

В. Д. Луганская, Н. А. Луганский

## НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ПОД ПОЛОГОМ НАСАЖДЕНИЙ

---

На Урале процессы естественного возобновления леса изучают в течение длительного времени. Особенно детально, с учетом имеющихся литературных данных, они исследованы в последние 5—6 лет Уральской лесной опытной станцией. Это дало основание заключить [1], что первый этап изучения возобновительных процессов для подзон южной тайги, темнохвойно-широколиственных лесов (Свердловская обл.) и горных южнотаежных и смешанных лесов (Челябинская обл.), связанный с их количественной стороной, завершен. Подобное заключение распространяется также на подзоны северной и средней тайги в пределах Свердловской обл. и предлесостепных сосново-березовых лесов в пределах Свердловской и Челябинской обл.

Однако качественной характеристике процессов возобновления, выяснению роли различных экологических факторов в них, а также влиянию последних на появление и выживаемость подроста главных и сопутствующих пород до сих пор уделяется недостаточно внимания. В этом направлении исследования на Урале только начаты [2—7]. Между тем успех возобновления под пологом насаждений и на вырубках во многом определяется характером влияния на него различных экологических факторов, особенно в первые годы жизни подроста.

На основе исследований, выполненных различными авторами во внеуральских географических районах, установлены общие принципиальные механизмы регуляции численности подроста под пологом насаждений. Одни авторы [8, 9] в процессе возобновления ведущим фактором считают влияние света, другие [10, 11] — элементов минерального питания. Некоторые авторы [12] причисляют к кругу ведущих факторов влияние воды, минеральных веществ, углекислого газа и физиологически активной радиации. Есть исследования [13], указывающие на важнейшую роль корневых выделений материнским пологом или сопутствующими растениями,

а также веществ, вымываемых из опада. Экспериментальными работами [14] установлен главный регулирующий фактор нижнего яруса растительности, в том числе и подроста,— корневая конкуренция. Многие работы доказывают [15—19], что экологические факторы по отношению к подросту проявляются комплексно, однако ведущая роль из них принадлежит тому, который находится в минимуме.

Типологический спектр основных сосновых типов леса в лесной зоне Свердловской и Челябинской обл. характеризуется относительно небольшим экологическим ареалом. Однако среди этих типов леса часть сосняков (ягодниково-разнотравные, разнотравные) имеет оптимальное или близкое к нему соотношение трофности и влажности почвы. В других типах леса недостаточно влаги (сосняк брусничный) или она в избытке (травяная группа типов леса, сосняк багульниково-брусничный и др.). Поэтому в насаждениях первых типов леса ведущими экологическими факторами в возобновлении будут свет, живой и мертвый напочвенные покровы, в сосняке брусничном — влага, при избыточном увлажнении — условия аэрации.

Анализ массовых выборок из таксационных описаний спелых и перестойных насаждений с тем или иным количеством хвойного подроста под пологом по лесной зоне Свердловской и Челябинской обл. показал, что возобновление связано прежде всего с полнотой древостоев. В северной и средней подзонах тайги снижение полноты сосновых насаждений ведет к увеличению их доли с удовлетворительным возобновлением по отношению к общей лесопокрытой площади этой возрастной категории. При полноте 0,5 и ниже во всех типах леса преобладают насаждения с удовлетворительным возобновлением (более 3,0 тыс. экз. подроста хвойных пород на 1 га) — 85—90%, при полноте 0,6—0,7 эта доля снижается до 50—60%, а при полноте 0,8 и более — до 30—40%.

При снижении полноты наблюдается также резкое увеличение количества подроста. Исследованиями установлено, что при полноте 0,6—0,7 подроста в 2,3—16 раз больше, чем в насаждениях с полнотой 0,8 и более. В несколько раз возрастает количество подроста в насаждениях, пройденных выборочными рубками. Соответственно количество света под пологом спелых и пе-

рестойных насаждений в условиях средней подзоны тайги (Новолялинский лесхоз Свердловской обл.) в середине июня около полудня в ясную солнечную погоду на уровне основного яруса крон подроста составляет 15—17 тыс. лк при полноте древостоев 0,8—0,9, или около 11% от полной освещенности (на открытом месте), и 55—60 тыс. лк (45%) — при полноте 0,5.

