

КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

**ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЮ
В КАРЕЛИИ**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАРЕЛЬСКОЙ АССР
ПЕТРОЗАВОДСК
1959

ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЮ
В КАРЕЛИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАРЕЛЬСКОЙ АССР
ПЕТРОЗАВОДСК
1959

УТВЕРЖДЕНО К ПЕЧАТИ
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИМ СОВЕТОМ КАРЕЛЬСКОГО
ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР

Редакционная коллегия:
В. Я. Шиперович (ответственный редактор),
Т. И. Кищенко, А. Ф. Лисенков



ПРЕДИСЛОВИЕ

В Карельской АССР, располагающей большими запасами древесины, объем лесозаготовок из года в год растет. При этом, естественно, увеличиваются и площади вырубок.

В настоящее время ежегодная площадь вырубок превышает 100 тыс. га. Наблюдения показывают, что на большей части вырубок вместо ценных хвойных пород возобновляются малоценные лиственные породы, нередко со значительной примесью пораженной гнилью осины, а местами вырубки не возобновляются вовсе, и образуются пустыри. С этими явлениями мириться нельзя, тем более что лиственную древесину трудно сплавлять и не везде можно использовать, а образование пустырей вообще недопустимо.

Неудовлетворительное положение в Карелии с естественным возобновлением леса требует от научных организаций республики, и в первую очередь от Карельского филиала Академии наук СССР, детального изучения этого вопроса и изыскания эффективных методов облесения обширных площадей вырубок.

Институт леса Карельского филиала Академии наук СССР в 1957 году опубликовал часть материалов по изучению естественного возобновления ели на сплошных концентрированных вырубках и рационализации мероприятий по выращиванию леса в связи с современными приемами механизации лесозаготовок.

Настоящий выпуск содержит ряд статей, освещающих природные особенности лесов Карелии, закономерности явлений плодоношения и семенной продуктивности сосны, рационализации методов обработки почвы для содействия процессу естественного возобновления леса и производства лесокультур, а также развития и лесоводственной роли елового подроста (закономерности его появления под пологом леса и дальнейшей судьбы на вырубках).

Большинство этих работ является результатом исследований молодых специалистов Института леса Карельского филиала АН СССР, выполненных под руководством профессора Н. Е. Декатова.

В нескольких статьях рассматривается влияние лесопатологических факторов на жизнь подроста, распространение вредителей хвойных молодняков, а также биологические и лесохозяйственные последствия грибных заболеваний, возникших в результате механических повреждений елового подроста во время лесозаготовок.

Редколлегия

М. И. ВИЛИКАЙНЕН

К ВОПРОСУ ПЛОДОНОШЕНИЯ СОСНЫ НА СЕВЕРЕ
КАРЕЛИИ

Одним из важнейших мероприятий, обеспечивающих естественное возобновление леса на сплошных концентрированных вырубках Карелии, является оставление обсеменителей (семенных куртин, одиночных деревьев — семенников или их групп). Эффективность этого мероприятия, однако, зависит как от лесорастительных условий на вырубке, так и от качества обсеменителей — от способности их к плодоношению и устойчивости. Знание закономерностей плодоношения сосны необходимо не только для отвода обсеменителей, но также для планирования и организации заготовки шишек.

Изучением плодоношения древесных пород на северо-западе нашей страны занимались многие исследователи (Нестерчук, 1931; Некрасова, 1952; Кищенко, Виликайнен, 1957). Однако в условиях перестойных лесов севера эти вопросы остаются пока недостаточно изученными. В связи с интенсивными промышленными рубками на севере Карелии выяснение закономерностей плодоношения сосны в древостоях и в обсеменителях в настоящее время приобретает большое значение.

В данной статье излагаются материалы трехлетних (1953—1956 гг.) наблюдений, проведенных на севере Карелии. Полевые работы были сосредоточены в Авнепорожском лесничестве Кемского лесхоза, в районе распространения сосновых лесов. Древостои с господством сосны занимают здесь 78% от лесопокрытой площади.

По природным особенностям эта территория относится к центральному району северной Карелии и расположена между Беломорской прибрежной равниной и Западно-Карельской возвышенностью. Поверхность этого района сравнительно выравнена. Часть территории лесничества (правая береговая полоса р. Кеми) расположена в Древнеозерной Кемской депрессии и частично занята еловыми лесами (Марченко, 1956). Абсолютные высоты местности не превышают 100 м. Однако в окрестностях поселка Авнепорог рельеф сильно изрезан частыми скальными выходами и песчаными холмами. В целом для района характерна большая заболоченность территории, вследствие чего леса расположены как бы островами среди обширных болот. Большая заболоченность территории лесничества объясняется близким

залеганием водонепроницаемых слоев (кристаллических пород) и суровостью климатических условий (сравнительно короткое лето с низкой температурой). Активный вегетационный период с температурой не ниже 10° имеет продолжительность около 70 дней, а период с температурой выше 0° —120 дней (Романов, 1956).

Леса Авнепорожского лесничества, как и многих других северных лесничеств, характеризуются перестойностью. На дренированных местоположениях наиболее распространенными типами леса являются сосняки воронично-брусничные и воронично-черничные. Сосняки лишайниковые (скальные) и долгомошные встречаются довольно часто, но отдельные участки их занимают сравнительно небольшие площади. Широкое распространение сосновых лесов объясняется в основном почвенными условиями. Так, на повышенных местах наибольшее распространение получили здесь грубозернистые супесчаные и песчаные подзолистые почвы с резко выраженным иллювиальным железистым горизонтом. Мощность почвенного слоя не превышает 35—45 см.

На территории лесничества ведутся интенсивные лесоразработки двумя механизированными лесопунктами — Авнепорог и Юма. В Авнепорожском лесничестве, как и во многих других районах Карелии, где лес транспортируется по рекам и озерам, до последнего времени все еще применяются условно-сплошные рубки. Лиственные породы (в основном береза) и тонкомер хвойных остаются на корню. В качестве обсеменителей вырубок, начиная с 1949 года, отводятся исключительно семенные куртины. На старых вырубках сохранились семенники сосны, которые хорошо плодоносят.

Наши исследования по плодоношению сосны в древостоях и обсеменителей были сосредоточены в основном в кварталах 40, 41, 42, 55, 56, 57, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 79, 83, 99, 117 Авнепорожского лесничества. Для исследования подбирались куртины разной давности и различные по возрасту, составу и сомкнутости древостоев. На пробе проводился пересчет всех деревьев с распределением их по породам и ярусам. Плодоношение определялось путем подсчета шишек при помощи бинокля у плодоносящих деревьев на пробных площадях размером 0,2 га, а также на значительном количестве срубленных модельных деревьев. Аналогичным способом учитывалось плодоношение и в древостоях.

Наблюдения за плодоношением сосны в Авнепорожском лесничестве нами велись с 1953 года. В 1955 и 1956 годах эти исследования были расширены. Ежегодно учет плодоношения проводился в 30 семенных куртинах сосны и на стольких же пробных площадях, заложенных в древостоях. Кроме того, учитывалось плодоношение сосновых семенников на старых вырубках.

Урожай шишек сосны в семенных куртинах сосняка бруснично-черничного в 1953 году в названном лесничестве составлял в среднем 9 тыс. штук на га (табл. 1).

В 1954 году у сосны в этом районе урожая совсем не было, а в 1955 году количество шишек в древостое равнялось в среднем 18,5 тыс. на га. В 1956 году плодоношение сосны значительно ухудшилось: количество шишек в древостое составляло лишь 7,24 тыс. на га.

На основе проведенных нами наблюдений плодоношения в сосняках-брусничниках и черничниках на севере Карелии и литературных

данных (Алексеев, 1932) была составлена шкала количественной оценки урожаев (табл. 2).

Таблица 1

Плодоношение сосны в семенных куртинах за 1953 год (Кемский лесхоз)

№ пробной площади	Таксационная характеристика древостоев			% плодоносящих деревьев	Среднее количество шишек на 1 плодоносящее дерево	Среднее количество шишек в тыс. на 1 га
	возраст	сомкнутость крон	состав			
1	120	0,6	10С+ЕБ	21,0	73	16,0
2	110	0,7	10С+ЕБ	34,0	40	10,0
3	140	0,7	5СЗЕ2Б	46,0	74	11,4
4	120	0,6	9С1Е+Б	10,9	21	1,2
5	120	0,6	10С+Е,БОс	29,0	35	5,4
6	120	0,7	10С+Е,ОСБ	46,0	43	13,1
7	140	0,7	10С+ЕБ	9,2	71	4,5
Среднее				28,0	51	8,9

Таблица 2

Шкала оценки урожаев сосны для севера Карелии

Количество шишек в тыс. на 1 га	Количество семян в кг на 1 га	Характеристика урожая	Оценка (балл)
—	—	Отсутствует	0
1—5	0,04—0,2	Очень плохой	1
5—15	0,2—0,6	Слабый	2
15—30	0,6—1,2	Средний	3
30—50	1,2—2,0	Хороший	4
50 и более	2 и более	Очень хороший	5

Характеризуя урожай семян сосны за годы наблюдений по этой шкале, следует считать, что в 1953 году урожай был ниже среднего (2,5 балла), в 1955 году — средний (3 балла), а в 1956 году — слабый.

По сравнению с более южными районами Союза сосна на севере Карелии плодоносит гораздо слабее. За 4 года наблюдений урожай семян сосны в Авнепорожском лесничестве не превышал в среднем 1 кг на 1 га. В Ленинградской области, по данным В. Г. Каппера, он равнялся 0,3—4 кг на 1 га; в Подмоскovie (Тимирязевская дача) соответственно — 0,3—8 кг, а в Заволжье (Боровское лесничество) — 1—19 кг (Тольский, 1922). Низкая урожайность семян сосны в северных

лесах отмечена Алексеевым и Молчановым (1938). Средний урожай семян сосны за 16 лет, по данным этих авторов, в Архангельской области составляет 0,757 кг на 1 га, с колебанием в отдельные годы от 0,02 до 4,9 кг. Основной причиной слабого плодоношения сосны на севере следует считать более суровые климатические условия там по сравнению с южными районами республики.

Таблица 3

Плодоношение сосны в сосновых семенных куртинах

№ пробной площади	Таксационная характеристика древостоев на пробных площадях					% плодоносящих деревьев		Среднее количество шишек на 1 плодон. дерево		Среднее количество шишек в тыс. на 1 га	
	ср. возраст	сомкн. крон	ср. Д	ср. Н	состав	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.
На вырубках 1—2-летней давности											
1	120	0,7	16	16	9С1Б+Е	49	33	19	22	11,2	8,6
2	100	0,6	18	14	10С	53	27	37	25	12,4	4,2
3	150	0,7	22	19	8С2Б	37	34	18	17	6,2	5,4
4	180	0,4	22	18	8С2ЕБ	68	49	55	35	16,1	7,4
5	140	0,5	26	18	10С	90	48	112	37	39,1	6,9
6	140	0,6	20	17	10С+Б	63	44	29	23	16,1	9,0
					Среднее	60	37	45	26	16,8	6,9
На вырубках 3—6-летней давности											
7	120	0,7	18	14	8С2БЕ	40	16	10	26	4,5	3,2
8	150	0,6	18	18	8С1Е1Б	50	16	27	19	14,2	3,2
9	160	0,5	24	18	8С1Е1Б	58	77	36	28	6,8	7,2
10	160	0,5	26	18	10С/6Е4Б	74	62	35	25	5,4	3,2
11	160	0,6	20	19	7С2Е1Б	31	22	15	22	4,1	4,2
12	140	0,6	20	18	8С2Е+Б	63	25	35	14	15,7	2,5
					Среднее	52	36	26	22	8,8	4,0
На вырубках 7 лет и более давних											
13	120	0,6	20	15	9С1Б	65	24	31	29	14,3	4,9
14	120	0,6	20	16	9С1Е+Б	89	45	51	18	29,6	5,9
15	140	0,6	18	18	5С3Е2Б	78	61	50	35	12,9	7,0
16	160	0,5	24	16	10С+Е	91	89	56	43	13,9	10,9
17	120	0,6	16	15	С3Е2Б	62	37	27	14	11,0	3,4
18	120	0,6	16	16	10С+ЕБ	68	38	29	37	8,2	5,7
					Среднее	75	49	40	29	15,0	6,2
					Среднее по годам	62	40	37	25	13,5	5,7

Как показали наблюдения, семенные куртины сосны в Авнепорожском лесничестве плодоносят несколько слабее, чем соответствующие древостой. Урожай шишек в куртинах в 1955 году в среднем составлял 13,5 тыс. на 1 га, в 1956 году — 5,7 тыс. (табл. 3). В семенных куртинах процент плодоносящих деревьев значительно меньше, чем в древостоях, не подвергавшихся рубке. Плодоношение сосны в семенных куртинах в значительной мере зависит от давности рубки окружающего древостоя. В куртинах 1—2-летней давности урожай шишек почти такой же, как и в древостое, что объясняется заложением цветков еще в условиях невырубленного древостоя. Это имеет большое практическое значение, заключающееся в том, что в случае урожайного года гарантируется обсеменение свежих, еще не заросших травой вырубков. В дальнейшем плодоношение сосны в куртинах значительно снижается вследствие изменившихся условий после рубки окружающего их древостоя, а позднее постепенно восстанавливается (табл. 3). За время наблюдений плодоношение сосны на различных пробных площадях сильно варьировало даже в пределах одного и того же типа леса и сходного по составу и полноте древостоя. Это говорит о том, что и в слабоурожайные годы можно найти отдельные участки леса с повышенным плодоношением, где можно произвести сбор шишек.

Плодоношение сосны в значительной мере зависит от возраста древостоев. Куртины с более старыми древостоями плодоносят лучше, чем куртины с древостоями более молодыми. То же самое наблюдается и в древостоях, не подвергавшихся рубке (табл. 4).

Таблица 4

Плодоношение сосны в зависимости от возраста древостоев

Возраст древостоев	% плодоносящих деревьев	Количество шишек на 1 плодоносящее дерево	Количество шишек в тыс. на 1 га	Количество пробных площадей
В семенных куртинах				
120—140	37	23	5,4	17
150—180	35	30	6,6	12
В древостоях				
120—140	57	22	5,8	10
150—180	72	30	7,2	7

Улучшение плодоношения сосны в высоковозрастных древостоях, по-видимому, является следствием изреженности их и увеличения поверхности крон (рис. 1). На существующую прямую зависимость плодоношения хвойных от поверхности их крон указывал Л. Ф. Правдин (1936). И. Лассила (Lassila, 1920), проводивший свои наблюдения на севере Финляндии, также отмечает, что семенные деревья сосны в возрасте 150—170 лет в условиях севера обладают хорошим плодо-

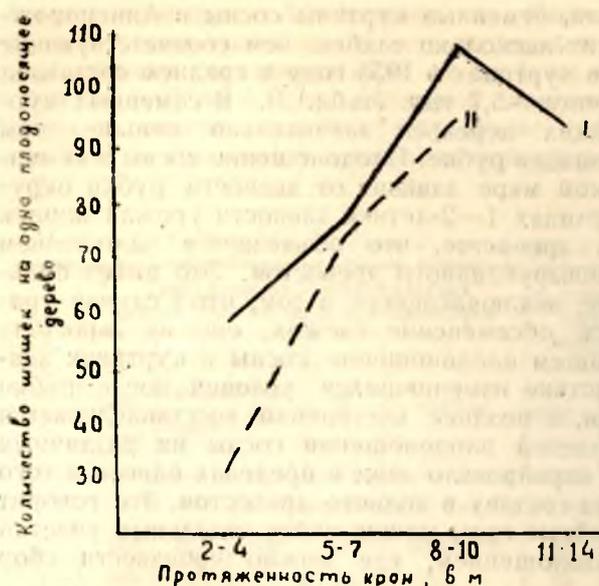


Рис. 1. Плодоношение сосны в зависимости от протяженности кроны:
1—на семенниках; 2—в древостое

на одно плодоносящее дерево, значительно выше, чем в более сомкнутых. Увеличение плодоношения в редкостойных древостоях связано с улучшением в них светового режима. Редкое стояние деревьев ослабляет корневую конкуренцию, улучшаются условия корневого питания. Следовательно, под семенные куртины сосны надо выбирать по преимуществу древостой с меньшей сомкнутостью кроны. Там, где такого выбора нет, для усиления плодоношения следовало бы проводить разреживание за счет не плодоносящих деревьев и деревьев других пород, составляющих примесь.

ношением. Наиболее высокий урожай шишек он наблюдал у сосны в возрасте 170 лет.

Из сказанного следует, что и в высоковозрастных древостоях севера можно отводить обсеменители с хорошим плодоношением.

Плодоношение сосны в древостоях и семенных куртинах зависит от сомкнутости кроны. Изреженные древостой плодоносят лучше, чем более сомкнутые (табл. 5).

Из данных табл. 5 видно, что в древостоях и куртинах с малой сомкнутостью кроны процент плодоносящих деревьев и количество шишек, приходящихся

Таблица 5

Плодоношение сосны в зависимости от сомкнутости кроны древостоев

Сомкнутость кроны	% плодоносящих деревьев	Количество шишек на 1 плодоносящее дерево	Количество шишек в тыс. на 1 га	Количество пробных площадей
В семенных куртинах				
0,4—0,5	50	49	8,0	10
0,6—0,7	31	27	4,7	19
В древостоях				
0,4—0,5	79	35	6,7	4
0,6—0,7	58	22	6,3	13

Плодоношение сосны меняется также и по типам леса. Лучшее плодоношение мы наблюдали в сосняках-брусничниках и сосняках лишайниковых. Хуже плодоносят сосняки долгомошные. Сосняки-черничники занимают среднее положение (табл. 6).

Таблица 6

Плодоношение сосны в древостоях различных типов леса

Тип леса	% плодоносящих деревьев		Среднее количество шишек на 1 плодоносящее дерево		Среднее количество шишек в тыс. на 1 га		Количество пробных площадей
	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.	
С. лишайниковые	77	63	52	35	16,4	8,3	7
С. брусничники	86,6	57	58	32	26,6	7,2	15
С. черничники	66,6	63	43	31	14,8	6,9	10
С. чернично-долгомошные	60	35	32	26	9	4,2	7

В настоящее время в Авнепорожском лесничестве семенников сосны в виде отдельных деревьев не оставляют. Однако на старых вырубках мы довольно часто встречали вполне устойчивые и обильно плодоносящие семенники (рис. 2). В 1955 году нами было учтено



Рис. 2. Семенники сосны на вырубке брусничного бора

здесь плодоношение 396 и в 1956 году 434 семенников, а также, для сравнения, плодоношение некоторого количества семенников в Петрозаводском лесхозе (табл. 7).

Таблица 7

Плодоношение сосновых семенников на вырубках
в сосняках - брусничниках

Количество учтенных семенников		% плодоносящих деревьев		Среднее количество шишек на 1 плод. дерево	
1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.
Кемский лесхоз					
396	434	96,5	89,5	93	73
Петрозаводский лесхоз					
48	109	79	94	118	108

Из данных табл. 7 видно, что плодоношение сосновых семенников на вырубках Кемского лесхоза в 1956 году по сравнению с 1955 годом несколько снизилось, а в Петрозаводском лесхозе процент плодоносящих деревьев заметно повысился. Это связано с общим небольшим повышением плодоношения сосны на юге Карелии и понижением его в ее северной части.

Семенники сосны в Авнепорожском лесничестве плодоносят значительно лучше, чем сосна в семенных куртинах. Количество плодоносящих деревьев, по наблюдениям 1955 и 1956 годов, составляет в среднем 93%, а в семенных куртинах лишь 49%. Среднее количество шишек, приходящееся на одно плодоносящее дерево, за два года равняется 83, а в семенных куртинах оно почти в три раза меньше (28). Сосновые семенники плодоносят также значительно лучше по сравнению с такими же соснами (по диаметру, высоте и возрасту) в соседнем древостое (табл. 8).

Таблица 8

Плодоношение сосновых семенников на старых вырубках и аналогичных сосен в соседнем древостое

Количество шишек на одно дерево	Количество деревьев в %	
	семенники на вырубках 20-летней давности	сосны в соседнем древостое
0	4,8	12,3
1—25	23,2	28,4
26—50	22,0	20,0
51—100	27,0	26,0
Более 100	23,0	13,3

Как видно из данных табл. 8, процент не плодоносящих семенников значительно ниже, а процент семенников, имеющих свыше 100 шишек на одно дерево, почти в два раза больше, чем таких деревьев в соседнем древостое.

Сосновые семенники на вырубках в бруснично-черничных и лишайниковых типах леса в Авнепорожском лесничестве вполне ветроустойчивы. На наших пробных площадях, где учитывалось плодоношение семенников, ветровала почти не встречалось. Только в пониженных местах с избыточным увлажнением (сырых черничниках и чернично-долгомошниках) семенники вываливаются ветром. На повышенных открытых для ветров местах семенники сосны изредка ломаются, но не вываливаются с корнями. Корневая система у сосны, растущей на песчаных и супесчаных почвах в брусничных борах, хорошо развита. Основная масса корней расположена в иллювиальном железистом горизонте, многие корни доходят до 1 м в глубину (рис. 3).



Рис. 3. Мощная корневая система сосны на песчаной почве

Отпад в семенных куртинах сосны в основном состоит из сухостоя и незначительного количества ветровала и бурелома. На свежих вырубках в куртинах ветровала и бурелома все же несколько больше, чем на более старых, а сухостоя, наоборот, меньше, чем на старых (табл. 9). Для сравнения учитывался отпад и в древостое того же возраста (120—160 лет).

Практикой лесного хозяйства в Авнепорожском лесничестве за последние годы в качестве обсеменителей принято отводить исключительно семенные куртины в независимости от лесорастительных условий. Учитывая, что семенники сосны в виде отдельных деревьев достаточно устойчивы при определенных лесорастительных условиях (в брусничных и лишайниковых борах) и плодоносят лучше, чем

сосна в семенных куртинах, следует считать существующий в настоящее время способ отвода обсеменителей неправильным. Мнение, что одиночные семенники сильно мешают работе лесозаготовительных механизмов, не имеет под собой серьезных оснований, так как сами же лесозаготовители, проводя условно-сплошные рубки в Авнепорожском лесничестве, оставляют на корню значительно большее количество лиственных деревьев и тонкомера хвойных пород, чем требуется по нормам семенников. Равномерно расположенные семенники (или их группы) обсемят вырубку более полно, чем семенные куртины. При отводе семенников имеются большие возможности для выбора деревьев, отличающихся как хорошим плодоношением, так и другими ценными наследственными свойствами (быстрой ростом, хорошей формой ствола и пр.). Так как семенники выбираются из числа хорошо плодоносящих, количество деревьев при этом можно довести до минимума. Для облегчения перекрестного опыления семенники лучше оставлять группами по 4—5 деревьев.

Таблица 9

Отпад в семенных куртинах сосны
и в древостое

Объекты	Количество пробных площадей	Средний % отпада по количеству деревьев		Всего (%)
		сухостоя	ветровала и бурелома (свеж.)	
Куртины на вырубках 1—2-летней давности	8	5,7	0,6	6,3
То же, 3—5 лет	5	7,0	0,2	7,2
То же, 6—8 лет	12	6,9	0,3	7,2
То же, 13 и более лет	6	6,7	0,1	6,8
Древостой	14	4,0	—	4,0

Семенные куртины сосны в Авнепорожском лесничестве, как правило, расположены по краям вырубки и одним своим краем примыкают к болоту (рис. 4). Следовательно, семена с этих куртин в зависимости от направления ветров могут быть с одинаковой вероятностью занесены как на вырубку, так и на болота, то есть потери семян могут составлять около 50%. Фактически эти потери еще больше, так как значительное количество семян осыпается внутри куртины, не участвуя в обсеменении вырубки.

Из сказанного следует, что оставление семенных куртин сосны на вырубках в лишайниковых и брусничных борах, где семенники достаточно устойчивы и хорошо плодоносят, в условиях Кемского лесхоза нецелесообразно. Семенные куртины сосны можно рекомендовать к оставлению там, где по условиям среды семенники не достаточно устойчивы (в сырых черничниках, в чернично-долгомошниках и в долгомошниках).



Рис. 4. Семенная куртина сосны на краю вырубki

В целях изучения качества семян сосны в марте 1954 и 1955 годов был произведен сбор шишек с семенников в древостое и в семенных куртинах. Собранные шишки взвешивались с определением их средних размеров. После предварительной обработки и сушки из них были извлечены семена. Затем был установлен вес 1000 семян по отдельным пробам. Для определения качества семян произведено их проращивание в приборе Либенберга. Результаты проращивания приводятся в табл. 10. Из данных таблицы видно, что семена сосны, полученные с семенников, не уступают, а даже несколько превосходят по качеству семена из шишек, собранных в древостое. Спелые и перестойные леса (120—160-летнего возраста) дают семена по всхожести и энергии прорастания не хуже, чем молодняки 20-летнего возраста. Процент пустых семян, собранных в молодняке, более высокий, чем из других проб.

О том, что возраст материнских деревьев не оказывает заметного влияния на качество семян, говорят также наблюдения А. В. Тюрина (1952). По его данным, сеянцы сосны, полученные из семян с деревьев различного возраста, имели одинаковый рост.

При изучении плодоношения сосны мы проводили систематические фенологические наблюдения над годичным циклом развития побегов и органов размножения, от заложения цветков до созревания и опадения семян. Данные фенологических наблюдений необходимы для правильного планирования и организации ряда сезонных работ в лесном хозяйстве. На основании фенологических наблюдений в период цветения устанавливаются прогнозы на размер ожидаемого урожая.

Зачатки мужского колоска (соцветия) сосны закладываются в конце лета и вполне формируются к зиме. Женское соцветие сосны хотя и закладывается осенью в виде зачаточных покровных чешуй и бугорка меристематической ткани, но формирование и развитие их происходит лишь весной в год цветения. По внешним признакам комбинированный

побег, содержащий развившееся женское соцветие, можно отличить от простого вегетативного побега примерно за полмесяца до цветения, так как конец побега от развивающейся женской почки утолщается. Женская почка сосны, состоящая в это время из покровных чешуй и зачатков соцветий (до полумиллиметра длины), обнаруживает чуть заметный рост. Развитие ее постепенно ускоряется, перед цветением переходит в быстрый рост (рис. 5).

Таблица 10

Всхожесть и энергия прорастания семян сосны

Место, где взяты шишки	Год учета	Лабораторная всхожесть семян в %	Энергия прорастания семян в %	Процент непроросших семян			Вес 1000 семян в г	Кол-во семян, подвергнутых испытанию
				пустых	загнивших	здоровых		
В древостое 120—150-летнего возраста	1953	86,8	53,7	3,8	1,6	7,8	4,0	1600
	1955	63,2	35,2	23,5	0,1	12,8	3,2	1600
	1956	74,0	25,0	15,0	4,0	7,0	3,0	500
В семенных куртинах	Средний %	74,7	38,0	14,1	1,9	9,2	3,4	
	1953	89,5	50,6	2,6	0,9	7,0	3,6	1600
	1956	97,0	74,0	1,7	1,3	—	3,7	300
С семенников	Средний %	94,4	62,3	2,1	1,1	3,5	3,6	
	1953	80,4	46,3	3,5	0,8	15,3	3,4	1600
	1955	70,7	41,0	15,5	1,0	13,4	3,8	600
В молодняке 20-летнего возраста	1956	89,6	70,0	6,0	0,4	4,0	3,0	1000
	Средний %	80,2	52,4	8,3	0,7	10,9	3,4	
	1955	66,2	37,0	20,8	—	13,0	3,8	

Сроки зацветания сосны зависят в сильной степени от метеорологических условий весны. Так, например, очень ранняя теплая весна, наблюдавшаяся на юге Карелии в 1949 году, вызвала раннее цветение сосны. Зацветание сосны в этом году отмечено в начале июня. В 1955 году, наоборот, весна в Карелии была поздняя и холодная, что сильно задерживало начало цветения сосны. Среднемесячная температура мая в 1955 году была на 3° ниже многолетних средних температур для этого месяца (табл. 11).

Как видно из приведенных данных, сосна зацветает в южной Карелии в середине июня. На севере Карелии сосна зацветает на 10—12 дней позднее по сравнению с южной ее частью.

Размеры шишек сосны варьируют в значительных пределах. Из данных табл. 12 видно, что средняя длина шишек сосны на севере Карелии (Кемский лесхоз) за три года наблюдений составляет 3,30 см, что полностью совпадает с данными Ренвала для севера Финляндии (цитируется по Lassila, 1920). По данным Алексеева (1932), сосновые шишки в Архангельской области достигают длины в среднем 2,91 см. По нашим наблюдениям, на юге Карелии средняя длина сосновой шишки 4 см, ширина 2 см. Средний вес одной шишки в древостое (из 1151 экз.) равнялся 3,51 г (максимальный вес 6,67 г и минимальный 1,12). Средний выход семян из 1102 шишек, взятых с семенников, составлял 19 штук на одну шишку, или 2,2% по весу шишек.

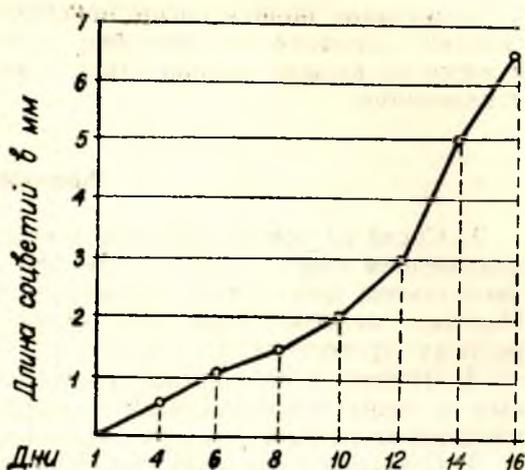


Рис. 5. Динамика развития соцветий сосны (по данным наблюдений 1—16 июня 1956 г.)

Таблица 11

Начало цветения сосны в окрестностях Петрозаводска

	1949 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	Среднее	Амплитуда колебания
	6/VI	15/VI	25/VI	15/VI	15/VI	19/VI

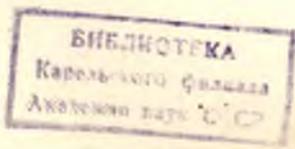
Среднемесячные температуры

Апрель		0,3	—15			
Май		8,2	5,2			
Июнь		14,3	11,4			
Средняя за 3 месяца		7,6	5,0			

Таблица 12

Длина шишек сосны в древостое
(Кемский лесхоз)

Год наблюдения	Количество шишек с распределением по классам длины в мм								Средняя длина в мм
	15—20	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45	46—50	51—55	
1953	5	31	57	75	24	8	—		32
1955	2	15	17	40	24	14	7	1	34
1956	7	41	65	86	33	13	5		33



Созревание шишек сосны происходит, в зависимости от метеорологических условий, в сентябре—октябре. Семена сосны выпадают в массе во второй половине мая, и распространение их по насту почти исключается.

ВЫВОДЫ

1. Сосна на севере Карелии обладает сравнительно хорошим плодоношением еще в возрасте 150—180 лет. Высоковозрастные древостои дают семена достаточно хорошей всхожести и энергии прорастания. Поэтому целесообразно оставление обсеменителей и в высоковозрастных древостоях.

2. Лучшее плодоношение сосны наблюдается в сосняках брусничных и лишайниковых, затем в черничниках. Сосняки долгомошные плодоносят слабее.

3. Сосновые семенники плодоносят лучше, чем сосна в семенных куртинах. На вырубках в сосняках лишайниковых, в брусничных и в бруснично-черничных сосновые семенники достаточно устойчивы от ветра. Поэтому следует считать более целесообразным оставление здесь в качестве обсеменителей отдельных деревьев-семенников или еще лучше групп из 3—5 деревьев. Семенные куртины сосны надо отводить там, где семенники будут недостаточно устойчивы (в сырых черничниках и в долгомошниках).

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев С. В. К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. Северное краевое издательство, Архангельск, 1932.

Алексеев С. В. и Молчанов А. А. Плодоношение сосновых и еловых насаждений Севера. Журнал „Лесное хозяйство“, 1938, № 2—3.

Каппер О. Г. Репродуктивная способность сосновых насаждений в южных областях СССР по исследованиям в лесах Воронежской губернии. „Записки Воронежского сельскохозяйственного ин-та“, т. VI, 1926.

Кищенко Т. И. и Виликайнен М. И. Обсеменители вырубок в ельниках. „Труды Карельского филиала Академии наук СССР“, вып. VII, Петрозаводск, 1957.

Марченко А. И. Основные внутренние природные различия республики. „Карельская АССР“. Географгиз, Москва, 1956.

Некрасова Т. П. О двудольности лапландской сосны. „Ботанический журнал“, 1952, т. 33, № 2.

Нестерчук Г. И. Плодоношение и естественное возобновление сосновых насаждений Кольского полуострова. Журнал „Лесное хозяйство и лесная промышленность“, 1931, № 3—6.

Правдин Л. Ф. О закономерности в плодоношении насаждений. Сельхозиздат, 1936.

Романов А. А. О климате Карелии. Петрозаводск, 1956.

Тольский А. П. Плодоношение сосновых насаждений. Москва, 1922.

Тюрин А. В. Основа хозяйства в сосновых лесах. Гослесбумиздат, 1952.

Lassila I. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä Pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. „Acta forestalia fennica“, 14. Helsinki, 1920.

Ф. И. АКАКИЕВ

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ЕЛИ

Перед лесным хозяйством нашей страны поставлена задача максимального повышения продуктивности лесов. Для успешного решения ее лесоводы должны идти не только по пути изменения экологических условий, но и по пути разведения видов и форм древесных пород, способных давать наибольший прирост в единицу времени, не снижая качества древесины. Разведение таких древесных пород может осуществляться применением методов селекции.

При современном состоянии лесного хозяйства лесная селекция в Карелии должна быть направлена на выявление в естественных насаждениях лучших форм древесных пород. Массовая селекция, базирующаяся на использовании внутривидового разнообразия, имеет весьма существенное значение. Она является единственным методом, дающим быстрый эффект в деле улучшения формового состава насаждений на больших площадях.

Идея отбора и использования лучших форм древесных пород является не новой. Еще в 1760 году Дюамель дю Мансо указывал на наследственный характер признаков у лесных деревьев. Он отмечал, что замедленный рост дерева и плохая форма ствола, вызванная естественными условиями, передается потомству (Larsen Syrach C., 1949). В России вопрос об улучшении состава дубрав путем отбора желудей ставился еще А. Т. Болотовым (1766), рекомендовавшим собирать желуди с деревьев, „которые от природы растут высоко и прямо и лучше прочих“. Необходимо отметить, что лесная селекция до сих пор не располагает достаточно разработанной и обоснованной методикой отбора наиболее перспективных форм деревьев. Детальное познание всех наследственных форм того или иного вида древесной породы является первой задачей лесного селекционера на пути улучшения генетической структуры насаждений.

Одной из основных лесообразующих пород в Карелии является ель европейская (*Picea abies* Karst., *P. excelsa* Link). В состав ее популяции, даже в пределах небольшого района, как известно, входят разнообразные по морфологическим признакам, биологическим свойствам и хозяйственному значению формы, совместно произрастающие в одном и том же насаждении. Как справедливо указывает В. Н. Сукачев (1934), в лесу нельзя найти двух елей, не отличающихся друг

от друга. При этом изменчивости подвержены самые различные органы. Из этих форм для целей лесной селекции наибольший интерес представляют те, которые отличаются наиболее быстрым ростом, хорошей формой ствола, высоким качеством древесины.

Морфологические формы ели весьма разнообразны. Так, только по характеру семенных чешуй шишек в Швеции выделена 51 форма ели, затем выделено несколько форм, различающихся по окраске чешуй женских цветков (шишечек), пять форм, различающихся по габитусу главных ветвей кроны, и т. д. Однако вопрос о передаче этих особенностей потомству и о связи их с лесоводственными свойствами еще недостаточно изучен.

Лесоводы давно подметили, что весной в одном и том же древостое не у всех елей одновременно раскрываются вегетативные почки: из года в год наблюдается, что на одних деревьях молодая хвоя появляется на 10—15 дней раньше, чем на других, рядом стоящих и по габитусу не отличающихся от первых. По-видимому, Бекман является первым, кто указал на существование рано- и поздне-распускающихся форм у древесных пород. В 1777 году он писал, что у всех древесных пород имеется две формы — мягкая и твердая, причем мягкая трогается в рост раньше твердой; каждая имеет иначе окрашенные шишки, а у лиственных пород — иную форму семени. Так, у мягкой ели шишки вначале красные, затем, по мере созревания, становятся коричневыми; у твердой — вначале зеленые, а после созревания становятся желтоватыми.

В последующем изучением рано- и поздне-распускающихся форм древесных пород занимались многие исследователи, но тем не менее до сих пор нет вполне ясного представления о происхождении, биологических свойствах и хозяйственном значении этих форм.

В. Н. Сукачев (1934) связывает происхождение рано- и поздне-распускающихся форм дуба с историей его ареала, полагая, что поздняя форма является более южной. Он считает их лузусами, то есть наследственными формами, не связанными с определенным ареалом. О. Г. Каппер (1954) полагает, что происхождение рано- и поздне-распускающихся форм древесных пород связано с историей их расселения после отступления ледника. Он считает, что растения, мигрировавшие из западных районов, образовали ранораспускающиеся формы, а растения, мигрировавшие с юга, — поздне-распускающиеся. Некоторые исследователи считают рано- и поздне-распускающиеся формы древесных пород экотипами. А. С. Яблоков (1952) проводит аналогию между этими формами и озимыми и яровыми злаками.

Изучением форм ели, различающихся по срокам начала вегетации, занимались многие исследователи, и по данному вопросу опубликовано довольно много работ. До Пуркинэ (Purkyně, 1877) об этих формах и их лесоводственном значении писали Бекман, Этельт, Губер, Брено. Все названные авторы считали коррелятивно связанным начало распускания вегетативных почек и окраску молодых женских шишек, полагая, что темно-фиолетовая окраска шишек свойственна ранораспускающейся ели, а светло-зеленая — поздне-распускающейся. Исследованиями Мюнха (Münch, 1923), Реуса (Reuss, 1928), Штока (Stock, 1929), Шестоперова (1930), Харитоновой (1937), Сэтлера (Sättler, 1952), Денгелера (Dengler, 1955) установлено, что не существует строгой связи между началом вегетации и окраской шишек, то есть не все красно-

шишечные ели являются ранораспускающимися, а зеленошишечные — позднораспускающимися.

Пуркинэ, указывая на существование этих форм ели, приводит много морфологических признаков для каждой из них. Позднейшими исследованиями, проведенными во многих районах Германии (Reuss, 1928) и в Татарской АССР (Шестоперов, 1930), никаких морфологических различий между ними не обнаружено. Более того, некоторые морфологические признаки этих форм, указанные Пуркинэ, Реус нашел на одном и том же дереве. Большинство авторов сходится на том, что цвет шишек не является вполне устойчивым признаком для выделения форм ели и что можно говорить лишь о формах, различающихся по времени распускания вегетативных почек — ранораспускающейся и позднораспускающейся, из которых первая в большинстве является красношишечной, вторая — зеленошишечной. Исследованиями Мюнха (Münch, 1923, 1928) и Реуса (Reuss, 1928) установлено, что свойство раннего и позднего распускания почек является постоянным и наследственным признаком.

Вопрос о хозяйственном значении этих форм до конца не изучен. Так, об энергии роста, качестве древесины, семенной продуктивности и т. д. исследователями высказаны прямо противоположные мнения.

Наши исследования имели целью определить семенную продуктивность и качество семян фенологических форм ели. Для решения этой задачи в начале июня 1955 года в Южно-Петрозаводском и Виданском лесничествах Петрозаводского лесхоза было заложено 14 опытных участков; опытные участки закладывались в двух типах леса — ельнике-черничнике, как наиболее распространенном в массиве, и ельнике-кисличнике, как наиболее продуктивном.

На каждом участке, за исключением двух, было занумеровано не менее ста свободностоящих деревьев ели одного поколения (в пределах одного класса возраста), измерены таксационные показатели каждого дерева, определена его фенологическая форма и описаны морфологические особенности. Краткая характеристика опытных участков приведена в табл. 1.

При выделении внутривидовых форм разнообразного таксономического значения, как известно, пользуются сопоставлением признаков, то есть особенностей, которыми одна группа организмов может отличаться от другой (размеры, форма и количество органов, различия в каких-либо физиологических проявлениях). Изучение фенологических форм древесных пород показало, что существенными признаками этих форм являются такие, как динамика развития фенологических фаз, сроки начала вегетации, продолжительность вегетационного периода.

Фенологическими наблюдениями в 1955—1957 годах отмечались фазы начала набухания и распускания вегетативных почек и роста молодых побегов. Формоопределяющей фазой, как известно, является распускание вегетативных почек. Для разграничения же форм было использовано явление неперекрываемости начальных фаз вегетации.

У позднораспускающихся елей набухание вегетативных почек начинается в период роста побегов у ранораспускающихся елей, то есть первые отстают от вторых более чем на две фазы. Средняя разница по времени составляла в 1955 году 10 дней, а в 1956 году — 13 дней.

Краткая характеристика опытных участков

Таблица 1

№ участка	Местоположение, почва	Таксационная характеристика древостоя							Количество деревьев ели
		тип леса	состав	средние		класс возр. возраст	класс бонитета	полнота	
				Н	Д				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Нижняя часть пологого склона ВСВ экспозиции. Мезорельеф выражен слабо. Почва среднеподзолистая, супесчаная на слоистом наносе	Ельник-кисличник	9E1Oс+С	21	22	$\frac{IV}{80}$	II	0,7	158
2	Ровное. Мезорельеф не выражен. Почва среднеподзолистая, супесчаная на валунной супеси	Ельник-черничник	10E+С,Ос	17	22	$\frac{IV}{80}$	III	0,6	103
3	Средняя часть пологого склона восточной экспозиции. Почва среднеподзолистая, супесчаная на супеси	Ельник-кисличник	9E1Oс+Б	17	16	$\frac{IV}{65}$	II	0,8	166
4	То же	То же	9E1Oс+Б	17	16	$\frac{IV}{65}$	II	0,8	135
5	Средняя часть пологого склона ЮВ экспозиции. Почва слабоподзолистая, суглинистая на валунном суглинке	То же	10E+Oс	18	20	$\frac{IV}{70}$	II	0,7	137
6	Ровное. Почва среднеподзолистая, супесчаная на валунной супеси	Ельник-черничник	10E+Б	18	24	$\frac{V}{90}$	III	0,6	174
7	Средняя часть пологого склона восточной экспозиции. Почва среднеподзолистая, супесчаная на валунной супеси	Ельник-кисличник	8E2Oс+Б	20	24	$\frac{IV}{80}$	II	0,5	100
8	Ровное. Почва среднеподзолистая, супесчаная на супеси	Ельник-черничник	10E+Oс	19	26	$\frac{V}{90}$	III	0,6	115
9	Средняя часть пологого склона западной экспозиции. Почва среднеподзолистая, супесчаная на скелетной валунной супеси	Ельник-черничник	10E	15	16	$\frac{IV}{72}$	IV	0,5	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Ровное. Почва средне-подзолистая, супесчаная на скелетной валунной супеси	Ельник-черничник	10Е	13	16	$\frac{IV}{73}$	IV	0,6	100
11	Ровное. Почва средне-подзолистая, суглинистая на валунном суглинке	Ельник-кисличник	10Е+Б	17	22	$\frac{IV}{65}$	III	0,2	65
12	Средняя часть пологого склона южной экспозиции. Почва среднеподзолистая, супесчаная на валунной супеси	Ельник-черничник	10Е+Б	16	18	$\frac{IV}{70}$	III	0,3	50
13	Нижняя часть пологого склона южной экспозиции. Почва среднеподзолистая, супесчаная на валунной супеси	Ельник-черничник	9Е1Б+Ос	14	14	$\frac{III}{56}$	III	0,5	100
14	Верхняя часть пологого склона северной экспозиции. Мезорельеф хорошо выражен. Почва среднеподзолистая, супесчаная на валунной супеси	Ельник-черничник	7Е2Б1Ос	21	22	$\frac{VI}{120}$	IV	0,6	150

Группа деревьев, характеризовавшаяся наличием частичной возможности для перекрывания фаз с рано- или позднораспускающимися деревьями, была выделена в качестве промежуточной формы. Наблюдались случаи, когда отдельные деревья промежуточной формы и ближайшие к ней из рано- и позднораспускающихся форм размещались в разные годы в разных фенологических группах. Это объясняется относительной точностью фиксации фенологических фаз, равной промежутку времени, через который проводились наблюдения (3—4 дня), и, возможно, наличием индивидуумов, характеризующихся непостоянством фенологического признака.

В результате наблюдений выявлено, что на каждом опытном участке совместно произрастают ранораспускающаяся, позднораспускающаяся и промежуточные между ними формы ели. В среднем популяция ели на опытных участках состоит из 47% ранораспускающейся формы, 36% промежуточной и 17% позднораспускающейся. Соотношение процента елей разных форм по типам леса ельник-черничник и ельник-кисличник варьирует незначительно.

При изучении семенной продуктивности и качества семян разных форм ели мы исходили из предпосылки, что глубокие физиологические различия, имеющие наследственный характер и проявляющиеся в сроках

начала вегетации деревьев, должны существенно влиять и на их репродуктивную способность.

Мюнх (Münch, 1928) полагает, что рано- и позднораспускающиеся ели плодоносят не в одни и те же годы, но в урожайные годы обе формы могут характеризоваться одинаковой энергией плодоношения. И. И. Шишков (1956) считает, что ранораспускающаяся форма характеризуется более обильным плодоношением.

