счет увеличения их количества в подстилках) наблюдаются в почве ельника черничного и сосняка бруснично-верескового. В последнем наибольшее количество споровых бактерий отмечено в подстилке и меньше всего в горизонте A_2 .

Для выяснения специфики количественного распространения аммонификаторов с глубиной в почвах различных типов леса в июле 1959 г. был проведен анализ по всему почвенному профилю.

Результаты этих наблюдений (табл. 2) показывают закономерность падения количества аммонификаторов с глубиной, отмечаемую также И. И. Доброгаевым (1939), Н. П. Ремезовым (1941), Н. Н. Мустафовой (1959), Т. А. Стениной (1959) и другими в лесных подзолистых почвах.

Таблица 2

Распространенность аммонифицирующих бактерий по профилю почв в различных типах леса (тыс. на 1 г сухой почвы)

Глубина взятия образца, см	Почва из-под березняка		Почва из-под ельника		Почва из-под сосняка	
	горизонт	общее кол-во бактерий	горизонт	общее кол-во бактерий	горизонт	общее кол-во бактерий
0—3	A_0	69300	A_0	8384	A_0	1673
3—10	A_1A_2	2886	A_1A_2	1427	A_2	58
10—25	A_2	1404	A_2B	62	B_1	10
25—50	B	455	B	3	B_2	1
55—85	BC	84	BC	0,6	BC	0,1

Из средних сезонных данных по соотношению общего количества аммонификаторов между горизонтами в различных типах леса (табл. 3) видно, что наиболее резкое падение их числа происходит при переходе от подстилки к горизонту A_1A_2 под пологом березняка разнотравного.

Таблица 3

Соотношение общего количества аммонификаторов между горизонтами в различных типах леса

Тип леса	Горизонт	Величина соотношения
Березняк разнотравный	A ₀	90,4
	A ₁ A ₂	
	A ₁ A ₂ B	
Ельник черничный	A ₀	22,2
	A ₁ A ₂	
	A ₁ A ₂ A ₂ B	
Сосняк бруснично-вересковый	A ₀	9,5
	A ₂	
	A ₂ B	

В почве ельника черничного, а особенно сосняка бруснично-верескового, такого резкого падения не наблюдалось.

Иная зависимость отмечена в соотношении количества аммонификаторов между минеральными горизонтами. Здесь наиболее резкое падение аммонификаторов отмечено в ельнике черничном и менее резкое в березняке разнотравном и сосняке бруснично-вересковом.

Из сопоставления данных количественного распределения аммонификаторов по горизонтам с содержанием в них питательных веществ, приведенного в табл. 4, видно, что между этими показателями существует коррелятивная зависимость. Уменьшение числа бактерий связано с уменьшением питательных веществ (общего углерода, общего азота и аммиака).

Таблица 4

Количество аммонифицирующих бактерий и распределение питательных веществ по горизонтам в почвах различных типов леса

Тип леса	Горизонты, глубина взятия образца, см	Общее к-во бактерий, тыс. на 1 г сухой почвы	Общий азот, %	Общий углерод, %	NH ₃ , мг на 100 г сухой почвы
Березняк разнотравный	A ₀ 0—3	47488	0,73	35,58	9,34
	A ₁ A ₂ 3—16	1704	0,08	1,38	0,65
	B 16—30	1156	0,04	0,92	0,57
Ельник черничный	A ₀ 0—7	12655	0,46	39,57	8,99
	A ₁ A ₂ 7—15	418	0,06	1,32	0,33
	A ₂ B 15—30	61	0,03	0,36	0,21

При анализе этой зависимости все же наблюдается наиболее тесная связь количества аммонификаторов по горизонтам с содержанием в них аммиака и общего углерода и меньшая с содержанием общего азота.

Основным источником органического вещества лесных почв является подстилка. Состав и физико-химические свойства определяют главным образом быстроту ее разложения, а следовательно и степень поступления в почву продуктов минерализации, что имеет большое значение в круговороте питательных веществ и питании древесных растений.

Учитывая неоднородность морфологического состава подстилки хвойных насаждений, мы провели послойный анализ ее в ельнике черничном и сосняке бруснично-вересковом.

Подстилку в этих типах леса можно резко разграничить на два слоя: верхний слабо разложившийся и нижний сильно разложившийся, гумифицированный и непосредственно прилегающий к почве.

Данные этих исследований (табл. 5) показывают, как изменяется состав аммонификаторов в связи с изменением характера органического вещества.

Таблица 5

Количество аммонификаторов в различных слоях подстилки ельника-черничника и сосняка бруснично-верескового 1959 г. (тыс. на 1 г сухой подстилки)

Тип леса	Слой подстилки	Общее количество бактерий		Споровые		Отношение спорных к неспорным		pH волной вытяжки	
		20/IX	18/X	20/IX	18/X	20/IX	18/X	20/IX	18/X
Ельник черничный	верхний	41470	178500	13050	17150	0,45	0,10	5,4	5,9
	нижний	13340	14280	4350	560	0,48	0,04	5,2	5,0
Сосняк бруснично-вересковый	верхний	2522	2790	962	330	0,61	0,13	4,7	4,6
	нижний	2750	1690	1125	338	0,69	0,25	5,0	4,4

Примечание. Определение pH почвы проводилось электрометрически на потенциометре ЛП-5.