Некоторые данные [19] показали, что сосновый подрост в возрасте 15—17 лет требует освещенности под пологом леса 10—15% тыс. лк, или приблизительно 10% полного освещения. Следовательно, в условиях средней и северной подзон тайги не освещенность лимитирует возобновление, а недостаток тепла, которое под пологом леса возрастает при уменьшении полноты древостоев и наличии мощной грубогумусной подстилки. При уменьшении полноты древостоев увеличивается приток тепла к почве, что влечет за собой ускорение процесса разложения подстилки, улучшающего условия для возобновления.

В подзонах, расположенных южнее средней тайги, тесной зависимости между полнотой насаждений и долей их с удовлетворительным возобновлением не отмечается, что особенно хорошо проявляется в условиях подзоны сосново-березовых лесов. Однако снижение полноты сосняков до 0,4—0,5 также ведет к увеличению количества подроста под их пологом, при выборочных вырубках оно возрастает в 1,5—2 раза. В этих условиях усиливают свое конкурирующее влияние на возобновление нижние ярусы растительности.

Таким образом, снижение полноты древостоев является активным фактором усиления возобновительного процесса. Эта особенность отмечена и для других географических районов [20—23]. Однако есть данные о том, что возобновление не связано с полнотой древостоев [24].

Рост подроста сосны также зависит от освещенности, что подтверждается данными, полученными нами в насаждениях сосняков ягодникового и разнотравного на территории учебно-опытного лесхоза УЛТИ (подзона южной тайги). На южной опушке насаждений 100 шт. хвоинок подроста сосны в свежем состоянии весят  $2,37 \pm 0,05$  г, в «окнах» насаждений размером  $20 \times 20$  м —  $1,33 \pm 0,06$  и под кронами деревьев в древостое —

0,82±0,04 г. От веса хвои зависит ( $\eta=0,88$ ) прирост осевых побегов. Соответственно приросты подроста последнего двулетия равны 59,8±5,0 см, 23,4±2,1 и 14,0±1,0 см. Стена леса в северном направлении высотой 17 м оказывает влияние на вес хвои и прирост подроста на расстоянии до 15 м. Следовательно, в целях обеспечения эффективного лесовозобновления при группово-выборочных рубках диаметр «окон» должен быть не менее высоты древостоя.

В типах леса с высокой трофностью почв кроме освещенности в процессе возобновления большую роль играет живой напочвенный покров, особенно в ювенильный период и первые годы жизни подроста. Его влияние на подрост проявляется в конкуренции за экологические факторы [25—27], в биохимическом воздействии [28—34] и зависит от мощности развития и видового набора.

Мы провели изучение биохимического влияния некоторых лесных растений на прорастание семян сосны в термостате. Использовали экстракты, которыми опрыскивали семена, а затем их проростки. Применена методика, в той или иной мере апробированная другими авторами [28, 29, 33, 35, 36]. Подобная методика вполне приемлема для таких исследований [37]. Обзор полученных данных позволяет установить, что экстракты различных растений влияют на прорастание семян сосны неодинаково.

Экстракты брусники, хвои сосны обыкновенной и папоротника орляка проявили ингибирующее влияние, снизив прорастание семян на 5-й день соответственно до 27,9; 61,2 и 30,5% (по сравнению с контролем), на 10-й день — до 89,9%; 65,6 и 43,4%. Это ингибирующее влияние экстракта папоротника сохранилось и на 20-й день опыта (44,7%), экстракта хвои сосны обыкновенной значительно ослабело (93,5%), а брусники осталось почти на том же уровне (84,9%). Экстракт черники в начале опыта проявил ингибирующее влияние (на 5-й день проросло 50,5% семян), затем стимулирующее (на 10-й день — 115%), к концу опыта показатель сравнялся с контролем (101%). Экстракт хвои можжевельника обыкновенного на прорастание семян сосны оказал стимулирующее влияние, которое было наибольшим в начале опыта (на 5-й день 148,6%), а затем снизилось до

132,2 на 10-й и 119,1% на 20-й день. Экстракт из хвон ели повлиял положительно на энергию прорастания семян, к концу опыта он свое влияние утратил.