Размер семенной продуктивности деревьев определялся путем подсчета количества шишек с помощью бинокля. Деревья осматривались только с южной стороны. С целью получения поправочных коэффициентов был произведен учет на 72 модельных деревьях. После решения корреляционных уравнений вычислены поправочные коэффициенты, которые вносились в данные пересчетов, и, таким образом, определялось общее количество шишек на дереве. Необходимо отметить, что в 1955 году в условиях южной Карелии урожай шишек ели был ниже среднего; в 1956 году хотя количество плодоносящих деревьев несколько уменьшилось, продуктивность их была выше; 1957 год являлся абсолютно неурожайным. Результаты пересчета шишек, с учетом внесенных поправок на шишки, не видимые с южной стороны, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Продуктивность плодоношения ели в 1955 и 1956 годах

Формы ели	Количество учтенных деревьев		Общее количество шишек		Среднее число шишек на 1 дерево ($M \pm m$)		Коэффициент вариации (в %)	
	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.	1955 г.	1956 г.
Ранораспускающаяся	453	436	7983	13 330	$17,6 \pm 1,2$	$30,5 \pm 3,7$	145	253
Промежуточная	316	316	5919	9003	$18,7 \pm 1,4$	$28,5 \pm 4,0$	133	248
Позднораспускающаяся	165	148	2773	4236	$16,8 \pm 1,6$	$28,6 \pm 3,1$	120	131

Из табл. 2 видно, что ранораспускающаяся, позднораспускающаяся и промежуточная формы ели характеризуются в среднем одинаковой энергией плодоношения. Показатель существенности, то есть отношение разницы средних арифметических к корню квадратному из суммы квадратов средних ошибок, для данных форм ели равен 0,3—0,4. Следовательно, существенной разницы между количеством шишек на этих формах ели в 1955 и 1956 годах не обнаружено. Коэффициент вариации показывает, что число шишек на отдельных деревьях в пределах каждой формы колеблется в очень широких пределах. Здесь следует отметить, что высококачественные деревья (прямоствольные, малосбежистые, узкокронные) в 1955 и 1956 годах совсем не плодоносили или плодоносили менее обильно, чем соседние, находящиеся в таких же условиях освещения низкокачественные деревья (сильно сбежистые, суковатые, ширококронные).

Для получения семян фенологических форм ели, произрастающих в условиях ельника-черничника, было выбрано 54 модельных дерева. В качестве модельных подбирались деревья, растущие недалеко одно от другого, но явно различающиеся в сроках начала вегетации. Все деревья относились к I—II классам роста и не имели механических повреждений. В октябре 1956 года были собраны шишки отдельно с каждого дерева. Не имея возможности подробно остановиться на морфологии шишек, отметим лишь, что как по окраске, так и по размерам они в пределах каждой формы значительно варьировали. Средняя длина шишек у всех форм ели была почти одинакова и равнялась: у ранораспускающейся формы— $77,1 \pm 1,3$ мм, у промежуточной— $75,6 \pm 1,3$ мм, у позднораспускающейся— $76,5 \pm 1,2$ мм.

При внешнем осмотре шишек оказалось, что большая часть их имеет признаки повреждений насекомыми в виде натеков смолы. С целью определения количества энтомовредителей в шишках рано- и позднораспускающихся елей был произведен учет повреждений шишек с девяти ранораспускающихся и десяти позднораспускающихся елей. Всего взрезано около 500 шишек.

По нашим подсчетам оказалось, что в 1956 году в Петрозаводском лесхозе имело место значительное распространение шишковой листовертки (*Laspeyresia strobilella* L.). Ею заражено более 90% всех шишек; она находилась даже в здоровых по внешнему виду шишках. Другой вредитель—огневка (*Doryctria abietella* Schiff.) была распространена значительно меньше. Ею поражено сравнительно небольшое количество шишек—на пяти из девятнадцати исследованных моделей.

Статистические данные о плотности заселения шишек рано- и позднораспускающихся елей гусеницами листовертки представлены в табл. 3.

Таблица 3

Количество гусениц листовертки в шишках рано- и позднораспускающихся елей

Формы ели	Среднее число гусениц в шишке ($M \pm m$)	Коэффициент вариации (в %)	Показатель существенности $\left(\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \right)$
Ранораспускающиеся	$4,6 \pm 0,3$	32,7	4,2
Позднораспускающиеся	$2,8 \pm 0,2$	43,8	

Данные табл. 3 показывают, что количество гусениц листовертки в шишках ранораспускающихся елей значительно больше, чем в шишках елей позднораспускающихся. Величина показателя существенности позволяет утверждать, что разница средних количеств гусениц листовертки в шишках рано- и позднораспускающихся елей является определенной.

Мы пока не знаем, почему бабочка предпочтительнее откладывает свои яички на шишках ранораспускающихся елей. Быть может, ее привлекает молодая нежная хвоя. В 1956 году к моменту лета бабочки (1—10 июня) у всех ранораспускающихся елей почки уже раскрылись, тогда как у позднораспускающихся они только начали раскрываться.

Семена из шишек извлекались одинаковым способом для всех деревьев. Крылатки отделялись перетираем руками, очистка производилась просеиванием через сита. Полнозернистость семян определялась путем погружения их в абсолютный спирт, при этом, как известно, пустые семена всплывают. Выход семян, их вес и полнозернистость, найденные как среднее из анализа 400 семян каждого дерева, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Средние показатели выхода семян, веса и полнозернистости их для различных форм ели

Формы ели	Выход семян (в % от веса шишек)	Вес 100 семян (мг)	Полнозернистость (%)
Ранораспускающиеся	$0,6 \pm 0,1$	432 ± 15	$75,8 \pm 5,0$
Промежуточные	$0,6 \pm 0,1$	422 ± 18	$81,1 \pm 2,9$
Позднораспускающиеся	$0,7 \pm 0,1$	427 ± 19	$75,3 \pm 3,8$

Из табл. 4 следует, что все формы ели в 1956 году в условиях Петрозаводского лесхоза характеризовались в среднем одинаковым крайне низким выходом семян по отношению к весу шишек. Основной причиной низкого выхода семян являлось плохое раскрытие шишек из-за сильной засмоленности их, вызванной повреждениями энтомовредителей. В пределах каждой формы ели наблюдалось значительное варьирование в выходе семян. Наибольший коэффициент вариации, равный 78%, найден для позднораспускающихся елей, среди которых также отмечен случай максимального выхода—2,6%. Средний вес 100 семян у всех исследованных форм ели почти одинаковый. Имеющаяся незначительная разница является не существенной. Но если анализировать вес 100 семян отдельных деревьев в пределах любой формы, то окажется, что он подвержен значительному варьированию.

А. В. Фомичев (1908) показал, что в крупных шишках ели запас семян и вес их выше, чем в мелких. Наши наблюдения в общем подтверждают это. Тем не менее, не наблюдается строгой закономерности между размером шишек и весом семян. Так, шишки четырех ранораспускающихся елей были одинаковой средней длины—76 мм (с колебаниями от 64 до 90 мм), а вес 100 полнозернистых семян равнялся 340, 455, 465 и 520 мг.

Переходя к рассмотрению вопроса о полнозернистости семян, необходимо отметить, что в 1956 году наблюдалось довольно обильное мужское цветение ели. Несмотря на это в некоторых партиях оказалось обилие пустых семян (до 77%). Причиной обилия пустых семян в шишках отдельных елей, по-видимому, не являются непосредственно климатические факторы, потому что в шишках других, рядом стоящих елей, содержались семена с полнозернистостью до 95%. Хотя нами не было замечено разницы во времени цветения отдельных елей, но она, вероятно, существовала. Этим объясняется тот факт, что все деревья с высоким процентом пустых семян

оказались из числа елей, начинающих очень рано или, наоборот, очень поздно вегетировать. Средний процент полнозернистых семян у рано- и позднезрелых елей практически одинаков, тогда как у елей, характеризующихся средними сроками начала вегетации, он несколько выше.

Всхожесть семян определялась проращиванием их в приборах Либенберга при температуре 16—20°С в течение 28 суток. В качестве подстилки, на которую выкладывались семена, служила фильтровальная бумага. Семена отдельных деревьев проращивались в количестве от 200 до 500 в зависимости от их полнозернистости. Проросшими считались семена, давшие корешок не менее длины самого семени. Ненормально развитые семена, когда вместо корешка появлялся стебелек, считались непроросшими, если к концу срока проращивания они не давали корешков. В конце срока проращивания все непроросшие семена разрезались и определялся процент нормальных непроросших семян, загнивших, поврежденных энтомофагами и пустых.

В связи с сильным варьированием процента полнозернистых семян отдельных деревьев для сравнимости всхожести и энергии прорастания были исключены пустые семена. По данным ежедневного учета проросших семян, для каждой формы ели составлены средние ряды процента проросших семян (в расчете на полные семена). Для наглядности эти результаты представлены на рис. 1.

Продолжительность прорастания основной массы семян ранозрелых елей в среднем составляла 10 суток. Прорастание началось на третьей сутке, большая часть семян проросла на двенадцатые сутки после начала опыта. Основная масса семян промежуточной формы проросла в течение 11 суток, позднезрелых — 12 суток. В среднем семена ранозрелых елей начинали прорастать на одни сутки раньше и заканчивали прорастание на трое суток раньше, чем семена позднезрелых елей.

Семена елей промежуточной формы по прорастанию занимали среднее положение, но более приближались к семенам ранозрелых елей. Окончательный процент всхожести семян (в расчете на полные семена) у всех форм ели был практически одинаковый и равнялся 94. Энергия прорастания семян ранозрелых елей за 7 суток равнялась $65,8 \pm 2,19\%$, промежуточной — $42,4 \pm 0,91\%$, позднезрелых — $21,4 \pm 1,00\%$. Различия между энергией прорастания семян ранозрелых елей и двумя другими, также как и между промежуточной и позднезрелых елей, вполне достоверно. Динамика

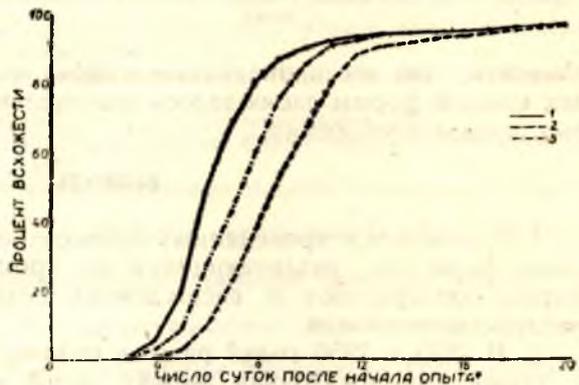


Рис. 1. Энергия прорастания семян фенологических форм ели:

1—ранозрелая форма; 2—промежуточная; 3—позднезрелая форма

прорастания семян этих форм ели характеризуется кривыми, представленными на рис. 2.

Максимальный процент проросших семян ранораспускающихся елей, равный почти 30, отмечен на шестые сутки после начала опыта, тогда



Рис. 2. Динамика прорастания семян фенологических форм ели:

1—ранораспускающаяся форма; 2—промежуточная; 3—позднораспускающаяся

как у позднораспускающихся максимум, равный 18 %, отмечен на восьмые сутки. Прорастание семян промежуточной формы характеризовалось кривой, имеющей два максимума — на шестые и на восьмые сутки.

Как явствует из приведенных данных, разница в периоде покоя и энергии прорастания семян указанных форм ели довольно существенная. Следует

отметить, что все приведенные цифры являются средними. В пределах каждой формы наблюдалось значительное варьирование качественных показателей семян.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных наблюдений подтверждается существование форм ели, различающихся по срокам начала вегетации. Эти формы произрастают в насаждениях совместно. Преобладает ранораспускающаяся ель.

2. В 1955 и 1956 годах рано- и позднораспускающиеся формы ели, а также промежуточная между ними в Петрозаводском лесхозе характеризовались в среднем одинаковой энергией плодоношения; 1957 год для всех форм был абсолютно неурожайным. Число шишек на отдельных деревьях в пределах каждой формы колебалось в очень широких пределах. Окраска и размеры их в пределах каждой формы значительно варьировали. Разницы в средней длине шишек у этих форм не обнаружено.

3. В 1956 году все фенологические формы ели в среднем характеризовались одинаковым крайне низким выходом семян по отношению к весу шишек. Причиной этого являлось плохое раскрытие шишек из-за сильной засмоленности их, вызванной повреждениями энтомовредителей (главным образом листовертки). При этом оказалось, что шишки позднораспускающихся елей в среднем значительно меньше заселены гусеницами листовертки.

4. Средний вес 100 семян у всех форм ели одинаковый, но в пределах каждой из них подвержен значительному варьированию. Стро-

гой закономерности между размером шишек и весом 100 семян не обнаружено. Семена рано- и позднезрелых елей имели в среднем одинаковый процент полнозернистых, тогда как у семян елей, начинающих вегетировать в средние сроки, он был несколько выше. Полные семена всех форм ели имели одинаковый процент всхожести, равный 94.

5. Самой существенной разницей в свойствах семян указанных форм ели являются их период покоя и энергия прорастания. Семена ранозрелой формы отличались в среднем значительно меньшим периодом покоя и большей энергией прорастания, чем семена промежуточной и позднезрелой формы.

ЛИТЕРАТУРА

- Болотов А. Т. О рублении, поправлении и заведении лесов. „Труды Вольного экономического общества“, ч. 4 и 5, 1766.
- Каппер О. Г. Хвойные породы. Гослесбумиздат, 1954.
- Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Гослестехиздат, 1934.
- Фомичев А. В. Детальное исследование урожая семян 1903 г. в еловых насаждениях Охтинской дачи. „Изв. лесн. ин-та.“, вып. 18, приложение, 1908.
- Харитонов Г. А. Развитие рано- и позднезрелых рас *Picea excelsa* в связи с условиями местопроизрастания. „Советская ботаника“, 1937, № 4.
- Шестоперов Г. П. Исследование двух форм *Picea excelsa* в районе Татарской республики. „Известия Казанского института сельского хозяйства и лесоводства“, часть лесная, № 1, 1930.
- Шишков И. И. О рано- и позднезрелых формах ели. Техническая информация ЛО ЛЛТА им. С. М. Кирова, № 24, 1955.
- Шишков И. И. К вопросу о формах ели. „Труды ЛО ЛЛТА им. С. М. Кирова“, № 73, 1956.
- Яблоков А. С. Селекция древесных пород. Гослесбумиздат, 1952.
- Dengler R. Über den Zusammenhang zwischen Beütenfarbe und Austreiben bei der Fichte. Arch. Forstw., № 4 (1), 1955.
- Larsen, Syrach C. Forest Genetics. Proceedings of the III World forestry Congress № 1, Helsinki, 1949.
- Münch E. Die Knospenentfaltung der Fichte und die Spätfrostgefahr. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1923.
- Münch E. Weitere Untersuchungen über Fröh- und Spätfichte. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, H. 3, 1928.
- Purkyně E. Über zwei in Mitteleuropa wachsende Fichtenformen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, 1877.
- Reuss. Wesen Eigenschaften und wirtschaftliche Bedeutung der fröh- und spätreibende Fichtenform. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, H. 1, 1928.
- Sättler R. Spät- und Fröhreifer bei der Fichte. Wald 2 (12), 1952.
- Stock W. Über den Wechsel der Zapfenfarbe bei der Fichte. Forstwissenschaftliches Centralblatt, H. 20, 1929.

В. С. ВОРОНОВА

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОД ПОЛОГОМ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

В течение ряда лет (1947—1953) отделом леса Карельского филиала АН СССР под руководством ст. научного сотрудника Ф. С. Яковлева проводились экспедиционные исследования типов леса Карелии. В настоящей статье изложены некоторые данные по естественному возобновлению хвойных пород в еловых лесах, полученные нами при этих работах, а также материалы стационарных исследований естественного возобновления ели в лесах гос. заповедника „Кивач“.

При экспедиционных исследованиях учет подроста ели производился на ленточных пробных площадях размером 0,2—0,3 га. Для учета выбирались девственные участки леса с древостоем возраста 140—160 лет без явных признаков бывшего пожара. Общее количество пробных площадей около 200. Стационарные наблюдения на территории гос. заповедника „Кивач“ проводились на постоянных пробных площадях размером 0,2—0,3 га, заложенных в трех типах леса: ельнике-черничнике, ельнике-приручейном и ельнике-долгомошнике. Каждая пробная площадь была разбита на пятиметровые квадраты. На них ежегодно учитывались всходы и подрост по возрастным группам, отмечалось состояние их, измерялся прирост в высоту.

Леса Карельской АССР входят в состав таежной зоны Европейской части СССР. Они относятся к двум подзонам — северотаежной и среднетаежной. Общими свойствами лесов северотаежной подзоны являются низкорослость, редкостойность, медленный рост, невысокий бонитет (IV—V) древостоев. В отличие от них для среднетаежных лесов характерным являются сравнительно большая сомкнутость древостоев и более высокий бонитет (III—IV).

В северотаежной части Карелии ельники на суходолах произрастают на почвах: примитивных гумусово-железистых, торфянистых, образовавшихся на выходах кристаллических пород, подзолистых с гумусово-железистым иллювиальным горизонтом, залегающих на грядках, сложенных хрящевато-валунными супесями, и на супесчаных подзолистых, подстилаемых ленточными глинами, приуроченных к более пониженным местообитаниям. На дне логов, в долинах ручьев и рек еловые леса растут на делювиальных минеральных образованиях, часто прикрытых слоем торфа большей или меньшей мощности. В среднетаежной части суходольные ельники произрастают на слабо- и сильноподзолистых почвах с гумусово-железистым иллювиальным горизонтом, более тяжелого механического состава (в сравнении с северотаежными) — супесях и суглинках.

Таблица 1

Количество подроста хвойных пород под пологом еловых лесов
(в среднем на 1 га)

Типы леса	Подзоны	Общее количество экземпляров	Распределение по возрастным группам									
			3—5 лет		6—10 лет		11—20 лет		21—30 лет		31—40 лет	
			По высоте в м									
			до 1 м	более 1 м	до 1 м	более 1 м	до 1 м	более 1 м	до 1 м	более 1 м	до 1 м	более 1 м
Ельник-черничник	Северная	3495	—	—	20	200	300	300	900	1000	125	650
	Средняя	13 800	990	—	4000	—	3500	—	2000	400	1000	2000
Ельник-приручейный	Северная	2615	—	300	1875	40	—	—	100	—	200	100
	Средняя	15 500	1500	—	4000	—	8000	—	500	1000	—	500
Ельник-долгомошник	Северная	5000	—	—	—	—	3125	—	1875	—	—	—
	Средняя	7500	500	—	—	—	1500	—	4000	—	1500	—

Различия в природе лесов северотаежной и среднетаежной частей Карелии накладывают свой отпечаток и на характер лесовозобновительных процессов в них. В табл. 1 приводятся результаты учета подроста ели и сосны в различных типах леса северной и средней подзоны тайги. При этом характеристика лесовозобновления северотаежных лесов дана на примере районов Лоухского и Калевалы, как наиболее типичных для этой подзоны, а среднетаежных — на примере Прионежского, Пудожского и южной части Пряжинского районов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что естественное возобновление хвойных пород в еловых лесах происходит менее успешно в северотаежной полосе. В некоторой степени это обусловлено здесь более низкой урожайностью и качеством семян сосны и ели. Лесовозобновление в суходольных северотаежных лесах затрудняют значительная мощность оторфованной подстилки, отсутствие гумусового горизонта, обусловленные процессами слабого разложения органических остатков в условиях севера. В равнинных и пониженных условиях местообитания развитие подроста затрудняется насыщенностью почвы малоподвижной водой, что создает здесь неблагоприятные условия аэрации, ослабляет микробиологические процессы и приводит в итоге к обеднению корнеобитаемого слоя почвы минеральным питанием.

Подрост в лесу распределен неравномерно. Пространственное размещение его зависит главным образом от микрорельефа и сомкнутости крон материнского древостоя. Влияние микрорельефа на возобновление ели в различных географических районах отмечено многими исследователями (Ткаченко, 1911, 1939; Яценко, 1916; Тюлина, 1922; Декатов, 1936 и др.). Приуроченность подроста ели к микроповышениям характерна и для лесов Карелии. Наши исследования показали, что во всех типах леса как северной, так и средней подзоны тайги подрост ели избирает для поселения прежде всего места приподнятые над поверхностью почвы. Это особенно сильно выражено в ельниках-долгомошниках и ельниках-сфагновых, где около 80% подроста растет на повышенных частях микрорельефа. В ельниках-черничниках приуроченность подроста ели к микроповышениям, вследствие слабо выраженного микрорельефа, проявляется значительно слабее. В ельниках-приручейных на микроповышениях встречается в основном молодой подрост в возрасте до 20 лет. Сравнительно богатые почвы с проточными водами, характерные для данного типа леса, не исключают возможности поселения ели и в микропонижениях (табл. 2).

Таблица 2

Распределение подроста ели под пологом леса
в среднетаежной подзоне в зависимости
от микрорельефа (в %)

Части микрорельефа	Ельник-черничник	Ельник-приручейный	Ельник-долгомошник	Ельник-сфагновый
Микроповышения	40	50	80	80
Ровная поверхность	60	30	20	20
Микропонижения	—	20	—	—

Зависимость распределения подроста от сомкнутости крон материнского древостоя хорошо выражена в еловых лесах среднетаежной подзоны, в которых свыше 70% подроста сосредоточено в изреженных участках древостоя, с приуроченностью к так называемым „окнам“ в пологе крон (табл. 3). В таких „окнах“ чаще всего встречаются группы подроста в 5—10 экземпляров хорошего состояния (прямые стволы, густые кроны). Под сомкнутыми кронами древостоя подрост встречается единично и имеет угнетенный вид (редкие однобокие кроны, стволы покрыты лишайниками, притупленные вершины).

Таблица 3
Распределение подроста хвойных пород в лесу в зависимости от сомкнутости крон древостоя (в %)

Типы леса	Сомкнутость крон древостоя	
	0,6—0,7	0,3—0,4
Ельник-черничник	25	75
Ельник-приручейный	15	85
Ельник-долгомошник	30	70
Ельник-сфагновый	—	100

Одним из факторов, влияющих на распределение подроста в лесу, является также наземный покров. Влияние травяно-кустарничкового и мохового покрова на возобновление, как неоднократно отмечалось многими исследователями (Морозов, 1928; Ткаченко, 1911 и др.), может быть и положительным, и отрицательным. Здесь существенную роль играет не только густота наземного покрова, но также мощность, плотность, степень кислотности лесной подстилки, образуемой этим покровом.

Наши наблюдения показали, что в ельниках зеленомошной группы (ельники-черничники, ельники-брусничники, ельники-кисличники) обеих подзон в равномерно сомкнутом древостое (0,6) травяно-кустарничковый покров, как правило, представленный ограниченным числом видов со слабым проективным покрытием, существенной роли в распределении подроста не играет. Иная картина наблюдается в ельниках-приручейных. Здесь наземный покров представлен большим количеством видов широколистных трав, образует густое покрытие, которое ограничивает поселение подроста. Как в сомкнутых, так и в разреженных частях древостоя, подрост ели поселяется обычно на участках с разреженным травостоем. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в табл. 4, для двух основных типов елового леса среднетаежной подзоны.

Успешность лесовозобновления определяется не только количеством экземпляров подроста на единицу площади и его распределением в лесу, а также и состоянием подроста. Данные, полученные нами при исследованиях и обобщенные в табл. 5, показывают, что в ельниках-черничниках северотаежной подзоны, в сравнении с ельниками-

долгомошниками, преобладает подрост старших возрастных групп. Здесь около 70% подрост имеет возраст свыше 20 лет. Высота значительной части елочек более одного метра. Они обладают сравнительно прямыми стволиками, нормально охвоенными кронами. Особенно хороший вид у подрост в „окнах“: елочки отличаются здесь густой кроной пирамидальной формы, имеют острые вершины, боковые ветки опускаются до самой земли.

Таблица 4

Распределение подрост хвойных пород в лесу в зависимости от степени покрытия почвы травяно-кустарничковым покровом

Типы леса	Степень покрытия почвы травяно-кустарничковым покровом в %	Количество подрост	
		в тыс. экз. на 1 га	в %
Ельник-черничник	50	3,7	40
	10	5,0	60
Ельник-приручейный	80	1,0	20
	10	4,0	80

Таблица 5

Распределение подрост хвойных пород под пологом еловых лесов по возрастным группам и высоте (в %)

Типы леса	Подзоны тайги	Возраст подрост			
		до 20 лет		свыше 20 лет	
		Высота подрост			
		до 1 м	более 1 м	до 1 м	более 1 м
Ельник-черничник	Северная	10	14	30	46
	Средняя	60	—	22	18
Ельник-приручейный	Северная	65	15	15	5
	Средняя	80	—	5	15
Ельник-долгомошник	Северная	60	—	40	—
	Средняя	30	—	70	—

В ельниках-приручейных этой же подзоны количество подрост на единицу площади меньше, чем в ельниках-черничниках и ельниках-долгомошниках. Около 80% подрост имеет здесь возраст до 20 лет. По внешнему виду он мало отличается от подрост ельников-черничников.

В ельниках-долгомошниках при сравнительно большей изреженности древостоя около 60 % подроста имеет возраст до 20 лет. Елочки угнетенного вида, высотой до одного метра, стволы их изогнутые, кроны однобокие, слабо охвоенные, с притупленными вершинами.

В среднетаежных лесах наибольшее количество подроста насчитывается в ельниках-приручейных. Однако здесь преобладает в основном молодой подрост в возрасте до 20 лет. В ельниках-черничниках, по сравнению с ельниками-приручейными, подроста меньше, но он старше по возрасту. Около 40% подроста здесь в возрасте свыше 20 лет. В ельниках-долгомошниках подроста еще меньше, он имеет большой возраст и угнетенное состояние.

При стационарных исследованиях на территории заповедника „Кивач“ нами велись наблюдения за появлением всходов хвойных пород в различных типах елового леса, их выживаемостью, за ростом и развитием подроста старших возрастных групп. Наблюдения показали, что всходы в лесу появляются в основном в семенные годы, каким в период наших исследований был 1951 год. В ельниках-черничниках появление всходов наблюдалось и в несеменные годы (табл. 6).

Таблица 6
Появление всходов хвойных пород под пологом леса
(количество экз. на 1 га)

Типы леса	Появилось всходов с 1948 по 1954 г.							
	всего	по годам						
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954
Ельник-черничник	900	—	—	—	—	450	250	200
Ельник-приручейный	3300	—	—	—	—	3300	—	—
Ельник-долгомошник	1750	—	—	—	—	1750	—	—

Выживаемость всходов на участках с ненарушенным наземным покровом была довольно низкая. Данные, приведенные в табл. 7, показывают, что в ельнике-черничнике из 900 экземпляров всходов, появившихся на учетных площадках в период с 1948 по 1954 год, 75% погибли в возрасте до одного года. Остальные, т. е. 25% из общего количества, погибли в возрасте трех лет. Еще хуже выживают всходы в ельниках-приручейных. Здесь почти все всходы (около 96%)

Таблица 7
Выживаемость всходов хвойных пород под пологом леса

Типы леса	Количество всходов, появившихся с 1948 по 1954 г., на 1 га	% усохших всходов в возрасте		
		до 1 года	до 2 лет	до 3 лет
Ельник-черничник	900	75	—	25
Ельник-приручейный	3300	96	4	—
Ельник-долгомошник	1750	—	90	10

погибли в первый год своей жизни и только единичные экземпляры доживали до двухлетнего возраста. В ельниках-долгомошниках почти все всходы (около 90 %) погибли во втором году жизни. Накопление подроста под пологом леса происходит медленно. Немногочисленные выживающие экземпляры подроста приурочены, как правило, к минерализованной почве, к местам вывороченных пней, к полуразложившейся древесине (колодам), к участкам с малой мощностью лесной подстилки и слабо развитым растительным наземным покровом.

Гибель подроста хвойных пород в лесу в возрасте свыше 10 лет наибольшая в ельниках-долгомошниках, меньше в ельниках-приручейных и в ельниках-черничниках. Приведенные в табл. 8 данные показывают, что за период с 1948 по 1954 год на постоянных учетных площадках, расположенных среди относительно равномерно сомкнутого древостоя (0,5—0,6), из имевшегося в 1948 году подроста в возрасте от 3 лет и старше погибло в среднем 30—40 %. При этом наибольшая убыль подроста была в возрасте до 20 лет.

Таблица 8

Убыль подроста ели по годам в различных типах леса

Типы леса	Количество экз. подроста на га				
	было в 1948 г.	по состоянию на 1954 г.			
		сохранилось		погибло	
		экз. на 1 га	в %	экз. на 1 га	в %
Ельник-черничник	5600	3920	70	1680	30
Ельник-приручейный	6000	4300	70	1700	30
Ельник-долгомошник	2500	1520	60	980	40

Рост подроста в высоту во всех типах леса довольно слабый. Для наблюдения за приростом его были избраны участки во всех изучаемых типах леса примерно с одинаковой сомкнутостью полого крон древостоев (0,5—0,6). Измерения прироста производились у подроста одиночного (не группового). У всех возрастных групп подроста прирост по высоте за последние 5 лет составлял в среднем: в ельниках-черничниках — от 5 до 8 см, в ельниках-долгомошниках — от 7 до 10 см, в ельниках-приручейных — от 8 до 13 см (табл. 9).

Таблица 9

Средний прирост подроста ели по высоте за последние пять лет в различных типах леса (в см)

Тип леса	Возраст подроста (лет)		
	6—10	11—20	свыше 20
Ельник-черничник	5	7	8
Ельник-приручейный	8	10	13
Ельник-долгомошник	7	12	10

Из приведенных данных следует:

1. Под пологом еловых лесов Карелии имеется значительное количество жизнеспособного подроста ели, которое исчисляется тысячами экземпляров на 1 га. Особенно оно велико в среднетаежных лесах, занимающих южную и среднюю части Карелии, где нередко имеется свыше 10 тысяч экземпляров елового подроста на 1 га. Это обуславливается изреженностью еловых лесов Карелии, представленных преимущественно перестойными древостоями.

2. Наиболее успешно процесс естественного возобновления ели под пологом древостоев происходит в ельниках-черничниках обоих подзон тайги, что связано с наличием здесь более благоприятных лесорастительных условий.

3. Еловый подрост обычно располагается группами и приурочен к изреженной части древостоя, имеющего сомкнутость крон 0,3—0,4. При значительной же сомкнутости крон (свыше 0,6) подрост встречается в сравнительно небольшом количестве, рано отмирает, а сохранившиеся экземпляры его мало надежны.

4. Сохранение подроста при рубке леса должно являться одной из главных мер восстановления еловых лесов на вырубках. При этом следует ориентироваться прежде всего на групповой подрост, как наиболее надежный.

ЛИТЕРАТУРА

Дека тов Н. Е. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при концентрированных рубках. Гослестехиздат, 1936.

Морозов Г. Ф. Учение о лесе. Изд. 4-е. Госиздат, М.—Л., 1928.

Ткаченко М. Е. Леса севера. „Труды по лесному опытному делу в России“, вып. 25, ч. 1, 1911.

Ткаченко М. Е. Лесовозобновление на площади концентрированных рубок. „Лесное хозяйство“, 1939, № 2.

Тюлина Л. Н. К фитоценологии елового леса. „Журнал русского Ботанического общества при АН“, т. 7, 1922.

Яценко К. К характеристике елового леса. „Лесной журнал“, 1916, № 8—10.

Н. И. КАЗИМИРОВ

К ВОПРОСУ О ЛЕСОВОДСТВЕННОМ ЗНАЧЕНИИ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА

Сохранение при лесозаготовках подроста хвойных древесных пород считается одной из главных мер восстановления леса на концентрированных вырубках. Таким путем, как показали исследования, проведенные еще в довоенный период, может быть предотвращена происходящая обычно на больших площадях в результате сплошных рубок смена главных хвойных пород второстепенными, мягколиственными, и сокращен на 20—40 лет срок выращивания древесины нужных размеров. Исследованиями последнего десятилетия установлено, что сохранение подроста в количестве, достаточном для формирования древостоев с преобладанием хвойных пород, возможно и при современной технологии механизированных лесозаготовок. Правительственным постановлением сохранение подроста хвойных и твердолиственных пород вменено в обязанность лесозаготовителям.

Однако многие вопросы, связанные с использованием подроста предварительного возобновления для восстановления леса на вырубках, до сих пор остаются неясными. Недостаточно уточнено еще, какой подрост является устойчивым от заглушения его второстепенными лиственными породами без специальных мер хозяйственного воздействия в различных лесорастительных условиях, что при громадных площадях рубок леса и недостатке рабочей силы в таежной зоне имеет весьма большое значение. Неясно также, может ли подрост при ранениях, наносящихся ему в процессе лесозаготовок, дать к возрасту спелости высокосортную древесину.

Изучению указанных вопросов в отношении елового подроста была посвящена часть нашей работы, результаты которой излагаются в данной статье¹.

Исследования проводились в 1955—1957 годах в Петрозаводском лесхозе (южная часть Карелии). Объектом их послужили молодняки и средневозрастные древостои, возникшие на сплошных вырубках в ельнике-черничнике. В различных по возрасту древостоях (от 10 до 70 лет) производился учет ели на ленточных пробных площадях. При этом у всех экземпляров ее измерялась высота, отмечалось размеще-

¹ Работа выполнена под руководством проф. Н. Е. Декатова.

ние на территории (групповое, одиночное) и положение вершин кроны по отношению к пологу лиственных пород¹.

Для детального изучения соотношений роста ели с лиственными породами на таких пробных площадях срубались модельные деревья. У них определялись: 1) высота и возраст в момент рубки материнского древостоя; 2) текущий прирост по пятилетиям за период после рубки леса; 3) расстояние до ближайшей особи лиственной породы; 4) высота до первого живого сучка и проч. У пораненного при лесозаготовках подроста ели измерялись первоначальные размеры ран, определялась скорость зарастания их и выявлялось наличие и распространение гнили в древесине. У лиственных пород производились измерения роста в высоту, ширины крон и высоты их смыкания. Из них объектами изучения послужили осина, возникшая вегетативным путем (корневые отпрыски), и береза семенного происхождения.

Всего было срублено для анализа роста 457 елей, 190 осин и 216 берез. Кроме того, были подвергнуты более подробному изучению 2012 елей, растущих одиночно среди лиственных пород, и 246 мелких групп ели.

Как показало предварительное обследование, формирование елово-лиственных древостоев с участием ели в верхнем ярусе на местах концентрированных рубок в южной части Карелии происходит исключительно при наличии уже существовавшего до рубки леса подроста ели. Кроме того, было выявлено, что в один ярус с березой и осинной выходит не вся ель предварительного возобновления: наиболее мелкие и молодые экземпляры ее очень часто обгоняются в росте лиственными породами и в дальнейшем заглушаются. Подобное явление уже отмечалось в литературе. Так, например, Н. Е. Декатов (1931) для Ленинградской области и М. В. Колпиков (1956) для Вологодской области указывают, что в одном ярусе с лиственными породами устойчиво удерживается подрост ели высотой в момент рубки материнского древостоя не менее 0,5 м. До них, свыше 40 лет назад, Е. С. Осетров (1916) писал, что ель, появившаяся раньше лиственных пород на 1—5 лет, в дальнейшем представляет собой лишь господствующую часть второго яруса лиственных древостоев.

На сплошных вырубках в ельниках-черничниках в первые же годы возникает обычно густой молодняк быстрорастущих лиственных пород — березы и осины. В отношении заглушения ели в условиях южной части Карелии особенно большую опасность представляет возобновляющаяся корневыми отпрысками осина. На вырубках пятилетней давности средняя высота ее около 2 м, а на десятилетних вырубках она достигает средней высоты 3,7 м. В дальнейшем рост ее в высоту постепенно ослабевает (табл. 1).

Еловый подрост предварительного возобновления в первые годы после сплошной рубки материнского древостоя в связи с резким изменением среды находится, как известно, в состоянии депрессии. В дальнейшем рост его происходит различно, в зависимости от состояния, высоты в момент рубки леса, характера распределения по площади, густоты вновь возникшего лиственного молодняка и положения в отношении деревьев лиственных пород. Успешно выдерживает конкуренцию с лиственными породами еловый подрост, имеющий высоту

¹ Групповым подростом считались соприкасающиеся кронами 4 и более экземпляров.

Таблица 1

Рост одиночного подроста ели различных категорий и осины в елово-осиновых древостоях, возникших на сплошных вырубках (тип леса ельник-черничник)

Порода и категории	Наименование признаков	Количество моделей (шт.)	Время, прошедшее после вырубки леса (лет):													
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Подрост ели: а) с высотой при рубке леса до 0,5 м	Общая высота (м)	52	0,6	1,1	1,7	2,4	3,1	3,8	4,4	4,9	5,5	6,3	7,0	7,7	8,3	8,8
	б) то же, до 1 м	55	1,3	2,1	3,3	4,6	5,9	7,1	8,3	9,3	10,2	11,0	11,8	12,5	13,1	13,6
	в) „ „ 1,5 „	95	1,8	2,7	4,2	5,8	7,6	9,4	11,3	13,1	14,8	16,4	17,8	19,0	20,0	20,8
	г) „ „ 2,5 „	46	2,8	3,7	5,2	6,8	8,6	10,4	12,3	14,1	15,8	17,4	18,8	20,0	21,0	21,8
Осина вегетативного происхождения	„	190	1,9	3,7	5,5	7,2	8,9	10,5	12,0	13,5	14,9	16,1	17,1	18,0	18,8	19,4
	Ср. прирост по пятилетиям (м)	190	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,6
	Высота смыкания крон (м)	190		2,6		5,7		8,5		10,8		13,3		15,0		16,3
	Ширина кроны (м)	190		0,6		1,5		2,3		3,0		3,6		4,1		4,5

в момент рубки материнского древостоя более 1,5 м, при возрасте 50—70 лет (рис. 1). Подрост высотой 1,5 м догоняет осину только к 50 годам после рубки материнского древостоя, но он не попадает под ее полог и не заглушается ею, так как его вершины до 25—30 лет находятся не ниже высоты смыкания крон осины, а в дальнейшем сильно поднимаются над смыкающейся частью крон деревьев осины (табл. 1).

Подрост ели, имеющий высоту в момент рубки материнского древостоя менее 1,5 м, не заглушается осинкой в том случае, когда он находится от деревьев осины на расстоянии более 1,5—2 м, хотя вершины его в течение 60 лет далеко не достигают полога осины. Это обуславливается тем, что вершины такого подроста остаются свободными (открытыми), так как радиус крон осины составляет в 40 лет 1,5 м и в 60 лет 2 м.

Подрост ели высотой около 1 м в возрасте 30—40 лет не заглушается осинкой при расстоянии от ближайших деревьев ее не менее 1,5 м, а более мелкий — при удалении от них не менее 2 м. В том случае, когда отпрыски осины возникают ближе, одиночный подрост ели высотой менее 1,5 м попадает под кроны деревьев осины, заглушается ею и в дальнейшем не выходит в верхний ярус до отмирания этих деревьев (рис. 3). Оставаясь во втором ярусе, он имеет через 70 лет после рубки материнского древостоя высоту и диаметр в 2—3 раза меньше по сравнению с осинкой. Чем ближе находится такой подрост ели к деревьям осины, тем хуже его рост (табл. 2).

Гораздо более устойчив против заглушения осинкой групповой подрост ели. В крупных группах (по несколько десятков экземпляров), занимающих площадь диаметром не менее 2 м, осинкой не заглушается даже мелкий подрост (высотой менее 1 м). Это происходит потому, что осина обычно не появляется среди групп подроста ели, а возникает за пределами их, и экземпляры, расположенные в центре группы, оказываются поэтому вне крон осины. Кроме того, подрост ели в группах при рубке материнского древостоя не подвергается столь резким изменениям среды, как одиночный, меньше страдает от ряда неблагоприятных факторов, быстрее приспосабливается к изменившимся условиям и увеличивает прирост в высоту.



Рис. 1. Крупный подрост ели на вырубке 12-летней давности. Ель значительно выше лиственных пород



Рис. 2. Елово-осиновый древостой 25-летнего возраста. Ель представлена крупным подростом, появившимся раньше осины на 40—60 лет

Береза возобновляется в Карелии по преимуществу семенным путем. В первые годы она растет гораздо медленнее, чем корневые отпрыски осины. На сплошных вырубках пятилетней давности в ельниках-черничниках средняя высота ее составляет всего лишь 0,7 м, а на десятилетних

Таблица 2

Прирост подроста ели в высоту по пятилетиям в связи с расстоянием от деревьев осины.
(Елово-осиновый древостой 38 лет)

Положение вершины подроста относительно кроны осины	Количество модельных деревьев ели	Высота подроста до рубки (м)	Время, прошедшее после рубки (лет):							Текущий прирост за 38 лет
			5	10	15	20	25	30	35	
Под центральной частью кроны (расст. от ствола до 0,3 м)	12	0,6—1,2	0,3	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,2	7,4
Под средней частью кроны (расст. от ствола 0,5—1 м)	10	0,7—1,6	0,3	0,8	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	8,1
Под краем кроны (расст. от ствола 1—1,5 м)	11	0,5—1,5	0,4	0,8	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	8,2
В стыке крон деревьев осины	16	0,8—2,0	0,4	0,9	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8	10,6
Выше стыка крон деревьев осины (крона ели открыта)	56	1,2—2,1	0,3	0,9	1,5	1,6	1,8	1,8	1,8	10,7

вырубках — 2,3 м. В дальнейшем, до 70 лет, она отстает в росте от осины в среднем более чем на 1,5 м (табл. 3).

В связи с более медленным ростом березы по сравнению с осиной подрост ели, имеющий высоту в момент рубки материнского древостоя 1 м, в течение первых 30 лет не попадает под полог березы, так как вершины его находятся выше линии смыкания ее крон. Таким образом, конкуренцию с березой выдерживает более мелкий подрост, чем в осинниках (рис. 4). Среди березы мелкий подрост ели выходит в верхний полог в том случае, когда он находится от ближайших ее деревьев, как и от осины, на расстоянии не менее 2 м. Ширина крон березы меньше, чем у осины, средний радиус их в 40 лет составляет около 1 м и в 60 лет — около 1,5 м, но ветви ее более гибки и в ветреную погоду охлестывают вершины ели, чем сильно портят крону и укорачивают рост.



Рис. 3. Елово-осиновый древостой 38-летнего возраста. Ель представлена мелким подростом, появившимся раньше осины на 3—10 лет

Таблица 3

Рост березы на сплошных вырубках в ельнике-черничнике (по данным анализа 216 модельных деревьев)

Наименование признаков	Время, прошедшее после рубки леса (лет):												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Общая высота (м)	0,7	2,3	4,0	5,7	7,3	8,9	10,4	11,9	13,2	14,4	15,5	16,5	17,4
Прирост в высоту по пятилетиям (м) . . .	0,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
Высота смыкания крон (м) . . .				4,5		7,1		9,6		11,7		13,4	
Ширина кроны (м)				0,9		1,6		2,2		2,7		3,2	

Обследование состояния подроста ели, поврежденного при лесозаготовках, показало, что ранения его происходят главным образом в нижней части стволов. Раны по длине составляют от нескольких см до 1 м, чаще всего 5—20 см, а по ширине — в основном 1—5 см, или около $\frac{1}{3}$ окружности ствола. Сроки и возможность зарастания ран



Рис. 4. Елово-березовый древостой 37-летнего возраста. Еловый подрост в большом количестве находится в одном пологе с березой



Рис. 5. Поперечный разрез стволов пораненного подростка ели спустя 59 лет после рубки материнского древостоя: слева—рана шириной 2,8 см, заросшая без образования гнили; справа—рана шириной 5,6 см, не заросшая полностью и вызвавшая гниль

определяются их шириной. Исследования показали, что скорость зарастания ран у ели, растущей без угнетения в условиях типа леса ельник-черничник, выражается в среднем 13 мм за каждое десятилетие, а возможность зарастания их ограничивается шириной раны до 3—4 см. Раны большей ширины, как правило, не зарастают. В результате древесина ели около раны формируется напльвами, и ценность комлевой ее части снижается (рис. 5). Раны небольшой ширины (1—1,5 см) быстро зарастают и в подавляющем большинстве случаев значительного ухудшения качества древесины ели при этом не происходит.

Сравнительно медленное застание ран открывает возможность проникновения в древесину инфекции и образованию в ней гнили. Из обследованных пораненных 62 елей нами была обнаружена явно выраженная центральная гниль бурого цвета у 32 экземпляров и синева в древесине (у места поранения) у 7 экземпляров. У остальных 23 елей признаков поражения древесины гнилями не обнаружено. У деревьев с гнилью раны не заросли, ширина их в момент возникновения составляла 28—97 мм. Деревья ели с синевой древесины имели заросшие раны с шириной их не более 25—35 мм. Распространение гнили в древесине пораженных елей через 60—70 лет после ранения ограничивалось 4—5 м вверх от корневой шейки и 0,5 м в глубину корней¹.