В верхнем слое подстилки ельника черничного обнаружено значительно больше бактерий, чем в нижнем.

Е. В. Рунов и Д. Ф. Соколов (1958) также отмечают, что верхний горизонт (A₀') подстилки елового насаждения гораздо богаче бактериями, чем нижний (A₀''). Они объясняют это тем, что в нем по мере разложения органических веществ подстилки уменьшается количество подвижных органических соединений и он становится труднодоступным для бактерий.

В верхнем и нижнем слоях подстилки сосняка бруснично-верескового заметных различий в содержании общего количества аммонификаторов не обнаружено, что явно связано с характером органического вещества этого насаждения. Здесь более медленно, чем в ельнике черничном, протекают процессы минерализации подстилки, в связи с чем происходит увеличение количества спорообразующих бактерий и микроскопических грибов, обладающих наибольшими мобилизационными способностями.

Таким образом, наряду с другими факторами формирование сообществ аммонифицирующих бактерий в почвах различных насаждений в значительной степени определяется доступностью органического вещества для питания — одного из важнейших условий внешней среды.

Это положение становится особенно убедительным при анализе качественного состава аммонифицирующих бактерий в почвах различных типов леса. Наибольшим видовым разнообразием обладают почвы березняка-разнотравного. В них содержится много неспоровых форм: флюоресцирующие, выделяющие в среду желто-зеленый пигмент, пигментные, образующие на среде желтые и коричневые колонии. Наибольшее количество их сосредоточено в подстилке и резко уменьшается с глубиной.

В горизонтах A_1A_2 и В березняка разнотравного и ельника черничного отмечено значительное количество матовых слизистых, мелких и крупных колоний. Из споровых форм присутствуют *Bac. mycoides*, *Bac. cereus*, *Bac. mesentericus*. При анализе видового состава отчетливо видно различие в обсемененности почв различных типов леса одним из активных аммонификаторов *Bac. mycoides*. В почвах березняка разнотравного и ельника черничного эта бактерия обнаружена во всех горизонтах, но наилучшее развитие ее все же происходит в почве березняка разнотравного, особенно в горизонте A_1A_2 , что служит показателем более благоприятного течения процессов минерализации органического вещества, на что было обращено внимание в исследованиях М. Г. Тягны-Рядно (1933) и Е. Н. Мишустина (1944).

Необходимо обратить внимание на весьма бедный состав аммонификаторов под пологом сосняка бруснично-верескового. Характер органического вещества этого насаждения отражается и на видовой специфике бактерий. Они в основном представлены точечными прозрачными колониями. Здесь очень слабо размножаются флюоресцирующие

Таблица 6

Изменение количества аммонифицирующих бактерий под влиянием окультуривания, 1959 г. (тыс. на 1 г сухой почвы)

Место взятия образца	Горизонт, см	Даты исследования				
		13/V	14/VI	10/VII	30/VIII	19/X
Почва из-под соснового насаждения (заповедник "Кивач")	0—5	976	1376	272	2430	972
		19	80	0	146	54
	5—12	78	81	303	282	580
		15	9	30	23	50
	12—25	66	20	—	—	—
		2	9	—	—	—
Окультуренная почва (пос. Сопоха)	0—4	1808	4601	4860	5800	3960
		191	674	389	371	110
	4—8	1776	1206	1512	—	3630
		135	281	324	—	120
	24—28	270	253	222	4136	—
		15	40	95	11	—

Примечание: В числителе указано общее количество бактерий, в знаменателе число спорообразующих форм.

и пигментные формы, почти отсутствует *Bac. mycoides* и не обнаружены бактерии типа *Bac. cereus* и *Bac. mesentericus*.

Результаты наших исследований, связанных с выяснением характера изменения состава аммонифицирующих бактерий под влиянием окультуривания (табл. 6), приводят нас к заключению, что при окультуривании происходит значительное увеличение общего количества аммонифицирующих бактерий. Кроме того, в окультуренной почве обнаруживается значительное число споровых форм (*Bac. mycoides*, *Bac. cereus*, *Bac. mesentericus* и др.) и уменьшается количество плесеней, что отмечалось также в работах М. Г. Тягны-Рядно (1933), Р. С. Кацнельсон и В. В. Ершова (1957), Т. В. Аристовской (1957) и Т. А. Стениной (1959).