Нами был проведен опыт по изучению влияния экстрактов из вейника лесного на лабораторную всхожесть семян сосны. Экстракт вейника использовали в трех различных концентрациях. Экстракт снизил лабораторную всхожесть семян сосны до 60%. Разницы в ингибирующем влиянии экстрактов различной концентрации не обнаружилось. Таким образом, экстракты различных растений значительно влияют на энергию прорастания семян, причем одни растения имеют ингибирующий, другие — стимулирующий эффект. К концу лабораторного проращивания (на 20-й день) влияние экстрактов большей части растений ослабевало.

В лабораторных условиях и в природе биохимическая активность экстрактов различна; в последнем случае проявляется буферная роль со стороны микроорганизмов и других компонентов среды [35—36]. Нами проведены специальные опыты для оценки влияния лесного опада на грунтовую всхожесть семян сосны и последующие сохранность и рост сеянцев в природных условиях. Первый опыт был начат весной 1971 г. в питомнике учебно-опытного лесхоза УЛТИ. В гряды высеяны семена сосны, лабораторная всхожесть которых на 10-й день, по данным Свердловской зональной контрольной станции лесных семян, составила 90%, вес 1 тыс. шт—5,5 г. Эти посевы, за исключением контрольных площадок, прикрыли различным лесным опадом: хвоей ели, сосны, лиственницы, листьями березы, осины, надземными частями вейника лесного, зеленых мхов, брусники, черники и папоротника орляка. Слой опада при его закладке составил около 1,0 см. ~~Все варианты~~ опада включали по три площадки с посевом в каждую из них 300 семян тремя рядами, что соответствует 9 повторностям. Между всеми площадками оставили защитные зоны шириной 75 см. Опыт поставлен в двух сериях: под полиэтиленовой пленкой и в открытом грунте. Три контрольные площадки в открытом грунте прикрывали до августа 1971 г. дражочными щитами. Все посевы под пленкой, также включая три контрольные площадки, по мере необходимости поливали водой в целях орошения до середины августа 1971 г., пока не

Таблица 1. Влияние лесного опада на всхожесть семян и абсолютно сухой вес однолетних сеянцев (надземная и подземная части) сосны в условиях питомника

| Вид опада            | Всхожесть, % |                   | Средний вес сеянца (из 30—45 шт.) * |                    |
|----------------------|--------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------|
|                      | под пленкой  | в открытом грунте | под пленкой                         | в открытом грунте  |
| Контроль (без опада) | 100          | 100               | $\frac{0,081}{-}$                   | $\frac{0,061}{-}$  |
| Хвоя ели             | 104          | 76                | $\frac{0,087}{105}$                 | $\frac{0,039}{64}$ |
| Хвоя сосны           | 94           | 113               | $\frac{0,068}{84}$                  | $\frac{0,044}{72}$ |
| Хвоя лиственницы     | 92           | 91                | $\frac{0,097}{119}$                 | $\frac{0,038}{63}$ |
| Листья березы        | 99           | 91                | $\frac{0,108}{133}$                 | $\frac{0,045}{74}$ |
| Листья осины         | 98           | 58                | $\frac{0,088}{108}$                 | $\frac{0,035}{58}$ |
| Вейник лесной        | 90           | 79                | $\frac{0,075}{92}$                  | $\frac{0,034}{56}$ |
| Мхи                  | 92           | 75                | $\frac{0,093}{114}$                 | $\frac{0,048}{79}$ |
| Брусника             | 82           | 83                | $\frac{0,099}{122}$                 | $\frac{0,048}{79}$ |
| Черника              | 90           | 162               | $\frac{0,102}{126}$                 | $\frac{0,045}{74}$ |
| Папоротник орляк     | 100          | 120               | $\frac{0,086}{106}$                 | $\frac{0,037}{61}$ |

\* В числителе — средний вес сеянца в граммах, в знаменателе — в процентах к контролю.