Для оценки значения последствий поранения обратимся к результатам учета количества поврежденного подроста. Специальными исследованиями, проведенными в Карелии И. Е. Ситниковым и В. М. Раковской (1955), установлено, что при современной технологии механизированных лесозаготовок поврежденный подрост составляет от 7 до 17% от всего количества сохранившегося подроста. По данным Ф. И. Акакиева (1957), в тех же условиях при лесозаготовках повреждается подрост ели около 29%. Ф. И. Акакиевым учитывались и самые незначительные повреждения подроста. При изучении нами в 1954 году в тех же условиях устойчивости подрост ели в связи с резким изменением среды при рубке материнского древостоя оказалось, что пораненный подрост ели составлял 15—20% от общего количества сохранившегося при лесозаготовках. Вместе с тем обнаружено, что через 3—5 лет после рубки количество такого подрост убывает до 10—15% за счет отмирания экземпляров с сильными повреждениями. Около половины поврежденных экземпляров подрост ели имеют на стволе раны шириной до 2—2,5 см, которые зарастают обычно без образования гнили. Таким образом, основная масса сохранившегося при лесозаготовках подрост не подвержена заболеванию гнилями и может дать ценную древесину.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из приведенных данных следует, что сохранение при рубке леса елового подрост имеет большое значение для восстановления ели на сплошных концентрированных вырубках. Получаемые подростом ранения в процессе механизированных лесозаготовок не влекут за собой сплошного заболевания гнилями. Древесина основной массы подрост остается здоровой и лишь около 10% общего количества подрост, сохранившегося при лесозаготовках, имеющего очень крупные ранения, отмирает или заболевает гнилями.

Дальнейшая судьба жизнеспособного подрост при отсутствии в условиях Карелии ухода за молодняками зависит главным образом от его количества, высоты, размещения по площади и густоты возобновления лиственных пород. Чем больше сохранилось подрост, больше его высота и более компактно он размещен, тем меньше он заглушается, лучше растет. Подрост ели, имеющий при

¹ Приведенные особенности застания ран и поражения древесины ели гнилями подтверждаются специальным исследованием этого вопроса В. И. Щедровой. Результаты исследования приведены в настоящем сборнике.

рубке материнского древостоя высоту 1,5 м, и более крупный в возрасте свыше 50 лет не заглушается лиственными породами и не требует ухода. Конкуренцию с березой семенного происхождения успешно выдерживает и подрост высотой от 1 до 1,5 м.

Медкий подрост ели (высотой менее 1 м) при густом возобновлении лиственных пород попадает в массу под их кроны, заглушается ими и не выходит в верхний полог до отмирания угнетающих его деревьев. К 70 годам после рубки материнского древостоя в верхний ярус выходят из него только те экземпляры, которые расположены от деревьев лиственных пород далее 2 м. Чтобы получить из такого подростка к возрасту спелости крупную древесину, необходимо производить уход за ним, начиная с момента смыкания лиственного молодняка. При уходе за молодняками следует обращать главное внимание на подрост высотой менее 1,5 м, освобождая его от деревьев лиственных пород, растущих на расстоянии до двух метров.

ЛИТЕРАТУРА

Акакиев Ф. И. „Влияние технологического процесса лесозаготовок на сохранность подростка предварительного возобновления“. Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии. „Тр. Карельского филиала АН СССР“, вып. VII, 1957.

Алексеев С. В. и Молчанов А. А. Выборочные рубки в лесах Севера. Изд. АН СССР, 1954.

Декатов Н. Е. Возобновление ели в Дружносельском и Орлинском районах Сиверского опытлесхоза в связи с прежним хозяйством. „Тр. по лесн. опыт. делу“, вып. XII, 1931.

Декатов Н. Е. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при концентрированных рубках. Гослестехиздат, 1936.

Колпиков М. В. Формирование смешанных елово-лиственных молодняков и рубки ухода в них на концентрированных вырубках. Изд. ЛЛТА, 1956.

Львов П. Н. О предварительном возобновлении ели и использовании его для восстановления леса на концентрированных вырубках Архангельской области. 1956. Автореферат.

Мелехов И. С. и Алышева Т. А. Лесовозобновление на концентрированных вырубках в Нижне-Двинских массивах. Сб. н.-и. работ АЛТИ, № 9, 1947.

Мелехов И. С. „Изучение концентрированных рубок и возобновление леса в связи с ними в таежной зоне“. Концентрированные рубки в лесах Севера. Изд. АН СССР, 1954.

Нестеров Г. И. Рубки ухода в елово-лиственных насаждениях. „Лесное хозяйство“, 1940, № 1.

Осетров Е. С. К вопросу о развитии и росте елово-лиственных насаждений. „Тр. по лесн. опыт. делу“, вып. LIX, 1916.

Побединский А. В. Влияние техники и организации лесозаготовок на сохранение подростка. „Лесное хозяйство“, 1951, № 6.

Семенов Н. С. Роль елового подростка в ускорении выращивания балансового сырья. „Лесное хозяйство и лесозаготовка“, 1935, № 10 и 1936, № 9.

Ситников И. Е. и Раковская В. М. Сохранение подростка и оставление обсеменителей при разработке лесосек лебедками Л-19. Изд. ЦНИИЛХ, 1955.

Тарашкевич А. И. Развитие и рост елово-лиственных насаждений. „Тр. по лесн. опыт. делу“, вып. LIX, 1916.

Шиперович В. Я. и Яковлев Б. П. „Влияние лесопатологических факторов на устойчивость подростка и молодняков на вырубках в ельниках южной Карелии“. Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии. „Тр. Карельского филиала АН СССР“, вып. VII, 1957.

В. И. ШУБИН и Л. В. ПОПОВ

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОПРОСУ АГРОТЕХНИКИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР
НА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ**

В связи с быстрым ростом лесозаготовок в Карельской АССР вопросы лесовосстановления приобретают особо актуальное значение. Исследования, проведенные Институтом леса Карельского филиала АН СССР и другими организациями (ЛТА, ЦНИИЛХ), показали, что естественное возобновление хвойных пород на сплошных концентрированных вырубках в преобладающих типах леса (черничниках и брусничниках) происходит в большинстве случаев неудовлетворительно. Поэтому необходимо разработать рациональные мероприятия по содействию естественному лесовозобновлению и лесным культурам.

Содействие естественному возобновлению путем подготовки почвы и культуры за последние годы производились в Карелии на площади от 15 до 21 тыс. га. Однако во многих случаях эти мероприятия не дают удовлетворительных результатов. Вопросы агротехники для таежной зоны вообще мало изучены, кроме того, Карелия имеет свою специфику условий в связи с всхолмленностью рельефа, каменистостью почв и прочими особенностями.

Применяемые в лесах севера Европейской части таежной зоны, в том числе и в КАСР, способы обработки почвы основаны на удалении живого растительного покрова и подстилки. Преимущество такого способа обработки почвы для Севера установлено исследованиями С. В. Алексеева (1932), А. И. Стальского (1954). Однако влияние обработки почвы ими определялось успешностью лесовозобновления или быстротой роста культур и не сопровождалось почвенными исследованиями.

Одним из неясных вопросов агротехники лесокультурных мероприятий является использование органического вещества лесной подстилки. Уже давно существует мнение, что удалять лесную подстилку нерационально, что следует использовать ее в качестве удобрения. С этой целью рекомендовалось перемешивать подстилку с верхним минеральным слоем, в особенности на слабогумусированных песчаных и супесчаных почвах (Ткаченко, 1931). Однако в таежной зоне эта рекомендация не была проверена путем постановки исследований, направленных на выяснение условий для появления и роста всходов, которые будут создаваться такой обработкой почвы. Между тем, знание свойств обработанной лесной почвы необходимо как научная основа

для разработки механизированных способов подготовки почвы под лесные культуры.

В разработке наиболее рациональной агротехники подготовки почвы под лесные культуры и естественное лесовозобновление особенно нуждается лесное хозяйство в южной части Карелии, где сосредоточена наибольшая площадь вырубок.

В связи с изложенным, Институтом леса Карельского филиала АН СССР под руководством проф. Н. Е. Декатова было организовано экспериментальное изучение агротехники лесокультурных мероприятий с применением различных способов подготовки почвы, которое проводилось на вырубках в южной Карелии.

Район работ, объекты и методы исследования. Основные полевые работы проведены в Петрозаводском лесхозе Карельской АССР. Лесхоз расположен в южной части республики, на западном берегу Онежского озера.

В геоморфологическом отношении район работ представляет собой холмистую равнину. Такой рельеф обусловлен деятельностью ледника с отложениями в форме конечных морен, друмлинов и озоров. Почвообразующей породой является кислая феноскандинавская морена. Почвы легкого механического состава (преимущественно супесчаные), скелетные, средне- или сильноподзолистые, среднемощные.

Преобладающая древесная порода ель. Под ельниками в лесхозе находится 63,9% лесной площади. Господствующими типами леса являются черничники, занимающие 65,2% площади лесхоза.

Объектами для исследований послужили три опытных участка, заложенные на свежих вырубках. Опытный участок 1 расположен на вырубке из-под ельника-черничника, участок 2 — на вырубке из-под бруснично-черничного ельника и участок 3 — на вырубке из-под кислично-черничного ельника. Почвы на участках среднеподзолистые, супесчаные, на скелетных моренных наносах. Лесная подстилка мощностью 3,5—4,5 см рыхлая, слаборазложившаяся. Мощность генетических горизонтов и механический состав почвы отражен в табл. 1.

Первые два участка заложены в конце мая 1952 года. На них произведена подготовка почвы со следующими вариантами: 1 — удаление верхней неразложившейся части подстилки на площадках размером 1×1 м; 2 — перемешивание подстилки с минеральной частью почвы на глубину 15—20 см в площадках размером 1×1 м; 3 — полное удаление подстилки на площадках размером 1×1 м и $1 \times 0,5$ м. По каждому варианту подготовлено и засеяно семенами сосны и ели, из расчета 200 штук на 1 м², по 150 площадок. Участок 3 заложен в конце мая 1953 года. Кроме указанных трех вариантов, здесь произведено полное удаление подстилки на площадках величиною $0,5 \times 0,5$ м и $1 \times 0,25$ м, а также перемешивание подстилки и минеральной части почвы с последующим уплотнением перемешанного слоя. По каждому варианту подготовлено и засеяно, из расчета 400 штук семян на 1 м², по 50 площадок. Для посевов применялись семена 1 класса сортности. Семена заделывались граблями на глубину около 1 см.

На обработанных и контрольных площадках периодически производились перечеты всходов. В конце вегетационных периодов часть сеянцев выкапывалась для анализа их роста, а также проводились массовые замеры высот сеянцев. На опытных участках производились наблюдения за влажностью, температурой и „дыханием“ почвы, периодически определялось испарение с поверхности почвы. Одновременно

изучалось влияние различных способов обработки почвы на ее химические свойства, микрофлору и микотрофность семян сосны и ели. Кроме того, определялась глубина залегания и распространение корней, а также степень покрытия их корневыми волосками. Для выяснения ряда вопросов были поставлены опыты в лабораторных условиях.

Таблица 1

Механический состав почвы (по Сабанину)

Опыт- ный участок	Горизонт см	Количество частиц в %					Механический состав
		скелет	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01	
1	$\frac{A}{5-20}$	18,8	26,0	31,6	9,5	14,1	Супесь песчаная
	$\frac{B_1}{20-45}$	25,1	13,4	33,0	8,4	20,1	Легкий суглинок, переходящий в супесь
	$\frac{B_2}{45}$	32,9	15,9	28,0	11,3	11,9	Супесь пылевато- песчаная ске- летная
2	$\frac{A_1}{5-8}$	24,9	23,5	23,3	12,5	15,8	Супесь песчаная
	$\frac{A_2}{8-18}$	23,3	27,6	26,5	10,1	12,5	То же
	$\frac{B_1}{18-40}$	26,4	17,3	26,1	13,4	16,8	То же
	$\frac{B_2}{40-100}$	25,1	24,7	25,2	9,8	15,2	То же
	$\frac{C}{100}$	27,1	23,7	29,5	9,9	9,8	Песок, переходя- щий в супесь
3	$\frac{A_1}{4-16}$	14,7	38,6	23,5	9,9	13,3	Супесь песчаная
	$\frac{A_2, B_1}{16-25}$	15,1	37,0	29,3	7,4	11,2	То же
	$\frac{B_1}{25-50}$	14,8	23,2	32,1	14,5	15,4	То же
	$\frac{B_2}{50-90}$	30,5	39,2	17,8	6,9	5,6	Песок средний

Влажность подстилки определялась путем высушивания в сушильном шкафу, влажность минеральных горизонтов почвы — спиртовым методом П. В. Иванова (1953). Для сравнимости влажность подстилки и минеральных горизонтов выражалась в % от объема почвы. Определение влажности почвы проводилось периодически в дни без осадков. По каждому варианту обработки образцы на влажность брались с нескольких площадок со следующей повторностью: на глубине

0—1 см — девятикратная, на глубине 5 см — семикратная и на глубине 10 см — пятикратная. Ежемесячно производилось 3—4 определения влажности почвы. Объемный вес почвы определялся путем взятия образцов буром кафедры почвоведения Лесотехнической академии (модернизированный бур Н. А. Качинского) объемом 250 см³. Повторность определений на глубине 0—5 см пятидесятикратная, на глубине 5—10 и 10—15 см — десятикратная. Влагоемкость почвы определялась путем насыщения водой буровых образцов. При этом для повышения точности определений образцы, взятые с глубины 5—10 и 10—15 см, насыщались с сетками, одетыми на верхний срез стаканов бора. Относительная интенсивность недиффузного газообмена между почвой и атмосферой („дыхание почвы“) измерялась приборами А. В. Трофимова (1924) с трехкратной повторностью. Наблюдения проводились ежедневно в течение июля и августа 1953 года. Поправки на изменение объема воздуха и воды в сосуде вводились по контрольному прибору, поставленному без цилиндра. Мощность лесной подстилки измерялась по способу, предложенному А. С. Скородумовым (1939). Температура почвы измерялась термометрами Савинова, температура на поверхности почвы — фиксирующими термометрами. Наблюдения за температурой производились в течение июня — августа 1953 года на четырех пунктах опытного участка З, расположенных на расстоянии 1—2 м друг от друга.

Химические свойства почвы изучались в 1952 и 1955 годах. Содержание NO₃ определялось дисульфифеноловым методом, P₂O₅ — по А. Т. Кирсанову, K₂O — по Я. В. Пейве, углерод — объемным методом по И. В. Тюрину и общий азот — по Кьельдалю. Повторность в определениях трехкратная.

Количество грибов, бактерий и актиномицетов определялось методом Д. М. Новогрудского (1947). Развитие мицелия грибов в почве изучалось методом стекол обрастания Н. Г. Холодного (1935). Продолжительность пребывания стекол в почве около 30 дней. Повторность в закладках стекол трехкратная. За вегетационный период производилось 3—4 закладки. Обилие мицелия грибов оценивалось по пятибальной системе. Энергия разложения целлюлозы изучалась путем закладки в почву предметных стекол с полосками фильтровальной бумаги. Стекла с остатками фильтровальной бумаги вынимались через 2 месяца. Повторность двукратная. Интенсивность разложения целлюлозы оценивалась в % от площади полоски фильтровальной бумаги.

Образование и строение микориз изучалось как на тотальных препаратах, так и на поперечных и продольных срезах корневых окончаний. Обилие микориз оценивалось как слабое, среднее и сильное. При этом к сеянцам со слабой степенью обилия микориз относились те, у которых микориз было меньше, чем $\frac{1}{4}$ количества всех корневых окончаний, со средней — от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$, с сильной — больше $\frac{1}{2}$ количества всех корневых окончаний.

Глубина залегания и распространение корней у сосны и ели изучалось путем выкопки однолетних-трехлетних сеянцев и путем раскопки корней в более старшем возрасте. Определение длины корней, покрытых корневыми волосками, производилось с помощью стереоскопического микроскопа. Мы учитывали все корни, несущие корневые волоски, считая, что в конечном итоге общее обилие корневых

волосков, включая и недействующие, все же свидетельствует о наличии условий, стимулирующих их образование.

Методики лабораторных опытов приводятся в соответствующих разделах перед изложением полученных результатов.

Основные исследования проведены в 1952—1953 годах в период с начала июня до начала сентября. Кроме того, в статье приведены материалы, полученные в последующие годы при опытных посевах.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Капиллярное поднятие воды. Большое значение капиллярных свойств почвы для жизни растений одним из первых отметил П. С. Коссович (1904), который указывал, что для изучения снабжения растений водой весьма важно выяснить водоподъемную способность почв. Г. А. Сычев (1905) считал отсутствие капиллярного поднятия воды к поверхности почвы основной причиной невозобновляемости вырубков из-под лишайниковых сосняков Рожнова бора. Впервые исследовавший капиллярные свойства подстилки С. П. Кравков (1912) нашел, что в средней и верхней частях ее вода капиллярно не поднимается. На значение этого свойства подстилки при обработке лесных почв указывал Н. Е. Декатов (1936).

Проведенный нами опыт капиллярного насыщения подстилки водой подтвердил, что в слаборазложившейся ее части вода капиллярно почти не поднимается. При мощности подстилки 5 см влажность верхнего ее слоя (0—1 см) за 10 дней увеличилась с 15,5 до 25,1%, влажность на глубине 2,5 см увеличилась с 32,4 до 48,5%, лишь в самом нижнем слое наблюдалось значительное увеличение влажности (с 48,8 до 53,1%).

С целью установить влияние обработки почвы на капиллярное поднятие воды был поставлен опыт в стеклянных трубках. Трубки диаметром 4 см и высотой 30 см наполнялись почвой из пяти вариантов обработки: вариант 1—супесчаный горизонт A_1+A_2 ; вариант 2—смесь подстилки с супесью в отношении 1:3 по объему; вариант 3—то же в отношении 1:2 по объему; вариант 4—смесь подстилки с супесью в отношении 1:3 по объему с некоторым уплотнением; вариант 5—то же в отношении 1:2 по объему. При наполнении трубок соблюдался естественный объемный вес почвы. Стенки трубок слегка смазывались минеральным маслом для предотвращения капиллярного подъема воды между ними и почвой. Чтобы исключить влияние первоначальной влажности почвы на скорость и высоту капиллярного поднятия в ней воды, почва предварительно высушивалась до воздушного-сухого состояния. Трубки ставились нижним концом в воду. Поднятие воды отмечалось через определенные промежутки времени по хорошо заметному изменению окраски почвы. Опыт произведен с десятикратной повторностью. По данным его построены кривые высот капиллярного поднятия воды в трубках (рис. 1). Перед началом и после окончания опыта определялась влажность почвы в трубках.

За 13 часов насыщения объемная влажность в верхнем конце трубок увеличилась не одинаково: влажность супеси — с 4,1 до 26,2%, влажность уплотненной смеси супеси с подстилкой — с 3,7 до 20,4%,

но в рыхлой смеси супеси с подстилкой влажность изменялась меньше — с 3,5 до 5,8%.

Изменение влажности у верхнего конца трубок показывает, что перемешивание супеси с подстилкой приводит к значительному ухудшению капиллярного поднятия воды, причем это ухудшение находится в прямой зависимости от рыхлости перемешанного слоя и от доли участия в нем подстилки. Уплотнение почвы после перемешивания ее

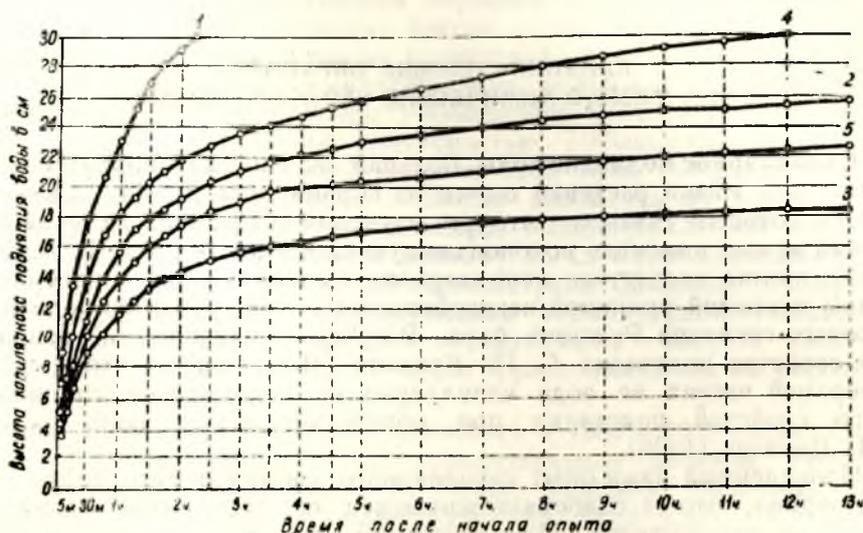


Рис. 1. Кривые высот капиллярного поднятия воды:

1—супесь, горизонт A_1+A_2 ; 2— A_0 , перемешанная с A_1+A_2 в отношении 1:3 по объему; 3— A_0 , перемешанная с A_1+A_2 в отношении 1:2 по объему; 4— A_0 и A_1+A_2 , перемешанные в отношении 1:3 по объему с уплотнением; 5— A_0 и A_1+A_2 , перемешанные в отношении 1:2 по объему с уплотнением

с подстилкой только частично улучшает капиллярное поднятие. Это говорит о том, что подстилка в нашем опыте не только увеличивала рыхлость перемешанного слоя, но частицы ее сами по себе препятствовали капиллярному передвижению воды.

Из приведенных данных видно, что в рыхлом, перемешанном с подстилкой слое супеси капиллярное поднятие воды к поверхности из нижележащих горизонтов затруднено, в то время как в минеральном горизонте такое поднятие воды происходит значительно быстрее.

Газообмен между почвой и атмосферой. Основным условием газообмена между почвой и атмосферой является воздухопроницаемость почвы, которая находится в прямой зависимости от скважности (в первую очередь от некапиллярной). Поэтому при рыхлении почвы следует ожидать увеличение газообмена. Вместе с тем, рыхление изменяет условия влажности и температуры в почве, что также влияет на передвижение в ней газов. В данном случае ставилась задача выяснить, изменяется ли подвижность воздуха в почве, а вместе с ним и паров воды при снятии подстилки и при перемешивании ее с минеральной частью почвы. Для этой цели более всего подходит способ измерения „дыхания почвы“, предложенный А. Г. Дояренко (1925). Следует заметить, что этим способом определяется не только собственно „дыхание почвы“ (так называл А. Г. Дояренко температурный газообмен), но также газообмен, происходящий под влиянием всех

остальных факторов, кроме диффузии газов, то есть весь недиффузный газообмен. Прибор А. В. Трофимова (1924), которым мы пользовались, не дает полного суждения об абсолютной величине газообмена, но для сравнительных определений пригоден.

За период наблюдений воздухообмен в $см^3$ на 1 л почвы в сутки в среднем составил:

- а) контроль (под подстилкой) — 5,3
- б) A_0 и A_1+A_2 перемешаны — 10,1
- в) подстилка снята — 6,4

Приведенные данные показывают, что снятие подстилки способствует некоторому увеличению недиффузного газообмена. Это следует отнести, видимо, за счет изменения температурного режима верхнего слоя почвы. При перемешивании подстилки с минеральным горизонтом недиффузный газообмен происходит значительно интенсивнее в связи с увеличением некапиллярной скважности в перемешанном слое, что создает условия для внутрипочвенного испарения в этом слое. Последнее указывает на возможность быстрого уменьшения влажности в верхней части перемешанного слоя.

Испарение воды из почвы. Отечественными и иностранными исследованиями установлено, что лесная подстилка испаряет меньше воды, чем обнаженный минеральный горизонт почвы. Вместе с тем многие авторы отмечали быстрое высыхание верхней части подстилки на вырубках. Из работ П. С. Коссовича (1904), А. Г. Дояренко (1924) и многих других хорошо известно, что интенсивность испарения находится в прямой зависимости от влажности почвы.

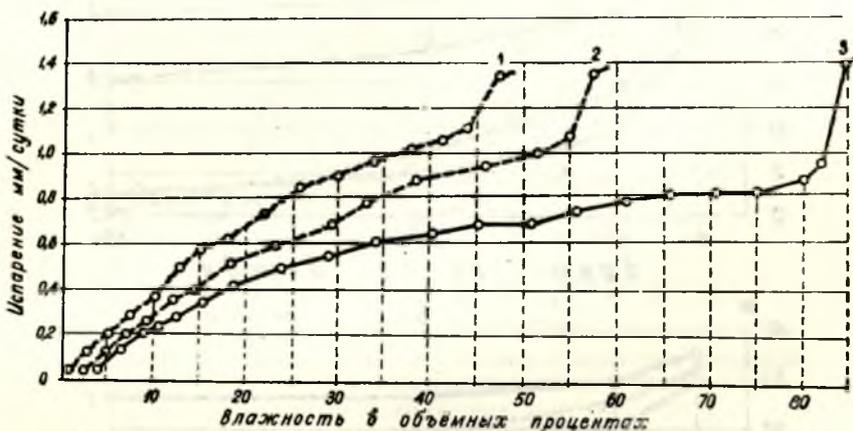


Рис. 2. Интенсивность испарения воды:

1—сулесь (горизонт A_1+A_2); 2—сулесь (A_1+A_2), перемешанная с подстилкой (A_0); 3—подстилка (A_0)

Для выяснения динамики испарения воды из подстилки и обработанной почвы нами был поставлен лабораторный опыт. В металлические бьюксы помещалась почва из опытного участка 3 слоем в 3 см. Варианты опыта: 1) лесная подстилка; 2) перемешанный с подстилкой горизонт A_1+A_2 (сулесь+подстилка); 3) поверхностный слой почвы из площадок без подстилки (сулесь). Чтобы предотвратить испарение воды в пространстве между почвой и стенками бьюксов, это пространство с поверхности заливалось парафином. Образцы были увлажнены

до полной влагоемкости: подстилка — 86%, перемешанный слой — 59%, супесь — 49% (по объему). Повторность опыта 25-кратная. Величина испарения определялась взвешиванием.

Результаты опыта, изображенные на рис. 2, показывают, что при максимальном увлажнении супеси и подстилки испарение из последней несколько больше, чем из супеси. При постепенном высыхании интенсивность испарения подстилкой резко падает почти в самом начале, но затем уменьшается сравнительно слабо. Скорость испарения из супеси не столь резко уменьшается в начале, но в дальнейшем снижается сильнее, чем у подстилки. Форма кривой интенсивности испарения из смеси супеси с подстилкой занимает промежуточное положение.

При одинаковой объемной влажности супеси и подстилки испарение из последней (в слое мощностью 3 см) меньше в связи с очень неравномерным высыханием подстилки по глубине. Градиент влажности по глубине в подстилке достигает 12% (по объему на 1 см глубины), а у супеси — только 1,5%. Это показывает, что подстилка снижает испарение с поверхности почвы благодаря отсутствию капиллярного поднятия в ней воды, а не большей водоудерживающей способности, как иногда считают.

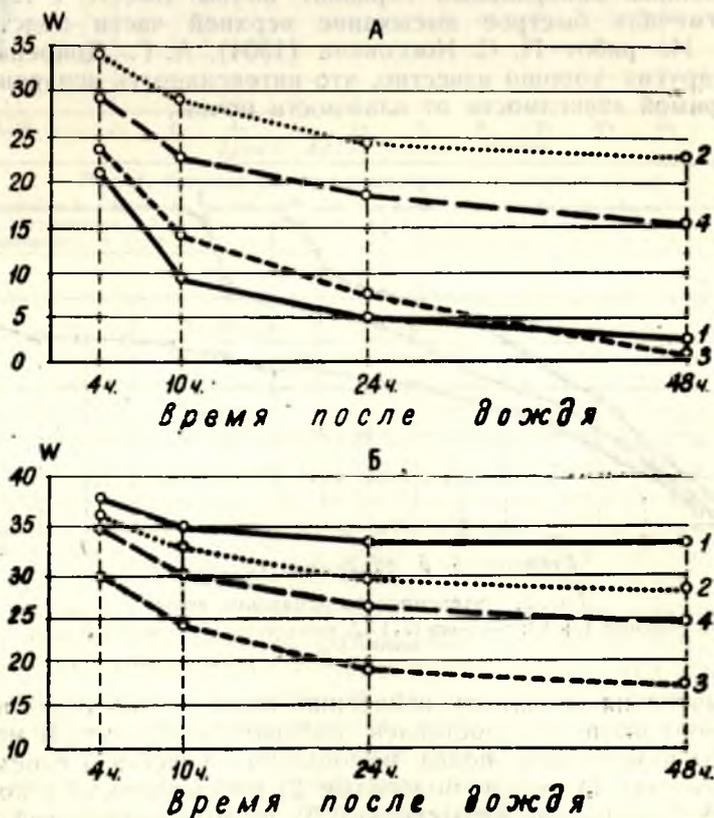


Рис. 3. Изменение влажности почвы (в % от объема) после выпадения дождя средней интенсивности:

А — на глубине 0—1 см; Б — на глубине 5 см; 1 — контроль (без обработки); 2 — A_0 снята; 3 — A_0 и $A_1 + A_2$ перемешаны; 4 — A_2 и $A_1 + A_2$ перемешаны и уплотнены

Наблюдение за подсыханием почвы на вырубке, результаты которого изображены на рис. 3, показывает, что верхняя часть подстилки уже в течение первых суток после дождя сильно иссушается, а верхний слой оголенного минерального горизонта высыхает сравнительно слабо. При перемешивании минерального горизонта с подстилкой наблюдается быстрое высыхание поверхностного слоя и сравнительно сильное высыхание на глубине 5 см. Это объясняется плохой капиллярностью перемешанного слоя, увеличенной некапиллярной скважностью его и усиленным внутрпочвенным испарением.

Влажность почвы. Для изучения потребности в почвенной влаге прорастающих семян нами проведены лабораторные опыты. В одном из них семена сосны и ели проращивались в супеси и подстилке, взятых с опытного участка 3, в другом опыте была взята подстилка с опытного участка 2 и мелкий пылеватый песок. В остальном оба опыта полностью аналогичны. Были приняты следующие градации влажности от объема: в супеси — 10, 15, 25, 35, 45%, в подстилке те же градации и, кроме того, — 55, 65, 75%. Влажность почвы поддерживалась ежедневно по весу. Температура колебалась от 16° ночью до 20° днем. Для каждой градации влажности брались пробы по 400 семян. Испытывались семена сосны и ели I класса сортности.

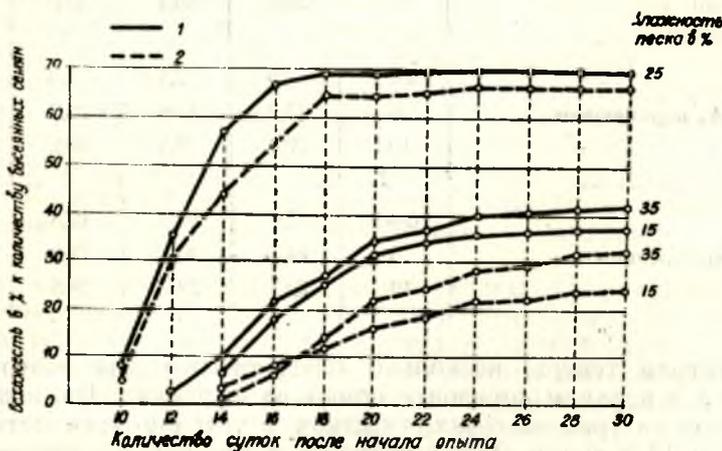


Рис. 4. Прорастание семян ели и сосны в песке при различной влажности:

1—ель; 2—сосна

Опыты показали, что оптимум влажности для появления всходов сосны и ели в супеси и пылеватом песке около 25% (рис. 4), в подстилке — около 45% (по объему), то есть во всех случаях около 50% от полной влагоемкости. При влажности супеси 10 и 45%, а подстилки 20 и 75% (по объему) всходы появлялись лишь единично.

Всхожесть семян ели в подстилке была выше, чем в супеси, а у семян сосны — наоборот. При значительном удалении влажности почвы от оптимума прорастание семян начиналось позднее и всходы появлялись менее дружно. Подобное явление отмечалось также и другими исследователями.

Таблица 2

Влажность почвы по вариантам обработки на опытном участке 3 в 1953 году

Варианты обработки	Глубина в см	Влажность почвы в % от объема			Оптимум влажности для роста всходов в % от объема
		июнь	июль	август	
Контроль (без обработки)	0—1	3,9	2,9	5,1	—
	5	32,9	28,6	31,6	30
	10	31,8	28,0	32,1	—
Подстилка снята	0—1	26,8	19,5	28,0	—
	5	28,3	26,1	30,4	30
	10	30,3	29,6	31,2	—
Верхняя часть подстилки снята	0—1	3,6	3,3	4,8	—
	5	30,7	27,7	30,9	30
	10	32,0	30,1	32,6	—
A ₀ и A ₁ +A ₂ перемешаны	0—1	2,9	2,5	3,3	—
	5	17,2	15,9	22,3	37
	10	29,4	28,5	38,2	—
То же, с уплотнением	0—1	17,9	10,3	19,3	—
	5	24,7	20,1	27,8	34
	10	32,1	28,6	38,5	—

Рассмотрим теперь, насколько благоприятны для этого условия влажности в верхнем горизонте почвы на вырубках. Нами проведены наблюдения на трех опытных участках в течение трех летних месяцев 1952 и 1953 годов. Закономерности в изменении влажности почвы при различных вариантах обработки на всех опытных участках в течение вегетационного периода оказались аналогичными. Поэтому мы ограничимся лишь данными, полученными на опытном участке 3 в 1953 году. Приведенные в табл. 2 данные показывают, что влажность верхнего односантиметрового слоя подстилки далеко недостаточна для прорастания семян. При полном удалении подстилки влажность на глубине 1 см благоприятна для появления всходов и значительно отличается от влажности на той же глубине в контроле и при других способах обработки почвы.

Принято считать, что практически оптимум влажности для роста растений у большинства почв близок к 60% от полной влагоемкости. Приведенные в табл. 2 оптимумы влажности по вариантам обработки высчитаны исходя из этой величины.

Сравнение данных по влажности почвы на глубине 5 и 10 см с оптимумом для роста всходов (табл. 2) показывает, что на глубине

5 см только при перемешивании подстилки с минеральной частью почвы влажность значительно отличается от оптимальной. При уплотнении перемешанного слоя она несколько повышается. Во всех остальных случаях влажность почвы на глубине 5 и 10 см остается близкой к оптимальной для роста всходов.

Температура почвы. Влажность почвы оказывает весьма существенное влияние на ее температурный режим. Вместе с тем, температура является одним из основных условий среды для появления и роста всходов. По данным различных авторов, оптимальные, а также и крайние температуры для прорастания семян сосны и ели несколько разнятся (Яшнов, 1883; Нааск, 1909; Самофал, 1926; Могк, 1933). Объяснение этому дал М. Киниц (Kienitz, 1880), который нашел, что для прорастания семян одной и той же древесной породы, но из разных климатических условий, нужна различная температура. Вместе с тем, данные указанных выше авторов позволяют найти пределы температур, за которыми прорастание семян практически не происходит. Для семян сосны и ели такими пределами являются $+7$ и $+37^{\circ}$.

Прорастание семян в природной обстановке происходит при изменяющейся температуре, поэтому в данном случае больший интерес представляет влияние переменных температур на прорастание. Хаак (Нааск, 1909) считал, что небольшие колебания температуры не влияют на прорастание семян. В противоположность этому Л. И. Яшнов (1883), А. Шваппах (Schwappach, 1909) и С. А. Самофал (1926) установили, что небольшие колебания температуры стимулируют прорастание семян сосны и ели. Совершенно иное влияние на прорастание семян оказывают большие колебания температуры. Из приведенных Л. И. Яшновым (1883) данных видно, что увеличение амплитуды колебания температур до 10° и более в пределах между оптимумом и минимумом, особенно ниже минимума, значительно ухудшает прорастание.

Средние значения температур недостаточны для характеристики температурных условий (Тольский, 1913), тем более, что различия в погодных условиях за такой сравнительно долгий период времени действуют нивелирующе на средние результаты наблюдений. Чтобы варьирование температур лучше выявилось, введем условное понятие — „крайние температуры“, под которыми будем понимать все температуры, отличающиеся от среднего арифметического значения своего ряда более чем на одно среднее квадратическое отклонение (σ). Поскольку в пределах $M \pm \sigma$ заключается 68,3% всех значений каждого ряда, то на долю крайних максимальных и крайних минимальных температур придется приблизительно 15% всех его значений.

Наблюдения за температурой на опытном участке 3 показали, что на поверхности площадок без подстилки колебания температуры значительно меньше (табл. 3, рис. 5). Увеличение колебаний температуры на поверхности подстилки, по сравнению с обработанными площадками, происходит в основном за счет более высоких максимальных температур. Максимальная температура на поверхности подстилки на 13° выше, чем на площадках, подготовленных путем перемешивания подстилки с минеральной частью почвы с последующим уплотнением или же удалением всей подстилки, в то время как разница между минимальными температурами составляет около 2° .

Таблица 3

Крайние температуры почвы в 13 часов
за период с 7/VI по 29/VIII 1953 года в градусах

Способ обработки почвы	Характер температур	Глубина в см				
		на поверхности	1	5	10	15
Контроль (без обработки)	Максимальные	42,3	41,9	20,5	19,5	17,3
	Минимальные	11,4	11,9	10,5	10,3	9,8
	Амплитуда	30,9	30,0	10,0	9,2	7,5
Подстилка снята	Максимальные	34,1	31,0	24,5	22,0	17,9
	Минимальные	10,9	12,0	10,8	10,1	9,3
	Амплитуда	23,2	19,0	13,7	11,9	8,6
A ₀ и A ₁ +A ₂ перемешаны	Максимальные	38,6	36,9	25,5	22,7	17,7
	Минимальные	11,3	12,7	10,9	10,5	11,2
	Амплитуда	27,3	24,2	14,6	12,2	6,5

Сравним температуры на поверхности почвы по вариантам ее обработки с диапазоном температур, при котором может происходить прорастание семян. Как видно из приведенных на рис. 5 данных, средние максимальные и средние минимальные температуры на поверхности подстилки совпадают с критическими для прорастания семян, но общее колебание температур много больше указанных пределов, то есть на поверхности подстилки температура неблагоприятна для прорастания семян. На площадках со снятой подстилкой максимальная температура только в редких случаях превышает критическую для прорастания семян температуру; минимальная температура в среднем несколько выше нижней критической. На поверхности рыхлого перемешанного слоя температурные условия несколько лучше, чем на подстилке, но хуже, чем при снятии подстилки или при уплотнении перемешанного слоя. Следовательно, температурные условия для прорастания семян, попавших на поверхность почвы или мелкозаделанных, гораздо лучше на обнаженном минеральном горизонте, чем на подстилке и на рыхлом перемешанном слое.

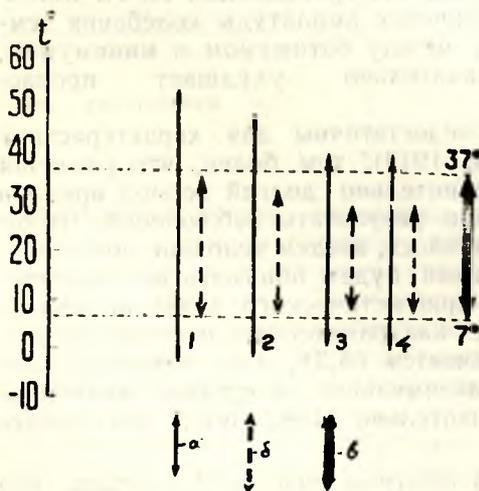


Рис. 5. Амплитуды температур на поверхности почвы:

α —абсолютные амплитуды t° ; β —средние суточные амплитуды t° за летний сезон 1953 г.; γ —диапазон t° , при котором происходит прорастание семян; 1—контроль (без обработки); 2—A₀ и A₁+A₂ перемешаны; 3—A₀ и A₁+A₂ перемешаны и уплотнены; 4—A₀ снята

Этот момент важно учитывать при подготовке почвы под содействие естественному возобновлению.

Для нас более важен температурный режим на основной глубине заделки семян. Максимальная крайняя температура на глубине 1 см только в подстилке превышает критическую для прорастания семян. По степени благоприятности температурных условий для прорастания семян на глубине 1 см варианты обработки почвы можно расположить в следующий убывающий ряд: 1) полное удаление подстилки; 2) перемешивание A_0 и $A_1 + A_2$ без уплотнения; 3) контроль (без обработки).

Рассмотрим теперь температурные условия в отношении роста всходов. Еловые всходы более чувствительны к резким колебаниям температуры, чем сосновые. Общеизвестно побивание всходов ели заморозками. Для всходов сосны М. И. Сахаров (1951) указывал, что при температуре $+40 + 45^\circ$ нарушается водный баланс их, а это приводит к гибели всходов, в лучшем случае — значительно ухудшает их рост.

Температуры выше 50° неоднократно наблюдались нами в июне на поверхности подстилки. На площадках, где подстилка перемешана с минеральным горизонтом, температура выше 45° наблюдалась лишь однажды. На площадках без подстилки и на поверхности уплотненного перемешанного слоя температура ни разу не поднималась выше $+41^\circ$. То же самое следует сказать о крайних низких температурах. В июне на поверхности подстилки отрицательные температуры наблюдались неоднократно; на поверхности рыхлого перемешанного слоя случаи отрицательных температур были единичными; на площадках без подстилки температура в июне не опускалась до 0° . Это говорит о том, что температурные условия на поверхности подстилки неблагоприятны также и для роста всходов; существенное улучшение этих условий происходит при снятии подстилки.

На глубине 5—10 см колебания крайних температур на контрольных площадках меньше, чем на обработанных, за счет более низких максимальных температур, что, очевидно, связано с теплоизолирующим влиянием подстилки. На той же глубине нет различия в температуре почвы обработанной перемешиванием подстилки и ее удалением. На глубине 15 см влияния обработки почвы на температуру не проявилось.

Таким образом, обработка почвы способствует лучшему прогреванию верхнего 10 см слоя почвы, что для таежной зоны, без сомнения, следует считать положительным фактором, в частности, в отношении интенсификации в почве биологических процессов.

Химические свойства почвы. Для характеристики условий корневого питания сеянцев важно знать, как влияет применение того или иного способа обработки почвы на ее химические свойства. Подобные исследования для частичной обработки почвы на вырубках таежной зоны совершенно отсутствуют. Следует отметить, что при частичной обработке почвы возможно весьма сильное влияние необработанной части вырубки. Поэтому полученные нами данные о химических свойствах почвы, по-видимому, нельзя рассматривать как только результат применения того или иного способа обработки почвы, тем не менее они отражают условия питания сеянцев, растущих на площадках.

Из данных, приведенных в табл. 4, можно заключить, что по содержанию подвижных форм азота, фосфора и калия в верхнем 20 см слое почвы контроля и обработанных площадок нет определенной зависимости. Содержание в почве углерода и общего азота

на площадках без подстилки несколько ниже, чем в контроле и в перемешанном слое (табл. 5). Наблюдается сужение отношения C/N в нижних горизонтах по сравнению с верхними, что характерно для подзолистых почв. По данным И. А. Терешниковой (1956), для Ленинградской области такое сужение отношения C/N с глубиной на вырубке из-под ельника-кисличника связано с вымыванием в нижние горизонты фульвокислот и продуктов распада белковых молекул.

Реакция почвы в контроле и на обработанных площадках слабокислая, то есть благоприятная для развития семян хвойных пород (Schairer, 1955).

Таблица 4

Химические свойства почвы в год обработки
(Образцы взяты в августе 1952 года)

Способ обработки почвы	Место взятия образцов		Подвижные (мг/100 г почвы)					
	глубина (см)	генети- ческий горизонт	Опытный участок 1			Опытный участок 2		
			NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без обработки)	1—3	A ₀	2,7	15,0	—	1,4	7,5	—
	6—8	A ₁	1,3	7,5	5,7	1,0	13,0	—
	10—12	A ₂	0,8	3,7	3,4	—	5,6	3,4
	17—20	B	1,0	5,6	—	0,6	5,4	4,3
Подстилка снята	0,5—3	A ₁	0,9	5,0	8,5	1,1	2,5	3,4
	10—12	A ₂	1,2	3,5	6,7	1,0	3,7	4,4
A ₀ и A ₁ +A ₂ пере- мешаны	0,5—3	A ₀ +A ₁ +A ₂	1,6	8,8	8,5	1,0	9,0	5,7
	8—10	A ₀ +A ₁ +A ₂	1,3	10,0	6,7	1,1	10,0	6,7
	17—20	B	1,2	6,3	5,7	0,5	4,9	3,4

Важно отметить, что давность обработки почвы не оказывает существенного влияния на абсолютные показатели рассматриваемых химических свойств почвы. Следовательно, в наших условиях перемешивание подстилки с минеральными горизонтами почвы не способствует значительному накоплению элементов питания, в том числе и азотного. С другой стороны, удаление подстилки при частичной обработке почвы не сопровождается резким ухудшением ее химических свойств, как это имело место при удалении подстилки на значительных площадях (Ткаченко, 1952).

Обобщая результаты исследований по влиянию обработки почвы на водный и температурный режимы и ее химические свойства, можно сказать следующее.