ВЫВОДЫ

1. В почвах изученных типов леса обнаружены значительные различия в численности аммонифицирующих бактерий. Самой богатой аммонификаторами оказалась почва под березняком разнотравным и значительно беднее под ельником черничным, а особенно под сосняком бруснично-вересковым.
2. Наибольшее количество бактерий содержится в подстилке (горизонт A_0). В минеральных горизонтах число бактерий резко уменьшается. Наблюдается определенная зависимость между распределением аммонификаторов по горизонтам и содержанием в них общего углерода, общего азота и аммиака.
3. При окультуривании лесной почвы происходит значительное увеличение общего количества аммонифицирующих бактерий, а также их споровых форм (появляются в большом количестве *Bac. mycoides*, *Bac. cereus*, и *Bac. mesentericus*).
4. При проведении лесохозяйственных и лесокультурных мероприятий следует учитывать специфичность влияния отдельных древесных пород на интенсивность процесса аммонификации как фактора, повышающего плодородие почвы.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Т. В. Некоторые особенности микрофлоры подзолистых почв северо-западной части СССР. В кн.: «Сб. работ Центр. музея почвовед. им. Докучаева АН СССР», вып. 2, 1957.
- Барановская А. В. О сезонной изменчивости химических свойств почв лесной зоны. Там же, вып. 3, 1960.
- Гаврилов К. А. Влияние состава лесонасаждений на микрофлору и фауну лесных почв. «Почвоведение», 1950, № 3.
- Доброгаев И. И. Микробиологическая жизнь лесной почвы в связи с ее заболачиванием. Там же, 1939, № 5.
- Егорова Н. В. О сезонных изменениях некоторых химических свойств в почвах южной Карелии. «Тр. Карел. филиала АН СССР», вып. 9, 1958.
- Кацнельсон Р. С., Ершов В. В. Исследование микрофлоры целлиных и окультуренных почв Карельской АССР. 1. Микробиологическая характеристика почв Карельской АССР. «Микробиология», 1957, т. 26, № 4.
- Мальчевская Н. Н. К микробиологической характеристике некоторых лесных почв. «Почвоведение», 1933, № 3.
- Мустафова Н. Н. Микробиологические наблюдения в подзолистых почвах ельника-кисличника и ельника-черничника. «Вестн. Ленингр. ун-та», 1959, № 15. Серия биол., вып. 3.
- Мишустин Е. Н., Тимофеева А. Г. Смена микрофлоры при процессе разложения органических остатков в связи с развитием в почве *Bac. mycoides* Flügge. «Микробиология», т. 8, вып. 6, 1944.

Ремезов Н. П. Аммонификация и нитрификация в лесных почвах «Тр. ВНИИЛХ», вып. 24, 1941.

Рунов Е. В., Соколов Д. Ф. Изменение состава органического вещества и микрофлоры выщелоченных черноземов под влиянием лесных насаждений: «Бюлл. Моск. о-ва исп. природы», вып. 1, 1958.

Стенина Т. А. Некоторые данные о микрофлоре почв Коми АССР. «Тр. Коми филиала АН СССР», 1959, № 8.

Тягны-Рядно М. Г., Визир А. П., Ершов В. В. и др. Микробиоценозы почв основных типов леса заповедника «Кивач». В данном сборнике.

Тягны-Рядно М. Г. Аммонификация в почве и *Bac. mycoides*. «Тр. Науч. ин-та по удобрениям», т. 2, вып. 108, 1933.

Шилова Е. И. К биологической характеристике профиля подзолистой почвы. «Почвоведение», 1951, № 9.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Б. Д. Зайцев. Вопросы взаимоотношений между лесом и почвой в условиях Карелии	5
Т. И. Левкина. Сезонная динамика химических свойств почв под ельником-черничником и березняком разнотравным заповедника «Кивач»	23
Т. И. Левкина. К методике отбора образцов лесной подстилки для изучения их химических свойств	50
Н. В. Егорова, В. К. Куликова. К вопросу об изменении химических свойств почвы в результате очистки лесосек	58
Г. Е. Пятецкий, Р. М. Морозова. Изменения физических и химических свойств лесных почв южной Карелии в связи с вырубкой леса	71
М. Г. Тягны-Рядно, А. П. Визир, В. В. Ершов, Н. А. Синьковская. Микробиоценозы почв основных типов леса заповедника «Кивач»	93
Г. Ф. Володина, А. М. Володин. Подзолистые лесные почвы Сортавальского района и их изменение при окультуривании	113
А. В. Мизеров. О некоторых нарушениях почвенного покрова Карелии	124
В. И. Шубин. Особенности распространения фузариоза сосны на вырубках Карелии	141
В. В. Ершов. Распространение аммонифицирующих бактерий в почвах основных типов леса заповедника «Кивач»	147

**Лесные почвы Карелии и изменения
их под влиянием лесохозяйственных
мероприятий**

Редактор *Г. В. Кикинов*
Технический редактор *И. К. Грейвер*
Корректор *В. Н. Тихонова*

Сдано в набор 1/III 1962 г. Подписано к печати
24/V 1962 г. Е-00062. Бумага 70×108¹/₁₆. 9,75 печ. л.
13,36 усл. печ. л. 11,98 уч.-изд. л. Госиздат 51.
Тираж 500. Заказ 312. Цена 84 коп.

Госиздат Карельской АССР
Петрозаводск, пл. им. В. И. Ленина, 1

Сортавальская книжная типография
Министерства культуры КАССР
Сортавала, Карельская, 42.