была снята пленка. Посевы в открытом грунте поливали до появления всходов.

Скорость разложения опада оказалась различной. В открытом грунте к осени первого вегетационного периода хвоя лиственницы, листья березы и мох разложились в наибольшей степени. Хвоя ели и листья осины слежались и перегнивали очень медленно (весь веге-

**Т а б л и ц а 2. Влияние лесного опада на высоту наземной части двулетних сеянцев сосны в условиях питомника, см**

| Стати-<br>стики               | Вид опада |          |               |                        |                  |                 |        |       |          |         |                 |
|-------------------------------|-----------|----------|---------------|------------------------|------------------|-----------------|--------|-------|----------|---------|-----------------|
|                               | контроль  | хвоя ели | хвоя<br>сосны | хвоя, лист-<br>венницы | листья<br>березы | листья<br>осины | вейник | мхи   | брусника | черника | папорот-<br>ник |
| <b>Опыт под пленкой</b>       |           |          |               |                        |                  |                 |        |       |          |         |                 |
| <i>M</i>                      | 15,30     | 14,16    | 15,69         | 12,67                  | 14,80            | 15,50           | 15,30  | 15,84 | 16,90    | 19,43   | 14,66           |
| <i>m<sub>д</sub></i>          | 0,36      | 0,33     | 0,41          | 0,34                   | 0,47             | 0,33            | 0,37   | 0,23  | 0,53     | 0,42    | 0,30            |
| <i>V</i>                      | 20,0      | 19,4     | 22,0          | 22,5                   | 26,8             | 18,1            | 20,8   | 12,5  | 22,3     | 18,2    | 17,0            |
| <i>m<sub>р</sub></i>          | 0,28      | 0,27     | 0,31          | 0,31                   | 0,38             | 0,25            | 0,29   | 0,18  | 0,44     | 0,26    | 0,24            |
| <i>P</i>                      | 2,4       | 2,3      | 2,6           | 2,6                    | 3,2              | 2,1             | 2,5    | 1,5   | 3,1      | 2,2     | 2,0             |
| <b>Опыт в открытом грунте</b> |           |          |               |                        |                  |                 |        |       |          |         |                 |
| <i>M</i>                      | 12,60     | 12,15    | 12,78         | 13,07                  | 14,38            | 12,70           | 12,62  | 12,66 | 11,19    | 12,82   | 14,53           |
| <i>m<sub>д</sub></i>          | 0,26      | 0,38     | 0,37          | 0,38                   | 0,35             | 0,51            | 0,50   | 0,63  | 0,68     | 0,67    | 0,38            |
| <i>V</i>                      | 17,2      | 26,7     | 15,6          | 24,2                   | 20,5             | 31,5            | 20,4   | 26,7  | 41,0     | 26,5    | 19,0            |
| <i>m<sub>р</sub></i>          | 0,24      | 0,38     | 0,54          | 0,34                   | 0,29             | 0,52            | 0,78   | 0,95  | 0,91     | 1,0     | 0,35            |
| <i>P</i>                      | 2,0       | 3,2      | 2,9           | 2,9                    | 2,4              | 4,0             | 4,0    | 5,0   | 6,1      | 5,3     | 2,6             |

**Таблица 3. Достоверность различия высоты двулетних сеянцев сосны в зависимости от влияния лесного опада в условиях питомника по отношению к контролю ( $t_{0,05}=1,96$ )**

| Статистика             | Вид опада |            |                  |               |              |        |      |          |         |            |
|------------------------|-----------|------------|------------------|---------------|--------------|--------|------|----------|---------|------------|
|                        | хвоя ели  | хвоя сосны | хвоя лиственницы | листья березы | листья осины | вейник | мхи  | брусника | черника | папоротник |
| Опыт под пленкой       |           |            |                  |               |              |        |      |          |         |            |
| M                      | 2,32      | 0,71       | 5,37             | 0,84          | 0,47         | 0,00   | 0,01 | 2,50     | 7,40    | 1,36       |
| V                      | 1,50      | 4,90       | 6,10             | 14,50         | 5,13         | 2,00   | 22,0 | 3,77     | 4,63    | 8,13       |
| Опыт в открытом грунте |           |            |                  |               |              |        |      |          |         |            |
| M                      | 0,98      | 0,39       | 1,02             | 4,14          | 0,02         | 0,00   | 0,00 | 1,93     | 0,36    | 4,19       |
| V                      | 3,56      | 2,71       | 16,62            | 8,68          | 25,10        | 3,90   | 9,68 | 25,40    | 9,03    | 4,28       |