Верхний слой лесной подстилки быстро иссушается в летний период, что вместе с резкими колебаниями температуры на ее поверхности создает условия, неблагоприятные для появления всходов. Перемешивание

Таблица 5

Химические свойства почвы
(Образцы взяты в августе 1955 года)

Способ обработки почвы	Горизонт	Глубина (см)	В первом году (опытный участок 4 ¹)						В третьем году (опытный участок 3)						В четвертом году (опытный участок 2)					
			рН		в % на абсолютно сухую почву		C/N	P ₂ O ₅ (в мг на 100 г почвы)	рН		в % на абсолютно сухую почву		C/N	P ₂ O ₅ (в мг на 100 г почвы)	рН		в % на абсолютно сухую почву		C/N	P ₂ O ₅ (в мг на 100 г почвы)
			солевой	водный	C	N			солевой	водный	C	N			солевой	водный	C	N		
Контроль (без обработки)	A ₁	0—5	3,72	4,08	1,61	0,083	19,4	5,8	4,26	5,02	1,47	0,077	19,1	1,25	4,35	4,65	1,69	0,106	15,9	3,3
	B ₁	15—20	5,14	5,25	1,09	—	—	0,8	4,82	5,38	0,85	—	—	1,7	4,86	5,39	1,28	0,112	11,4	следы
Подстилка снята	A ₁	0—5	4,28	4,73	1,59	0,121	13,1	5,8	4,26	4,96	1,28	0,055	23,3	0,4	3,81	4,48	1,57	0,085	18,5	1,7
	B ₁	15—20	—	5,33	0,62	—	—	6,25	4,78	5,42	0,45	—	—	3,75	4,73	5,17	0,89	0,051	17,4	3,3
A ₀ и A ₁ +A ₂ перемешаны	A ₀ +A ₁ +A ₂	0—5	4,45	4,99	1,99	0,274	7,3	3,3	4,63	5,15	1,47	0,141	10,4	2,08	4,60	5,11	1,88	0,127	14,2	5,6
	B ₁	15—20	—	5,02	0,98	—	—	0,8	4,90	5,39	0,66	—	—	2,9	4,81	5,27	1,06	0,148	7,2	2,5

¹ Участок заложен на свежей вырубке из-под ельника-черничника в 1955 году.

вание подстилки с верхними минеральными горизонтами почвы ухудшает капиллярное поднятие воды, увеличивает газообмен и приводит к быстрому высыханию верхнего 5 см слоя почвы. Наилучшие для появления и роста всходов водный и температурный режимы создаются на площадках без подстилки, где необходимая влажность поверхностного слоя почвы обеспечивается капиллярным поднятием воды из нижележащих горизонтов, а колебания температуры на поверхности и в верхнем 1 см слое значительно меньше, чем в соответствующих местах подстилки. Удаление подстилки при частичной обработке почвы вызывает некоторое снижение содержания в почве углерода и общего азота, однако резкого ухудшения ее химических свойств при этом не происходит.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВЕ И РИЗОСФЕРЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ

Выше было показано, что в течение трех лет после обработки почвы удаление подстилки не вызывает резкого ухудшения химических свойств почвы. Вместе с тем химические свойства почвы тесно связаны с деятельностью почвенной микрофлоры, играющей большую роль в разложении органических веществ и в превращении нерастворимых неорганических соединений в растворимые. Поэтому отмеченное отсутствие резких ухудшений в химических свойствах почвы в какой-то степени указывает на то, что при удалении подстилки не должно происходить резких изменений в напряженности микробиологических процессов.

Действительно, из данных, приведенных в табл. 6, видно, что количество микроорганизмов на площадках без подстилки довольно высокое, особенно в самом верхнем слое почвы. Однако в этом случае наблюдается более резкое падение количества микроорганизмов с глубиной, чем в контроле и при других способах обработки почвы. Наблюдаемое уже в год обработки увеличение количества микроорганизмов в самом верхнем слое почвы, по сравнению с содержанием их в этом же горизонте контроля, очевидно, связано главным образом с улучшением условий аэрации. Справедливость такого объяснения подтверждается тем, что, применяя рыхление обнаженного минерального горизонта почвы, мы наблюдали дальнейшее увеличение количества микроорганизмов с 385 до 822 тыс. на 1 г воздушно-сухой почвы.

Наибольшее количество микроорганизмов содержится в подстилке. С глубиной количество их быстро уменьшается, что характерно для подзолистых почв. Перемешивание подстилки сопровождается увеличением содержания микроорганизмов во всем обработанном слое почвы. Вместе с тем распределение микроорганизмов в перемешанном слое почвы очень неравномерное. Так, в комочках подстилки обнаружилось до 600 тыс. микроорганизмов, а в супеси, находящейся между комочками подстилки, их было в 2—3 раза меньше.

Аналогичное влияние оказывают рассматриваемые способы обработки почвы на интенсивность развития мицелия грибов и скорость разложения целлюлозы в почве (табл. 7). Наиболее интенсивно указанные процессы протекают в подстилке, а также в перемешанном слое почвы. При удалении подстилки мицелий грибов развивается

Таблица 6

Распространение грибов и бактерий в почве при различных способах ее обработки
(Наблюдения выполнены в июле)

Способ обработки почвы	Горизонт	Глубина в см	Количество микроорганизмов в 1 г воздушно-сухой почвы, в тыс. (по Новоградскому)								
			в первом году (участок 3)			во втором году (участок 2)			в третьем году (участок 3)		
			грибы	бактерии	итого	грибы	бактерии	итого	грибы	бактерии	итого
Контроль (без обработки)	A ₀	0—4	117	431	548	540	719	1259	342	660	1002
	A ₁ /A ₂	4—8	64	103	167	123	471	594	94	189	283
	B ₁	16—25	17	89	106	50	102	152	27	114	141
	B ₂	35—38	6	16	22	—	—	—	3	41	44
Верхняя часть подстилки снята	A ₀	0—2	102	495	597	101	169	270	79	203	282
	A ₂	8—10	36	114	150	108	202	310	61	145	206
Подстилка снята	A ₁	0—3	29	276	305	55	611	666	44	202	246
	A ₂	8—10	7	84	91	24	133	157	28	113	141
A ₀ и A ₁ +A ₂ перемешаны	A ₀ +A ₁ +A ₂	0—3	72	318	390	74	230	304	65	244	309
	A ₀ +A ₁ +A ₂	8—10	67	244	311	113	321	434	23	193	216
То же, с уплотнением	A ₀ +A ₁ +A ₂	0—3	84	268	352	—	—	—	71	260	331
	A ₀ +A ₁ +A ₂	8—10	65	302	367	—	—	—	77	340	417

Таблица 7

Интенсивность развития грибов и разложения целлюлозы в почве

Способ обработки почвы	Горизонт	Глубина в см	Интенсивность обрастания стекол мицелием грибов, в баллах		Интенсивность разложения фильтровальной бумаги, в % от площади	
			в 1 году, с 18/VII по 19/VIII (участок 3)	во 2 году, с 20/VII по 20/VIII (участок 2)	в 1 году, с 20/VI по 19/VIII (участок 3)	во 2 году, с 23/VII по 24/IX (участок 2)
Контроль (без обработки)	A ₀	1-4	+++++	++++	100	100
	A ₂	8-10	+++	+++	94	94
	B ₁	16-24	++	+++	4	0
	B ₂	48-50	0	не опр.	0	0
Верхняя часть подстилки снята	A ₀	0-3	++++	+++	94	45
	A ₂	8-10	+++	+++	32	3
Подстилка снята	A ₁	0-3	++	++	65	33
	A ₂	8-10	++	++	16	3
A ₀ и A ₁ +A ₂ перемешаны	A ₀ +A ₁ +A ₂	0-3	++++	++	94	20
	A ₀ +A ₁ +A ₂	8-10	+++	+++	50	25
То же, с уплотнением	A ₀ +A ₁ +A ₂	0-3	+++	не опр.	76	не опр.
	A ₀ +A ₁ +A ₂	8-10	+++++	не опр.	100	не опр.

слабее, чем при других способах обработки почвы. Интенсивность разложения целлюлозы в самом поверхностном слое обнаженного минерального горизонта довольно высокая, но с глубиной снижается резко, чем в контрольных площадках и при других способах обработки почвы. Анализ стекол обрастания показал, что по массе грибы нередко, особенно в подстилке, могут преобладать над бактериями и актиномицетами, взятыми вместе.



Рис. 6. Влияние однолетних сеянцев сосны на количество микроорганизмов в почве:

А — часть площадки, свободная от растительности; Б — межд урядье; В — ризосфера; 1 — всего микроорганизмов; 2 — грибы; 3 — бактерии; 4 — актиномицетов

Деятельность микроорганизмов в почве тесно связана с высшими растениями. Исследованиями С. А. Самцевича, Э. М. Ко-

редкой и А. П. Визира (1949), О. И. Пушкинской (1951), А. Я. Трибунской (1955), С. А. Самцевича (1956) и др. установлено, что количество микроорганизмов в ризосфере древесных пород резко увеличивается. В свою очередь, увеличение количества микроорганизмов вблизи корней способствует поступлению элементов питания в растения.

Определение количества ризосферных микроорганизмов при различных способах подготовки почвы показало, что однолетние сеянцы

сосны стимулируют развитие почвенных микроорганизмов (рис. 6). При этом их влияние не ограничивается прилегающими к корням частицами почвы, а распространяется на некоторое расстояние. Количество микроорганизмов в ризосфере сеянцев изменяется в зависимости от способа обработки почвы (рис. 7). У сеянцев, растущих на площадках без подстилки, количество ризосферных микроорганизмов значительно меньше, чем у сеянцев, растущих на перемешанном слое почвы. По нашему мнению, это связано с интенсивностью микоризообразования, так как образование микориз снижает поступление в почву корневых выделений (Ахромейко, 1955), а через это ограничивает развитие микроорганизмов в ризосфере. Кроме того, при удалении подстилки общее количество микроорганизмов в корнеобитаемом слое почвы несколько ниже, чем при других способах обработки почвы, что также может служить причиной более низкого содержания микроорганизмов в ризосфере сосны.

Вопрос влияния ризосферной микрофлоры древесных пород на разложение в почве целлюлозы почти совершенно не изучен. Имеющиеся в литературе немногие сведения указывают на увеличение количества аэробных целлюлозоразрушающих бактерий около дубков (Мантейфель, Жукова и Демьянова, 1950).

Наши наблюдения, проведенные путем закладки предметных стекол с полосками фильтровальной бумаги в почву около растущих корешков однолетних и двухлетних сеянцев сосны и ели, показали, что при приближении корешков к бумаге интенсивность разложения ее микроорганизмами резко увеличивается (рис. 8).

Материалы, приведенные в данном разделе, указывают, что влияние обработки почвы на количество микроорганизмов и интенсивность разложения целлюлозы проявляется в первую очередь через перемещение подстилки. Перемешивание подстилки с минеральными горизонтами сопровождается усилением микробиологической активности во всем обработанном слое. При удалении подстилки наблюдается снижение количества микроорганизмов и интенсивности разложения

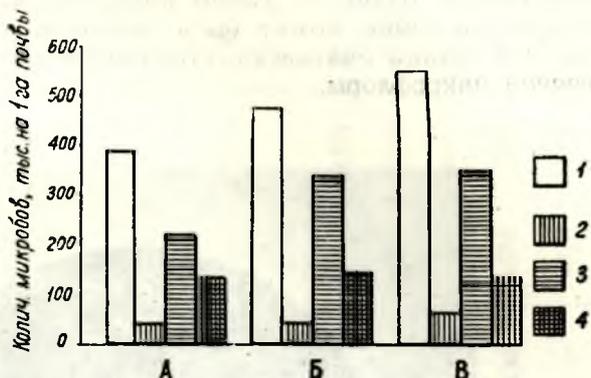


Рис. 7. Количество ризосферных микроорганизмов у однолетних сеянцев сосны при различных способах обработки почвы:

А — подстилка снята; Б — верхняя часть подстилки снята; В — А₀ и А₁+А₂ перемешаны: 1 — всего микроорганизмов; 2 — грибов; 3 — бактерий; 4 — актиномицетов

целлюлозы, однако в самом поверхностном слое почвы количество микроорганизмов может быть довольно высоким. Растущие на площадках сеянцы оказывают стимулирующее влияние на развитие почвенной микрофлоры.

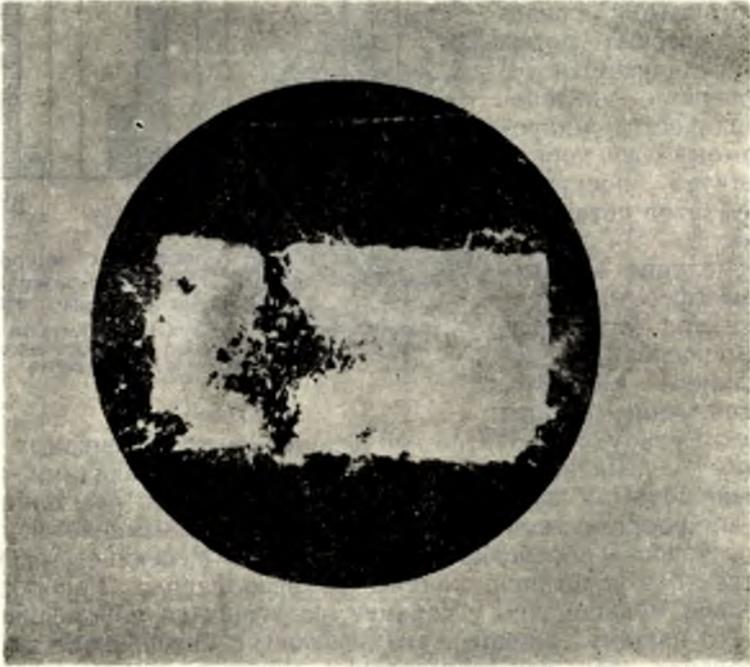


Рис. 8. Разрушение полоски фильтровальной бумаги в месте соприкосновения с корешком сосны.

МИКОРИЗОБРАЗОВАНИЕ

Академик В. Р. Вильямс видел большую роль микроорганизмов не только в минерализации органического вещества, но и в непосредственном участии их в питании высших растений. Согласно его учению, наряду с автотрофным типом корневого питания растений широко распространен симбиотрофный, при котором высшее растение снабжается элементами питания за счет симбиоза с грибами (микотрофизм) или бактериями (бактериотрофизм).

Имеющиеся в настоящее время материалы свидетельствуют о том, что такое деление высших растений очень условно, так как в их питании принимают участие различные группы почвенных микроорганизмов, входящих в состав ризосферы. Так же, как и многие другие почвенные микроорганизмы, микоризные грибы, находясь в ризосфере, положительно влияют на рост сеянцев еще до образования микоризного чехла (Рейнер и Нельсон-Джонс, 1949; С. А. Самцевич, 1956). Поэтому нельзя не согласиться с мнением Вильде (Wilde, 1954) о том, что образование эктотрофных и эндотрофных микориз у древесных

Таблица 8

Интенсивность микоризообразования и сухой вес однолетних сеянцев

Способ обработки почвы	Порода	Исследовано экз.	Из них микоризных (%)	Распределение микоризных сеянцев по степени обилия микориз (%)			Средний вес 1 сеянца в зависимости от степени обилия микориз (г)			
				сильная	средняя	слабая	сильная	средняя	слабая	микориз нет
Верхняя часть подстилки снята	Сосна	40	95	21	47	32	0,287	0,184	0,042	—
	Ель	34	83	28	36	36	—	—	—	—
Подстилка снята	Сосна	142	100	20	63	17	0,339	0,252	0,181	—
	Ель	153	89	18	48	34	0,156	0,129	0,093	0,084
A ₀ и A ₁ +A ₂ перемешаны	Сосна	123	73	7	42	51	—	0,284	0,191	0,077
	Ель	100	58	0	34	66	—	0,101	0,099	0,113
То же, с уплотнением	Сосна	148	92	13	48	39	0,322	0,252	0,217	0,137
	Ель	95	82	13	41	46	—	0,136	0,136	—

растений является частным случаем ризосферного симбиоза. Однако выделение микотрофного типа корневого питания имеет в настоящее время уже не только теоретический, но и большой практический интерес. Работы Мак Комба (Comb, 1943), Б. Ф. Купревича (1952) дают основание считать, что через микоризы питание сеянцев происходит иначе, чем через безмикоризные корешки. Следовательно, эту особенность питания сеянцев необходимо учитывать для правильной оценки влияния способов обработки почвы на их рост.

Исследование корней у всходов показало, что на площадках без подстилки и на уплотненном перемешанном слое почвы вполне сформировавшиеся эктоэндотрофные микоризы наблюдались как у сосны, так и у ели уже в первой половине июля. При обработке почвы удалением верхней части подстилки микоризообразование несколько задерживалось. У всходов, растущих на рыхлом перемешанном слое почвы, микоризы появляются только в августе и в меньших количествах.

В конце сентября произведен учет микоризности сеянцев (табл. 8). Из полученных данных видно, что обнаруженная при летних наблюдениях закономерность в интенсивности микоризообразования по способам обработки почвы сохранилась и к концу первого вегетационного периода. Наибольшее количество микоризных экземпляров среди однолетних сеянцев наблюдалось при обработке почвы удалением подстилки, наименьшее — при перемешивании подстилки с минеральной частью почвы без последующего уплотнения. Необходимо отметить, что с уменьшением общего количества микоризных сеянцев по способам обработки почвы среди них заметно увеличивается относительное количество экземпляров со слабой степенью обилия

Таблица 9

Обилие корневых волосков у однолетних сеянцев сосны и ели в зависимости от способа обработки почвы

Способ обработки почвы	Исследовано экз.		Длина корней в мм ¹				Относительная длина корней с корневыми волосками	
			общая		с корневыми волосками			
	сосна	ель	сосна	ель	сосна	ель	сосна	ель
Удалена А ₀	16	17	450 390—481	157 141—187	19 0—48	26 0—74	4,2	16,7
А ₀ и А ₁ +А ₂ перемешаны и уплотнены	11	12	497 436—710	226 185—330	89 77—229	106 20—223	17,9	47,0
Удалена верхняя часть А ₀	8	11	540 433—561	274 186—399	141 63—225	96 68—152	26,2	35,0
А ₀ и А ₁ +А ₂ перемешаны	12	15	593 458—861	404 243—563	193 143—205	211 132—376	32,6	52,0

¹ В числителе—средние величины, в знаменателе—пределы колебаний.

микориз. Этим еще больше углубляется различие в интенсивности микоризообразования при рассматриваемых способах обработки почвы.

Известно, что мицелий микоризного гриба, обволакивая корешки, вызывает отмирание у них корневых волосков. Замечено также, что в условиях, неблагоприятных для микоризообразования, наблюдается увеличение количества корневых волосков. Учеты их были проведены нами на гербарных образцах однолетних сеянцев сосны и ели (табл. 9).

Как видно из приведенных данных, в условиях, вызывающих ослабление интенсивности микоризообразования, особенно при подготовке почвы перемешиванием без уплотнения, увеличивается как общая длина корневой системы, так и длина корней, несущих корневые волоски. Наоборот, на площадках без подстилки корни сеянцев часто совершенно не имеют корневых волосков.

Распределение корней, покрытых корневыми волосками, тесно связано с наличием в почве органического вещества. Так, у сеянцев с площадок, где удалялась верхняя часть подстилки, корни с корневыми волосками приурочены к оставшемуся слою подстилки. На площадках, где производилось перемешивание подстилки с минеральными горизонтами почвы, корни с корневыми волосками встречаются по всей корневой системе, что обусловлено размещением комочков подстилки в обработанном слое. Микоризные окончания на корнях, растущих в комочках подстилки, обычно слабоветвящиеся, тонкие и часто имеют темную окраску. Только там, где корешок пронизывает гниющие остатки древесины или старые корни, наблюдается концентрация обильно ветвящихся микоризных окончаний. Очевидно, в этом случае микоризообразование стимулируется бедностью субстрата элементами минерального питания, что подмечено при росте сеянцев сосны и ели на гниющей древесине (Шубин, 1957).

Различие в обилии корневых волосков между сравниваемыми способами обработки почвы сохраняется и в последующие годы. Так, у трехлетних сеянцев с опытного участка 3 относительное покрытие корней корневыми волосками равнялось: при удалении подстилки — у сосны 6,0%, у ели 6,4%, при перемешивании подстилки — соответственно — 35,8 и 60,5%. Поскольку обилие корневых волосков находится в обратной связи с микоризообразованием, то можно сказать, что и на третий год общее обилие микориз у сеянцев, растущих на площадках без подстилки, выше, чем у сеянцев, растущих на перемешанном слое почвы.

Полученные данные о количестве и распределении корневых волосков подтверждает сделанный нами на основании учета микоризности сеянцев вывод, что при использовании подстилки в качестве органического удобрения микоризообразование ослабляется. Это вызвано рядом факторов, из них мы остановимся на одном, вытекающем из наших наблюдений, а именно — на влажности корнеобитаемого слоя почвы.

По нашим наблюдениям, недостаток влаги в сильной степени ослабляет микоризообразование. Низкая интенсивность микоризообразования при обработке почвы перемешиванием подстилки с минеральной ее частью без уплотнения объясняется главным образом тем, что в обработанном слое почвы, вследствие нарушения капиллярного поднятия воды и увеличения внутрипочвенного испарения, ухудшается водный режим. Устранение этого момента через уплотнение обработанного слоя почвы сопровождалось резким увеличением количества

микоризных семян. На то, что однолетние и двухлетние семена, растущие на рыхлом перемешанном слое почвы, испытывают недостаток влаги, указывает также характер развития корневых систем. При недостатке влаги в почве древесные породы образуют длинные слабоветвящиеся корни, относительный вес корней в таких условиях больше, чем при оптимальном увлажнении (Schwarz, 1892; Обязов, 1903; Тольский, 1905 и др.).

Указанное явление наблюдалось и в наших опытах. Из данных, приведенных в табл. 9, видно, что общая длина корневой системы наименьшая при удалении подстилки и максимальная при перемешивании ее. Уплотнение перемешанного слоя почвы сопровождается уменьшением общей длины корневой системы, что можно объяснить, в основном, улучшением условий увлажнения. Аналогичная картина наблюдалась и в отношении относительного веса корней. Относительный вес корней однолетних семян на площадках без подстилки равнялся у сосны 40%, у ели — 35%, а на рыхлом перемешанном слое почвы — соответственно — 65 и 49%. При уплотнении перемешанного слоя почвы наблюдалось снижение относительного веса корней по сравнению с неуплотненным перемешанным слоем почвы: у сосны до 41%, у ели до 49%. Отмеченная для однолетних семян закономерность влияния обработки почвы на относительный вес корней сохраняется и у двухлетних семян. Однако у двухлетних семян относительный вес корней варьирует по способам обработки почвы слабее, чем у однолеток. Это особенно заметно у сосны. Такое различие объясняется тем, что на второй год корни семян развиваются в более глубоком слое почвы, свойства которого под влиянием обработки почвы изменились слабее.

С другой стороны, относительный вес корней уменьшается также и с увеличением богатства почвы элементами питания. Так как относительный вес корней все же меньше при удалении подстилки, то есть в условиях некоторого обеднения почвы элементами питания и ослабления ее биологической активности, то можно заключить, что в условиях нашего опыта различия во влажности почвы при различных способах ее обработки оказывают большее влияние на развитие одно- двухлетних семян, чем различия в богатстве почвы элементами питания.

Эти данные позволяют считать влажность почвы основным фактором, ограничивающим развитие микориз при росте одно- двухлетних семян на перемешанном слое почвы.

Морфолого-анатомическое изучение микориз показало, что у однолетних и двухлетних семян встречаются светлые и черные микоризы. Светлые микоризы встречались повсеместно. Широкое распространение светлых микориз объясняется тем, что в их образовании участвуют многие грибы, о чем свидетельствует большое разнообразие гиф, образующих микоризные чехлы. Черные микоризы встречались реже светлых и чаще всего на корнях, растущих в подстилке. У семян, выросших на площадках без подстилки, черные микоризы образуются редко и в небольших количествах.

По мнению Бьеркмана (Björkman, 1949) черные микоризы являются паразитическими. Мы пытались установить влияние черных микориз на рост семян ели путем сравнения веса микоризных семян, имеющих только светлые микоризы, с весом семян, у которых наряду со светлыми были и черные микоризы. Для этой цели из группы

однолетних сеянцев со средней степенью обилия микориз были отобраны сеянцы ели с черными микоризами и без них. Оказалось, что если черные микоризы составляют 1—2% от общего количества корневых окончаний, то различие в росте сеянцев, имеющих черные микоризы и не имеющих их, отсутствует. С увеличением количества черных микориз до 15—20% вес сеянцев с черными микоризами уменьшился на 9%. Такое слабое уменьшение веса сеянцев, при значительной доле участия черных микориз, скорее указывает на меньшую эффективность черных микориз по сравнению со светлыми, чем на их паразитический характер. Этот вывод находит свое подтверждение и в морфолого-анатомическом строении черных микориз, имеющих в большинстве случаев средне развитый чехол и слабое внедрение гиф в клетки коры, зачастую совершенно отсутствующее. В последнем случае микоризы становятся эктотрофными. Возможно, что этим и объясняется меньшая эффективность черных микориз по сравнению со светлыми, у которых через хорошо развитую сеть Гартига осуществляется более тесный контакт между симбионтами.

Из изменений в строении микориз в зависимости от способа обработки почвы следует отметить некоторое увеличение толщины чехлов светлых микориз в среднем до 30—35 микронов у сеянцев с площадок без подстилки, тогда как при использовании ее в качестве органического удобрения толщина микоризных чехлов равнялась в среднем 20—25 микронам.

Отсутствие во всех случаях обильного внутриклеточного мицелия, а также внедрения гиф в эндодерму и центральный цилиндр свидетельствует, согласно литературным данным, о существовании между симбионтами мутуалистических взаимоотношений.

Из данных, приведенных в табл. 8, видно, что при одном и том же способе обработки почвы во всех случаях с увеличением обилия микориз увеличивается и вес сосновых сеянцев. У ели прямая связь между обилием микориз и ростом сеянцев, в пределах одного способа обработки почвы, наблюдается при полном удалении подстилки и отсутствует при перемешивании подстилки. Интересно, что и у сосны прямая связь между обилием микориз и ростом сеянцев наиболее рельефно выражена при полном удалении подстилки. Здесь же мы наблюдаем и лучшее развитие сеянцев. Очевидно, в этом случае меньшее количество элементов питания в почве компенсируется теми выгодами, которые получают сеянцы в данных условиях от симбиоза с грибами, так как, согласно исследованиям А. К. Эглите (1956), микоризные грибы помогают древесным растениям усваивать питательные вещества из труднорастворимых минералов.

Исследования по микоризообразованию показывают, что способы обработки почвы существенно влияют на интенсивность микоризообразования у сеянцев первого года. Наибольшее количество микоризных экземпляров среди однолетних сеянцев наблюдалось при обработке почвы удалением подстилки, наименьшее — при перемешивании подстилки без последующего уплотнения. Основной причиной низкой интенсивности микоризообразования на рыхлом перемешанном слое почвы является недостаток влаги. Между развитием однолетних сеянцев и обилием у них микориз прямая связь наблюдается у сосны при всех способах обработки почвы, а у ели — при обработке почвы удалением подстилки.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОЯВЛЕНИЕ ВСХОДОВ, ПРИЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ СЕЯНЦЕВ

Появление всходов. Исследования, выполненные в таежной зоне, показали, что при создании культур на вырубках с дренированными почвами хорошие результаты получаются при посеве семян в обнаженный минеральный горизонт. В опытах С. В. Алексеева (1932) грунтовая всхожесть семян сосны на минеральном горизонте почвы была в два раза выше, чем на рыхлых холмиках. По данным А. И. Стальского (1954), всхожесть семян на площадках без подстилки достигала у сосны 53 — 66%, а у ели — 30 — 40% от количества высеянных семян. В опытах С. Х. Салиньш (1956) испытывалось пять вариантов обработки почвы. Лучшие результаты по всхожести семян получены при обработке почвы удалением подстилки. Таким образом, из литературных данных видно, что посев семян в минеральный горизонт почвы обеспечивает высокую грунтовую всхожесть семян.

Таблица 10

Появление всходов на опытном участке 3 (посев 25/V 1953 года)

Способ обработки почвы	Размер площадок в м	Количество всходов в % от числа высеянных семян							
		Сосна				Ель			
		дата пересчетов				дата пересчетов			
		13/VI 1953 г.	20/VI 1953 г.	27/VIII 1953 г.	10/V 1954 г.	13/VI 1953 г.	20/VI 1953 г.	27/VIII 1953 г.	10/V 1954 г.
Подстилка снята	1×1	1,5	32,2	40,2	38,9	0,1	25,9	37,0	37,0
" "	1×0,25	2,8	29,2	51,5	43,6	0,8	15,5	39,2	39,3
" "	0,5×0,5	1,7	27,5	51,0	47,4	0,2	19,6	39,0	39,0
A ₀ и A ₁ +A ₂ пере- мешаны и уплот- нены	1×1	1,1	25,4	30,0	34,3	0,02	8,3	9,7	13,8
A ₀ и A ₁ +A ₂ пере- мешаны	1×1	0	13,0	16,0	19,5	0	2,3	7,5	9,9
Верхняя часть A ₀ снята	1×1	0	0,1	2,2	2,8	0	0	1,0	1,1

Обратимся к полученным нами результатам опытных посевов. Влияние одних и тех же способов обработки почвы на появление всходов на всех опытных участках было сходным. Поэтому ограничимся рассмотрением результатов посевов на опытном участке 3, включаящем все варианты воздействия на почву.

Как видно из приведенных в табл. 10 данных, всходы появляются раньше там, где подстилка удалена, причем на площадках размером 1×1 м несколько раньше, чем при меньшем их размере. Очевидно это связано с лучшим прогреванием широких площадок. При удалении только верхней части подстилки и при перемешивании ее с минеральными горизонтами всходы появляются позднее и в меньшем количестве. Уплотнение перемешанного слоя почвы способствует более раннему, по сравнению с посевом в рыхлый перемешанный слой, появлению всходов.

В табл. 10 не приведены данные о всхожести на необработанной почве, так как там появилось лишь несколько всходов (всхожесть составила сотые доли %). На площадках, подготовленных путем перемешивания подстилки с минеральной частью почвы и путем удаления только верхней части подстилки, значительное появление всходов наблюдалось и после учета, проведенного в конце августа. По общему количеству всходов, появившихся через год после посева, рассматриваемые способы подготовки почвы можно расположить в следующий убывающий ряд: 1) подстилка снята; 2) A_0 и $A_1 + A_2$ перемешаны и уплотнены; 3) перемешивание без уплотнения; 4) верхняя часть подстилки снята.

Сравнивая этот ряд с влажностью и температурой почвы, можно видеть, что по благоприятности этих факторов для появления всходов способы подготовки почвы располагаются точно в такой же последовательности. Таким образом, сделанные нами выводы относительно условий для появления всходов при различных способах подготовки почвы полностью подтверждаются результатами опытных посевов.

По благоприятности для появления всходов водного и температурного режимов, а также по результатам опытных посевов обработка почвы перемешиванием с уплотнением идет после обработки почвы удалением подстилки. Особенно близкие результаты между этими двумя способами обработки почвы получены по всхожести семян сосны. Вместе с тем, при посевах в последующие годы мы ни разу не наблюдали, чтобы на перемешанном уплотненном слое почвы всходов появилось больше, чем на обнаженном минеральном горизонте. Например, в 1955 году при опыте, заложенном на свежей вырубке из-под ельника-черничника, были получены следующие результаты по всхожести семян: при удалении подстилки — 43,6% сосны и 33,1% ели, при перемешивании подстилки с уплотнением — 18,1% сосны и 12,5% ели. Различие в грунтовой всхожести семян между рассматриваемыми двумя способами обработки почвы сохраняется и в том случае, если обработку почвы производить за год до посева. Так, при обработке почвы в начале лета 1956 года и посеве весной 1957 года всхожесть семян на площадках без подстилки равнялась 32,7% у сосны и 23,3% у ели, а при перемешивании подстилки с уплотнением — 25,6% у сосны и 12,0% у ели.

Результаты опытных посевов 1952, 1953 годов, а позднее 1955—1957 годов показали, что в зависимости от особенностей в ходе весны и лета абсолютные величины грунтовой всхожести семян колеблются по годам. Однако максимальное количество всходов всегда наблюдается при посеве семян в обнаженный минеральный горизонт и равняется в среднем 30—50% от количества высевных семян. Отсюда вытекает, во-первых, что наиболее благоприятные при этом способе обработки почвы водный и температурный режимы следует считать основными факторами, определяющими появление всходов, и, во-вторых, что установленная нами в 1953 году закономерность во влиянии рассматриваемых способов обработки почвы на водный и температурный режимы поверхностного слоя почвы, а через это и на появление всходов справедливы и для других годов.

Приживаемость сеянцев. Одним из факторов непосредственного влияния обработки почвы на отпад сеянцев является образование на посевных местах ледяных кристаллов. Согласно наблюдениям С. В. Алексеева (1953), в Архангельской области при посевах сосны

на супесчаной дренированной почве от выжимания ледяными кристаллами в первые два года погибло до 43,6% семян. Выжимание семян ледяными кристаллами мы наблюдали только на рыхлом перемешанном слое почвы. Очевидно в период осенних дождей в рыхлом слое почвы происходит накопление избыточной влаги, что способствует образованию при замерзании почвы ледяных кристаллов. На опытном участке 1 частичное выжимание семян замечено на 22% площадок, а на опытном участке 3—на 50% площадок этого способа обработки почвы. Однако массовой гибели семян в результате обнажения корней кристаллами льда не было замечено.

По нашим наблюдениям, отпад всходов и семян в основном вызван такими причинами, как склеивание их мелкими птицами, чаще всего овсянкой обыкновенной, повреждение насекомыми, поражение грибами, вызывающими полегание всходов. Начиная со второго года наблюдалась гибель семян от грибов, поражающих хвою, причем степень распространения и гибели семян от грибных заболеваний хвои находилась в прямой зависимости от интенсивности зарастания площадок травянистой растительностью.

За шесть лет отпад среди семян достигает 60—70% от количества всходов. Примерно $\frac{2}{3}$ общего количества погибших семян приходится на первые два года.

Разницы в суммарном отпаде семян между отдельными способами обработки почвы не наблюдалось. Поэтому по количеству сохранившихся к шестому году семян соотношение между способами обработки почвы осталось примерно таким же, какое наблюдалось в отношении количества появившихся всходов, то есть наибольшее количество семян имелось на площадках без подстилки.

Рост семян. По всхожести семян и количеству сохранившихся за период наблюдений семян лучшие результаты получены при обработке почвы удалением подстилки. Исследования, проведенные С. В. Алексеевым (1932, 1953, 1954) и А. И. Стальским (1954) в Архангельской области, показали, что посев сосны и ели в обнаженный минеральный слой почвы обеспечивает также и успешный рост семян. Причем, наблюдения за ростом культур сосны проводились С. В. Алексеевым (1954) в течение 25 лет.

Из приведенных в табл. 11 данных видно, что размеры однолетних семян сосны, выросших на площадках без подстилки и на уплотненном перемешанном слое почвы, почти одинаковые. Однолетки ели, выросшие на уплотненном перемешанном слое почвы, заметно мельче, чем на площадках без подстилки. На рыхлом перемешанном слое почвы семена имеют меньшие размеры.

Рассмотрим причины, обусловившие указанное различие в росте семян в зависимости от способа обработки почвы. Лучший рост однолетних семян на площадках без подстилки, по сравнению с ростом семян на рыхлом перемешанном слое почвы, можно объяснить главным образом условиями водного режима. То, что однолетние, а возможно и двухлетние семена, особенно ели, растущие на рыхлом перемешанном слое почвы, испытывают недостаток влаги, было показано нами при анализе роста корней. На поверхности минерального горизонта почвы отсутствуют резкие колебания температуры, что благоприятно для роста всходов. Некоторое обеднение почвы элементами корневого питания и ослабление биологической

Таблица 11

Показатели роста 1—3-летних сеянцев

Способ обработки почвы	Порода	1-летние сеянцы (опытный участок 3)			2-летние сеянцы (опытный участок 2)				3-летние сеянцы (опытный участок 3)	
		вес в абсолютном состоянии (2)	длина хвоя (с.м)	высота (с.м)	вес в абсолютном состоянии (2)	диаметр стволика у шейки корня (с.м)	длина хвоя (с.м)	высота (с.м)	вес надземной части в абсолютно сухом состоянии (2)	Высота (с.м)
Верхняя часть подстилки снята	Сосна	—	—	—	0,320	0,14	4,82	4,77	—	—
	Ель	—	—	—	0,210	0,10	1,25	5,44	—	—
Подстилка снята	Сосна	0,100	2,47	3,88	1,330	0,25	8,44	7,14	2,610	19,1 ± 0,40
	Ель	0,054	1,09	3,40	0,560	0,17	1,43	10,65	0,853	13,3 ± 0,29
A ₀ и A ₁ + A ₂ перемешаны	Сосна	0,054	1,87	3,46	0,620	0,16	6,04	6,40	1,920	15,8 ± 0,32
	Ель	0,037	0,95	3,00	0,230	0,11	1,25	7,16	0,376	8,0 ± 0,55
То же, с уплотнением	Сосна	0,102	2,39	3,92	—	—	—	—	3,020	20,7 ± 0,41
	Ель	0,042	1,06	3,07	—	—	—	—	0,725	11,7 ± 0,21

активности почвы, наблюдаемое при удалении подстилки, в какой-то степени компенсируется обильным микоризообразованием.

На площадках с частично снятой подстилкой размеры двухлетних сеянцев наименьшие, что, очевидно, связано с поздним появлением всходов и резкими колебаниями температуры на поверхности площадок. В последующие годы при этом способе обработки почвы наблюдается усиление роста сеянцев.

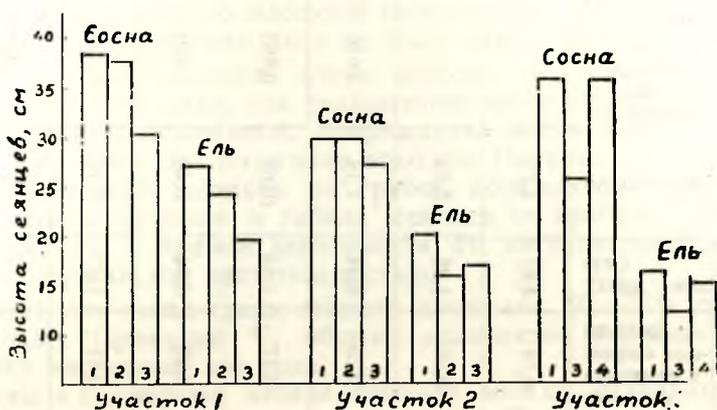


Рис. 9. Средние высоты 6-летних сеянцев (участок 1) и 5-летних сеянцев (участки 2, 3):

1 — подстилка снята; 2 — верхняя часть подстилки снята; 3 — A_0 и A_1+A_2 перемешаны; 4 — то же, с уплотнением

Наблюдаемое в первые 3 года соотношение в интенсивности роста сеянцев по способам обработки почвы сохраняется и в последующие годы (рис. 9). Исключение составляет обработка почвы удалением верхней части подстилки, при которой происходит заметное усиление роста сеянцев сосны. Однако в общем по всем трем участкам лучшие результаты по росту сеянцев в высоту получены при обработке почвы удалением подстилки.

Оценивая влияние обработки почвы на рост сеянцев, необходимо также учитывать зарастание площадок моховой и травянистой растительностью. В первый год зарастание площадок травянистой растительностью при всех способах обработки почвы было слабое и не оказало отрицательного влияния на рост сеянцев. Рост сеянцев на совершенно свободных от травянистой растительности площадках был даже заметно хуже, чем на умеренно заросших площадках. Особенно плохое состояние, в связи с отсутствием притенения, было отмечено у сеянцев ели на площадках, где почва обрабатывалась перештыковкой без уплотнения.

Эти данные вполне подтверждают убедительные выводы С. В. Алексеева (1932, 1953), А. С. Синникова (1953) о благоприятном влиянии на рост сеянцев слабого зарастания лесокультурных площадок травянистой растительностью. На положительное влияние для роста самосева ели на концентрированных вырубках небольшого притенения почвы указывали также Н. Е. Декатов (1936), И. С. Мелехов (1937, 1949) и др. С. В. Алексеев (1953) считал, что в некоторых случаях прополка культур бывает излишней.

Во второй год большая часть наших площадок сильно заросла травянистой растительностью. Следует отметить, что при удалении подстилки очень часто, особенно в пониженных местах, обнаженный минеральный слой покрывался кукушкиным льном. Участие травянистой растительности в этом случае резко уменьшилось. К осени второго года начинало проявляться отрицательное влияние травянистой растительности на рост сеянцев при сильном зарастании площадок.

Необходимо указать, что прополки сорняков на опытных участках специально не проводились. Только начиная со второго года ежегодно во время весенних и осенних перечетов удалялись сильно развитые сорняки, закрывающие сеянцы сверху.

На третий год зарастание площадок травянистой растительностью усилилось. Наиболее часто встречались на площадках вейник, луговик, иван-чай, щавель, ожика, вероника и костяника. Между площадками в живом покрове господствовал вейник, достигавший наиболее обильного развития на третий и четвертый годы. На пятый и особенно на шестой годы отмечено уменьшение развития травянистой растительности как на площадках, так и между ними.

Начиная с третьего года наблюдалась резкая дифференциация среди сеянцев по высоте. Максимальные высоты сеянцев были в 2—2,5 раза больше средних высот. Раскопки корневых систем показали, что на третий год у хорошо развитых сеянцев длина боковых корней достигает 60 см и они выходят за пределы площадок. При удалении подстилки длина боковых корней оказалось больше, чем при других способах обработки почвы, поэтому выход корней за пределы площадок при этом способе обработки почвы происходит раньше и в больших количествах. У пятилетних сеянцев сосны длина боковых корней достигала 110 см. Проникновение корней за пределы посевных мест свидетельствуют о том, что рост в этом возрасте лучших по развитию сеянцев уже не определяется характером обработки почвы.

Обобщение материалов, приведенных в данном разделе, показывает, что обработка почвы удалением подстилки обеспечивает лучшую всхожесть семян и хороший рост сеянцев. При перемешивании подстилки с верхним супесчаным горизонтом почвы всхожесть семян и рост сеянцев значительно хуже, чем на обнаженном минеральном горизонте. Уплотнение перемешанного слоя почвы повышает всхожесть семян и улучшает рост сеянцев. Различные способы обработки почвы не оказали существенного влияния на величину отпада сеянцев. На 3—5 годы влияние обработки почвы ослабляется выходом корней за пределы посевных мест.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что на свежих вырубках из-под ельников кислично-черничных, черничных и бруснично-черничных по всхождению лесная подстилка является весьма неблагоприятной средой для появления всходов. Рыхлая слаборазложившаяся подстилка обладает большой скважностью, капиллярное поднятие воды в ней отсутствует. Эти свойства подстилки вместе с сильным нагреванием поверхности обуславливают быстрое высыхание верхней ее части. Вместе с тем, для прорастания семян в подстилке необходимо большее содержание влаги, чем в минеральном горизонте. Поэтому попавшие в подстилку семена не прорастают из-за недостатка влаги.

Резкие колебания температуры на поверхности подстилки не благоприятны как для прорастания семян, так и для роста всходов. При этом, кроме крайних низких температур, вредное действие на всходы могут оказывать крайние высокие температуры, которые в названных условиях в ясные дни достигают обычно $+41, +42^{\circ}$ и нередко поднимаются до $+50^{\circ}$. На это в условиях северной части таежной зоны до сего времени почти не обращалось внимания. При посеве семян сосны и ели в подстилку всходы появляются лишь единично и большая часть их вскоре погибает.

Снятие верхней слаборазложившейся части подстилки в названных лесорастительных условиях приводит лишь к незначительному улучшению условий для появления и роста всходов. В первый год на корнях сеянцев, растущих в оставленном слое подстилки и непосредственно под ним, микоризы образуются сравнительно редко. Корешки последних и предпоследних порядков покрыты корневыми волосками. На корнях, расположенных глубже, большая часть окончаний последних порядков представлены микоризами. Следовательно, при этом способе подготовки почвы питание сеянцев через корни, расположенные в подстилке и непосредственно под ней, то есть в слое, богатом элементами питания и микроорганизмами, осуществляется в основном автотрофно при участии микроорганизмов ризосферы. В более глубоких горизонтах почвы вода и элементы питания могут поступать в сеянцы главным образом через микоризы и только что образовавшиеся корешки.

При перемешивании верхних минеральных горизонтов песчаных и супесчаных почв с лесной подстилкой резко ухудшается капиллярное поднятие воды к поверхности, значительно увеличивается некапиллярная скважность, а вместе с ней и внутрпочвенное испарение воды. Это приводит к быстрому уменьшению влажности в верхнем слое почвы. Вследствие неблагоприятного водного режима в перемешанном с подстилкой слое супеси наблюдается низкая всхожесть семян. Несмотря на обогащение корнеобитаемого слоя почвы органическим веществом и элементами минерального питания, а также усиление микробиологической активности наблюдается ослабление роста сеянцев. Микоризы на корнях всходов при перемешивании подстилки с минеральной частью почвы образуются слабо. Ослабление микоризообразования, вызванное главным образом сухостью перемешанного слоя почвы, не позволяет сеянцам сосны и ели в полной мере использовать обогащение минерального горизонта почвы органическим веществом, которое происходит в результате перемешивания его с подстилкой.

Уплотнение перемешанного слоя почвы сопровождается улучшением в нем водного режима. В результате заметно повышается всхожесть семян и улучшается рост сеянцев. По этой же причине повышается интенсивность микоризообразования, то есть увеличивается значение микотрофии в питании сеянцев, что также способствует усилению их роста.

Лучшие условия для появления и роста всходов на всхолмлениях с супесчаной почвой создаются при полном удалении подстилки. На площадках со снятой подстилкой влажность ближе к оптимуму, чем при других способах подготовки почвы, а температура колеблется в более узких пределах, чем на поверхности подстилки. Поэтому всхо-

жесть семян сосны и ели при обнаженном минеральном горизонте почвы наилучшая.