тационный период 1972 г.). Остальные виды опада в полуразложившемся виде сохранились до осени 1972 г. Разложение опада под пленкой протекало активнее. Анализ смешанных (из трех повторностей каждого варианта опыта) образцов почвы из открытого грунта, взятых в верхнем слое (толщина 5 см), показал, что рН водной вытяжки во всех вариантах осталась той же (6,0—6,2%), что и в контроле (6,0%). Количество гумуса по сравнению с контролем (3,1%) под влиянием опада увеличилось на 0,2—1,4%.

Грунтовая всхожесть семян зафиксирована 1 июля 1971 г. В сентябре этого же года механическим отбором взяли по 10—15 сеянцев (вместе с корневыми системами) от каждой повторности (по 30—40 шт. на вариант опыта) и определили их вес в абсолютно сухом состоянии. В сентябре 1972 г. сделан линейный замер надземной части 75 двулетних сеянцев в каждом варианте (25 шт. от повторности). Основные результаты опыта представлены в табл. 1—3.

Сила и направленность (стимулирование или ингибирование) влияния опада на всхожесть семян и дальнейший рост сеянцев сосны под пленкой и в открытом грунте различны. Под пленкой за счет более быстрого разложения опада и активного вмывания в нижележащие слои почвы его водорастворимых веществ (в связи с интенсивным по сравнению с открытым грунтом поливом) всхожесть семян или осталась на уровне конт-



рольного показателя (94—104%) или была несколько ниже (под брусникой — 82%, черникой и вейником — 90, мхами и хвоей лиственницы — 92%). В открытом грунте из-за более длительного и устойчивого воздействия водорастворимых веществ опада проявилось его явное стимулирующее влияние. Под хвоей сосны всхожесть составила 113%, под папоротником — 120 и черникой — 162%. Наибольшую ингибирующую роль проявили листья осины (58%), мхи (75%) и вейник лесной (79%). В варианте с листьями осины на всхожесть отрицательно повлиял плотный слой опада.

Все виды опада в открытом грунте снизили средний абсолютно сухой вес однолетних семян, который по отношению к контролю составил 56—79%. Наиболее низкий показатель (56 и 58%) у вейника и листьев осины. Под пленкой ингибирующее влияние на вес семян оказали хвоя сосны (вес по отношению к контролю 84%) и вейник (92%). Хвоя ели, папоротник орляк и листья осины остались почти индифферентными (105—108%), а остальной спад оказал стимулирующее влияние, особенно листья березы (133%), брусника (122%) и черника (126%).

Сравнение высоты двулетних семян сосны показывает, что к концу второго вегетационного периода некоторые виды опада (хвоя сосны, листья осины, вейник и мхи) как под пленкой, так и в открытом грунте утратили биохимическое влияние и размеры семян сравнялись с контролем. Для открытого грунта это отмечено также в вариантах с черникой, брусникой, хвоей ели и лиственницы, для закрытого грунта — папоротником и листьями березы. Большую стимулирующую роль под пленкой сыграли брусника (средняя высота семян составляет  $16,90 \pm 0,53$  см) и черника ( $19,43 \pm 0,42$ ). Достоверность разницы средних величин по сравнению с контролем ( $15,30 \pm 0,36$  см) на 95%-ном уровне значимости ( $t_{0,05} = 1,96$ ) характеризуется соответственно коэффициентами 2,50 и 7,40. Отрицательное влияние под пленкой проявила хвоя ели и лиственницы (высота семян первой —  $14,16 \pm 0,33$  см, второй —  $12,67 \pm 0,34$ ;  $t_{\text{факт}} = 2,32$  и 5,37). В условиях открытого грунта большой стимулирующий эффект по сравнению с контролем (высота семян  $12,60 \pm 0,26$  см) проявился под влиянием листьев березы и растений папоротника (высота

первых  $14,38 \pm 0,35$  см, вторых  $14,5 \pm 0,38$ ;  $t_{\text{факт}} = 4,14$  и  $4,19 > t_{0,05} = 1,96$ ).

Почти повсюду, исключая вариант с хвоей ели под пленкой, коэффициенты вариации в опыте ( $12,5 \pm 0,18$ — $26,8 \pm 0,38$  % под пленкой и  $15,6 \pm 0,54$ — $41,0 \pm 0,91$  % в открытом грунте) достоверно ( $t_{\text{факт}} = 2,00$ — $25,40 > t_{0,05} = 1,96$ ) отличаются от показателя в контроле ( $20 \pm 0,28$  и  $17,2 \pm 0,24$  %), что характеризует микродифференциацию среды, вызванную влиянием опада.

Второй опыт по изучению влияния опада на всхожесть и сохранность сеянцев сосны поставлен в 1973 г. также в условиях питомника. Для этого в площадки размером  $0,5 \times 0,5$  м, покрытые хвоей сосны и листовенницы, листьями березы и осины слоем 1,0 см, высены семена сосны из расчета 100 шт. на площадку. На каждый вид опада заложено по пять площадок. В качестве контроля сделан посев в пятикратной повторности непосредственно в грядку питомника. У семян сосны, по данным анализа Свердловской зональной контрольной станции лесных семян, энергия прорастания равнялась 89%, всхожесть за 10 дней составляла 91%, вес 1000 шт.—5,7 г. Посев произведен 21 апреля путем разброса образцов семян по отдельным площадкам. Все площадки ограждены невысоким поребриком из досок и прикрыты ветками сосны в целях предотвращения возможного склевывания семян птицами. Систематически, не допуская пересыхания опада, посевы поливали. Результаты трехлетнего опыта показаны в табл. 4.

Таблица 4. Сохранность сеянцев сосны при посеве семян по опаду, %

| Дата инвентаризации | Вид опада            |                 |                   |                 |                 |
|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                     | контроль (без опада) | хвоя сосны      | хвоя листовенницы | листья березы   | листья осины    |
| 1 сент. 1973 г.     | $72,0 \pm 2,71$      | $32,6 \pm 5,42$ | $20,2 \pm 1,74$   | $12,6 \pm 2,39$ | $10,4 \pm 1,43$ |
| 15 сент. 1974 г.    | $68,4 \pm 2,23$      | $30,0 \pm 4,10$ | $20,1 \pm 1,70$   | $12,4 \pm 2,32$ | $10,2 \pm 1,38$ |
| 15 сент. 1975 г.    | $56,3 \pm 1,70$      | $19,0 \pm 1,56$ | $11,2 \pm 1,20$   | $8,1 \pm 0,91$  | $0,0 \pm 0,00$  |

Наиболее отрицательно опад проявляет себя, становясь механическим препятствием при посеве по нему, в особенности чистый опад не только из листьев осины и березы, но также из хвои сосны и лиственницы. Плотный слой листьев осины привел к резкому сокращению числа семян в 1-й год опыта и к полному отпаду их на 3-й год. В силу медленного разложения листьев осины и на 3-й год опыта их слой оставался достаточно плотным, что препятствовало сеянцам укрепиться в минеральном слое почвы. Следовательно, опад в виде хвои и листьев основных лесобразующих пород в сильной мере снижает всхожесть семян и сохранность сеянцев сосны при посеве их поверху. Это происходит как за счет биохимического воздействия, так главным образом и механического препятствия, последнее предопределяет необходимость минерализации почвы под пологом леса для усиления возобновления.