Несмотря на некоторое обеднение почвы питательными веществами в результате полного удаления подстилки, здесь наблюдается лучший рост сеянцев. Положительное влияние влажности проявляется косвенно через создание в почве благоприятных условий для микоризообразования. В связи с этим, а, возможно, и другими факторами, при удалении подстилки микоризообразование начинается раньше и протекает интенсивнее, чем при других способах подготовки почвы. Только на площадках без подстилки встречаются однолетние сеянцы ели, у которых все корневые окончания последних порядков представлены микоризами.

Микоризы при этом способе подготовки почвы отличаются наибольшей толщиной микоризного чехла. Уменьшается общая длина корней и степень покрытия их корневыми волосками. Уменьшается также и общее количество ризосферных микроорганизмов. Все это указывает на возрастание микотрофного питания сеянцев. Развитие однолетних сеянцев прямо пропорционально обилию на их корнях микориз. Обеднение почвы элементами корневого питания, которое наблюдается в результате удаления подстилки, в значительной степени компенсируется теми выгодами, которые сеянцы сосны и ели получают от микотрофии.

Вместе с тем необходимо отметить, что тщательным уплотнением перемешанного слоя почвы из подстилки и горизонта $A_1 + A_2$ можно добиться повышения грунтовой всхожести семян, а также улучшения роста сеянцев. Возможно, что при этом рост сеянцев, особенно сосны, будет даже несколько лучше, чем при удалении подстилки. Однако такое улучшение роста сеянцев не может служить поводом для предпочтения этого способа обработки почвы перед обработкой почвы удалением подстилки по следующим двум причинам: во-первых, большей трудоемкостью и сложностью производственного процесса, требующего применения дорогостоящих механизмов; во-вторых, трудностью, а иногда даже невозможностью применения такого механизма на нераскорчеванной вырубке, особенно на почвах с большим количеством камней, что так характерно для рассматриваемых лесорастительных условий южной Карелии.

Все это дает основание считать полное удаление подстилки лучшим способом частичной обработки супесчаных почв под посев сосны и ели или при содействии естественному лесовозобновлению на свежих вырубках из-под ельников кислично-черничных, черничных и бруснично-черничных по всхолмлениям в южной Карелии.

ЛИТЕРАТУРА

- А до Ю. В. Микоризообразователи древесных пород. Тр. Архангельского лесотехнического института им. В. В. Куйбышева, вып. 14. Архангельск, 1954.
- А лексеев С. В. К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. Архангельск, 1932.
- А лексеев С. В. „К проблеме лесных культур в условиях Севера“. Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере. Архангельск, 1953.
- А лексеев С. В. „Некоторые результаты выращивания сосны гнездовым способом“. Возобновление леса при концентрированных рубках на Севере. Архангельск, 1954.
- А хромейко А. И. Фиксированное выступление. „Тр. конференции по микотрофии растений“. М., 1955.
- Д е к а т о в Н. Е. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при концентрированных рубках. Гослесбуиздат, 1936.

- Дояренко А. Г. К изучению испаряющей способности почв... „Научно-агрономический журнал“, 1924, № 5—6.
- Дояренко А. Г. Факторы воздушного режима почв. „Научно-агрономический журнал“, 1925, № 3.
- Иванов П. В. Быстрый метод определения влажности почвы. „Почвоведение“, 1953, № 3.
- Коссович П. С. Водные свойства почвы. „Журнал опытной агрономии“, 1904, кн. 2—3.
- Кравков С. П. Исследования в области изучения роли мертвого растительного покрова в почвообразовании. „Материалы по исследованию русских почв“, вып. 21 и 22, 1912.
- Купревич В. Ф. О физиологической роли микоризы. „Тр. комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения“, т. II, вып. 2, 1952.
- Мантейфель А. Я., Жукова А. И. и Демьянова Э. К. Изучение микрофлоры ризосферы дуба. „Микробиология“, 1950, т. XIX, вып. 6.
- Мелехов И. С. Вопросы лесовыращивания в условиях Вологодско-Сухонского промузла. „Новый Север“, 1937, № 3.
- Мелехов И. С. Концентрированные рубки и лесовозобновление в бассейне Северной Двины. „Тр. Архангельского лесотехнического ин-та им. В. В. Куйбышева“, вып. 13, 1949.
- Мелехов И. С. „К типологии концентрированных вырубок в связи с изменениями в напочвенном покрове.“ Концентрированные рубки в лесах Севера. Изд. АН СССР, 1954.
- Новогрудский Д. М. Определение численности грибов и актиномицетов в почве методом непосредственного высева почвенного мелкозема. „Микробиология“, 1947, т. XVI, вып. 6.
- Обязов А. О развитии семян сосны в питомниках. „Лесопромышленный вестник“, 1903, № 34.
- Пушкинская О. И. Микрофлора почвы лесов Теллермановского лесничества. „Тр. ин-та леса“, 1951.
- Рейнер М. и Нельсон-Джонс В. Роль микоризы в питании деревьев. М., 1949.
- Салиньш С. Х. Влияние способов подготовки почвы и времени посева на приживаемость и отпад семян сосны в главных типах лесорастительных условий Латвийской ССР. „Тр. ин-та лесохозяйственных проблем“, XI, Рига, 1956.
- Самофал С. А. Энергия прорастания и всхожесть лесных семян. „Тр. по лесному опытному делу Украины“, вып. 6, 1926.
- Самцевич С. А., Корецкая З. М. и Визир А. П. Влияние лесных растений на микрофлору черноземов. „Тр. ин-та лесоводства АН УССР“, 1 (на украинском языке), 1949.
- Самцевич С. А. Биодинамика ризосферы лиственных и хвойных насаждений в лесостепи. „Микробиология“, 1956, т. 25, вып. 1.
- Сахаров М. И. Климатическая неоднородность сплошных вырубок в сосняках и ее значение для естественного возобновления сосны. „Изв. АН БССР“, 1951.
- Синников А. С. „Об уходе за культурами сосны на концентрированных вырубках“. Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере. Архангельск, 1953.
- Скородумов А. С. Определение толщины лесной подстилки. „Лесное хозяйство“, 1939, № 12.
- Стальский А. И. Посевы сосны и ели на концентрированных вырубках в некоторых придвинских лесхозах. Сб. статей „Концентрированные рубки в лесах Севера“. М., 1954.
- Сычев Г. А. О возобновлении сосны на боровой почве. „Лесопромышленный вестник“, 1905, № 40—43.
- Терешенкова И. А. Запасы гумуса и азота в почвах под еловыми лесами. „Уч. зап. ЛГУ“, 221, 1956.
- Ткаченко М. Е. Концентрированные рубки. Сельхозгиз, 1931.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. Гослесбуиздат, 1952.
- Тольский А. П. О влиянии различной влажности почвы на развитие сосновых всходов. „Лесной журнал“, 1905, вып. II.
- Тольский А. П. К вопросу о влиянии погоды на прирост сосны в высоту. „Тр. по лесному опытному делу в России“, вып. 47. СПб, 1913.
- Трибунская А. Я. Изучение микрофлоры ризосферы семян сосны. „Микробиология“, 1955, т. XXIV, вып. 2.
- Трофимов А. В. Аппарат для определения величины газообмена. „Научно-агрономический журнал“, 1924, № 10.
- Холодный Н. Г. Методы непосредственного наблюдения почвенной микрофлоры. „Микробиология“, 1935, т. IV, вып. 2.

Шубин В. И. „К вопросу о росте сосны и ели на органическом субстрате“. Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии. Петрозаводск, 1957.

Эглите А. К. Роль микоризы и агротехники при облесении малопродуктивных почв. „Тр. ин-та лесохозяйственных проблем“, XI. Рига, 1956.

Яшнов Л. И. О влиянии температуры на прорастание семян некоторых хвойных древесных пород. „Изв. Петровской землед. и лесной академии“, 1883.

Vjörkman E. The Ecological significance of the Ectotrophic Mycorrhizal Association in Forest Trees. Sv. bot-Fidagr., 43, 1949.

Haack Der Kiefernnsamen. „Leitschrift für Forst und Jagdwesen“, 1909.

Kienitz M. Vergleichende Keimversuche mit Waldsamen (ets). „Forstliche Blätter“ p 1, 1880.

Mc. Coub A. Mycorrhizal and phosphorous nutrition of pine seedlings in a prairie soil nursery. Agric. and mechanic arts. for sect. Res. Bull. 314, 1943.

Mork E. Über die Bedeutung der Temperatur für die Verjüngung in den Fichtenwäldern von nord Trøndelag. „Meddelelser fra Detnorske Skogforsökovesen“. № 19, 1933.

Schairer E. Erfahrungsberichte aus der Württ. Forste. Versuchsanstalt. 2. Die Bodenreaktion in Nadelholzquartieren der Pflanzschule. Allgem. Forstreitschrift, 10, № 13, 1955.

Schwappach A. Mitteilung aus der Waldsamen — Prüfungsanstalt Eberswald. „Leitschr. für Forst und Jagdwesen“, 1909.

Schwarz F. Über den Einfluss des wasser und Nährstoffgehaltes des sandbodens auf die Wurzelentwicklung von Pinus silvestris im ersten Jahre. „Z. f. Forst und Jagdwesen“, 1892.

Wilde S. A. Mycorrhizal fungi their distribution and effect on tree growth. Soil Science. Vol. 78, 1, 1954.

А. И. КУЗНЕЦОВА

**ОПЫТЫ ПО АГРОТЕХНИКЕ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ¹**

Сосновые леса в Карелии приурочены к ее северной и средней частям. Здесь они произрастают по всхолмлениям на песчаных и супесчаных почвах, а также по выходам на поверхность скал, образуя лишайниковые, вересково-брусничные и чернично-брусничные боры. В низинах по торфяным почвам представлены долгомошниковыми, сфагнозниковыми и другими близкими к ним типами леса.

Обычно принято считать, что песчаные почвы представляют собой в лесной зоне наиболее легкие условия для лесовозобновления и что при наличии обсеменителей сосна возобновляется здесь вполне удовлетворительно естественным путем. В условиях Карелии есть много примеров успешного естественного возобновления сосны, однако оно здесь далеко не всегда происходит успешно. Одним из препятствий является слабая урожайность семян и большая продолжительность сроков повторяемости хороших урожаев. К тому же обсеменители оставляются на вырубках, особенно при механизированных лесозаготовках, в недостаточном количестве, поэтому большая часть площади остается без обсеменения. При зимних лесозаготовках с трелевкой древесины по снегу необходимого для успешного произрастания семян поранения почвы не происходит. В наиболее распространенном типе соснового леса — брусничнике подстилка обычно имеет большую мощность, составляющую 6—8 см. В этих условиях при лесозаготовках, даже в бесснежный период, поранение почвы с условиями, благоприятными для прорастания семян и выживаемости всходов, происходит примерно только на 5% поверхности. В связи с этим возникает необходимость применения на вырубках в сосновых лесах Карелии подготовки почвы под естественное лесовозобновление при наличии обсеменителей, а в местах их отсутствия — производства культуры.

В настоящее время из-за отсутствия механизированных лесокультурных орудий подготовка почвы под культуры и естественное лесовозобновление выполняется вручную, при помощи граблей и мотыг. Это в значительной степени ограничивает объемы применяемых лесокультурных мероприятий. Необходима механизация данных работ,

¹ Работа выполнена под руководством проф Н. Е. Декатова.

а вместе с тем разработка их агротехники и агротребований на конструирование механизированных лесокультурных орудий. Уточнение агротехники подготовки почвы под лесные культуры и естественное лесовозобновление приобретает также большое значение в связи с недостатком семян. Сбор семян, как известно, производится только вручную, является весьма трудоемким и пока не поддается механизации. Поэтому необходима разработка таких способов подготовки почвы, которые позволяли бы расходовать семена наиболее экономно.

Уточнение экспериментальным путем ряда вопросов, связанных с разработкой основ агротехники подготовки почвы под лесные культуры и естественное лесовозобновление, и составило задачу проведенных нами исследований, результаты которых излагаются в данной статье.

Опыты заложены в 1953 и 1954 годах в Калевальском лесхозе на сплошных концентрированных вырубках из-под сосновых древостоев лишайникового и вересково-брусничного типов леса. Участок вырубки с опытными посевами 1953 года находится в кв. 91 Миккольского лесничества. Рубка леса здесь произведена зимой 1951—1952 года механизированным способом. Ширина лесосеки 300—400 м. Рельеф участка волнистый: невысокие песчано-валунные повышения чередуются с неглубокими понижениями из наносов мелкозернистого отсортированного песка. Почва опытного участка относится к мало-мощным железисто-иллювиальным подзолам. В лишайниковом типе лесорастительных условий мощность подстилки составляет 1—2 см, под ней залегает ярко выраженный подзолистый горизонт мощностью 3—6 см, за ним — охристый железисто-иллювиальный горизонт мощностью 20—25 см. На глубине 30—40 см от поверхности находится почвообразующая порода, представляющая собой обычно отсортированный перемытый мелкий песок серого цвета. В вересково-брусничном типе лесорастительных условий почва отличается большей мощностью лесной подстилки (3—5 см), иногда оторфованной в нижней части, более мощным (7—9 см) подзолистым горизонтом, имеющим часто коричневатый оттенок (вследствие давнего пожара), ярко выраженным иллювиальным горизонтом интенсивно-охристого цвета мощностью до 50—60 см. Почвообразующей породой в этом типе лесорастительных условий является перемытая морена-валунная супесь или крупный песок с большим количеством окатанной гальки и валунов.

В средней части вырубки, на расстоянии 150—200 м от стен леса, в лишайниковом и в вересково-брусничном типах лесорастительных условий произведена обработка почвы вручную различными способами:

1) измельчением и перемешиванием (подобно фрезе) растительного и мертвого покрова с минеральной частью почвы на глубину до 15 см площадками величиной 1×1 м;

2) удалением (подобно покровосдирателю) живого и мертвого покрова на площадках величиной 1×1 м, $1 \times 0,25$ м и $0,5 \times 0,5$ м;

3) удалением при помощи граблей (подобно бороне) верхнего слабо разложившегося слоя подстилки на площадках размером 1×1 м (произведена лишь на участке вересково-брусничного типа).

По каждому варианту обработано в лишайниковом и в вересково-брусничном типе по 100 площадок, причем во втором варианте — по 100 площадок величиной 1×1 м, $1 \times 0,25$ м и $0,5 \times 0,5$ м.

Все площадки были засеяны семенами сосны I класса сортности, полученными в Петрозаводском лесхозе. Семена высевались меркой

из расчета по 400 штук на 1 м² с равномерным распределением и заделкой граблями. Для сравнения как в лишайниковом, так и в вересково-брусничном типе лесорастительных условий, произведен посев семян сосны в необработанные площадки величиной 1×1 м (контроль), причем отграничено колышками и засеяно по 100 площадок в лишайниковом и в вересково-брусничном типах. Площадки различных вариантов обработки почвы и контрольные расположены рядами. Расстояние между рядами 2 м, между площадками— 1,5 м. На участке лишайникового типа посев произведен 1 июня, в вересково-брусничном типе—10 июня 1953 года.

Опытный участок с посевами 1954 года находится в кв. 31 Кепского лесничества. Рубка леса здесь была произведена осенью 1953 года механизированным способом. Участок типа брусничник расположен в средней части вырубki. Он представляет собой равнину, постепенно понижающуюся к ручью. Участок лишайникового типа находится в юго-западной части вырубki, рельеф его слегка волнистый, с постепенным понижением к юго-западу, в сторону болота. На этом участке в конце мая 1954 года заложены аналогичные опыты с посевом семян сосны при различной обработке почвы. В брусничнике и в лишайниковом типах лесорастительных условий каждым из указанных способов обработано по 25 площадок и отграничено колышками по 25 контрольных площадок.

На опытных площадках проводились учеты всходов сосны с распределением их по состоянию на здоровые, поврежденные, склеванные и отмершие. Первый учет всходов сосны на опытном участке, заложенном в 1953 году, был произведен через два месяца после посева семян, а на опытном участке, заложенном в 1954 году, — через месяц после посева.

В июле и августе на избранных посевных площадках по каждому варианту обработки и на контрольных периодически определялась влажность почвы. При опыте, заложенном в 1953 году, определения влажности почвы повторялись через 3—4 дня, в дождливую и в сухую погоду. Образцы одного и того же объема (123 см³) брались почвенным буром на поверхности почвы (от 0 до 5 см), на глубине 5—10 см и 10—15 см с пятикратной и трехкратной повторностями. В опыте 1954 года почвенные образцы для определения влажности по каждому варианту обработки брались с двух глубин—0—2 см и 5—7 см; на контрольных площадках—с трех глубин: 0—2 см, 5—7 см и глубже 7 см, из них на поверхности по каждому варианту обработки и контролю с десятикратной, а глубже — с пятикратной повторностью. Влажность почвы определялась путем взвешивания свежих и высушенных (при температуре 100—105°) образцов почвы. Взвешивание производилось с точностью до 0,01 г. Объемный вес почвы при опыте, заложенном в 1953 году, устанавливался по весу абсолютно сухой почвы объемом 123 см³, причем в сосняке лишайниковом он определялся в 4 срока с пятикратной повторностью, в сосняке вересково-брусничном — в 3 срока с пятикратной повторностью.

Производилось также определение по методу А. В. Николаева максимальной гигроскопичности почвы по образцам, взятым с площадок различных вариантов обработки. Удельный вес твердой фазы почвы был определен пикнометрическим способом. В течение большей части вегетационного периода на опытных участках проводились

метеорологические наблюдения. Температура и относительная влажность воздуха у поверхности почвы определялись термографом и гигрографом. Атмосферные осадки учитывались с помощью осадкомера Третьякова.

Метеорологические условия летом 1953 и 1954 годов в районе Калевалы КАССР были благоприятны для появления и роста всходов сосны. По нашим наблюдениям, в 1953 году за 21 день июля (с 10 по 31) выпало 66,7 мм осадков, в августе—122,7 мм, в сентябре—28,9 мм. Вегетационный период 1954 года был более сухим: за 15 дней июля выпало 18,3 мм осадков, в августе—56,3 мм.

Средняя температура воздуха у поверхности почвы вблизи опытных участков в июле и в августе 1953 и 1954 годов приводится в табл. 1. Максимальная температура воздуха у поверхности почвы за период наблюдений в 1953 году была 26 июля (37°), в 1954 году—18 и 30 июля, когда она поднималась до 33°.

Таблица 1

Средняя температура воздуха у поверхности почвы
летом 1953 и 1954 годов

Опытные участки	Год	Июль		Август	
		средняя за 17 дней ¹		средняя за месяц	
		в 13 часов	максим.	в 13 часов	максим.
кв. 91	1953	21,0	26,2	18,6	22,7
кв. 31	1954	22,4	28,0	17,3	22,7

Минимальная относительная влажность воздуха в 1953 году была в середине июля, причем 16 и 19 июля она понижалась соответственно до 26 и 29%; в 1954 году минимальная относительная влажность воздуха была отмечена 18 июля, когда она снижалась до 41%, и 19 августа—45%.

Определения влажности почвы на опытных участках были начаты по техническим причинам только через полтора месяца после посева. Они проводились до конца лета периодически, после дождей и в сухую погоду. Средние показатели влажности почвы в местах различных вариантов обработки и на контрольных площадках приводятся в таблицах 2 и 3.

В лишайниковом типе лесорастительных условий после дождя в 4,4 мм, выпавшего 21 июля, в последующие дни (24 и 26 июля) наибольшее снижение влажности почвы наблюдалось в поверхностном слое варианта „перемешивание“ и при обработке удалением подстилки на площадках размером 1×1 м. Влажность поверхностного слоя почвы на площадках варианта „перемешивание“ уменьшилась в 5 раз, а на площадках варианта „удаление подстилки“ размером 1×1 и 0,5×0,5 м она уменьшилась в 2 раза. Наибольшее количество влаги сохранилось в минеральном слое почвы под лесной подстилкой необработанных площадок и на узких (1×0,25 м) площадках варианта „удаление подстилки“. На узких площадках влажность почвы уменьшилась только на 30%.

¹ Вторая половина июля.

Таблица 2

Изменения влажности почвы при различных способах обработки на вырубке в сосняке-лишайниковом (посев 1954 года)

Способ обработки почвы	Размер площадок, м	Глубина взятия образцов, см	Влажность почвы в % от объема					
			Сроки взятия образцов почвы					
			22/VII	24/VII	26/VII	13/VIII	15/VIII	23/VIII
Контроль (без обработки)	1×1	Под А ₀	20,9	15,3	16,9	27,6	18,4	20,2
		5—7	15,9	13,5	11,9	18,9	16,8	15,4
Перемешивание	1×1	0—2	11,9	7,2	2,5	10,0	4,9	1,7
		5—7	14,3	12,4	10,6	13,9	14,5	11,8
Удаление живого и мертвого покрова	1×1	0—2	13,7	10,0	6,3	18,4	11,1	5,5
		5—7	20,0	17,3	14,9	20,4	14,1	11,2
То же	1×0,25	0—2	14,0	12,2	9,9	20,0	15,6	11,4
		5—7	17,9	13,3	11,7	21,5	18,2	13,8
То же	0,5×0,5	0—2	14,4	—	6,7	19,7	13,7	6,9
		5—7	16,3	—	12,6	21,5	17,1	12,5

Та же картина изменения влажности почвы в лишайниковом типе наблюдалась в середине августа. За промежуток в двое суток между смежными определениями при ясной погоде влажность поверхностного слоя почвы в варианте „перемешивание“ уменьшилась в 2 раза, а в варианте „удаление подстилки“ на площадках 1×1 м — на 40%. На узких площадках варианта „удаление подстилки“ сохранилось наибольшее количество почвенной влаги (78%).

На вырубке в брусничнике (табл. 3) в сухой период с 28 июля по 2 августа наименьшая влажность поверхностного слоя почвы наблюдалась также в варианте „перемешивание“. В варианте „удаление подстилки“ наибольшая влажность почвы была на площадках в $\frac{1}{4}$ м². Ежедневные наблюдения за влажностью почвы на площадках в брусничнике с 19 по 21 августа также показали, что высыхание почвы с наибольшей скоростью происходит в варианте „перемешивание“ и затем в варианте „удаление подстилки“ на площадках размером 1×1 м.

В период наблюдений наименьшее количество влаги в сосняке-брусничнике было 2 августа, причем в поверхностном слое вариантов „перемешивание“ и „удаление подстилки“ площадками 1×1 м оно оказалось соответственно в 5 и в 4 раза меньше количества влаги на тех же площадках после дождей (9 и 19 августа). На площадках остальных вариантов обработки почвы количество влаги в сухую погоду (2 августа) было меньше только в 2 раза по сравнению с влажностью в сырую погоду (после дождя).

Таким образом, как в лишайниковом типе, так и в брусничнике, наименьшее количество влаги в поверхностном слое сохраняется при

перемешивании почвы и затем при удалении живого и мертвого покрова крупными площадками (1×1 м). Аналогичные результаты получены Л. В. Поповым и В. И. Шубиным на вырубках в черничниках южной Карелии. Л. В. Поповым установлено, что перемешивание верхнего минерального горизонта с подстилкой резко ухудшает капиллярное поднятие воды, увеличивает внутрипочвенное испарение влаги и газообмен в этом горизонте, что и обуславливает быстрое высыхание верхнего (5 см) слоя почвы.

Таблица 3

Изменения влажности почвы при различных способах обработки на вырубке в сосняке-брусничнике (посев 1954 года)

Способ обработки почвы	Размер площадок, м	Глубина взятия образцов, см	Влажность почвы в % от объема							
			Сроки взятия образцов почвы							
			28/VII	30/VII	2/VIII	9/VIII	19/VIII	20/VIII	21/VIII	23/VIII
Контроль (без обработки)	1×1	0-2	—	—	—	—	—	—	—	—
		5-7	22,4	28,7	19,0	21,8	20,9	23,9	22,7	25,6
Боронование	1×1	0-2	26,8	24,8	18,3	25,8	27,7	37,0	43,9	24,3
		5-7	20,8	18,6	17,6	19,4	23,7	25,1	23,2	20,6
Перемешивание	1×1	0-2	3,9	2,7	2,3	10,0	12,5	8,9	7,2	4,5
		5-7	19,4	22,9	19,9	20,7	23,5	23,2	21,8	18,9
Удаление живого и мертвого покрова	1×1	0-2	13,4	7,3	5,2	19,4	23,0	17,3	14,8	11,4
		5-7	17,9	14,6	15,3	21,1	21,4	22,4	17,4	15,9
То же	1×0,25	0-2	11,0	10,5	8,4	18,1	18,8	16,1	15,2	11,7
		5-7	18,8	20,8	18,0	20,0	20,8	21,8	18,9	14,4
То же	0,5×0,5	0-2	16,3	10,3	9,5	19,9	22,5	19,5	18,7	14,2
		5-7	20,6	19,9	20,8	26,6	28,1	25,6	25,8	19,6

Наибольшее сохранение влаги при обработке почвы мелкими площадками ($1/4$ м²), в особенности узкими (1×0,25 м), очевидно объясняется положительным влиянием напочвенного покрова. Мохово-лишайниковый покров и кустарнички (вереск, брусника) несколько притеняют узкие площадки, предохраняя почву от испарения влаги.

Сравнение влажности почвы в лишайниковом и в брусничном типах лесорастительных условий показывает, что значительная разница имеется в поверхностном слое почвы. Так, 23 августа на необработанных площадках лесная подстилка на вырубке в брусничнике была в 2 раза влажнее, чем в лишайниковом типе, а минеральный слой под живым и мертвым покровом был влажнее на 25%. На обработанной почве, в вариантах „перемешивание“ и „удаление подстилки“

крупными площадками, поверхностный слой почвы в брусничнике оказался в 2—3 раза влажнее, чем в лишайниковом типе. На узких площадках влажность поверхностного слоя почвы была почти одинаковой. На глубине 5—7 см влажность почвы в брусничнике при всех способах обработки, кроме варианта „удаление подстилки“ площадками $1 \times 0,25$ м, больше, чем в лишайниковом типе. То же наблюдалось при определении влажности 2 августа 1954 года.

Пределом возможного использования растениями почвенной влаги принято обычно считать двойную наибольшую гигроскопичность. Сопоставление наблюдавшейся на вырубках влажности почвы у ее поверхности при различных способах обработки с двойной наибольшей гигроскопичностью показывает, что в некоторые дни сухой погоды на площадках, обработанных перемешиванием, как в брусничнике, так и в лишайниковом типе, верхний пятисантиметровый слой почвы пересыхает до полной потери доступной для растений влаги (табл. 4).

Таблица 4

Влажность почвы в сухой период и двойная наибольшая гигроскопичность на опытном участке 1954 года

Способ обработки почвы (площадки 1×1 м)	Глубина, см	Двойная наибольшая гигроскопич- ность в % по весу	Влажность в сухой период в % по весу	
Вырубка в сосняке-лишайниковом				
			26/VII	23/VIII
Перемешивание	0—5	6,80	3,9	2,7
	5—10	3,20	11,7	13,0
Удаление живого и мертвого покрова	0—5	1,22	5,7	4,9
	5—10	1,38	9,7	8,8
Вырубка в сосняке-брусничнике				
			2/VIII	23/VIII
Перемешивание	0—5	5,24	3,6	6,9
	5—10	4,02	21,9	20,8
Боронование	0—5	4,48	23,8	31,6
	5—10	3,66	14,7	17,2
Удаление живого и мертвого покрова	0—5	3,52	4,7	10,2

При опыте, заложенном в 1953 году, появление всходов продолжалось до осени, причем период прорастания семян сосны как в лишайниковом, так и в вересково-брусничном типе, оказался наиболее растянутым при обработке почвы перемешиванием органической и минеральной частей. Среднее количество всходов в лишайниковом типе при обработке почвы перемешиванием и на необработанных площад-

как увеличилось к осени в 2 раза. При удалении живого покрова и подстилки появилось наибольшее количество всходов и в более ранний срок. То же наблюдалось, в несколько менее выраженной степени, и при посеве 1954 года.

На опытном участке 1954 года, как и в предыдущем опыте 1953 года, наибольшее количество всходов сосны в обоих типах лесорастительных условий появилось при удалении с поверхности почвы живого и мертвого покрова, в особенности на мелких площадках ($\frac{1}{4} \text{ м}^2$). Количество всходов на таких площадках оказалось в 3—6 раз больше, чем на контрольных. В варианте „перемешивание“ как в лишайниковом, так и в брусничном типе, всходов было меньше, чем в варианте „удаление подстилки“. Вариант „боронование“ в брусничнике показал результаты, близкие к необработанной почве (табл. 5).

Таблица 5

Всхожесть семян сосны при различной обработке почвы на вырубках в сосняках лишайникового и вересково-брусничного типов

Способ обработки почвы	Размер площадок, м	Количество всходов в % от числа высеянных семян			
		посев 1953 года		посев 1954 года	
		лишайниковый тип	вересково-брусничного тип	лишайниковый тип	брусничного тип
Перемешивание	1×1	1,9	3,8	38,8	38,3
Боронование	1×1	—	9,9	—	23,5
Удаление живого и мертвого покрова	1×1	4,5	19,7	49,4	40,8
То же	1×0,25	8,7	30,7	69,0	57,6
То же	0,5×0,5	8,8	27,3	61,0	62,7
Контроль (без обработки)	1×1	2,0	2,2	20,7	9,8

В опыте 1953 года при одинаковой обработке почвы в разных типах леса количество появившихся всходов сосны было резко различным. При перемешивании почвы в вересково-брусничном типе среднее количество всходов на одной площадке оказалось в 2 раза больше, чем в лишайниковом. При удалении живого и мертвого покрова на площадках размером 1×1 м количество всходов в вересково-брусничном типе было в 3—4 раза больше, чем в лишайниковом. При посеве без обработки в названных типах лесорастительных условий появилось почти одинаковое количество всходов (табл. 5).

В лишайниковом типе наибольшее количество всходов появилось и осталось к осени на площадках в $\frac{1}{4} \text{ м}^2$ с удаленным покровом. В вересково-брусничном типе осенью наибольшее количество всходов сосны было на площадках 1×0,25 м варианта „удаление живого и мертвого покрова“, наименьшее количество всходов — на контрольных площадках и в варианте „перемешивание“.

Как в лишайниковом, так и в вересково-брусничном типе, отпад начался уже в период появления всходов. Наибольшее количество

Изменение в количестве семян посева 1954 года при различной обработке почвы
с 1954 по 1957 год

Способ обработки почвы	Размер площадок, м	Лишайниковый тип					Брусничник					
		1954 г., 28/VIII		1955 г., 10/VIII		1957 г., 3/VI	1954 г., 28/VIII		1955 г., 10/VIII		1957 г., 6/VI	
		среднее количество экз. на 1 м ²	среднее количество экз. на 1 м ²	% от количества в 1954 г.	среднее количество экз. на 1 м ²	% от количества в 1954 г.	среднее количество экз. на 1 м ²	среднее количество экз. на 1 м ²	% от количества в 1954 г.	среднее количество экз. на 1 м ²	% от количества в 1954 г.	
Перемешивание	1×1	146,0	125,0	85,6	56,4	38,6	138,3	110,2	79,6	87,6	63,4	
Боронование	1×1	—	—	—	—	—	83,3	61,5	73,8	42,0	50,5	
Удаление живого и мертвого покрова	1×1	182,0	165,6	90,9	58,9	32,4	162,0	142,7	88,0	99,0	61,1	
То же	1×0,25	251,2	240,4	95,8	107,2	42,6	218,4	194,4	88,9	162,4	74,3	
То же	0,5×0,5	234,4	225,2	96,0	87,2	37,2	214,8	196,0	91,2	151,6	70,5	
Контроль (без обработки)	1×1	98,0	81,8	83,4	58,0	59,2	41,8	28,7	68,6	18,4	44,0	

Таблица 7

Состояние в 1957 году сеянцев сосны посева 1954 года при различной обработке почвы

Способ обработки почвы	Размер площадок, м	Лишайниковый тип				Брусничник			
		среднее количество сеянцев на 1 м ²	из них в %			среднее количество сеянцев на 1 м ²	из них в %		
			здоровых	поврежденных	отмерших		здоровых	поврежденных	отмерших
Перемешивание	1×1	90,9	62,1	6,4	31,5	98,1	89,2	5,2	5,5
Боронование	1×1	—	—	—	—	46,8	89,8	6,4	3,8
Удаление живого и мертвого покрова	1×1	120,0	49,1	8,2	42,7	114,5	86,5	7,8	5,7
То же	1×0,25	180,8	59,2	11,2	29,6	175,6	92,5	4,3	3,2
То же	0,5×0,5	176,0	49,5	11,3	39,2	165,6	91,6	5,2	3,2
Контроль (без обработки)	1×1	71,6	81,0	7,9	11,1	20,9	88,0	6,2	5,8

отмерших всходов при опыте 1953 года наблюдалось на площадках без живого и мертвого покрова. Количество всходов, склеванных птицами, было максимальным на крупных площадках (1×1 м) этого варианта обработки. Наибольший процент здоровых всходов оказался на контрольных площадках (без обработки почвы).

В опыте посева 1954 года за трехлетний срок отпад семян сосны в лишайниковом типе был наибольшим на крупных площадках с полным удалением покрова (68%), наименьшим—на необработанной почве (41%). В брусничнике наибольший отпад за тот же срок наблюдался на необработанной почве (56%), наименьший—на мелких узких площадках с полным удалением покрова (26%). Через три года после посева при перечислении на 1 м² наибольшее количество сохранившихся здоровых всходов как в лишайниковом, так и в брусничном типе, оказалось на мелких узких площадках с полным удалением покрова. Данные учетов представлены в табл. 6 и 7.

Лучший рост семян сосны посева 1953 года в лишайниковом типе наблюдался при удалении живого покрова и подстилки. Средний абсолютно сухой вес надземной части двухлетних семян на этих площадках был в 2 раза больше, чем при перемешивании почвы и на необ-

Таблица 8

Абсолютно сухой вес надземной части семян летом 1955 года

Способ обработки почвы	Размер площадок, м	Посев 1953 года		Посев 1954 года			
		Лишайниковый тип		Лишайниковый тип		Брусничник	
		исследовано экз.	абс. сухой вес надземной части 1 семца, г	исследовано экз.	абс. сухой вес надземной части 1 семца, г	исследовано экз.	абс. сухой вес надземной части 1 семца, г
Перемешивание	1×1	176	0,066	147	0,072	117	0,050
Удаление живого и мертвого покрова	1×1	141	0,118	215	0,061	118	0,081
То же	1×0,25	167	0,151	—	—	—	—
Контроль (без обработки)	1×1	160	0,060	117	0,029	152	0,038

работанных площадках. Он был наибольшим на мелких узких площадках. На участке посева 1954 года в брусничном типе семена оказались наиболее развитыми при подготовке почвы полным удалением покрова, где вес их оказался в 2 раза больше, чем на необработанных площадках (табл. 8).

ВЫВОДЫ

На сплошных концентрированных вырубках северной Карелии в сосняках лишайникового и брусничного типов по песчаным почвам в летний период наблюдается недостаток влаги для появления и выживаемости всходов сосны. В отдельные моменты влажность поверхности почвы падает ниже двойной наибольшей гигроскопичности. Наиболее благоприятные условия влажности почвы в указанных типах

лесорастительных условий получают при удалении живого покрова и лесной подстилки мелкими площадками в $1/4$ м² (1×0,25 м и 0,5×0,5 м). При этом способе обработки почвы всходы сосны появляются и сохраняются в наибольшем количестве.

При перемешивании органической и минеральной частей почвы как в лишайниковом, так и в вересково-брусничном типе, всходов сосны появляется значительно меньше, чем при удалении подстилки, что является следствием наибольшего иссушения поверхностного слоя почвы при этом способе обработки.

Наименьшее количество всходов сосны появляется при посеве на необработанную почву. Боронование несколько улучшает условия появления всходов сосны на вырубке.

В результате проведенных опытов намечается следующий практический вывод: на сухих песчаных почвах вырубок в лишайниковом и брусничном типах леса подготовку почвы под естественное возобновление и культуры сосны следует производить путем удаления живого покрова и подстилки узкими полосами или бороздами шириной не более 0,25 метра.

В. Я. ШИПЕРОВИЧ, Б. П. ЯКОВЛЕВ,
И. П. ВОЛКОВА

БОЛЬШОЙ СОСНОВЫЙ ДОЛГОНОСИК (*HYLOBIUS ABIETIS* L.) И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ХВОЙНЫХ ПОРОД НА МЕСТАХ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ РУБОК В КАРЕЛИИ

Известно, что хвойный подрост, остающийся на лесосеках после сплошных рубок, имеет большое значение в процессе облесения вырубок. В зоне таежных лесов, где производство лесных культур лишь в небольшой степени может возместить убыль леса на обширных площадях вырубок, вопрос о судьбе хвойного подроста приобретает особую важность. Исследования последних лет показывают, что подрост в новых экологических условиях лесных вырубок оказывается часто неустойчивым и погибает в течение первых трех-пяти лет после рубок леса.

Среди факторов, обуславливающих гибель молодых деревьев на вырубках, выдающееся значение имеют вредные насекомые, а среди них, бесспорно, первое место занимает большой сосновый долгоносик (*Hylobius abietis* L.).

Исследования, касающиеся этого долгоносика, были проведены в нескольких лесничествах на юге Карелии¹, в средне-таежной ботанико-географической зоне, а также в лесах северно-таежной зоны Карелии² в период с 1954 по 1956 год, отчасти и в более ранние годы.

В задачу исследования входило выяснение степени распространения этого вида насекомого в лесах Карелии, как далеко в широтном направлении встречаются в массе его популяции, а также изучение био-экологии этого долгоносика и его генерации. Наряду с этими вопросами мы стремились определить лесоводственное значение большого соснового долгоносика как одного из факторов, влияющих на устойчивость хвойного подроста.

В основном применялся экспедиционный маршрутный метод с закладкой ленточных пробных площадей в различных экологических условиях. При выборе этих условий имелось в виду охватить основные типы лесорастительных условий с учетом динамики изменений лесной среды на:

¹ Петровский лесхоз (Кончезерское и Юркостровское л-во), Пряжинский лесхоз (Пряжинское л-во), Прионежский лесхоз (Деревянское л-во), лесной заповедник „Кивач“, Петрозаводский лесхоз (Виданское л-во).

² Кемский лесхоз (Авнелпорожское л-во), Ругозерский лесхоз (Кучезерское л-во), Беломорский лесхоз (Сосновецкое л-во).

вырубках различной давности, характера расположения подроста (групповое, куртинное или одиночное, рассеянное), а также наличия остатков материнского древостоя. Одновременно с маршрутными проводились стационарные полевые и лабораторные исследования по вопросам фенологии, развития, поведения и питания долгоносика. В частности, изучались типы повреждений долгоносика и их влияние на судьбу молодых деревьев.

Пробные площади представляли собой ленты шириной 2 или 3 м, различной длины, в зависимости от размещения и обилия (сомкнутости) подроста, причем каждая проба включала не менее 50—100 деревьев. Всего было обработано около сотни проб и просмотрено при этом более четырех тысяч молодых деревьев, поврежденных насекомыми.

Наряду с учетом деревьев, поврежденных долгоносиком, производился общий пересчет подроста на пробе с характеристикой состояния каждого растения. При пересчетах подрост разбивался на четыре категории. К первой категории относились деревья хорошего роста, с обильным охвоением и нормальным приростом в высоту. Деревья второй категории отличались ухудшенным ростом; их годичный прирост в высоту, по крайней мере, наполовину меньше, чем у деревьев первой категории, а хвоя укорочена, часто бледно-зеленой (хлоротической) окраски. Третья категория — деревья отмирающие, не давшие прироста за последний год, либо с отмершими побегами текущего года. К четвертой категории отнесены усохшие деревья.

В отечественной энтомологической литературе ряд авторов указывает на исключительную вредную деятельность б. с. долгоносика (Яценковский, 1926; Старк, 1931; Флеров, 1931). В обширной сводке по этому вопросу [Эшерих (Escherih), 1923] этот жук причисляется к наиболее вредным в лесном хозяйстве. В обзоре вредителей лесов Финляндии Саалас (Saalas, 1919) называет б. с. долгоносика вреднейшим видом.

Большой сосновый долгоносик является одним из наиболее распространенных видов вредных насекомых в лесах Карелии. Показателем широкой распространенности этого вредителя может служить, до известной степени, встречаемость его повреждений на хвойном подросте. По данным тридцати ленточных проб на вырубках южной Карелии (Петровский район), количество деревьев соснового подроста со следами деятельности этого вредителя на разных сосновых вырубках давности до пяти лет колебалось от 56 до 98%. В некоторых районах весь сосновый самосев, без исключения, оказывался поврежденным б. с. долгоносиком (как например, в кв. 48 Кончезерского л-ва). На севере Карелии, в Кемском районе, на свежих вырубках сосновый подрост поврежден долгоносиком более чем наполовину общей численности деревьев. Такая же массовая встречаемость повреждений наблюдалась в лесах Ругозерского района, а также в Сосновецком лесничестве Беломорского лесхоза¹. На пробных площадях в лесах Ругозерского района количество поврежденных сосенок составляло 76—84%.

Другим показателем исключительно широкого распространения б. с. долгоносика служит учет пней, которые являются местами

¹ Бывшая Парандовская дача Беломорского лесхоза, обследованная в 1949 году (В. Я. Шиперович. „Изв. Карело-Финского филиала“, 1949, № 4).

выплота молодого поколения этого вида. Исследования подземной части сосновых пней на многочисленных пробных площадях в разных лесорастительных условиях, за исключением заболоченных мест, позволили установить, что 75—91% пней заселены молодью долгоносика. На еловых пнях развитие соснового долгоносика происходит реже, однако и здесь около 40% пней служат местом размножения этого насекомого.

Вред, причиняемый б. с. долгоносиком хвойному подросту, весьма многообразен по своему характеру и различно сказывается на судьбе молодых деревьев. Наиболее распространенным типом повреждений являются погрызы коры стволиков сосны и ели, расположенные у основания дерева или у самой шейки корня. Они имеют форму площадок обгрызанной коры, производимых хоботком этого крупного жука. Обычно раны настолько глубоки, что обнажают древесину, если только выгрызенные углубления не заплывают полностью вытекающей живицей. Когда множество погрызов сосредотачивается у основания стволика, то деревцо оказывается окольцованным и погибает. Нами различались три степени поврежденности: сильная, умеренная и слабая. При сильной степени ранения смыкаются кольцом, при умеренной — они наполовину охватывают окружность стволика, при слабой — ранения рассеяны по дереву.

В некоторых случаях окольцовывающие ранения сосредотачиваются в верхних частях дерева, тогда происходит усыхание поврежденных

ветвей или вершины молодого деревца, которое остается живым. На недавних вырубках наблюдался сосновый подрост, сохранившийся после рубки материнского древостоя, но пострадавший от долгоносика. Он имел разреженную крону, усохшие отдельные ветви, повреждения побегов последних лет, иногда сухoverшинность. Обнаруженные на таких деревьях ранения были вызваны деятельностью б. с. долгоносика. Часто эти повреждения на тех же деревьях сопровождаются довольно близкими по форме обкусками, произведенными черными усачами (*Monachamus galloprovincialis* и *M. sutor*).

Иными по характеру и своим последствиям оказываются повреждения б. с. долгоносика, наносимые почкам и молодым



Рис. 1. Самосев сосны, поврежденный большим сосновым долгоносиком:

А и Б — сильная; В — умеренная степень повреждения

побегам. Уже ранней весной, особенно на пригреваемых участках леса, в первой декаде мая можно наблюдать жуков, приступающих к дополнительному питанию, обычно на ветвях и на побеговых почках. Подвергаются нападению почки как боковых ветвей, так (в особенности у мелких сосенок) и на главном побеге. Не только уничтоженные, но и сильно поврежденные долгоносиком почки не образуют майского побега; нормальное развитие мутовки нарушается, возникают деформации побега, особенно заметные на вершине дерева.



Рис. 2. Повреждение верхней мутовки и отмирание центрального побега в результате питания большого соснового долгоносика

Не всегда губятся долгоносиком все почки, заложенные на верхушке годичного побега. Некоторые из них, нетронутые жуком, развиваются, если их не постигает участь последующего нападения. На рис. 2 видны на мутовках побеги различной длины в зависимости от степени объедания их долгоносиком. Слабо обгрызанные побеги сначала растут, но позднее принимают уродливую форму или отмирают.

В тех случаях, когда большая часть поврежденных почек или тронувшихся в рост побегов главного ствола весной и в начале лета оказывается погибшей, то вблизи вершины пострадавшего побега возникает новая мутовка. В результате этих новообразований, скучивающихся на вершине, ствол становится многовершинным, особенно если повреждения продолжаются в течение нескольких лет подряд.

Гибель почек от нападения б. с. долгоносика наблюдалась не только на самосеве сосны, но и лесокультурах, если последние произведены на свежих вырубках или по соседству с ними. В Прионежском л-ве¹ сосновые культуры (гнездового посева) в возрасте четырех лет пострадали в значительной мере (местами на $\frac{1}{4}$ состава) от обкусов почек в предыдущем году и в момент наблюдения. У тех

¹ Наблюдения производились в третьей декаде июня 1956 года в Педасельгском л-ве.

сосенок, где часть почек была повреждена, побеги имели укороченные размеры — 2—5 см, в то время как длина побегов у нетронутых экземпляров составляла 8—12 см и более.

Следует добавить, что в некоторых лесных участках (как в культурах, так и на самосеве) аналогичное явление многовершинности у сосен возникало в результате склевывания молодых побегов тетеревами.

При многовершинности подроста, в результате повторных нападений долгоносика в течение двух-трех лет, уменьшается прирост в высоту. Так, побеги из кроны поврежденных сосен двадцатилетнего

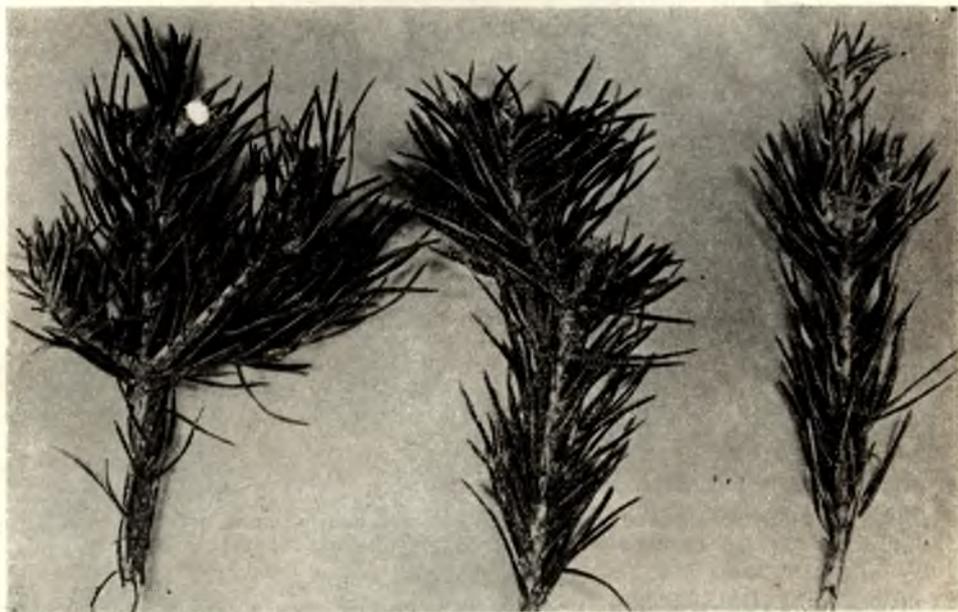


Рис. 3. Образование многовершинности у молодых сосенок в результате многократного повреждения побегов и почек большим сосновым долгоносиком

возраста¹ были длиной 4—6 см вместо 16—22 см у нетронутых деревьев. Наиболее страдают сосны, расположенные одиночно; деревья, находящиеся в сомкнутых группах, повреждаются гораздо меньше.

Помимо б. с. долгоносика подросту вредят некоторые виды долгоносиков из рода смолевки (*Pissodes*), на молодняках часто присоединяются нападения черных усачей рода *Monochamus*, жерднякового долгоносика (*Pissodes piniphilus* Hrbst.), а иногда продольноходового лубоеда (*Blastophagus piniperda* L.). Такие совместные повреждения быстро приводят молодые деревья к гибели. Отмирающие экземпляры обильно заселяются вершинным усачиком (*Pogonocherus fasciculatus* Deg.), а также малым серым длинноусым усачем (*Acanthocinus griseus* F.).

Чтобы судить о влиянии повреждений б. с. долгоносиком на судьбу подроста, рассмотрим случаи его нападения без участия других насекомых. Для этой цели могут служить данные тщательного осмотра более

¹ Кончезерское л-во, кв. 48.

1200 сосенок в разных условиях на свежих вырубках Петровского лесхоза. Как уже отмечалось выше, на многих вырубках этого лесхоза большая часть подроста пострадала от б. с. долгоносика; в сильной степени, обуславливающей гибель растений, повреждено этим вредителем 26—38% сосенок. На вырубках севера Карелии (Кемский лесхоз), где более половины всей массы подроста страдает от этого же вредителя, погибшие и отмирающие сосенки составляют около 42% от общего числа пострадавших от долгоносика.

Те повреждения б. с. долгоносиком, которые не являются губительными для существования подроста, все же влияют в той или иной мере на темп роста и величину годовичного прироста. Так, в Петровском лесхозе (Кончезерское л-во, кв. 48) при обследовании крупных куртин соснового подроста 20 лет, хорошего роста (высотой 2,5—3,2 м), примыкающих к трехлетней вырубке, оказалось, что повреждены долгоносиком лишь окраины этих куртин. Таким образом, представлялось возможным сопоставить ход роста сосенок, в различной степени пострадавших от этого жука и вовсе нетронутых им. У неповрежденных сосенок длина верхнего годовичного побега за последние годы составляет 17—22 см, а на поврежденных размер годовичного побега колеблется в пределах 5—9 см в зависимости от степени повреждения стволиков.

Сопоставление прироста в высоту у пострадавших и не пострадавших от долгоносика сосенок на ряде пробных площадей при разном возрасте подроста указывает на угнетающее влияние повреждений этим насекомым. Так, на трехлетних и четырехлетних вырубках в условиях сухих боров здоровые сосенки в возрасте 7—10 лет при высоте 0,5—0,7 м имели средний годовичный прирост в высоту (за последние три года) 4 см; в этих же условиях средний прирост поврежденных колебался от 1,5 до 2,5 см.

Различие в темпе роста еще более выражено на пятилетней вырубке у сосенок 15—16 лет при высоте 1,2 м; в этих условиях средний (за 3 года) прирост в высоту у неповрежденных деревьев лучшего развития (I категории) равен 15 см, у деревьев хуже развитых

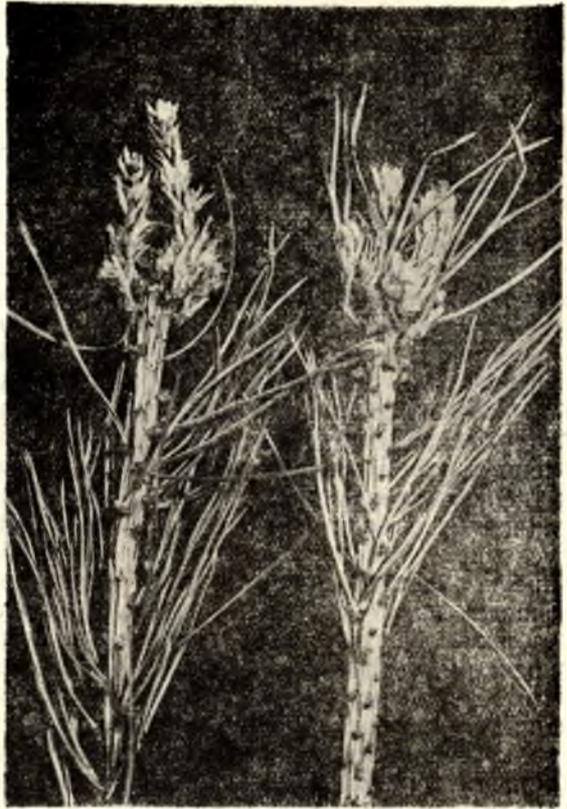


Рис. 4. Уроductive разрастание верхушечного побега молодых сосен в результате склеывания почек тетеревами

(II категории) — 9 см; пострадавшие от долгоносика имеют уменьшенный прирост в обеих категориях деревьев, а именно — 5 см у I категории и 3,5 см у II категории.

В литературе приводятся данные об уменьшении текущего годового прироста в высоту у поврежденных сосенок на 16—19 см сравнительно с неповрежденными деревцами, а также о худшем охвоении пострадавших сосенок (Старк, 1925).

Деятельность б. с. долгоносика определяется давностью вырубок, точнее — изменениями ряда экологических условий, происходящих на вырубке с течением времени. Создающиеся на вырубках новые экологические условия вначале содействуют развитию и массовому размножению жуков, но с течением времени они сменяются неблагоприятными обстоятельствами, раньше всего исчезновением источников питания для развития молодого поколения.

Статистические данные, касающиеся количества пострадавшего подроста на вырубках разной давности, позволяют установить определенные закономерности здесь в колебаниях его численности.

Обобщая материалы многих пробных площадей на вырубках различного времени и в разных лесоводственных и лесохозяйственных условиях, можно констатировать, как общее явление, резкое увеличение количества поврежденных деревьев в течение первых четырех (иногда пяти) лет после рубки. Как видно из прилагаемой сводной таблицы, на вырубках давности от 2 до 3 лет повреждения долгоносиком охватывают в среднем 56% подроста; на четырех- и пятилетних вырубках поврежденными оказываются более 80% сосен, а на некоторых участках повреждения обнимают весь подрост. В последующие годы количество поврежденных деревьев резко убывает, поскольку сильно поврежденные экземпляры отмирают и выпадают, а у жизнеспособных сосен ткани регенерируют и раны зарубцовываются.

Таблица 1

Поврежденность соснового подроста на вырубках различной давности в зеленомошниках южной Карелии (в %)¹

Давность вырубки (лет)	Общее количество поврежден- ного подроста	От числа поврежденных					
		пострадало		степень повреждения *			
		в теку- щем году	в преж- ние годы	слабая	умерен- ная	сильная (отми- рание)	мертвые
2—3	56	70	30	35	27	16	22
4—5	81	25	75	60	29	8	9
8—10	15	5	95	79	18	3	1

С течением времени меняется характер повреждений: на недавних вырубках наблюдаются главным образом свежие повреждения текущего года, а на вырубках 4—5 лет и более старых такие повреждения представляют меньшую часть. С годами изменяются также степень поврежденности подроста и размер отпада от деятельности долгоносика.

¹ Данные 1956 года по Петровскому лесхозу.

Сильные повреждения деревьев и процесс отмирания свойственны недавним вырубкам, особенно трехлетним. В этих случаях отмирающие и мертвые сосенки составляют более $\frac{1}{3}$ от числа пострадавших; в последующие годы количество сильно поврежденных сосенок сокращается, а на вырубках 8—10 лет практически становится незаметным.

Изменения интенсивности вредной деятельности б. с. долгоносика находят объяснение в динамике его численности. Свежие вырубки в первые два года наводняются популяциями жуков долгоносика, переселившихся со смежных вырубок, где уже закончилось развитие молодого поколения. Такая миграция молодых жуков вызывается потребностью в отыскании пней свежей рубки, на которых они приступают к генеративной деятельности. Кроме того, недавние вырубки служат местами подкормки и полового созревания молодых жуков, а также возобновления половых продуктов у жуков, уже производивших яйцекладку. Особенно многочисленны жуки в тех случаях, когда на соседних вырубках, послуживших местами отрождения молодого поколения, не оказывалось подроста. Этими двумя обстоятельствами объясняется быстрое массовое нападение долгоносика на подрост на некоторых вырубках уже в первый год. Если учесть практикующуюся в лесах севера систему сплошных рубок с непосредственным примыканием лесосек, то естественно, что такие миграции жуков происходят беспрепятственно. Некоторые наблюдения над состоянием подроста на вырубках, изолированно расположенных в лесных массивах, показали гораздо меньшую степень его повреждения.

Наибольшая активизация деятельности и максимум численности б. с. долгоносика относятся к трехлетним вырубкам; на этих участках леса продолжают кормиться жуки-переселенцы со смежных, более старых вырубок, и, кроме того, появляется новое, молодое поколение, выплод которого заканчивается к этому времени на пнях вырубок.

Массовые повреждения б. с. долгоносика встречаются на вырубках всех типов леса, исключая мест избыточного увлажнения типа сфагнозника. Наибольшие повреждения в сосняках зеленомошниках, особенно на тех участках, где основания стволков подроста притенены живым покровом, либо где рубка захламлена и не очищена от крупных порубочных остатков.

Многочисленные наблюдения указывают, что повреждения, причиняемые б. с. долгоносиком, не одинаково влияют на подрост разного возраста и разных размеров.

Если распределить обследованный в 1956 году сосновый подрост (в Петровском лесхозе, около 1900 деревьев) на несколько групп по высоте, что в известной мере соответствует также возрастным категориям, то можно прийти к выводу, что подрост высотой более 50 см подвергается нападению б. с. долгоносика наиболее часто. Действительно, данные табл. 2 показывают, что мелкий подрост, имеющий высоту до 20 см (при преобладающем возрасте 5—10 лет), оказывается поврежденным в среднем на 31% от числа деревьев этой группы высоты; повреждаемость подроста старших возрастных групп высотой до 50 см и больших размеров — 72%, т. е. больше чем в два раза. Эти данные указывают на избирательную способность долгоносика при нападении его на сосенки, отличающиеся своими высотами.

Следует добавить, что самосев сосны в возрасте одного и двух лет, по нашим наблюдениям, не подвергается нападению б. с. долго-

носака. Сосновый самосев в возрасте до пяти лет повреждается в тех случаях, когда на вырубках отсутствует более крупный подрост, обычно предпочитаемый этими жуками. Молодые сосенки в возрасте 4—5 лет в лесокультурах (как при посевах, так и при посадках) страдают от долгоносика на тех площадях, которые примыкают к свежим рубкам и где не имеется подростка сосны естественного возобновления.

Таблица 2

Встречаемость б. с. долгоносика и степень повреждений им на сосенках разного размера

Высота сосен (см)	Количество (шт.)	Из них (%)		В том числе по степени повреждения (%)			
		здоровых	поврежденных	слабо	средне	сильно	усохшие
До 20	517	69	31	26	30	22	22
от 21 до 50	826	36	64	33	45	13	9
Более 50	532	28	72	96	4	редко	—

Для подтверждения избирательности долгоносика размеров сосны были поставлены опытные наблюдения в садках. В крупные садки с грунтом на дне сажалось по нескольку сосенок, имевших разную толщину стволиков и разные высоты; сюда подсаживались жуки, а самые садки выставлялись на месяц в естественные условия. Оказалось, что более крупные сосенки (с диаметром у шейки корня от 0,5 см и толще) сильно повреждались (все без исключения), а тонкие экземпляры с диаметром 0,3—0,4 см оставались не тронутыми во всех садках.

Подверженность сосенок нападению долгоносика не находится в прямой зависимости от их высоты, а лишь косвенно, в связи с толщиной стволиков (диаметром у основания). Интересно отметить, что в искусственных условиях в садках наблюдалась откладка яиц и развитие личинок на опытных сосенках с диаметром 0,7—1,0 см.

В связи со сказанным вытекает практический вывод о явной предпочтительности способа посева при производстве лесокультур на свежих лесосеках или на участках, примыкающих к ним, сравнительно с посадкой. С этой же точки зрения, посадка сосновых культур допустима на рубках давности более трех лет и, кроме того, не смежных со свежими.

Замечена закономерность в деятельности б. с. долгоносика в отношении его влияния на судьбу поврежденного подростка. Как указывалось выше, выживаемость пострадавших деревьев определяется размерами ранений, т. е. степенью их поврежденности. Однако при равной относительной поврежденности стволиков мелких и крупных сосенок у последних ранения от долгоносика обычно ослабляют рост дерева и вызывают обильное смолотечение, но не приводят растения к гибели. Мелкие экземпляры при таких же ранениях усыхают чаще в тот же летний сезон. Таким образом, жизнеспособность поврежденного подростка находится в прямой зависимости от возраста и высоты.

и умеренно увлажненных почвах; она изображена на прилагаемой схеме (см. рис. 7).

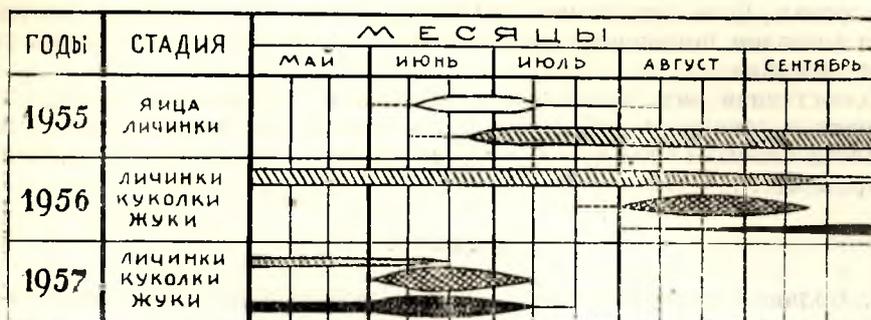


Рис. 7. Схема генерации большого соснового долгоносика на вырубках южной Карелии на легких почвах

На вырубках, расположенных на местах обильного увлажнения (относящихся к соснякам-долгомошникам и багульниковым), развитие долгоносика затягивается, дважды перезимовавшие личинки продолжают питаться и расти в начале третьего лета, заканчивают свое развитие и превращаются в жуков нового поколения лишь во вторую половину третьего летнего сезона. Таким образом, длительность цикла развития в этих экологических условиях превышает два года (около 26 месяцев).

Данные, собранные по генерации долгоносика в северной Карелии, указывают на еще более длительное течение его развития. Впрочем, в сухих типах леса, на участках, доступных прямой инсоляции, генерация долгоносика в общем протекает аналогично соответствующим экологическим стадиям для лесов южной зоны Карелии. Однако на вырубках с сильным увлажнением и с обильным травяным покровом вся популяция молодого поколения не успевает закончить развития в третье лето; выход жуков нового поколения полностью завершается лишь к весне четвертого года, т. е. продолжительность цикла составляет около трех лет.

Сопоставляя данные о длительности цикла развития б. с. долгоносика в Карелии с литературными материалами по этому вопросу в географическом разрезе, можно сделать следующие выводы: в хвойных лесах южно-таежной зоны СССР весь цикл развития — от откладки яйца до фазы жука — продолжается около 1,5 лет (Яцентковский, 1936), а для зоны смешанных лесов — около одного года (Щелкановцев, 1932). Для лесов Германии эта продолжительность составляет один год, но в некоторых случаях затягивается на несколько месяцев следующего года (Эшерих, 1923; Нюсслин, 1928). Таким образом, в Карелии развитие от яйца до фазы взрослого состояния происходит значительно дольше. Кроме того, в условиях Карелии темпы развития меняются не только в ее широтных зонах, но даже в одном и том же лесном районе, на участках, различающихся в экологическом отношении. Последнее обстоятельство следует объяснить характером гидротермического режима на вырубках, особенно колеблющегося в условиях Севера в зависимости от доступности прямой солнечной радиации (Шиперович, 1954).

Молодые жуки в год своего отрождения оказываются незрелыми в половом отношении; в связи с этим в течение всего первого летнего сезона замечено их повсеместное нахождение и питание на молодых соснах. Есть основания полагать, что к генеративной деятельности молодое поколение жуков приступает лишь на следующий год, после зимовки.

Сопоставляя все приведенные данные о генерациях в Карелии, становится понятным, что жуки долгоносики продолжают находиться на месте своего отрождения в течение трех, а в некоторых условиях четырех лет.

ВЫВОДЫ

1. Большой сосновый долгоносик (*Hyllobius abietis* L.) чрезвычайно широко распространен на местах сплошных концентрированных рубок в лесах южной и северной Карелии. Подавляющее большинство соснового подроста подвергается нападению этого вредителя.

2. Сосновый подрост повреждается на сплошных вырубках в течение первых четырех лет после рубки леса. За этот период количество поврежденных деревьев увеличивается и достигает до 90% общей численности подроста. На вырубках, имеющих давность более пяти лет, повреждения долгоносиком на сохранившемся подросте резко сокращаются.

3. На вырубках старше пяти лет долгоносик продолжает значительно вредить подросту в тех случаях, когда эти рубки непосредственно примыкают к свежим лесосекам. Но и в этих условиях страдает подрост, тяготеющий к смежным, недавним вырубкам.

4. Наибольшее количество сильных повреждений (опасных для жизни дерева) производится долгоносиком на вырубках двух- и трех-летней давности. На таких участках количество погибших и погибающих сосенок составляет 26—38% от числа поврежденных.

5. Нападению долгоносика подвергаются преимущественно крупные и развитые сосенки старше десяти лет, имеющие высоту 20—50 см.

6. Повреждения долгоносиком стволиков мелкого подроста (высотой до 25 см) оказываются более серьезными (опасными), чем для крупного подроста. Гибель мелких сосенок от долгоносика наибольшая и достигает 45% пострадавших этой группы подроста. Однако всходы и сеянцы сосны в своей массе почти не повреждаются.

7. Помимо объедания коры стволиков сосны, констатированы массовые повреждения долгоносиком верхушечных побегов (летом) и почек (весной), что приводит к их отмиранию у сохраняющихся сосен и влечет образование многовершинности и деформацию ствола.

8. Повреждения долгоносика, которые не вызывают гибели сосенок, влияют на их ход роста. Годичный прирост в высоту у сохраняющейся части поврежденного подроста значительно меньше, чем у неповрежденных сосенок, относящихся к той же категории по высоте и возрасту.

9. Под пологом леса сосновый подрост редко подвергается нападению долгоносика. В заметной степени страдает такой подрост на окраинах лесных массивов, примыкающих к свежим обширным вырубкам.

10. Сказанное о повреждении соснового подроста может быть распространено (в некоторой мере) на подрост ели.

11. Основной стадией размножения долгоносика являются пни хвойных пород (кора их подземной части). Почти все сосновые пни на сплошных вырубках оказываются заселенными молодым поколением (личинками) долгоносика в течение первого вегетационного периода после рубки. Такое массовое размножение наблюдается во всех лесорастительных условиях, исключая заболоченные площади. Еловые пни заселяются долгоносиком в меньшей степени.

12. Пни заражены молодым поколением долгоносика чрезвычайно интенсивно; плотность заселения выражается в количестве около 50 личинок на одну корневую лапу, что составляет сотни особей на каждый пень.

13. Часть потомства б. с. долгоносика гибнет (преимущественно в личиночной стадии) от деятельности паразитических и хищных насекомых. Смертность личинок от энтомофагов (по данным 1956 года) составляет около 20%. Представляет интерес видовой состав этих энтомофагов, принадлежащий к пяти систематическим группам.

14. Исследования, касающиеся генерации б. с. долгоносика, показывают, что длительность его развития в лесах южной Карелии двухлетняя; при этом жуки нового поколения частично успевают покинуть места своего отрождения еще осенью второго года. В сырых типах леса цикл развития затягивается, и молодые жуки появляются лишь в начале третьего летнего сезона. На севере Карелии генерация у большинства популяций долгоносика продолжается 2,5 года. Установленные сроки вылета молодых жуков в лесах Карелии соответствуют периодам наибольшей вредоносности долгоносика на изучавшихся вырубках.

15. Учитывая исключительно большой вред б. с. долгоносика в развитии и устойчивости хвойного подроста на местах концентрированных рубок, следует указать (на основе проведенных исследований) на желательные лесохозяйственные мероприятия для предупреждения или ослабления деятельности вредителя.

1. В сосновых лесах, где под пологом имеется жизнеспособный мелкий подрост, следует рекомендовать рубки со сроком примыкания лесосек не раньше, чем через четыре года.

2. Следует считать производство лесных культур способом посева явно предпочтительным способом посадок.

3. Производство сосновых лесокультур на вырубках допустимо способом посадок спустя четыре года после рубки, а также при условии их удаленности от свежих вырубок.

ЛИТЕРАТУРА

- Саалас (Saalas U.) Die Fichtenkäfers Finnlands, 1919.
 Старк В. Н. Некоторые факты из биологии большого соснового долгоносика. „Защита растений“, т. 1, № 6, 1925.
 Флеров Б. В. Повреждаемость возобновления сосны большим сосновым слоником (*Hyllobius abietis* L.) и необходимость борьбы. „Записки лесной опытной станции Тихвинского леспромхоза“, IV, 1931.
 Шиперович В. Я. Лесопатология и повышение производительности лесов Карело-Финской ССР. „Известия Карело-Финского филиала АН СССР“, № 4, 1949.
 Эшерих (Escherich K.) Die Forstinsekten Mitteleuropa, Bd. II, 1923.
 Яцентковский А. В. Вредные насекомые Тихвинского учебно-опытного леспромхоза. „Записки лесной опытной станции Тихвинского леспромхоза“, IV, 1931.

Э. В. ТИТОВА

КОРОЕДЫ ХВОЙНОГО ПОДРОСТА НА ЛЕСНЫХ ВЫРУБКАХ КАРЕЛИИ

За последнее время вопросу сохранения при лесозаготовках хвойного подроста, возникшего под пологом леса, придается большое значение. Однако о роли, которую играют в лесовозобновлении насекомые, в частности короеды, в литературе почти нет. Немногие данные о развитии вредителей хвойных на вырубках Приморского края приводятся А. И. Куренцовым (1950). Он рассматривает влияние рубок на размножение вредителей хвойного подроста и отмечает изменение состава вредителей на подросте по сравнению с энтомофауной взрослых древостоев. Проведенные им небольшие исследования на различных по возрасту лесосеках Хабаровского края показали почти повсеместное повреждение насекомыми оставшихся отдельных деревьев подроста хвойных на сплошных вырубках и отсутствие или плохое лесовозобновление на последних (Куренцов, 1956). О значительном повреждении елового подроста корнежилком на концентрированных вырубках указывается для Архангельской области (Панов, 1953).

Вредители подроста хвойных на вырубках Карелии изучались энтомологической лабораторией Карельского филиала АН СССР (Шиперович и Яковлев, 1957). В настоящей статье рассматриваются следующие вопросы: 1) видовой состав короедов на вырубках Карелии; 2) закономерности распространения короедов на вырубках; 3) характер деятельности и значение некоторых видов короедов.

Работа проводилась на юге и севере Карелии, т. е. в средней и северной частях таежной зоны (б. Петровский, Прионежский, Пряжинский, Кондопожский, Беломорский и Кемский районы) в 1954—1956 годах.

Местом наблюдения являлись различные по давности концентрированные вырубки. Главными объектами послужили подрост, возникший до рубки под пологом леса, и более крупные деревья, так называемый тонкомер. Подростом считаются деревья толщиной до 6 см, а тонкомером—имеющие диаметр на высоте 1,3 м от 6 до 18 см. Подрост нами подразделяется условно на крупный высотой более 1,5 м и мелкий высотой до 1,5 м. Кроме того, выделяется самосев—деревца 2—10 лет высотой не более 0,25 м. На обследованных лесосеках растущие деревья чаще были рассеяны по всей площади, реже составляли компактные группы. Количество подроста было различным,

в среднем 1—2 тыс. на га; на отдельных участках подрост очень редок. Для сопоставления фауны короедов вырубок и собственно леса, для выяснения вопросов их взаимного влияния исследовались деревья, образующие стены примыкающего к вырубкам леса. Объектами изучения на вырубках, кроме деревьев на корню, были также порубочные остатки, разбросанные и сложенные в кучи, невывезенная деловая древесина, ветровал и пни. Работы велись в разных типах лесорастительных условий.

Основным методом исследования являлось взятие пробных (модельных) деревьев с анализом поселений насекомых во всех частях дерева. При наблюдении различали ходы дополнительного питания и генеративные ходы, закладываемые в период размножения. В каждом случае отмечалась степень заселения или повреждения данным видом определенной части дерева. При наличии живых насекомых указывались фазы развития каждого вида, обилие всех обитателей коры и луба. В целях увеличения данных по короедной фауне модельные деревья брались иногда не только на пробных площадях, но и на всей площади лесосеки. Пробная площадь представляла в экологическом отношении по возможности средние условия для данной вырубki. При закладке этих площадей учитывались лесорастительные условия, характер расположения подроста, давность рубки, очистка лесосеки.

Для выяснения закономерностей распространения короедов на вырубках на пробных площадях применялся метод перечета деревьев с указанием их таксационных элементов и физиологического состояния; отмечались повреждения, нанесенные насекомыми, и отдельно короедом, время их появления (текущего года или давние).

За время работ на 69 пробных площадях анализировано около 700 модельных деревьев из числа подроста и тонкомера и тысячи сосенок и елочек высотой менее 1,5 м. Чтобы установить зависимость нападения короедов от физиологического состояния дерева и влияние их на его судьбу, были проведены длительные наблюдения более чем за 100 опытными деревьями. Весной и осенью в течение трех лет отмечалось физиологическое состояние деревьев, заселяемых короедом.

В результате исследований на вырубках Карелии на ели и сосне зарегистрировано 34 вида короедов. В табл. 1 приводится список короедов с указанием стаций (мест поселений), породы дерева и лесорастительных условий; условными обозначениями дается встречаемость каждого вида. Под встречаемостью понимается выраженное в процентах количество деревьев с данным видом короеда по отношению ко всем заселенным короедом деревьям.

Исключительное распространение на еловом подросте и тонкомере на вырубках имеют обыкновенный гравер (*Pityogenes chalcographus* L.), встречаемость — 59%, еловый корнежил (*Hylastes cunicularius* Er.) — 51%. Часто встречаются здесь хвойный лесовик (*Dryocoetes autographus* Ratz.) — 34%, короед пожарищ (*Orthotomicus suturalis* Gyll.) — 26% и короед двойник (*Ips duplicatus* Sahlb.) — 18%. На сосновых деревьях такое же распространение получают большой лесной садовник (*Blastophagus piniperda* L.) — 69%, сибирский корнежил (*Hylastes aterrimus* Egg.) — 47%, а также короед пожарищ — 27%. Напротив, редкими здесь оказываются виды, характерные для сомкнутых насаждений; такими являются таежный крифал (*Cryphalus saltuarius* Wse.), пальцеходный лубоед (*Xylechinus pilosus* Ratz.), щетинистый лубоед (*Phthoroph-*

Таблица 1

Список короедов, обнаруженных на вырубках Карелии,
и распределение их по станциям

Виды	Стации		Лесорастительные условия		
	а) стоячие деревья (под- рост и тонко- мер)		сухие боры	сосняки и ельни- ки-зеле- номош- ники	сосняки и ельни- ки избы- точного увлаж- нения
	ель	сосна			
Большой лесной садовник <i>Blastophagus piniperda</i> L.	(+)	+++	+++	+++	+++
	—	+++			
Малый лесной садовник <i>Blastophagus minor</i> Hart.	—	+	++	++	—
	—	++			
Сибирский корнежил <i>Hylastes aterrimus</i> Egg.	(+)	+++	+++	+++	+++
	—	+++			
Еловый корнежил <i>Hylastes cunicularius</i> Er.	+++	(+)	—	+++	+++
	+++	—			
Малый еловый корнежил <i>Hylastes opacus</i> Er.	—	+	+	+	—
	—	+			
Японский корнежил <i>Hylastes plumbeus</i> Blandt.	(+)	—	—	—	(+)
	—	—			
Хвойный лесовик <i>Dryocoetes autographus</i> Ratz.	+++	+	—	++	+++
	+++	(+)			
Таежный лесовик <i>Dryocoetes hectographus</i> Reitt.	+	—	—	+	+
	+	—			
Чернобурый лубоед <i>Hylurgops glabratus</i> Lett.	—	—	—	—	+
	+	(+)			
Малый еловый лубоед (фиолетовый лубоед) <i>Hylurgops palliatus</i> Gyll.	+	+	—	+	++
	++	++			

Продолжение табл.

Виды	Стации		Лесорастительные условия		
			а) стоячие деревья (подрост и тонкомер)	б) остатки от лесозаготовок и пни	сухие боры
	ель	сосна			
Большой еловый лубоед <i>Dendroctonus micans</i> Kug.	(+)	—	—	—	(+)
Пальцеходный лубоед <i>Xylechinus pilosus</i> Ratz.	(+)	—	—	(+)	(+)
Пушистый полиграф <i>Poligraphus poligraphus</i> L.	+	—	—	+	+
Большой еловый полиграф <i>Poligraphus punctifrons</i> Thoms.	+	—	—	(+)	+
Малый еловый полиграф <i>Poligraphus subopacus</i> Thoms.	+	—	—	+	+
Малый лубоед Холодковского <i>Carphoborus cholodkovskyi</i> Spess.	—	(+)	(+)	—	—
Хвойный древесник <i>Trypodendron lineatum</i> Ol.	+	+	+	+	++
Сосновый короед-крошка <i>Crypturgus cinereus</i> Herbst.	+	(+)	—	+	+
Еловый короед-крошка <i>Crypturgus pusillus</i> Gyll.	+	(+)	—	+	+
Таежный крифал <i>Cryphalus saltuarius</i> Wse.	(+)	—	—	(+)	(+)
Щетинистый лубоед <i>Phthorophloeus spinulosus</i> Rey.	(+)	—	—	(+)	(+)

Продолжение табл. 1

Виды	Стации		Лесорастительные условия		
			а) стоячие деревья (подрост и тонкомер)	б) остатки от лесозаготовок и пни	сухие боры
	ель	сосна			
Обыкновенный микрограф <i>Pityophthorus micrographus</i> L.	+	—	—	+	+
Микрограф Лихтенштейна <i>Pityophthorus lichtensteini</i> Ratz.	—	(+)	—	(+)	—
Обыкновенный гравер <i>Pityogenes chalcographus</i> L.	+++	(+)	—	+++	+++
Сибирский гравер <i>Pityogenes irkutensis</i> Egg.	—	++	+++	++	+
Двузубый гравер <i>Pityogenes bidentatus</i> Herbst.	—	+	+	+	—
Четырехзубый гравер <i>Pityogenes quadridens</i> Hart.	(+)	++	+	+	—
Короед-двойник <i>Ips duplicatus</i> Sahlb.	—	+	+	+	—
Короед-типограф <i>Ips tyrographus</i> L.	++	—	—	++	++
Вершинный короед <i>Ips acuminatus</i> Gyll.	(+)	(+)	—	+	+
Шестизубый короед <i>Ips sexdentatus</i> Boern.	++	(+)	+	+	(+)
Короед пожарищ <i>Orthotomicus suturalis</i> Gyll.	(+)	++	+	+	(+)
Малый листовичный короед <i>Orthotomicus laricis</i> F.	+++	+++	+++	+++	+++
Валежный короед <i>Orthotomicus proximus</i> Eichh.	++	++	++	++	++

Условные обозначения: — вид не найден; (+) единично; + редко (встречаемость вида до 10 %) ++ обычно (встречаемость до 20 %); +++ часто (встречаемость более 20 %).

Латинские и русские названия короедов даны по монографии В. Н. Старка (1952).

Ioeus spinulosus Rey.), пушистый полиграф (*Polygraphus polygraphus* L.), обыкновенный микрограф (*Pityophthorus micrographus* L.) и др. Эти виды поселяются главным образом на деревьях, образующих стены леса; на открытой лесосеке они встречаются как исключение.

Отметим для Карелии случаи развития короедов на породах для них необычных. Так, изредка можно было видеть развитие двузубого короеда (*Pityogenes bidentatus* Herbst.), большого лесного садовника, вершинного короеда (*Ips acuminatus* Gyll.) и шестизубого короеда (*Ips sexdentatus* Voern.) на ели, короеда типографа и короеда-двойника—на сосне. Это же отмечено для Хибин (Старк, 1930). Мы находили малого лиственничного короеда (*Orthotomicus laricis* F.) почти во всех случаях на ели. По литературным данным, на Соловецких островах *O. laricis* встречается преимущественно на ели, а не на сосне (Юрконский, 1927, 1928).

Видовой состав короедов на юге и севере Карелии однороден. Отличие касается фенологии; на севере наблюдается задержка в развитии на 1—2 декады.

Интересно сравнить видовой состав и встречаемость короедов на вырубках в разных типах леса. Для удобства такого сравнения лесорастительные условия нами сгруппированы в три комплекса типов леса (табл. 1): сухие боры, сосновые и еловые леса зеленомошники, сосновые и еловые леса на местах избыточного увлажнения (долгомошники и сфагновые). В сухих типах леса фауна крайне бедна. На вырубках других типов фауна отличается большим разнообразием видового состава и степенью встречаемости отдельных видов. Последнее явление особенно заметно на примере лесовиков (*Dryocoetes autographus* и *D. hectographus* Reitt.): в то время как в зеленомошниках встречаемость их невелика—19%, в долгомошниках она увеличивается до 85%. Фиолетовый лубоед (*Hylurgops palliatus* Gyll.) также приурочен к влажным типам. Исключительно на заболоченных участках развивается большой еловый лубоед (*Dendroctonus micans* Kug.). Редко находим во влажных условиях сибирского гравера, а малый лесной садовик (*Blastophagus minor* Hart.) в этих условиях вообще не был обнаружен. Однако большинство видов резко не отличаются по своей встречаемости в разных типах леса.

Фауна короедов и характер их деятельности на крупном и мелком подросте не одинаковы. Фауна короедов крупного подроста сходна с фауной тонкомерных деревьев; исключение представляет шестизубый короед (*Ips sexdentatus* Voern.), короед-типограф (*Ips typographus* L.), короед-двойник, которые обычно не поселяются на подросте. Поэтому короеды тонкомера и крупного подроста рассматриваются нами вместе; действительно, на этих деревьях встречаются все обнаруженные на вырубках виды. Правда, валежный и четырехзубый короеды (*Orthotomicus proximus* Eichh. и *Pityogenes quadridens* Hart.) лишь в единичных случаях были отмечены на стоящих деревьях.

На мелкий подрост нападают только некоторые из всех зарегистрированных короедов, и характер их деятельности другой; здесь происходит дополнительное питание корнежилы, лесовиков и, кроме того, большого соснового слоника (*Hyllobius abietis* L.) и смолевок (*Pissodes*). Все эти насекомые наносят вред первичного характера. На одно и то же деревцо могут одновременно нападать несколько видов насекомых; чаще всего встречаются совместные повреждения корнежила и слоников. В шейке и на корнях этого подроста иногда наблюдается развитие потомства лесовиков, корнежилы и в очень редких случаях большого соснового слоника. В шейке и на стволике отмирающих и мертвых сосенок и елочек встречаются личиночные ходы

и кукольные колыбельки смолевок. На стволиках елочек находим иногда генеративные ходы гравера, короеда пожарищ, микрографа. На стволиках сосенок изредка можно наблюдать развитие молодого поколения короеда пожарищ, двузубого и четырехзубого короедов, гравера; в единичных случаях на стволиках таких сосенок встречаются неразвитые ходы большого лесного садовника. Однако размножение короедов на мелком подросте является исключением.

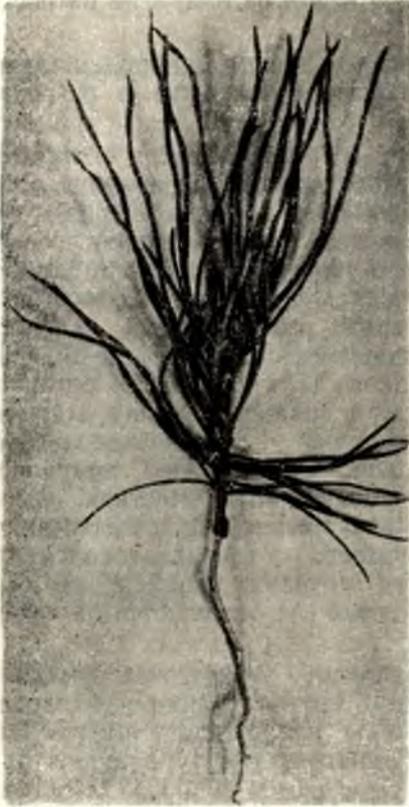


Рис. 1. Трехлетняя сосенка, корни которой повреждены жуками сибирского корнежила. Виден питающийся жук

Хвойный самосев страдает от дополнительного питания слоников и корнежилов; даже трехлетние сосенки подвергаются нападению сибирского корнежила (рис. 1).

На возвышенных, сухих местах в южной Карелии усыхание соснового подроста происходит часто от деятельности майского хруща, объедающего тонкие корни. Хрущ повреждает в сильной степени также сосенки в культурах (б. Петровский район).

Состав короедной фауны подростка значительно обогащается и численно увеличивается благодаря наличию на вырубках порубочных остатков, невыезенной деловой древесины и пней. Эти материалы являются источником как дополнительного питания взрослых короедов, так и средой для размножения тех видов, которые в дальнейшем развиваются на растущих деревьях. Из видов, редко встречающихся на стоячих деревьях, но очень распространенных на лежачих, надо отметить валежного короеда на сосновых стволах в области тонкой коры, а также двузубого и четырехзубого короедов на ветвях; двузубый короед изредка встречается и на еловых ветках. Лишь в исключительных случаях на подросте можно обнаружить короеда-типографа и шестизубого короеда, хотя они являются постоянными обитателями лежачих деревьев.

Некоторые виды короедов гораздо успешнее развиваются на лежащих стволах, чем на растущих деревьях. Например, энергия размножения большого лесного садовника на бревнах составляет в среднем 4, а на подросте и тонкомере—1. То же можно сказать и в отношении малого лесного садовника.

Из других насекомых на порубочных остатках и неокоренных лесоматериалах многочисленны малый черный еловый усач (*Monochamus sutor* L.), черный сосновый усач (*M. galloprovincialis* Germ.), большой черный еловый усач (*M. urussovi* Fisch.), ребристый рагий (*Rhagium inguisitor* L.), серый длинноусый усач (*Acanthocinus aedilis* L.), и стволовый долгоносик (*Pissodes pini* L.).

Значительный вред приносят виды *Monochamus*. Мы осмотрели в одном из кварталов Кончезерского л-ва 50 сосновых бревен, из них 44 (88%) были повреждены усачами рода *Monochamus*. Специальные подсчеты на этих бревнах показали, что на каждый погонный метр бревна приходится в среднем 3—4 входных отверстия личинки, а местами гораздо больше. Кроны большей части растущих деревьев на вырубках имели повреждения от дополнительного питания этого усача. Серый длинноусый усач в Карелии часто оказывается конкурентом большого лесного садовника и нередко поэтому выполняет положительную роль. Поселяясь в большом количестве в участках ствола, уже занятых садовником, он иногда уничтожает весь луб на 75—95% площади. В этих случаях потомство садовника почти не вылетает. На конкурирующую роль серого длинноусого усача указывалось в литературе: Куренцовым (1941) для шестизубого и вершинного короедов, Киселевой (1946) для малого лесного садовника.

Заселение короедами остатков от заготовок и неокоренных бревен происходит в первое же лето после рубки; на второй год здесь встречаются лишь усачи и слоники, а также некоторые короеды (лесовики, корнежилы). Важно отметить, что если рубка происходит во вторую половину лета, то порубочные остатки в этот год обыкновенно не заселяются, а к следующему сезону оказываются подсушенными и непригодными для поселения насекомых.

Проведенными исследованиями установлено, что кучи порубочных остатков далеко не всегда увеличивают численность короедов. Лишь часть веток оказываются заселенными насекомыми. Ветки на верху куч быстро подсыхают и в большинстве случаев не заселены; при поселении на них короедов образующееся молодое поколение часто погибает уже в стадии личинки. Ряд авторов также отмечает, что кучи остатков от заготовок не опасны в энтомологическом отношении (Шиперович, 1949, 1954; Киселева, 1952; Куренцов, 1950; Грегем, Уэбб, Фишер и др., — цитируется по Ткаченко, 1931). Гораздо большей опасностью для растущих деревьев представляет оставление неокоренной деловой древесины и наличие ветровальных деревьев. Почти все такие стволы оказываются заселенными, а развитие насекомых почти всегда успешным. Энергия размножения гравера на бревнах в среднем около 5, тогда как на ветках в кучах — значительно меньше.

Местами выплода важных вредителей подроста являются пни хвойных пород. Так, 64% обследованных еловых пней имели поселения елового корнежила, 67% сосновых пней — поселения сибирского корнежила. На 88% сосновых пней было обнаружено развитие большого соснового слоника, на еловых пнях он встречается гораздо реже (21%). На 60% еловых пней поселяются лесовики (хвойный и таежный); на лапах и корнях пней происходит размножение и дополнительное питание лесовиков и елового корнежила. Лесовики развиваются преимущественно в шейке, лапах и толстых корнях. Еловый корнежил встречается на корнях различной толщины (до самых тонких, диаметром 0,5 см и менее); на тонких корнях происходит, в основном, дополнительное питание, но иногда и развитие молодого поколения.

В надземной части пней развиваются те же виды, что и в комле растущих деревьев соответствующих пород: из короедов — большой лесной садовник, хвойный древесинник, короед-типограф, фиолетовый лубоед и др.; из слоников — стволый долгоносик. Массовыми оказа-

лись здесь ребристый рагий — на сосновых и еловых пнях (встречаемость около 40%) и серый длинноусый усач — на сосновых пнях (36%).

Уже в первый год после рубки начинается заселение пней, в первую очередь надземная часть, корневые лапы и толстые корни; остальная часть корней в первый год остается еще не заселенной; на второй и третий годы наблюдалось наибольшее заселение. На вырубках старше пяти лет пни уже не содержат короедной фауны.

С течением времени закономерно изменяется короедная фауна деревьев на лесосеках. На однолетней вырубке — все поврежденные насекомыми деревья с живым населением; мертвые деревья, покинутые насекомыми, здесь встречаются единично. На двухлетней лесосеке имеется уже большое количество погибших деревьев со следами бывшей деятельности короедов, причем у ели количество деревьев с живыми насекомыми и деревьев с покинутыми ходами приблизительно одинаково, что указывает на интенсивное заселение ее в первый же год. У сосны процесс отмирания более медленный: на второй год после рубки леса заселенных деревьев в два раза меньше, чем у ели; преобладают деревья с живыми насекомыми.

Результаты исследований, касающиеся динамики короедного населения на вырубках разной давности, приведены в табл. 2 и 3. Из этих таблиц видно, что с возрастом лесосеки увеличивается общее количество деревьев поврежденных короедами, но в то же время уменьшается количество деревьев с живым населением. Наиболее сильный отпад от короедов происходит в первые 3—4 года после рубки (до 44% от общего числа деревьев на пробах). В последующие годы процесс отмирания резко затухает и после 6—7 лет почти прекращается. На семилетней лесосеке оставшийся на корню тонкомер и подрост представляет собой живые и совершенно сухие, часто уже с отлетев-

Таблица 2

Динамика заселения и гибели елового рассеянного крупного подроста и тонкомера на вырубках разной давности в ельнике-черничнике и участие короедов в гибели этих деревьев¹

Давность рубки	Количество деревьев на пробах		В % от общего количества деревьев на пробах			Заселено ко- роедами в год обследования (в %)
	всего	мертвых и отмирающих	мертвых и отмирающих	заселенных		
				различными насекомыми	короедами	
1	2	3	4	5	6	7
1 год	136	37	27	26	22	100
2 года	306	109	36	36	34	45
3—4 года	312	150	48	48	44	22
6 лет	133	75	56	53	53	9

¹ Обобщены данные нескольких проб.

виваются исключительно на мертвых деревьях; следовательно, эти виды не принимают участия в гибели подроста.

В сообществе с короедами нередко поселяются долгоносики-смолевки: еловая жердняковая смолевка (*Pissodes harcyniae* Hrbst.), сосновая жердняковая смолевка (*P. piniphilus* Hrbst.), точечная смолевка (*P. notatus* F.), стволовый долгоносик (*P. pini* L.). Из этих видов наиболее частой на вырубках в сосняках является сосновая жердняковая смолевка, другие виды смолёвок встречаются реже. Смолевки могут быть первыми в нападении на жизнеспособные деревья. Часто можно было видеть на внешне здоровых тонкомерных соснах, в верхней трети ствола, обильные потёки смолы, образующиеся на местах неразвитых ходов смолёвок. Хотя поселения смолёвок иногда безуспешны, они настолько ослабляют дерево, что на следующий год или через год оно оказывается уже пригодным для развития новых поселений слоников и короедов. Случаи гибели сосновых молодняков на вырубке от первичного нападения долгоносиков-смолевок являются весьма частыми и типичными (рис. 4). Способность смолёвок одними из первых нападать на ослабленные и здоровые деревья отмечается в энтомологической литературе (Осмоловский, 1948; Шиперович, 1949; Kangas, 1938, 1950; Saalas, 1923).

Оставшиеся на вырубке деревья претерпевают сложный процесс приспособления к новой, резко измененной, экологической обстановке. Особенно это относится к ели, у которой происходит смена хвои применительно к новым условиям освещения, кроме того, перестройка происходит и в корневой системе (Алексеев и Молчанов, 1954). Таким образом, уже только благодаря смене условий дерева в первое время ослаблены и снижена их сопротивляемость.

Одним из наиболее бесспорных и распространенных факторов, вызывающих ослабление деревьев, являются их ожоги, возникающие при проведении огневой очистки вырубок ныне практикуемыми приемами. Наши исследования показали, что большинство оставшихся на вырубках деревьев имеют следы огня. Это играет большую роль в ослаблении деревьев и заселении их короедами. Так, более половины заселенных деревьев были обожжены в той или иной степени. Некоторые даже не имеют следов огня, но, находясь вблизи сожженных куч порубочных остатков, оказываются поврежденными горячим воздухом; по внешнему виду эти деревья иногда кажутся совершенно здоровыми, но при более подробном рассмотрении можно обнаружить на стволе участки подсушенного камбия или подсушенный корень. Это, как сказано выше, вполне достаточно, чтобы дерево заселилось насекомыми.

Из механических повреждений значение имеют поломы вершин. Постоянной приуроченности поселения короедов к пораненным деревьям не наблюдается, однако потеря вершин почти всегда сопровождается развитием короедов.

Судьба подроста на вырубке зависит также от обилия короедов. Исследования деревьев, служивших для длительных (трехлетних) наблюдений, а также анализ модельных деревьев показали, что гибель от короедов вполне жизнеспособного дерева может произойти как в течение одного сезона, так и нескольких. Скорость отмирания дерева зависит, с одной стороны, от физиологического состояния и возраста дерева, с другой стороны, от количества нападающих короедов и их видового состава.

Значение массовости нападения короедов видно из следующих примеров. Весной в Пряжинском лесхозе наблюдалось многочисленное втачивание короэда-двойника в тонкомерную ель, которая по внешним признакам казалась вполне жизнеспособной; осенью это дерево уже усохло. При анализе обнаружено, что корни у него были заселены в текущем году корнежилом, а на протяжении всего ствола имеются уже покинутые ходы короэда-двойника и поселения гравера. Массовое нападение короедов погубило это дерево. Рядом находились две ели, сходные по внешнему виду с предыдущей, но у обеих внизу ствола имелись уже незначительные прошлогодние поселения малого елового полиграфа (*Polygraphus suboracis* Thoms). В мае эти деревья подверглись втачиванию короэда-двойника и гравера. К осени внешнее состояние деревьев почти не изменилось, хотя внизу ствола у них были поселения короедов. В первом случае короеды поселились в большом количестве и погубили дерево в один сезон, во втором случае короеды поселились в незначительном количестве и отмирание происходило постепенно.

Летом в Пряжинском л-ве наблюдались случаи массового поселения и успешного развития молодого поколения короэда-двойника на деревьях с зеленой, но изреженной кроной. Осенью там же встречались деревья с желтовато-зеленой хвоей; на протяжении всего ствола они заселены двойником, успевшим уже к этому времени в большинстве своем вылететь. Такие деревья имеют вид как бы старого сухостоя: почти на всем протяжении, кроме вершины, ствол их лишен коры; это результат и деятельности дятла, охотившегося за короэдами.

В заключение обобщим сказанное о деятельности короедов на вырубках.

Как мы видели, более 90% мертвых и отмирающих деревьев из числа крупного подростка и тонкомера на вырубках были заселены короэдами; основная масса этих деревьев погибла при непосредственном участии короедов. Видами, способными нападать на жизнеспособные деревья, в условиях Карелии следует считать гравера, короэда-двойника, большого лесного садовника, короэда пожарищ, елового и сибирского корнежилов. Остальные виды являются спутниками последних или обитателями валежа.

Значительная часть (до 50%) жизнеспособного мелкого елового и соснового подростка и самосева гибнет в результате повреждений еловым и сибирским корнежилами.

Вредная деятельность короедов на лесосеках проявляется лишь в первые четыре — пять лет после рубки. Это дает основание рекомендовать производить рубки со сроком примыкания лесосек не ранее чем через четыре года. Кроме того, поскольку сейчас рекомендуется посев хвойных пород между лапами пней на свежих вырубках, то важным мероприятием по предупреждению опасности от деятельности корнежилов следует признать посев хвойных пород не раньше четырех лет после рубки; в последнем случае трехлетние сеянцы будут находиться на лесосеке семилетней давности, когда корнежил практически не опасен.

В гибели деревьев исключительное значение имеет массовость нападения короедов, которая возникает главным образом в результате оставления на вырубках валежных деревьев и крупных вершин. Видовой состав короедов этих материалов почти совпадает с видами,

развивающимися на растущих деревьях; помимо того, короеды более успешно и усиленно размножаются на бревнах и валеже, чем на стоячих деревьях. Поэтому крупные порубочные остатки особенно опасны в увеличении численности короедов. Важно подчеркнуть, что порубочные остатки пригодны для заселения большинством видов только в первый год рубки. Если остатки происходят от рубки второй половины лета, то они при любой толщине не заселяются опасными видами короедов.

В результате небрежного проведения огневой очистки подрост, пострадавший от ожогов, заселяется короедами, погибает и способствует увеличению численности вредителей.

Должно быть обращено внимание на соблюдение общих лесоводственных условий, которые могут повысить устойчивость подроста, остающегося после рубки, дабы улучшить его защитную способность, поскольку физиологически полноценные деревья становятся менее подверженными нападению многих из короедов.

ВЫВОДЫ

1. Впервые для лесов Карелии изучен видовой состав короедов хвойных пород на местах концентрированных рубок; обнаружено 34 вида короедов.

2. Встречаемость некоторых видов короедов изменяется на вырубках в зависимости от лесорастительных условий и давности рубки.

3. Количество деревьев подроста и тонкомера, поврежденных короедами, увеличивается в течение первых четырех лет после рубки леса, в дальнейшем численность их резко убывает.

4. Крупный подрост и тонкомер подвергаются нападению ряда короедов, которые выступают как вторичные вредители.

5. На мелкий еловый и сосновый подрост нападают из короедов главным образом еловый и сибирский корнежилы, из долгоносиков — большой сосновый долгоносик; эти насекомые являются серьезными первичными вредителями в условиях лесов Карелии.

6. Еловый корнежил для дополнительного питания нападает не только на мелкий еловый подрост, но и на взрослые здоровые деревья.

7. Еловый групповой подрост и тонкомер заселяются в гораздо меньшей степени, чем рассеянный.

8. Гибель дерева от нападения короедов иногда происходит в течение одного, а также в течение нескольких сезонов. Это зависит как от состояния самого дерева, так и от численности и видового состава короедов.

9. Численность короедов зависит в основном от обилия неокоренных лесоматериалов и крупных порубочных остатков.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев С. В. и Молчанов А. А. Выборочные рубки в лесах Севера. Изд. АН СССР, 1954.

Кеппен Ф. Вредные насекомые, т. II. СПб, 1882.

Киселева Е. Ф. Короеды Томской области. „Труды Томского гос. университета“, т. 97, 1946.

Киселева Е. Ф. Обзор вредных лесных насекомых Томской области и меры борьбы с ними. „Труды Томского гос. университета“, т. 118, 1952.

Куренцов А. И. Короеды Дальнего Востока СССР. Изд. АН СССР, 1941.

Куренцов А. И. Вредные насекомые хвойных пород Приморского края. „Труды Дальневосточного филиала АН СССР“, 1 (IV), 1950.

Куренцов А. И. Материалы по энтомофауне вредителей лесов Комсомольского района Хабаровского края. „Труды Дальневосточного филиала АН СССР“, серия зоологическая, III (VI), 1956.

Осмоловский Г. Е. Лесохозяйственное значение долгоносиков-смолевок. „Энтомологическое обозрение“, т. XXX, № 1—2, 1948.

Панов А. А. О повреждении елового подроста корнежилом на концентрированных вырубках. Сб. статей „Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере“. Архангельское книжн. изд., 1953.

Семенов В. С. О вредных насекомых. СПб, 1851.

Старк В. Н. Короеды Хибинского массива. „Защита растений“, вып. 7, № 1—3, 1930.

Старк В. Н. Вредные лесные насекомые. Сельхозгиз., 1931.

Старк В. Н. Фауна СССР. Жесткокрылые. Короеды, т. XXXI. Изд. АН СССР, 1952.

Ткаченко М. Е. Очистка лесосек. Гослесбумиздат, 1931.

Трошанин П. Г. Влияние на размножение вредителей оставленных на перелетование в лесу куч сосновых сучьев. „Защита растений“, вып. VIII, 1931.

Шиперович В. Я. Влияние вредных насекомых на состояние хвойных древостоев в лесном заповеднике „Кивач“. „Изв. Карело-Финского филиала АН СССР“, № 1, 1949.

Шиперович В. Я. Лесопатология и повышение производительности лесов Карело-Финской ССР. „Изв. Карело-Финского филиала АН СССР“, № 4, 1949.

Шиперович В. Я. Энтомофауна лесорубочных остатков и условия ее использования в биологическом методе борьбы. „Третья экологическая конференция“, ч. 1, Киев, 1954.

Шиперович В. Я. и Яковлев Б. П. Влияние лесопатологических факторов на устойчивость подроста и молодняков на вырубках в ельниках южной Карелии. „Труды Карельского филиала АН СССР“, вып. VII, 1957.

Шиперович В. Я. и Яковлев Б. П. Вредные насекомые и возобновление ели на вырубках в Карелии. „Энтомологическое обозрение“, т. XXXVI, № 3, 1957.

Юрконский В. Н. К познанию фауны короедов Соловецкого острова. Изд. Соловецкого об-ва „Краевед“. Соловки, 1927.

Юрконский В. Н. Заметки о короедах Соловецких островов. Изд. Соловецкого об-ва „Краевед“. Соловки, 1928.

Blackman M. W. Bark beetles of the Genus *Hylastes* Er. in North America. U. S. Dep. Agric. Misc. Public., № 417. Washington, 1941.

Escherich K. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Berlin, II, 1923.

Hanson H. S. Further notes of the ecology and control of pine beetles in Great Britain. Bull. Entom. Res. Vol. 30, p. 4, 1940.

Kangas E. Ober die Objectwahl des Schadenurhebers bei einigen Waldschäden. Annal. Entomol. Fenn., 16, 4, 1950.

Merker E. и Sattler G. Biologische Beobachtungen am Fichtenbastkäfer, *Kylastes conicularius*, sowie Notizen über den *Dryocoetes autographus*. Allg. Forst. Jagdztg., 123 (5), 1952.

Pfreffer A. Fauna CSR. Svazek 6. Kůrovci—scolytoidea. Praha, 1955.

Saalas U. Die Fichtenkäfer Finnlands. Helsinki, II, 1923.

Swan D. C. The bark-beetle, *Hylastes ater* Payk. (Coleoptera, Scolytidae), attacking pines in South Australia. Journ. of Dep. of Agric. of South Australia. Vol. 46, № 5.

В. И. ЩЕДРОВА

ПОВРЕЖДЕНИЯ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ И РАНЕВАЯ ГНИЛЬ

Еловый подрост имеет большое значение для восстановления на вырубках хвойных пород. В связи с этим было важно выяснить влияние поранений подроста, возникающих при лесозаготовках, на образование гнилей и тем самым установить, насколько опасны эти травмы. Исследовался по преимуществу подрост ели в возрасте от 30 до 80 лет с диаметром у шейки корня не более 10 см, высотой до 6 м.

Раневые гнили исследовали в свое время Р. Гартиг (1894), А. Франк (1900), позднее ими занимались А. Т. Вакин (1927), С. Н. Горшин (1933), С. А. Штраух-Валева (1954). В последнее время раневыми гнилями ели интересовались в связи с ее подсоккой. В этом направлении подробное исследование сделано Д. В. Соколовым (1947). Он установил причину массовой раневой гнили подсокоченной ели и исследовал механические свойства пораженной древесины. Однако имеющиеся работы посвящены раневой гнили взрослых деревьев. Работ по изучению раневой гнили подроста нам неизвестно. Принципиальной разницы, конечно, здесь нет, но некоторые отличия имеются, например, в расположении и размерах гнили, в относительном количестве пораженных раневой гнилью деревьев и особенно в отношении последствий от гнилей, возникающих у подроста.

В задачи исследования входило выяснение следующих вопросов: 1) встречаемость раневой гнили на еловом подросте; 2) микрофлора на местах поранений и в древесине пораненных стволиков; 3) причина образования бурой гнили елового подроста; 4) условия развития и скорость продвижения бурой гнили; 5) влияние ранений и гнили на рост елового подроста. Исследования проводились в Карелии — в Прионежском, Пряжинском, Медвежьегорском, Беломорском районах и районе Калевалы.

Еловый подрост изучался на сплошных концентрированных вырубках разной давности (от 2 до 60 лет). Для установления встречаемости ранений закладывались пробные ленты шириной 2 м. Длина лент бралась с таким расчетом, чтобы на каждой из них было 100 елей. Если подрост на лесосеке было мало, количество его на ленте сокращалось до 50 штук. Всего было заложено 22 пробных ленты, преимущественно в типе леса ельник-черничник. Из них

на лесосеках с конной трелевкой заложено 9 лент, с тракторной — 12, с лебедочной — 1; в том числе 5 лент в групповом подросте, 17 — в одиночном. Для исследования раневой гнили брались пробные деревья, которые распиливались на лесосеке. При этом учитывались величина и расположение ран и гнили, стадия гнили. Всего разделано 576 деревьев.

На деревцах, пораженных раневыми гнилями, мы редко встречали плодоносцы грибов. Поэтому для определения состава микрофлоры ран применялся метод чистых культур на агаризованном пивном сусле, среде Чапека и картофельном агаре, а также в колбах с еловыми стружками, пропитанными агаризованным пивным суслом. Дополнительно к этому применялись влажные камеры.

Как показали перечеты на пробных площадях, ранения при концентрированных рубках возникают часто. По нашим данным, при тракторной трелевке ранится 25—30% оставшегося на лесосеке подроста, при конной — 7—10%. Однако групповой еловый подрост повреждается при лесозаготовках в очень малой степени. Обычно ранения встречаются на деревьях периферии группы, которые составляют 2—5% от общего количества подроста в группе.

Обычным местом ранения подроста на лесосеке является нижняя часть ствола от комля до высоты 1—1,5 м. Раны, наносимые механизмами и падающими деревьями, неглубоки; это поверхностные ошмыги коры, луба и одного — трех наружных слоев древесины, а иногда и без захвата последней. Ширина ран составляет $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{5}$ окружности ствола, очень редко доходит до половины окружности. Как правило, ширина раны не превышает $\frac{1}{4}$ окружности ствола. Длина ран разнообразна, преобладающая — не более 40—50 см. Ошмыги в несколько метров длиной наносятся падающими деревьями; такие же большие ошмыги встречаются по волокам лебедочной трелевки.

Скорость заращения ран зависит от их ширины и жизнеспособности дерева. У жизнеспособных деревьев, имеющих хороший прирост и зеленую хвою нормальной величины, раны шириною 0,5 см, при диаметре деревца у шейки корня свыше 1,5 см обильно покрываются смолой и зарастают в течение первого года после ранения. Эти раны в отношении инфекции не опасны. Раны, имеющие ширину от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{5}$ окружности ствола (при среднем его диаметре 3 см), зарастают через 5—10 лет. Раны шириною от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ окружности ствола зарастают очень долго или вообще не зарастают. При исследовании крупных ранений 40—60-летней давности выяснилось, что такие повреждения чаще всего зарастают через 20—25 лет, реже через 40 лет, но иногда полностью не зарастают¹. Интересно отметить, что ели, пораженные при рубке около 40 лет назад, когда они были еще подростом в возрасте 50—60 лет, с диаметром у шейки корня 5—6 см, теперь нормально развились — стали взрослыми деревьями и имеют на высоте груди 24—28 см. Несмотря на то, что в некоторых случаях раны на таких деревьях давно заросли, на коре сохранились шрамы. По этим шрамам можно легко распознавать места ранений.

Открытые раны служат долгое время воротами для инфекции. По данным Д. В. Соколова, подсоченные ели инфицированы обычно

¹ Указанное исследование мы провели совместно с аспирантом Карельского филиала АН СССР Н. И. Казимировым.

на 77—95%. Однако, по нашим исследованиям, для елового подроста эта величина не превышает 50%.

Из рассматриваемых повреждений наибольшее распространение имеют синева и бурая гниль. Кроме того, иногда встречается краснина и почернение древесины. Изредка у обломанных вершин наблюдается сухая сплошная гниль. Встречаемость указанных повреждений представлена в табл. 1.

Таблица 1

Встречаемость повреждений в зависимости от давности ранения

Давность ранения (лет)	Число пробных деревьев (пораженных)	Всего поврежденных гнилями и окрасками		В том числе по отдельным видам повреждений							
				синева		бурая гниль		прочие повреждения			
		количество	%	количество	%	количество	%	количество			
								краснина	почернение	сухая гниль	%
2	124	50	40 ¹	37	30	26	20	—	—	—	—
3	53	18	33	18	33	9	16	—	—	—	—
4	40	20	50	18	45	10	25	—	—	—	—
5	80	40	50	35	44	28	35	3	—	—	4
6	39	23	58	22	56	13	30	—	2	—	5
7	33	12	36	12	36	11	33	—	—	—	—
8	70	42	60	40	57	35	50	5	—	—	7
13	31	20	65	18	58	10	30	2	—	2	13
14	21	10	48	10	48	9	43	—	2	1	14
24	25	15	60	15	60	10	40	2	—	—	8
30	20	10	50	10	50	8	40	1	1	2	20
40	25	10	40	8	32	10	40	1	—	1	8
60	15	10	66	10	66	10	66	2	—	—	13
Всего	576	280									

В первые годы в зоне раны образуется синева, которая распространяется выше и ниже ранения на незначительное расстояние (1—3 см). Почернение древесины тоже не идет далеко вверх и вниз от раны. Краснина распространяется только в зоне открытой раны. Сухая гниль при обломанных и отмерших вершинах вызывается сапрофитными организмами и в живую часть ствола не заходит. Наибольшее значение при поранениях имеет бурая раневая гниль, которая иногда развивается почти по всей длине ствола, о чем будет сказано ниже. Встречаемость бурой гнили на пораненном еловом подросте, как видно из табл. 1, составляет в среднем 30—40% от общего числа пораненных деревьев.

¹ % деревьев, поврежденных гнилями и окрасками, исчислялся от общего количества пораненных деревьев.

По имеющимся данным (Соколов, 1947), на подсоченных елях побурение появляется на второй год после ранения. Мы наблюдали побурение на второй год лишь в единичных случаях и при том очень слабое. Обычно на пораненном еловом подросте заметное побурение появляется на третий-четвертый год после ранения; на пятый год гниль видна отчетливо. Распространяется она обычно в центральной части ствола.

Бурая гниль по своему типу относится к так называемой коррозионной. В первой стадии гниения твердость древесины сохраняется, меняется только ее цвет, она буреет. Во второй стадии гниения побурение принимает более интенсивную окраску и древесина несколько размягчается. В третьей стадии гнилая древесина распадается на пластинки по годичным слоям. На границе между гнилью и здоровой частью заболони часто появляется серая кайма.

Бурая гниль распространяется от раны вверх и вниз по стволу, иногда заходит в комлевую часть его и в корни, но на небольшое расстояние, не превышающее 20—30 см, при поверхностном расположении корней.

Мы предполагали, что раневая гниль вызывается комплексом грибов. С целью их определения в культуру были выделены грибы из прираневой древесины и из различных мест гнили (вверх и вниз от раны на 10—20—50 см). Выявленная таким образом микрофлора представлена в следующем списке.

Сумчатые грибы (класс Ascomycetes): *Ophlostoma pini* (Münch) H. et P. Syd., *Ophlostoma Coeruleum* (Münch) H. et P. Syd., *Ophlostoma Coerulescens* (Münch) Nannf., *Ophlostoma pluriannulatum* (Hedd) H. et P. Syd., *Ophlostoma imperfectum* Mill. et cernz., *Biatorella resinae* (Fr.) Mudd.

Базидиальные грибы (класс Basidiomycetes): *Stereum Sanguinolentum* (Alb. et Schw.) Fr., *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass., *Polyporus abietinus* (Fr.), *Fomes annosus* (Fr.) Cke., *Fomes pinicola* (Fr.).

Несовершенные грибы (класс Fungi imperfecti): *Verticillium latericium* Berk., *Verticillium glaucum* Bon., *Eidamia catanulata* Will., *Trichotecium roseum* Link., *Cytospora Kunzei* Sacc., *Alternaria* sp., *Demacium* sp., *Aspergillus* sp.

Наряду с грибами из гнилой древесины выделены бактерии двух групп, различающихся по цвету: светло-коричневые колонии и желтовато-белые колонии. Определение бактерий не производилось.

Синева в большинстве случаев вызывается грибами из рода *Ophlostoma*, краснина — грибом *Biatorella resinae*, черная окраска древесины вызывается различными несовершенными грибами.

В образовании бурой раневой гнили, как показали наши исследования, принимают участие несколько видов грибов. Ведущим из них, по-видимому, является *Stereum sanguinolentum*. Культура этого гриба очень часто выделялась из древесины, пораженной бурой гнилью; из 67 микологических анализов в 42 случаях получена культура этого гриба. Кроме того, во влажной камере получено плодоношение гриба *Peniophora gigantea*. Видимо, этот гриб также принимает участие в образовании бурой гнили. Другие грибы выделялись в культуру в единичных случаях.

Впервые факт образования раневой бурой гнили грибом *S. sanguinolentum* был установлен Д. В. Соколовым при исследовании подсоченных елей, о чем упоминалось выше. Мы определили этот гриб на

основании культуральных признаков, поэтому приводим описание культуры.

S. sanguinolentum в чистой культуре на агаризованном пивном сусле дает вначале очень тонкую паутинистую белую грибницу, нежную и рыхлую с неочерченным краем. Скорость роста за 10 суток при температуре 25° С — 3,5 см. Он не окрашивает среду, но в старых культурах иногда появляется бурое окрашивание искусственного субстрата. С течением времени грибница уплотняется и желтеет, местами принимает окраску разных тонов, от палевого до светло-коричневого, а иногда становится бурой. Гифы погруженного мицелия двух типов: одни — тонкие, диаметром 2 μ , сильно ветвящиеся, с очень редкими пряжками; другие — толстые, диаметром около 8 μ , ветвление редкое. Обычно они прямые, длинные. На этих гифах часто встречаются характерные мутовчаторасположенные пряжки в количестве от двух до четырех. Пряжки толстые, иногда такого же диаметра, как и гифы. От толстых гиф отходят тонкие, под прямым углом. Среди гиф погруженного мицелия, особенно в старых культурах, встречаются кристаллы. Гифы воздушного мицелия также двух типов, очень сходные с гифами погруженного мицелия; здесь также имеются гифы тонкие, без пряжек или с редко встречающимися пряжками и толстые сосудовидные гифы с мутовчаторасположенными пряжками.

Чтобы отчасти выяснить условия, необходимые для развития гнили внутри ствола дерева, мы пытались определить влажность древесины, создающуюся при продвижении гнили вдоль ствола и по диаметру. С этой целью при фитопатологическом анализе пробных деревьев с наличием бурой гнили отбирались соответствующие образцы древесины. Отбор производился следующим образом. По длине гнили выпиливались образцы из трех зон: 1) явно выраженная гниль, 2) место выклинивания гнили, 3) здоровая древесина вблизи гнили. Из каждой такой зоны бралось по два образца в пределах одной плоскости по вертикали. По диаметру гнили образцы выпиливались из шести зон: 1) здоровая древесина возле раны, 2) здоровая древесина со стороны раны рядом с гнилью, 3) гниль, 4) защитная кайма, 5) здоровая древесина рядом с каймой, 6) здоровая древесина заболони с противоположной стороны от раны.

Определение влажности произведено у 38 пробных деревьев, в том числе с отбором образцов только по длине гнили — у 28, по длине и диаметру — у 10 деревьев.

Как уже говорилось выше, бурая гниль развивается в основном в центральной части ствола, влажность которой у молодых деревьев в среднем 45—60%. Эти условия влажности допускают развитие бурой гнили. В начальной стадии развития гнили влажность гнилой древесины приблизительно равна влажности здоровой древесины. В последующих стадиях развития гнили влажность увеличивается. В первой стадии гнили влажность древесины 35—40%, во второй стадии — 50—55%, в третьей стадии — 70—90%. Увеличение влажности древесины при переходе гнили во вторую и третью стадии объясняется, очевидно, повышенной влагоемкостью гнилой древесины, а также самоувлажнением в результате жизнедеятельности гриба. В литературе указывается, что всякий процесс гниения является одновременно и источником самоувлажнения древесины (Миллер, 1932).

Изменение влажности при распространении гнили происходит также по диаметру. Из табл. 2 видно, что вблизи раны древесина подсохла.

В тех случаях, когда влажность древесины возле раны ниже 33—35%, гниль образуется на некотором расстоянии от раны, ближе к противоположной стороне ее. Это наблюдается в случае открытых незаросших ран. В тех случаях, когда рана закрыта, гниль развивается непосредственно под раной. Влажность древесины с гнилью в первой стадии 34%, во второй стадии — 62%, влажность каймы — 78%, здоровой древесины заболони рядом с каймой — 81%, заболони — 148%. Отсюда видно, что часть заболони, прилегающая к гнили, имеет пониженную влажность. Это объясняется, вероятно, свойством дерева, влиянием раны и участием гриба. По диаметру гниль распространяется значительно медленнее, чем по длине ствола.

Таким образом, влажность древесины, допускающая развитие раневой гнили, лежит в пределах 35—70%; она является благоприятной для развития гриба *S. sanguinolentum*. Биологию названного гриба особенно тщательно изучил в Швеции Е. Бьеркман (Björkman, 1946). Он показал, что для активного развития гриба требуется влажность субстрата 40—75%. Д. В. Соколов оптимальной влажностью для активного развития этого гриба считает 35—75%. Наши данные согласуются с предшествующими исследованиями.

Для развития *P. gigantea* требуется более высокая влажность. По данным Ф. И. Коперина (1946), развитие этого гриба начинается при влагосодержании древесины около 50%; даже влажность 250% не препятствует его жизнедеятельности.

На основании сказанного можно предполагать, что пионером в образовании бурой гнили является гриб *S. sanguinolentum*. В дальнейшем к этому грибу могут присоединяться *P. gigantea* и другие грибы. Несмотря на то, что влажность заболони с самого начала довольно высокая, допускающая развитие *P. gigantea*, последний там не поселяется; он развивается в уже отмершей древесине, если она сохранила высокую влажность или увлажнилась вторично.

Для развития грибов внутри ствола дерева, как известно, требуются не только определенные условия влажности. Необходимы также определенная температура субстрата и достаточная аэрация. С аэрацией, очевидно, особенно связана скорость продвижения гнили по длине ствола, так как обычно при скором зарастании раны, в случае если гниль успела образоваться, она ограничивается небольшим пространством и далее не распространяется. Кроме того, такая локализованная гниль не переходит первой стадии своего развития.

Вообще скорость распространения гнили по стволу связана со скоростью зарастания ран, шириной годичных слоев, а также с наличием крени. Мы наблюдали быстрое продвижение гнили по стволу с переходом в третью стадию только в тех случаях, когда рана не зарастала совсем или оставалась очень долгое время открытой. Так при открытой ране за 40 лет гниль достигала 3—5 м длины (вверх от раны), а за 14 лет — 1,5 м. Если же рана зарастала на четвертый-пятый годы после ранения, то гниль дальше первой стадии не развивалась и распространение ее по стволу ограничивалось длиной по 10—15 см вверх и вниз от раны. В большинстве случаев гниль развивается от раны вверх по стволу раза в полтора быстрее, чем вниз. В узкослойной древесине гниль бывает редко и ограничивается обычно первой стадией развития.

Кренивая древесина¹, как показали наши наблюдения, вообще не подвержена раневой гнили. По данным Н. П. Куликова (1935), кренивая древесина поглощает воду в среднем в 2,5 раза слабее, чем нормальная, и медленнее отдает воду при высыхании. Возможно, здесь одна из причин того, что гниль не развивается в зоне крени. Другая причина может быть в том, что в кренивой древесине слишком мало воздухоносных полостей.

В широкоствольной древесине раневая гниль развивается по длине ствола со скоростью 10 см в год, в узкоствольной древесине — в среднем 2 см в год или совсем не развивается. Быстрее гниль развивается в первые пять-семь лет после ранения, затем скорость продвижения ее по стволу уменьшается.

Для выяснения влияния ранений и раневой гнили на рост елового подроста мы провели измерения прироста елей в высоту. Учитывался прирост последнего года у елей здоровых, пораненных, но без гнили, и пораненных с наличием гнили. Сделано по 10—12 измерений для каждой категории в пределах одного срока рубки. Наблюдения велись в одинаковых условиях. Данные учета представлены в табл. 2.

Таблица 2

Прирост здорового и фаутного подроста (тип леса ельник-черничник, подрост одиночный, раны у фаутного не более $\frac{1}{4}$ окружности ствола)

Давность рубки в годах	Класс возраста подроста	Текущий прирост подроста по высоте (в см)		
		здорового	пораненного без гнили	пораненного с гнилью
2	III	1,5	2,0	1,5
3	II—III	1,5	1,5	2,0
4	III	4,0	3,0	4,5
5	II—III	4,5	4,0	4,0
6	III	7,0	5,5	6,0
7	III	7,0	8,0	10,0
8	II	24,0	—	24,0
13	III—IV	15,0	17,0	15,0
14	III	10,0	18,0	5,0
22	IV	30,0	30,0	35,0
24	IV	23,0	18,0	21,0
30	IV	15,0	—	17,0
40	V	23,0	15,0	20,0
60	VI	5,0	7,0	5,0

Из данных табл. 2 видно, что ранения и раневая гниль не влияют на прирост ели. Раневая гниль, как указывалось выше, распростра-

¹ При крени, как известно, происходит ненормальное утолщение летней части годовичных слоев по одну сторону от сердцевины и резкое повышение их твердости

няется в центральной части ствола (в спелой древесине), которая на физиологические процессы дерева не оказывает существенного влияния; отсюда понятно, что раневая гниль не сказывается на приросте. Мы встречали иногда молодые деревья с сильно развитой раневой гнилью на протяжении почти всего стволика, тем не менее их прирост в высоту за последний год был нормальным (30—50 см). Раны шириной даже в половину окружности ствола не оказывают заметного влияния на прирост дерева в высоту.

На прирост подроста ели в первые годы после рубки материнского древостоя влияет другой, более сильный фактор — изменение среды. Подрост приспосабливается к новым условиям существования и болезненно переживает этот период в течение пяти-семи лет. В дальнейшем подрост начинает оправляться и увеличивает прирост в высоту.

Ранения и особенно раневая гниль приводят деревья к фаутности. Гниль, как было указано, заходит на значительное расстояние вверх и вниз от раны, распространяясь в нижней и средней частях ствола. Здоровой остается верхняя часть ствола, из которой не могут быть получены крупные сортименты. Сортность древесины понижается в зависимости от размеров поражения.

Раны, даже когда они не сопровождаются последующим загниванием стволов, часто понижают сортность древесины, так как при ранении повреждается камбиальный слой, на этом участке прекращается прирост дерева по диаметру, а рана затягивается наплывами с боков. Зарастание длится значительное время в зависимости от величины раны. Следствием этого является прорость закрытая¹, если рана заросла, и открытая, если рана не заросла. Такая древесина является не полноценной, так как нарушается ее целостность.

Чтобы избежать указанных явлений, следует бережно относиться к подросту во время лесозаготовок, избегать ранений его. Легче сохранить подрост, если он расположен группами. Но даже и одиночно стоящий подрост можно сохранить, если не полностью, то хотя бы деревца хорошего роста. Для этого требуется прежде всего повышение общей культуры лесозаготовок. На лесозаготовителей необходимо возложить обязанность сохранять подрост и предъявлять соответствующие взыскания за нарушения.

ВЫВОДЫ

1. Пораненный при лесозаготовках еловый подрост на концентрированных вырубках в Карелии составляет при тракторной трелевке 25—30%, при конной — 7—10% от общего количества оставшегося на лесосеке подроста.

2. Следствием ранений являются раневая гниль и ненормальные окраски древесины. В среднем количество пораженного подроста составляет 45—50%, в том числе пораженного только раневой гнилью — 30—35% от общего количества пораненного подроста.

3. Узкослойная древесина подвержена раневой гнили в редких случаях, крелевая древесина совсем не поражается гнилью.

4. В образовании раневой гнили принимают участие несколько грибов, но главным из них является *Stereum sanguinolentum* (Alb. et Schw.) Fr.; реже к нему присоединяется *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass.

¹ Прорость — омертвевшая в результате наружных повреждений древесина или кора, заросшая полностью или частично (ГОСТ 2140—43).

5. Влажность древесины, необходимая для развития раневой гнили, лежит в пределах 35—70%, поэтому такая гниль возникает и развивается в зоне перехода от заболони к спелой древесине или в молодых слоях спелой древесины.

6. Скорость продвижения гнили по стволу составляет 2—10 см в год в зависимости от условий воздухообмена пораженного участка.

7. Ранения и раневая гниль елового подроста приводят в будущем к фауту древесины. Степень фаутности зависит от величины раны и скорости ее зарастания. Особенно опасны здесь большие раны, более $\frac{1}{8}$ окружности ствола.

8. Небольшие ранения, не превышающие по ширине $\frac{1}{4}$ окружности ствола, а также возникающая при этом раневая гниль не влияют на прирост елового подроста в высоту.

ЛИТЕРАТУРА

Вакин А. Т. Сердцевинная гниль ели в дачах Ржевского лесничества Тверской губернии. Изв. Ленинград. лесн. ин-та, вып. XXXV, 1927.

Вакин А. Т. Руководство по хранению круглого леса хвойных пород. Гослестехиздат, 1939.

Ванин С. И. Лесная фитопатология. Гослесбуиздат, 1948.

Ванин С. И. Методы исследования грибных болезней леса и повреждений древесины. Гослестехиздат, 1934.

Гартиг Р. Болезни деревьев. 1894.

Коперин Ф. И. О влиянии влажности древесины на ее поражаемость грибами. Сборник научно-исслед. работ Архангельского лесотехнического ин-та им. В. В. Куйбышева, вып. 8, 1946.

Куликов Н. П. Крень дерева и ее влияние на качество древесины. Тр. Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова, № 6 (44), 1935.

Миллер В. В. Вопросы биологии и диагностики домовых грибов. Гослестехиздат, 1932.

Миллер В. В. Биржевые грибы и влияние их на качество древесины хвойных пород. Механическая обработка древесины, 1936, № 8.

Соколов Д. В. Повреждение ели при поранениях и их влияние на качество древесины. Рукописные фонды Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова, 1947.

Франк А. Болезни растений. Книжки хозяина. СПб, № 8, 1900.

Björkman E. Om langringsröta i massavedgården och dess törbyggande — Medd. Skogsforsknings.— instit. Stockholm, Bd. XXXV, № 1, 1946, pp. 174.

Г. Е. ПЯТЕЦКИЙ

ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА СПЛОШНЫХ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Исследования по данному вопросу в Карелии проводились в 1955—1957 годах на территории Виданского лесничества Петрозаводского лесхоза. В геоморфологическом отношении район работ представляет собою холмистую равнину, рельеф которой обусловлен в основном формами ледниковой аккумуляции в виде конечных морен, друмлинов и озоров. Объектами наблюдений были избраны ельники-долгомошники и ельники-черничники, расположенные по склонам всхолмлений, а также в равнинных условиях рельефа.

Стационарные наблюдения в ельнике-черничнике по склонам всхолмлений проводились под пологом леса и на вырубках 1—3, 7—9 и 25—27-летней давности. Опытный участок леса представляет собою семенную куртину площадью 1,5 га, состав — 7ЕЗБ+С, VII класса возраста; сомкнутость крон — 0,7—0,8, бонитет — III. Участок расположен в верхней части склона. Экспозиция ЮВ — 3—5°; мезорельеф ясно выражен. Почва подзолистая, железисто-гумусовая, супесчаная на супесчаной морене, хорошо дренированная¹. К этому участку непосредственно примыкает с восточной стороны 1—3-летняя рубка. Вырубка 7—9 лет расположена на слегка волнистой возвышенности с уклоном 3—4°. Почва подзолистая, железистая, супесчаная на легкосуглинистой валунной морене. Возобновление произошло со сменой пород. Хвойных (сосна, ель) имеется всего 0,8 тыс. экз., лиственных же (преимущественно береза) — 8,04 тыс. экз. на 1 га. Ель предварительного возобновления, сосна — последующего. Вырубка 25—27 лет покрыта лиственным молодняком, состав его 8Б20с, сомкнутость крон 0,9—1,0, средняя высота 11 м. Второй ярус представлен еловым подростом до 5 тыс. экз. на 1 га, средняя высота его 3 м. Молодняк расположен на склоне холма с уклоном на северо-восток. Почва хорошо дренированная, подзолистая, железистая, супесчаная на легком валунном суглинке.

В равнинном ельнике-черничнике наблюдения велись в лесу, на непосредственно примыкающей к нему заболачивающейся 7-летней рубке и в елово-лиственном молодняке (вырубка 25 лет). Древостой

¹ Морфологическое описание почв опытных участков производилось совместно с почвоведом аспирантом Карельского филиала АН СССР Р. М. Морозовой.

VI класса возраста имеет состав 7Е2В1С, сомкнутость крон 0,8, бонитет IV. Почва подзолистая, супесчаная на валунном плотном легком суглинке. Заболачивающаяся 7-летняя рубка расположена в той же части рельефа. Почва торфянисто-подзолистая, мощность торфянистого горизонта до 10 см, в лесу мощность подстилки 5—6 см. Возобновление леса произошло в основном березой. Ель предварительного возобновления, 0,22 тыс. экз. на га; лиственных до 25 тыс. экз. на га, возраст 3—7 лет. Елово-лиственный молодняк 25 лет непосредственно примыкает к участку спелого леса. Состав его 6ЕЗВ1Ос, сомкнутость крон 0,8—0,9, средняя высота 11 м; ель из подроста предварительного возобновления. Рельеф ровный, почва подзолистая. Заболачивания почвы нет. Исследования на этих участках проводились лишь в 1955 году. В дальнейшем участки подверглись сплошному палу, и наблюдения на них были прекращены.

В ельнике-черничнике по ровному рельефу наблюдения велись также в лесу и на 9—11-летней заболачивающейся рубке. Оба участка непосредственно примыкают один к другому. Рельеф ровный, почва подзолистая, гумусово-железистая, песчаная; с глубины 45—60 см начинается плотная безвалунная тяжелосуглинистая материнская порода. Состав древостоя 6ЕЗС1В, IV класс возраста, сомкнутость крон 0,8, бонитет IV. На рубке возобновление леса произошло со сменой хвойных пород лиственными, преимущественно березой. Сосна предварительного и последующего возобновления имела возраст 5—15 лет в количестве 1,1 тыс. экз. на га; ель — предварительного возобновления, 0,85 тыс. экз. на га; лиственных имелось 30,2 тыс. экз. на га, возраст их 2—10 лет.

В ельнике-долгомошнике исследования проводились на рубках 1—3, 7—9, 25, 40—45, 65—70 лет и под пологом леса. Рубки 7—9, 25, 65—70 лет и участок спелого леса непосредственно примыкают друг к другу. Рельеф здесь равнинный, слегка пониженный, почва торфянистая, сильноподзолистая, различной степени оглеенности, супесчаная на плотном моренном валунном легком суглинке. Рубки 1—3 и 40—45 лет расположены в некотором удалении от указанных опытных участков и характеризуются равнинным, слабо пониженным рельефом. Почва торфянисто-сильноподзолисто-глеевая, супесчаная на плотном валунном легком суглинке. Древостой имеет состав 6ЕЗС1В, VIII класс возраста; сомкнутость крон 0,5—0,6; бонитет V. На 7—9-летней рубке лесовозобновление произошло в основном лиственными породами (39 тыс. экз. на га, возраст 3—9 лет; хвойных всего 0,3 тыс. экз. на га). Ель предварительного возобновления. Рубка 25 лет покрыта молодняком 3ЕЗС4В, средняя высота около 5 м, сомкнутость крон 0,5—0,6. Елово-березовый древостой на рубке 40—45 лет характеризуется составом 8Е2В + Ос + С; сомкнутость крон его 0,4—0,7. Ель предварительного возобновления. Средневозрастный ельник (рубка 65—70 лет) имеет состав 8Е2В + С; средняя высота 13 м, сомкнутость крон 0,6—0,7.

Стационарные наблюдения производились также и на неудовлетворительно облесившейся заболоченной рубке 25 лет. Почва здесь торфяно-подзолисто-глеевая, положение пониженное, рельеф ровный. Возобновление леса представлено всего 1,95 тыс. экз. на га, из них лиственных 1,3 тыс. экз.

В ельниках-долгомошниках после рубки древостоя в первые два десятилетия идет нарастание торфянистого горизонта, в дальнейшем

при удовлетворительном возобновлении леса на вырубках мощность его уменьшается. Так, в перестойном лесу толщина торфянистого слоя равнялась 12—13 см, на 7-летней вырубке — 18 см, на 25-летней — 18—20 см, в древостое 40—45 лет — 13—15 см и в средневозрастном ельнике — 11—13 см. При неудовлетворительном лесовозобновлении или его отсутствии уже через 25 лет образуется торфяной горизонт до 35 см.

После рубки леса в наземном покрове происходят значительные изменения. В ельнике-черничнике на вырубках черника и зеленые мхи почти полностью отмирают. На их месте появляются светолюбивые растения: в одних условиях злаки, в других — кукушкин лен и сфагнум. На сплошных вырубках при ровном рельефе кукушкин лен покрывает почти всю площадь, а по микропонижениям появляется сфагнум, мощность мохового покрова достигает 20—25 см. На вырубках по склонам всхолмлений в наземном покрове преобладают злаки, удерживается брусника, редко встречается кукушкин лен, сплошного задернения почвы не наблюдается. В ельнике-долгомощнике после рубки древостоя в видовом составе наземного покрова происходят незначительные изменения; на вырубках сильно разрастается кукушкин лен и сфагнум, мощность мохового покрова достигает 35 см.

На указанных объектах изучались физические свойства почвы, промерзание и оттаивание ее, осадки, динамика влажности почвы и почвенно-грунтовые воды. Все эти элементы, от которых зависит водный режим почвы, после рубки древостоя претерпевают значительные изменения.

Исследования физических свойств почв производились до глубины 80—90 см. Объемный вес и влагоемкость определялись буром Ленинградской лесотехнической академии с объемом 250 см³ и высотой 5,5 см. Повторность определений была для верхних горизонтов (A₀, A₂, B₁) 8—10-кратная, для нижних горизонтов почвы (B₂, BC, C) — 5—6-кратная. Водопроницаемость для горизонтов A, B₁ определялась методом восстановления уровня воды в скважинах после ее откачки, для нижних горизонтов — методом Болдырева. Количество зимних осадков устанавливалось путем снегомерных съемок, измерялись высота и плотность снега. Летние осадки учитывались при помощи дождемеров, в лесу устанавливалось пять, на вырубке три дождемера. Наблюдения за влажностью почвы проводились по генетическим горизонтам одновременно в лесу и на вырубках до глубины 90 см через каждые две недели. Повторность для верхних горизонтов была 6—8-кратная, для нижних — 4—5-кратная. Влажность вычислялась абсолютная (в % от веса сухой почвы) и относительная (в % от полной влагоемкости); запас влаги определялся в 90 см слое почвы (в мм). Для наблюдений за почвенно-грунтовыми водами на каждой пробной площади было установлено 2—3 колодца до глубины 150—170 см, вокруг каждого колодца было сделано две-три скважины глубиной 50—70 см. Наблюдения производились через каждые пять дней, зимой — через 10 дней.

При изучении физических свойств почв определялась скважность (общая, капиллярная и некапиллярная), водопроницаемость, объемный и удельный вес. Исследования показали, что зона заметного изменения физических свойств почв вырубок простирается до глубины 50—60 см. Подобные данные были получены Маляновым для Московской области (1938, 1939).

Скважность почвы уменьшается от верхних горизонтов к нижним. Для горизонта С, как правило, скважность почвы не выходит за пределы выше 34%, особенно низкая в ельнике-долгомошнике (27,5—32%), что обусловливается наличием здесь оглеения почвы. Обычно в оглеенных суглинистых и глинистых горизонтах, по данным Роде (1955), порозность понижается до 25—30%. В этом горизонте общая скважность примерно равна капиллярному насыщению почвы. После рубки леса скважность почвы изменяется лишь в верхних горизонтах (A_0 , A_2 , В). Изменение скважности почвы на вырубке находится в зависимости от переувлажнения почвы.

На вырубках, подверженных заболачиванию, происходит уменьшение общей скважности почвы главным образом за счет некапиллярной. Это более резко выражено в ельнике-черничнике, а в ельнике-долгомошнике она изменяется незначительно. На заболачивающейся 7—8-летней вырубке в ельнике-черничнике по ровному рельефу в сравнении с лесом некапиллярная скважность почвы уменьшилась в три с лишним раза. То же наблюдается и на 10-летней заболачивающейся вырубке на песчаной почве по ровному рельефу. На 7—8-летней вырубке по всхолмлениям, где заболачивания почвы не происходит, скважность почвы очень высокая и в дальнейшем она не понижается. Общая скважность почвы на этой вырубке такая же, как в березовом молодняке, но в последнем некапиллярная скважность выше, что объясняется рыхлящим действием корневой березы.

В связи с ростом леса идет восстановление скважности почвы в основном за счет некапиллярной. К периоду полного разболачивания вырубке (ельник-черничник 25—28 лет) или к периоду затухания процесса заболачивания (средневозрастный ельник-долгомошник) как общая, так и некапиллярная скважность становятся даже несколько больше, чем в спелом древостое до рубки леса.

Исследования водопроницаемости показывают, что нижние горизонты почвы, особенно суглинистые и глинистые, отличаются слабой водопроницаемостью, что показывает на их большую уплотненность. Так, супесчаная подпочва имела коэффициент фильтрации 0,0053—0,0067 см/сек , суглинистая — 0,000011—0,0000097 и глинистая — 0,00000035. Верхние песчаные и супесчаные горизонты (А, В) имеют водопроницаемость 0,010—0,039 см/сек . После рубки леса происходит некоторое уменьшение водопроницаемости верхних горизонтов почвы мощностью до 50—60 см. На низкую водопроницаемость суглинистой подпочвы указывает и тот факт, что при глубине грунтовой воды ниже 70—100 см после откачки воды из колодцев уровень ее не восстанавливается. Вода в колодцах стоит, как в сосудах, и колодцы показывают ложный уровень воды.

Просачиванию воды в подстилающие породы, возможно, препятствует в некоторой мере присутствие заземленного воздуха в почве, наличие которого неоднократно наблюдалось при определении влажности почвы. Это явление хорошо прослеживалось в ельнике-долгомошнике летом 1956 года. Причиной заземления воздуха в нижних горизонтах почвы являлось сильное просушивание почвы летом 1955 года, глубокое понижение почвенно-грунтовых вод в зиму 1955—1956 годов и последующее весеннее обильное поступление влаги в почву. В результате этого в ельнике-долгомошнике, в нижних горизонтах почвы, от 21 до 47% общей порозности было занято воздухом.

Наблюдения за снежным покровом в зимы 1955—1956 и 1956—1957 годов показали наибольшую мощность снега на вырубке. В молодняках мощность снега больше, чем в спелом лесу, и примерно равна мощности его на вырубке. В еловом лесу мощность снега на 15—43% меньше, чем на вырубке.

Снежный покров распределяется в лесу крайне неравномерно, особенно в еловых молодняках. Так, в марте 1956 года в молодняке ельника-долгомошника мощность снега в „окне“ была 115 см, под кроной—35 см. Количество снега, проникающего под полог леса, изменяется в зависимости от характера древостоев, их состава, возраста и сомкнутости. Например, если принять количество осадков, выпадающих на почву в березняке-черничнике 25—26 лет, за 100% (по запасу воды в снеге), то за два года наблюдений ельник-черничник 140 лет с сомкнутостью крон 0,7—0,8 задержал осадков 33%, ельник-черничник с примесью сосны 80 лет с сомкнутостью 0,8—31%, ельник-долгомошник 160 лет с сомкнутостью 0,5—0,6—19%, средневозрастный еловый древостой с сомкнутостью крон 0,7—0,8—28%.

Наблюдения за жидкими осадками показывают, что на вырубку их выпадает на 39—44% больше, чем в лесу (табл. 1).

Таблица 1

Количество осадков, задержанных пологом древостоев¹

Характеристика участка	Год наблюдений	Задержано осадков						в среднем	
		по месяцам					%	мм	
		VI	VII	VIII	IX	X			
Молодняк-березняк-черничник 25—26 лет, сомкнутость 0,9—1,0, с еловым подростом	1955	—	44,7	27,4	20,2	18,0	21,6	37,5	
	1956	21,1	21,0	22,9	43,9	28,5	24,8	71,3	
	средн.	21,1	32,8	25,1	32,0	23,2	23,2	54,4	
Ельник-черничник 140 лет, сомкнутость 0,7—0,8	1955	—	—	—	39,3	45,3	43,1	48,2	
	1956	26,7	36,3	33,9	36,5	35,3	35,3	122,2	
	средн.	26,7	36,3	33,9	37,9	40,3	39,2	120,7	
Ельник-долгомошник 40—45 лет, сомкнутость 0,5—0,6	1955	—	—	—	30,6	34,2	33,2	30,8	
	1956	20,4	34,0	32,8	22,0	33,1	31,0	105,7	
	средн.	20,4	34,0	32,8	26,3	33,6	32,1	124,3	
Ельник-кисличник 160 лет, сомкнутость 0,8—0,9	1955	—	67,1	78,2	51,0	40,9	49,7	89,6	
	1956	37,7	32,9	45,7	45,0	36,0	39,0	113,0	
	средн.	37,7	50,0	62,0	48,0	38,4	44,4	101,3	

В целом за время наблюдений на вырубку выпадало на 120 мм жидких и на 50 мм твердых осадков больше, чем на почву в лесу ельника-черничника 140 лет с сомкнутостью крон 0,7—0,8, что

¹ За 100% принимается количество осадков, выпавших на однолетней вырубке.

составляет 30% от годового количества осадков. Таким образом, одной из причин заболачивания сплошных вырубок является большее количество поступающих в почву осадков.

Промерзание и оттаивание почвы оказывает большое влияние на изменение ее физических свойств, на их гидрологический и тепловой режимы, а следовательно, и на рост леса. Наши наблюдения за промерзанием почв показывают, что оно сильно меняется как по годам, в зависимости от метеорологических условий, так и от характера растительности, и, главным образом, от мощности снежного покрова. Чем меньше мощность снежного покрова, тем глубже промерзает почва. В зиму 1955—1956 годов промерзание почвы было значительно больше, чем в зиму 1956—1957 годов. Температура воздуха в эту зиму опускалась ниже -44° , сумма отрицательных температур за октябрь—апрель была равна 1880° , тогда как в зиму 1956—1957 годов сумма отрицательных температур за этот же период составляла только 1017° . Кроме того, мощность снежного покрова в зиму 1956—1957 годов была больше.

В еловом лесу в 1955—1956 годах, особенно под кронами, почва промерзала в 2—3 раза глубже, чем на сплошной концентрированной вырубке. В 1956—1957 годах на вырубке почва всю зиму оставалась талой, под лесом промерзание было значительным. В березовом

Таблица 2

Глубина промерзания почвы (март) в см

Характеристика промерзания почвы	Ельник-черничник (почва супесчаная)				Ельник-долгомошник				Ельник-черничник (почва песчаная)		Вырубка в ельнике-долгомошнике 10-11 лет, почва песчаная
	древостой, сомкнутость 0,7—0,8	вырубка		березовый молодняк, сомкнутость 0,9—1	древостой, сомкнутость 0,5—0,6	вырубка 1—2 лет еловый молодняк, сомкнутость 0,5—0,6	средневозрастной ельник, сомкнутость 0,7	древостой, сомкнутость 0,8	вырубка 10-11 лет		
956 г.											
Среднее промерзание	50	26	29	28	40	25	42	54	35	18	21
Мощность снега	43	60	51	56	48	65	60	40	43	59	58
Максимальное промерзание под кронами и на вырубке	65	30	38	45	62	33	70	65	61	28	31
1957 г.											
Среднее промерзание	9	0	0	0	15	0	20		10	0	0—6
Мощность снега	45	80	64	79	60	86	74		50	81	64
Максимальное промерзание под кронами и на вырубке	25	0	0	15	27	10	45	—	27	7	0

молодняке почва промерзала примерно так же, как на сплошной вырубке из-под ельника-черничника. В еловом древостое промерзание почвы было крайне неравномерным, максимальное — под кронами, где наблюдалась наименьшая мощность снега. В еловых молодняках почва промерзала больше, чем в спелом лесу. Основной причиной большего промерзания почвы в лесу, по сравнению со сплошной концентрированной вырубкой, следует считать меньшую мощность снега (табл. 2).

Приведенные результаты наблюдений находятся в соответствии с данными Х. А. Писарькова, П. И. Давыдова (1954, 1956), полученными в Ленинградской области, но противоречат общепринятому представлению о большем промерзании почвы на безлесных участках (поле) по сравнению с промерзанием почв в лесу, сложившемуся на основании изучения этого вопроса многими исследователями (Н. А. Качинский, 1927; М. И. Сахаров, 1938, 1945; Н. И. Костюкевич и П. Д. Червяков, 1940; И. С. Васильев, 1950; А. А. Молчанов, 1952 и др.). О том, что почва в лесу в большинстве случаев промерзает на значительно меньшую глубину, чем в поле, указывается и в учебнике проф. М. Е. Ткаченко „Общее лесоводство“.

Однако в различных древостоях и при разной мощности снегового покрова промерзание почвы происходит не одинаково. Так, например, по наблюдениям А. В. Савиной (1949), в неизреженном древостое при глубине снега 30 см почва промерзла на 26 см; на участке, пройденном рубкой ухода, с вырубкой четверти запаса, мощность снега составляла 40 см, почва промерзла на 20 см, а при выборке половины запаса мощность снега была 62 см, промерзание почвы лишь 1 см. Аналогичные данные получены в Швеции (Ronge, 1928): в изреженном древостое, с 1,9 тыс. деревьев на га, при глубине снега 85 см почва промерзала в 2,5 раза меньше, чем в более густом ельнике с количеством деревьев 12 тыс. на га, где мощность снега составляла лишь 30 см. В малоснежные зимы промерзание почвы с большей изреженностью древостоя, наоборот, увеличивается (А. А. Молчанов, 1953).

По американским данным (Д. Китредж, 1951), трехлетними наблюдениями установлено среднее максимальное промерзание почвы в открытом поле на глубину 38,1 см, под листовенными породами — на 12,7 см, под елью на равнине — на 39,9 см, а под елью на болотистой почве — на 48,3 см. Эта разница объяснялась исследователем разной мощностью снегового покрова. В еловых лесах почва не только промерзала на большую глубину, но и полное оттаивание ее было зарегистрировано под елью на равнине в среднем на 26 дней, а на болоте на 55 дней позднее, чем на открытой местности. На большую защитную роль снега, умеряющую промерзание почвы, указывают многие исследователи.

Таким образом, мощность снегового покрова является одним из главных факторов, обуславливающих (вместе с температурами) различное промерзание почвы. При наступлении значительных морозов до выпадения снега или при небольшом снеговом покрове, как это нередко бывает, промерзание почвы на открытых местах может быть гораздо большим, чем под пологом леса.

Следует также указать, что у многих исследователей, установивших меньшее промерзание почвы в лесу по сравнению с открытыми местами, в качестве открытых объектов наблюдений послужили не

вырубки, а поля. На полях же мощность снегового покрова в связи с выдуванием ветром гораздо меньше, чем на вырубках, где различные остатки древесной растительности, валеж, травянокустарничковый и моховой покровы, а также вновь возникающая поросль препятствуют сдуванию снега и сами утепляют почву. Кроме того, в лесу защищает почву от глубокого промерзания подстилка, которой нет на полях (М. И. Сахаров, 1938; А. И. Летковский, 1939). Наши исследования в этом отношении показывают, что на одной и той же вырубке при отсутствии подстилки (выгорела), но при одинаковой мощности снега почва промерзает в 1,5 раза глубже. По американским данным (Мак-Кинни, 1929), в 28-летних посадках красной сосны в Коннектикуте (США) лесная подстилка задержала промерзание почвы с 3 декабря до 4 января и понизила максимальную глубину промерзания с 20 до 15 см. Глубина промерзания почвы в поле увеличивается также в связи с большей плотностью здесь снега по сравнению с лесом и вырубками.

В условиях южной Карелии в 1955—1956 годах почва промерзла в поле в 3—5 раз глубже (90 см), чем на вырубке, и значительно глубже, чем в лесу (табл. 2), а в 1956—1957 годах на вырубке промерзания почвы не было, в поле же почва промерзла на 53 см. Снежный покров в поле был в 1,5—2 раза меньше, чем на вырубке, и значительно меньше, чем в лесу. Плотность снега в поле была несколько больше. Следовательно, различное соотношение глубины промерзания почвы в лесу, на вырубках и в поле объясняется разной мощностью снега, разной его плотностью, наличием или отсутствием подстилки и другого почвенного покрова. Важную роль здесь играет также влажность почвы (Р. Н. Оболенский, 1944; М. И. Сахаров, 1938). Чем выше влажность почвы, тем промерзание почвы меньше, так как при замерзании влажная почва выделяет большое количество скрытой теплоты. На вырубках же влажность почвы выше, чем под лесом.

Промерзание почвы в зимы 1955—1956 и 1956—1957 годов шло как на вырубке, так и в лесу под снегом до марта. Максимальное промерзание наблюдалось в 1956 году в конце второй декады марта, в 1957 году в конце марта. В 1956 году оттаивание почвы снизу началось еще до схода снега, но происходило очень медленно. На вырубке оно было отмечено в начале апреля, в лесу 20—25 апреля. В ельнике-долгомошнике оттаивание почвы снизу началось лишь в начале мая. Оттаивание почвы сверху в лесу и на вырубке в эту зиму началось после схода снега.

На скорость оттаивания почвы большое влияние оказывают моховой покров и лесная подстилка. Так, в 1956 году почва полностью оттаяла на вырубке из-под ельника-черничника к первому июня, на вырубке из-под ельника-долгомошника — к 10 июня. На необлесившейся вырубке в ельнике-долгомошнике с мощным торфянистым слоем и моховым покровом мерзлота сохранялась до конца июня. В ельнике-черничнике почва полностью оттаяла к 21 июня, в перестойном ельнике-долгомошнике — 23 июля, а в молодняке ельника-долгомошника — 11 августа. Таким образом, в лесу, особенно в ельнике-долгомошнике, почва оттаивала на 14—64 дня позднее, чем на вырубках. В лесу почва первоначально оттаивала между кронами, а под кронами мерзлота оставалась в виде линз разной величины. Почва в ельнике-черничнике оттаивала раньше, чем в ельнике-долгомошнике.

В 1956 году снег сошел на вырубке 3—6 мая, в спелом лесу — 15—17 мая, в березовом молодняке — 10 мая. Следовательно, в лесу снег исчез на две недели позже, чем на вырубке.

В 1957 году оттаивание почвы в лесу началось снизу в начале апреля, т. е. почти на месяц раньше, чем в 1956 году. Оттаивание почвы сверху началось после схода снега. В зиму 1956—1957 годов снег начал таять в конце марта. Снежный покров на вырубке исчез 3—5 мая, в лесу — 12—15 мая. Как в 1956 году, так и в 1957 году снег на вырубке и в лесу начал таять одновременно, но на вырубке более интенсивно. Оттаивание почвы сверху после схода снега привело к тому, что часть талых вод на вырубках из-под ельника-черничника по всхолмлениям стекала по поверхности почвы в понижения

или застаивалась на поверхности вследствие водонепроницаемости мерзлой почвы (Н. А. Качинский, 1927; Шалабанов, 1903 и др.). Влажность мерзлой почвы в этот период была выше полной влагоемкости.

Одним из главных факторов, обуславливающих режим влажности почвы и динамику почвенно-грунтовых вод, являются метеорологические условия. Годы, в течение которых велись наблюдения над водным режимом почв вырубок и леса, в метеорологическом отношении заметно отличались друг от друга и от средних многолетних. Летние температуры воздуха в 1955 году, кроме июня, были значительно выше, чем в 1956 году, а среднемесячные в августе, сентябре и октябре — выше средних многолетних. Высокие температуры воздуха и малое количество осадков (107 мм за VI—IX месяцы) привело к сильному просыханию почвы в 1955 году. В 1956 году среднемесячные летние температуры, кроме июня, были ниже, чем в 1955 году, и ниже средних многолетних. Сумма осадков за этот же период (240 мм) выше средней многолетней. В связи с этим почва на протяжении лета была переувлажнена, особенно в ельнике-долгомошнике.

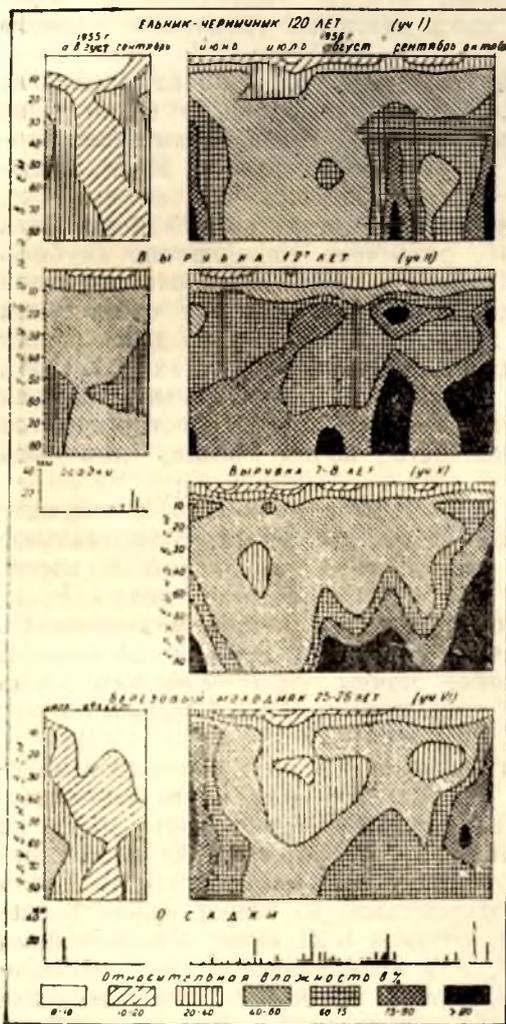


Рис. 1. Влажность почвы в ельнике-черничнике и на сплошных вырубках разных лет рубки на песчаной почве по всхолмлениям

Общей закономерностью для ельников-черничников по всхолмлениям на супесчаной почве является резкое повышение влажности почвы по всему профилю в первый же год после рубки леса. Периодическое избыточное увлажнение имеет место лишь в нижних горизонтах почвы (рис. 1). По мере возобновления и роста молодого леса идет иссушение почвы. Влажность ее на 7—8-летней вырубке уже примерно равна влажности в лесу, а в березовом молодняке (вырубка 25—26 лет) почва в вегетационный период иссушается сильнее, чем в спелом древостое, несмотря на то, что в березняке на почву выпадает годовых осадков на 20% больше. В равнинном ельнике-черничнике влажность песчаной и супесчаной почвы на 7—10-летней вырубке (рис. 2) значительно выше, чем в древостое. В этих условиях происходит заболачивание. Но, как показывают наши наблюдения, к 25—28 годам при наличии хорошего возобновления леса процесс заболачивания полностью прекращается.

За период с 1 июня по 15 октября 1956 года средний запас влаги в 90-сантиметровом слое почвы в ельнике-черничнике по всхолмлениям был равен: в лесу—230 мм, на 2-летней вырубке—302 мм, на 8-летней—237 мм и на 26-летней вырубке (березовый молодняк, сомкнутость полога 0,9—1,0)—214 мм. В то же время на заболачивающейся 7—10-летней вырубке из-под равнинного ельника-черничника запас влаги в почве был значительно больше, чем в древостое (на 57 мм). Запас влаги в почве равнинного ельника был больше (на 45 мм), чем в ельнике по склонам всхолмлений.

Для ельника-долгомошника характерно избыточное увлажнение почвы под пологом леса. Вырубка древостоя приводит к резкому усилению процесса заболачивания. На 1—2-летней и 7—8-летней вырубках влажность почвы больше, чем в лесу. Причем на 7—8-летней вырубке она больше, чем на 1—2-летней вырубке (рис. 3). Средний запас

запас влаги в почве в 90-сантиметровом слое за период с 1 июня по 15 октября 1956 года был: в перестойном лесу—284 мм, на 2-летней вырубке—344 мм, а на 8-летней—390 мм. Таким образом, на 7—8-летней вырубке влияние молодняка (40 тыс. экз. на га) на влажность почвы еще незначительно. Но через 25—26 лет после рубки

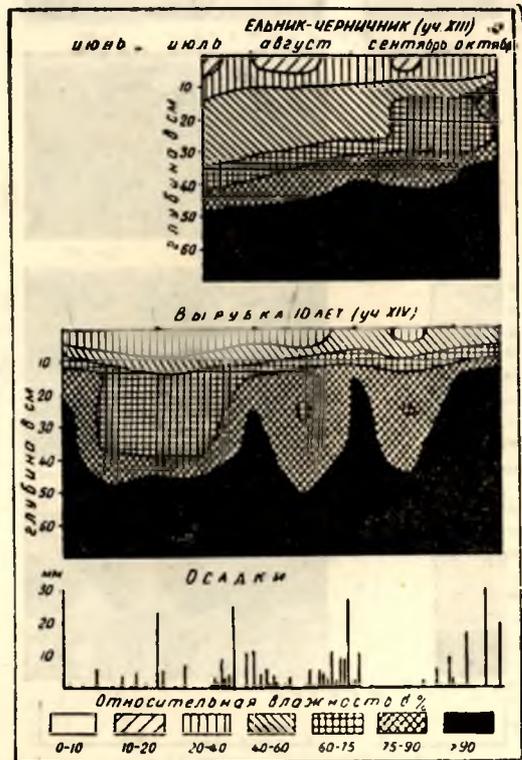


Рис. 2. Влажность почвы в равнинном ельнике-черничнике и на 10-летней вырубке на песчаной почве (1956 г.).

древостоя в сосново-елово-березовом молодняке влажность почвы меньше, чем на 1—2-летней вырубке. В ельнике на вырубке 40—45-летней давности влажность почвы еще несколько выше, чем в спелом лесу, хотя почва в верхних горизонтах иссушается сильнее. Средний запас влаги здесь равен 310 мм, т. е. несколько выше, чем в перестойном лесу (284 мм). В средневозрастном ельнике почва иссушается даже больше, чем под перестойным древостоем. Таким образом, в ельнике-долгомошнике после рубки древостоя происходит усиление процесса заболачивания, но по мере роста молодняка этот процесс замедляется и в средневозрастном ельнике (65—70 лет) прекращается.

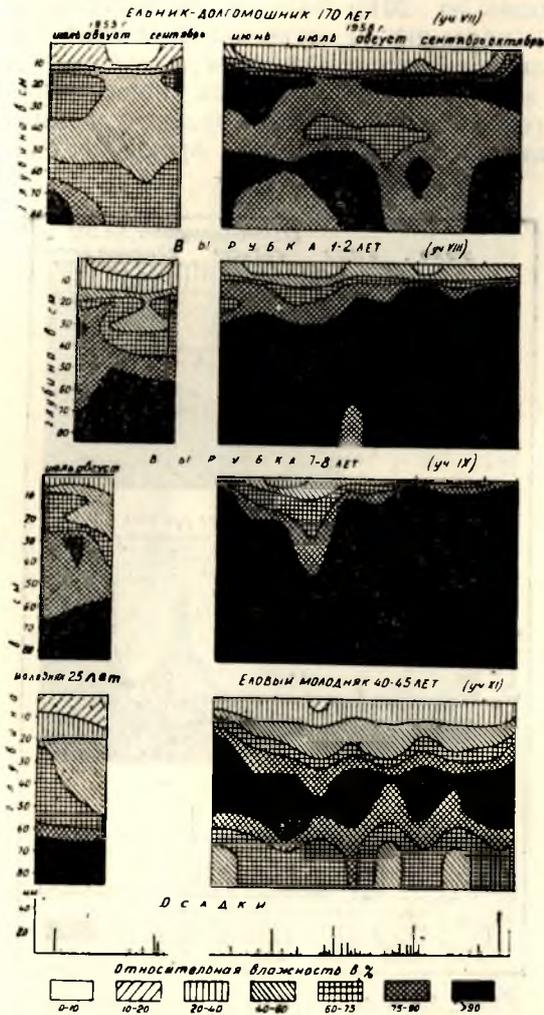


Рис. 3. Влажность почвы в ельнике-долгомошнике и на сплошных вырубках разных лет рубки

всхолмлениям и склонам наблюдается лишь некоторое повышение влажности почвы в первые годы после вырубке древостоя. В равнинном ельнике-черничнике к 25—28 годам процесс заболачивания полностью приостанавливается. В то же время исследования в Ленинградской

Если принять, что почвы начинают заболачиваться при влажности их 75—80% от полной влагоемкости (Васильев, 1950; Роде, 1955), то в годы с количеством осадков, равным среднегодовому данным (577 мм), почва в ельнике-долгомошнике почти в течение всего года находится в состоянии избыточного увлажнения. Интенсивное иссушение почвы здесь имеет место лишь в торфянистом горизонте. Для полного разболачивания почвы в ельнике-долгомошнике необходим отвод избытка воды осушительной сетью. При сравнении влажности почвы и количества осадков в 1955 и в 1956 годах видно, что для ликвидации избыточного увлажнения в ельнике-долгомошнике необходимо отвести осушением не менее 100—150 мм осадков.

Приведенные материалы по влажности почвы показывают, что процесс заболачивания в ельнике-черничнике имеет место лишь во влажных местообитаниях. На почвах с хорошим дренажом по

области (Буренков, Кошечев и Мальчевская, 1934; Кошечев, 1955), а также в Московской (Малянов, 1938, 1939) и Архангельской (Дмитриев, 1950) показывают, что сплошные вырубки из-под ельников и сосняков-черничников и даже из-под брусничников интенсивно заболачиваются. Это объясняется равнинным рельефом, тяжелыми по механическому составу почвами или подпочвами и превышением прихода влаги в почву над ее расходом в связи с вырубкой леса, как мощного физиологического испарителя. В условиях же Карелии подобное сочетание указанных факторов встречается реже, поэтому заболачивание вырубок в этих типах леса не имеет широкого распространения.

Наблюдения за динамикой почвенно-грунтовых вод в лесу и на вырубке в период 1955—1957 годов показывают, что уровень их в обоих типах леса после рубки древостоев повышается (рис. 4, 5). Это более резко выражено в ельнике-черничнике. На 1—2-летней вырубке этого типа леса (рис. 4) в дождливое лето 1956 года поч-

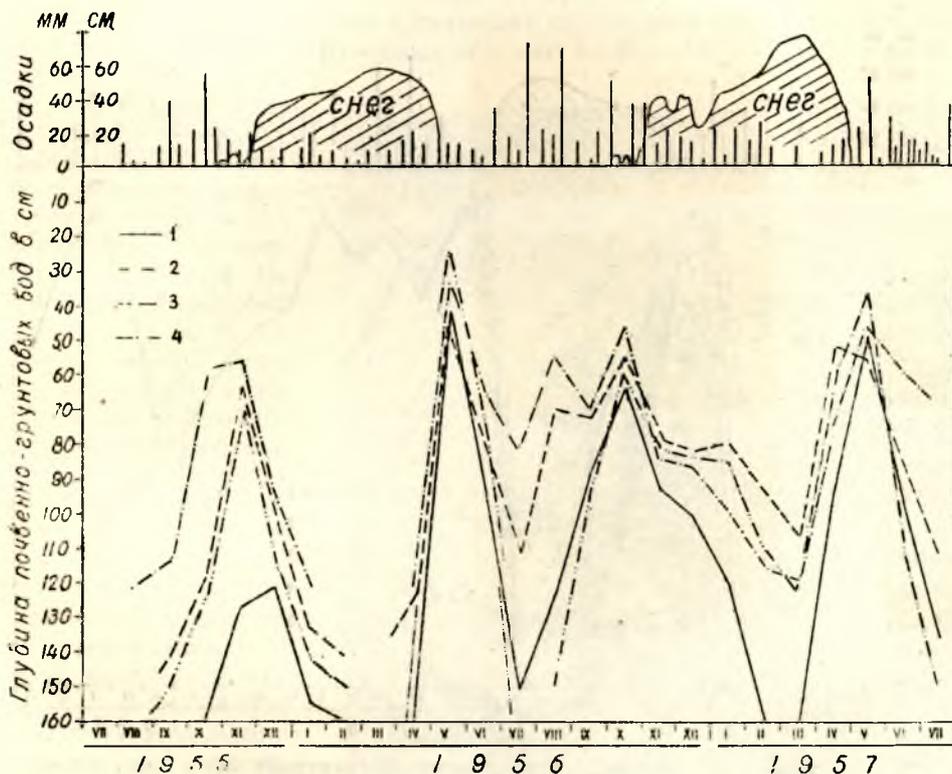


Рис. 4. Кривые среднемесячных глубин почвенно-грунтовых вод в ельнике-черничнике 140 лет и на сплошных вырубках по всхожностям:

1 — спелый лес; 2 — вырубка 1—3 лет; 3 — вырубка 7—9 лет; 4 — березовый молодняк (вырубка 25—27 лет)

венно-грунтовые воды в течение всего вегетационного периода не опускались ниже 95—100 см, тогда как в лесу в июле они стояли на глубине 160 см, т. е. почти в два раза ниже. По мере роста молодняка на вырубке идет и понижение уровня воды в почве. Особенно

низко почвенно-грунтовые воды стоят в березовом молодняке, иногда даже ниже, чем под спелым ельником-черничником.

В ельнике-долгомошнике на вырубке (рис. 5) наблюдается незначительное повышение уровня воды в почве, но и в лесу здесь почвенно-грунтовые воды стоят очень высоко, особенно в годы с обильными осадками. Так, летом 1956 года уровень почвенно-грунтовых вод не опускался ниже 75 см. В этом типе леса почва в течение длительного периода времени как в лесу, так и на вырубке избыточно увлажнена. По мере роста молодняка происходит слабое понижение уровня почвенных вод. В ельнике с сомкнутостью полога 0,5—0,6 на вырубке 40—45 лет уровень воды в почве примерно такой же, как и под перестойным древостоем. При неудовлетворительном возобновлении леса вырубка прогрессивно заболачивается. Так, на плохо облесившейся вырубке 25 лет уровень почвенно-грунтовых вод в продолжение всего периода наблюдений (1955—1957 гг.) ниже 85 см не опускался. Среднегодовая глубина почвенно-грунтовых вод здесь равна около 15 см.

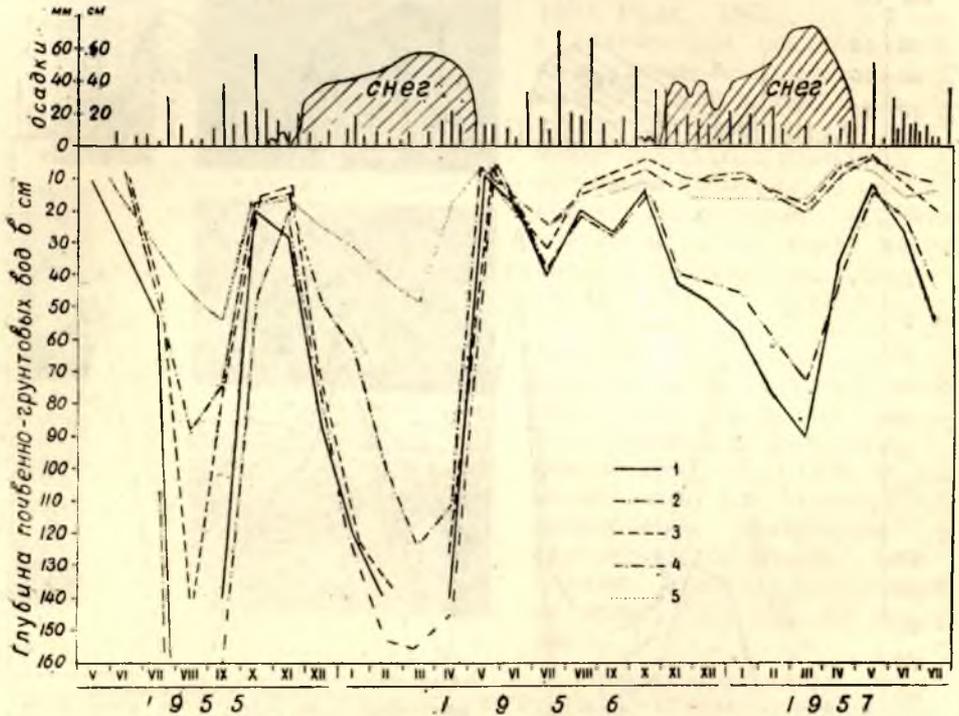


Рис. 5. Кривые среднемесячных глубин почвенно-грунтовых вод в перестойном ельнике-долгомошнике и на сплошных вырубках разных лет рубки:

1 — перестойный лес; 2 — 1-3-летняя вырубка; 3 — 7-9-летняя вырубка; 4 — молодняк 40-45 лет; 5 — плохо возобновившаяся вырубка 25-27 лет

По отдельным периодам года и в разные годы более резкие изменения уровня воды в почве наблюдались в ельнике-черничнике. В обоих типах леса в течение года в режиме стояния почвенно-грунтовых вод наблюдается два максимума (весенний и осенний) и два минимума (летний и зимний).

В ельнике-черничнике по всхолмлениям в лесу и на вырубке почвенно-грунтовые воды в течение периода наблюдений редко поднимались выше 30 см (5—6 мая). В весенний максимум (май) уровень воды в почве на вырубке и в лесу был примерно одинаков. В течение лета под древостоем наблюдается резкое понижение уровня почвенно-грунтовых вод, на вырубке он изменяется мало, что указывает на слабый боковой отток воды. К осени уровни воды в почве опять сближаются, но осенний максимум несколько меньше весеннего.

В ельнике-долгомошнике на вырубке вода весной стоит иногда выше поверхности почвы. К лету происходит незначительное понижение. В древостое уровень воды весной стоит у поверхности почвы (3—6 см), летом он понижается больше, чем на вырубке.

В зиму 1955—1956 годов с глубоким промерзанием почвы происходило сильное понижение почвенно-грунтовых вод. В ельнике-долгомошнике в лесу и на вырубке верховодка исчезла в декабре и появилась вновь лишь в начале мая, в период таяния снега. В ельнике-черничнике по всхолмлениям почвенно-грунтовые воды зимой опускались на 1—2-летней вырубке до глубины 1,4 м, в лесу — ниже 1,6 м. В зиму 1956—1957 годов с частыми и сильными оттепелями такого резкого падения уровня почвенно-грунтовых вод, как в 1955—1956 годах, не наблюдалось. В эту зиму

в перестойном ельнике-долгомошнике и молодняке максимальное понижение почвенно-грунтовых вод было в конце марта (до 100 см. На 1—2-летней вырубке уровень воды в течение всей зимы не опускался ниже 25 см. На плохо облесившейся вырубке 25 лет вода в течение всей зимы держалась на уровне 15—19 см от поверхности почвы. В ельнике-черничнике по всхолмлениям в лесу и на вырубке в эту зиму наблюдалось сильное понижение уровня воды в почве. Таким образом, в зимы с очень низкими отрицательными температурами воздуха и глубоким промерзанием почвы наблюдается более глубокое понижение уров-



Рис. 76. Рост ели в молодняке елово-лиственном черничнике. Вырубка 25—27 лет, ель предварительного возобновления из подроста 15—25 лет высотой 0,5—1,5 м

ня почвенно-грунтовых вод, чем в теплые зимы с оттепелями. В зимний период понижение почвенно-грунтовых вод происходит главным образом за счет оттока и перегонки воды в верхние слои почвы при глубоком ее промерзании.

В ельнике-долгомошнике при количестве осадков, близком к среднемуголетнему, высокий уровень почвенно-грунтовых вод держится на протяжении всего года, особенно на вырубке. В мае в лесу вода стоит у поверхности почвы, а на вырубке — выше поверхности. Высокий уровень воды наблюдается до начала июля, что понижает прирост деревьев. Рост начинается при высоком уровне воды в почве (3—14 см). В ельнике-черничнике почвенно-грунтовые воды в начале роста (май) стоят значительно ниже (не выше 30 см). Здесь прирост ели в молодняке (рис. 6) и период роста значительно больше, чем в ельнике-долгомошнике (табл. 3).

Таблица 3

Годичный прирост и продолжительность роста ели в высоту в зависимости от глубины почвенно-грунтовых вод

Тип молодняка	Глубина почвенно-грунтовых вод (в см)						Прирост в высоту (в см)			Продолжительность роста (в днях)		
	средняя в мае			средняя за период роста			1955	1956	1957	1955	1956	1957
	1955	1956	1957	1955	1956	1957						
Елово-березовый черничник 25—27 лет	—	20	34	75	63	67	56,0	52,0	51,0	63	50	70
Елово-лиственный, долгомошник 40—45 лет	8	7	12	43	22	23	19,0	12,6	10,8	—	42	37
Лиственный-еловый долгомошник 25—27 лет (сильно заболоченная, плохо облесившаяся вырубка)	4	8	7	25	19	12	8,3	2,6	2,5	—	20	30

Из табл. 3 видно, что в вегетационный период 1955 года почвенно-грунтовые воды в ельнике-черничнике и ельнике-долгомошнике стояли ниже, чем в 1956—1957 годах. Соответственно этому и прирост в 1955 году был больше. Особенно заметно это различие в приросте по высоте, в зависимости от уровня почвенно-грунтовых вод, в ельнике-долгомошнике.

На величину прироста ели большое влияние оказывает также температурный режим почвы и воздуха. Более высокому приросту ели в 1955 году соответствуют и более высокие температуры почвы и воздуха в период роста. В пределах типов леса более высокому приросту ели в ельнике-черничнике по сравнению с ельником-долгомошником соответствует и более высокая температура почвы. Наблюдения показывают, что в ельнике-долгомошнике температура почвы в слое

0—20 см в среднем на 2—4°C ниже, чем в ельнике-черничнике. В начале августа 1956 года в ельнике-долгомошнике (вырубка 40—45 лет) на глубине 50 см температура почвы была —0,4°C. В то же время в ельнике-черничнике по всхолмлениям на этой же глубине температура почвы была +7,6°C, а на двухлетней вырубке +10°C. Кроме того, температура на поверхности почвы и температура воздуха в ельнике-долгомошнике также несколько ниже, чем в ельнике-черничнике (на 1—3°C). На рост ели в ельнике-долгомошнике к тому же отрицательно повлияло более глубокое промерзание и длительное оттаивание почвы, чем в ельнике-черничнике. Обычно рост ели здесь начинается на 1—2 недели позже и заканчивается раньше, чем в ельнике-черничнике.

ВЫВОДЫ

1. В результате сплошных концентрированных рубок леса в южной Карелии в ельниках-черничниках в равнинных условиях рельефа и в долгомошниках происходит заболачивание почвы в связи с ухудшением физических свойств ее, увеличенным количеством осадков, достигающих почвы на вырубках, и удалением леса, являющегося сильным испарителем влаги. В ельниках-черничниках, произрастающих по склонам всхолмлений, заболачивания почвы после сплошной рубки леса не происходит.

2. По мере роста на вырубках молодняка происходит понижение уровня почвенно-грунтовых вод и влажности почвы. При удовлетворительном лесовозобновлении процесс заболачивания в равнинном ельнике-черничнике прекращается полностью к 25—28 годам, в ельнике-долгомошнике затухание процесса заболачивания происходит к 65—70 годам. Для полного разболачивания почвы в ельнике-долгомошнике необходимо понижение уровня почвенно-грунтовых вод путем осушительной мелиорации этих площадей.

3. Глубина промерзания почвы на вырубках меньше, чем в лесу, в 2—3 раза, так как на вырубках мощный снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания. Оттаивание почвы на вырубках при этом происходит раньше, чем в лесу.

ЛИТЕРАТУРА

Буренков В. А., Кошсеев А. Л. и Мальчевская Н. Н. Материалы по изучению процессов заболачивания сплошных лесосек в Лисинском леспромпхозе. „Тр. Лесотехнической академии им. С. М. Кирова“, № 4/42, 1934.

Васильев И. С. Водный режим подзолистых почв. Материалы по изучению водного режима почв. „Тр. Почвенного института АН СССР“, т. XXXII, 1950.

Дмитриев А. С. Заболачивание и разболачивание концентрированных рубок в борах-черничниках в бассейне Сысолы (Коми АССР). Автореферат. Сыктывкар, 1950.

Качинский Н. А. Замерзание, разморозание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. „Тр. Института почвоведения Московского государственного университета“, 1927.

Китредж Д. Влияние леса на климат, почвы и водный режим. Изд. иностранной литературы, М., 1951.

Кошсеев А. Л. Заболачивание рубок и меры борьбы с ними. Изд. АН СССР, М., 1955.

Костюкевич Н. И. и Червяков П. Д. Снегонакопление и снеготаяние. Изд. БелНИИЛХ, в. III. Гомель, 1940.

- Малянов А. П. Изменение физических свойств на лесосеках. „Тр. конференции по почвоведению и физиологии культурных растений“, т. II. Саратов, 1938.
- Малянов А. П. Заболачивание почв на сплошных лесосеках. „Почвоведение“, 1939, № 5.
- Молчанов А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. Изд. АН СССР, М., 1952.
- Молчанов А. А. Сосновый лес и влага. Изд. АН СССР, 1953.
- Оболенский В. Н. Курс метеорологии для высших учебных заведений. М., 1944.
- Писарьков Х. А. Водный режим ельников-черничников. „Тр. Института леса“, т. XXII. Изд. АН СССР, 1954.
- Писарьков Х. А. Водный режим избыточно увлажненных лесных почв и методы его регулирования. „Тр. Института леса“, т. XXXI. Изд. АН СССР, 1955.
- Писарьков Х. А. и Давыдов П. И. Влияние глубины грунтовых вод на производительность лесных земель. „Тр. ЛТА“, № 73, 1956.
- Роде А. А. Почвоведение. Гослесбумиздат, М.—Л., 1955.
- Савина А. В. Экологические и физиологические факторы, обуславливающие прирост древесины при рубках ухода. „Лесное хозяйство“, 1949, № 9.
- Сахаров М. И. Промерзание и разморзание почвы в лесных фитоценозах. „Метеорология и гидрология“, 1938, № 11—12.
- Сахаров М. И. Факторы, регулирующие промерзание почв в лесных фитоценозах. „Почвоведение“, 1945, № 8.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М., 1952.
- Шалабанов А. А. Пропускает ли воду мерзлая почва. „Почвоведение“, 1903, № 3.
- Ronge E. W. Kort redogörelse för vissa skogliga försök, verkställda under åren 1914—1928 å Kramfors Aktiebolags skogar, och resultatens praktiska tillämpning i skogs bruket. „Norrlands Skogsvårdsförb“, T, 1928.
- Mac Kinney A. L. Effect of forest litter on soil temperature and soil freezing in autumn and Winter, *Ecologi*, 10, 19.9.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
М. И. Виликайнен. К вопросу плодоношения сосны на севере Карелии	5
Ф. И. Акакиев. Семенная продуктивность и качество семян фенологиче- ских форм ели	19
В. С. Воронова. Естественное возобновление под пологом еловых лесов	30
Н. И. Казимиров. К вопросу о лесоводственном значении елового подроста	38
В. И. Шубин и Л. В. Попов. Исследования по вопросу агротех- ники лесных культур на концентрированных вырубках в южной Карелии . . .	47
А. И. Кузнецова. Опыты по агротехнике лесовосстановительных мероприятий в сосновых лесах северной Карелии	82
В. Я. Шиперович, Б. П. Яковлев, И. П. Волкова. Большой сосновый долгоносик (<i>Hyllobius abietis</i> L.) и его влияние на возобновление хвойных пород на местах концентрированных рубок в Карелии	94
Э. В. Титова. Короеды хвойного подроста на лесных вырубках Карелии	110
В. И. Щедрова. Повреждения елового подроста при лесозаготовках и раневая гниль	127
Г. Е. Пятецкий. Водный режим и физические свойства почв на сплош- ных концентрированных вырубках южной Карелии	136