Таким образом, лесной опад имеет большое средообразующее значение при прорастании семян и росте сеянцев сосны в ювенильный период. Затем влияние опада большей части растений ослабевает или прекращается. Это происходит в связи с трансформацией водорастворимых веществ в неактивные формы, буферной ролью других компонентов среды, вмыванием продуктов опада в глубь почвенного горизонта, за зону жизнедеятельности особей, а также в связи с ослаблением механического препятствия ввиду его разложения. Экологическое значение в дальнейшем (в частности, на 2-й год роста особей сосны) сохраняет опад небольшой части видов растений. В этом случае существенную роль приобретает органика. Сила и направленность влияния различного опада в неодинаковых условиях (лабораторные и природные, в последнем случае в открытом грунте и под пленкой) проявляются по-разному. Нежелательные компоненты в фитоценозах в связи с отрицательным воздействием их опада на сеянцы сосны в первые 2 года жизни — осина, ель, вейник лесной и брусника. Полезные в значительной степени — береза и в меньшей — черника, папоротник орляк.

В естественных насаждениях Уральского учебно-опытного лесхоза УЛТИ нами изучены общее количество, фракционный и зольный состав опада сосняка брусничного (состав древостоя 10С ед. Б), ягодникового

Таблица 5. Количество и фракционный состав осенне-зимне-весеннего опада в спелых сосновых насаждениях по сбору в 1967 г. (воздушно-сухое состояние)

| Показатели         | Тип леса (сосняк) |             |            |
|--------------------|-------------------|-------------|------------|
|                    | разнотравный      | ягодниковый | брусничный |
| Общий вес:         |                   |             |            |
| г/м <sup>2</sup>   | 28,24±3,76        | 25,99±3,41  | 19,07±1,55 |
| кг/га              | 282,4             | 259,9       | 190,7      |
| %                  | 100,0             | 100,0       | 100,0      |
| в том числе        |                   |             |            |
| хвоя:              |                   |             |            |
| г/м <sup>2</sup>   | 11,61±1,56        | 14,37±1,96  | 9,88±1,04  |
| кг/га              | 116,1             | 143,7       | 98,8       |
| %                  | 41,2              | 55,3        | 52,0       |
| шишки:             |                   |             |            |
| г/м <sup>2</sup>   | 6,03±1,24         | 1,65±0,37   | 0,61±0,20  |
| кг/га              | 60,3              | 16,5        | 6,1        |
| %                  | 21,1              | 6,4         | 0,3        |
| труха:             |                   |             |            |
| г/м <sup>2</sup>   | 2,97±0,72         | 1,80±0,15   | 2,76±0,19  |
| кг/га              | 29,7              | 18,0        | 27,6       |
| %                  | 9,9               | 6,9         | 14,5       |
| прочие компоненты: |                   |             |            |
| г/м <sup>2</sup>   | 7,63±1,37         | 8,17±1,24   | 5,82±0,93  |
| кг/га              | 76,3              | 81,7        | 58,2       |
| %                  | 27,8              | 31,4        | 33,2       |

(10С ед. Лц) и разнотравного (9С1Лц ед. Б); возраст древостоев 90—100 лет, полнота 0,7—0,8. Для анализа использован опад, аккумулированный в снеговом покрове с ноября 1966 по апрель 1967 г. В осенне-зимне-весенний период в лесу образуется наибольшее количество опада [37—39]. Этот опад неполный, однако он даёт возможность сравнить типы леса по данному признаку. Сбор его произведен с 10 площадок размером 1×1 м в каждом из насаждений по одному на тип леса.

Количество и фракционный состав опада (табл. 5) имеют типологическое проявление. По мере снижения трофности условий произрастания уменьшается общий его вес. На 95%-ном уровне значимости ( $t_{0,05} = 2,10 < t_{\text{факт}} = 2,35$ ) в разнотравном сосняке его больше ( $28,24 \pm 3,76$  г/м<sup>2</sup>), чем в брусничном ( $19,07 \pm 1,55$ ); сосняк ягодниковый занимает промежуточное положение

**Таблица 6.** Зольный состав осенне-зимне-весеннего опада в спелых сосновых насаждениях по сбору 1967 г. (средние из 10 показателей по каждому типу леса), %

| Компоненты                               | Сосняк       |      |       |             |      |      |            |      |      |
|--|--------------|------|-------|-------------|------|------|------------|------|------|
|  | разнотравный |      |       | ягодниковый |      |      | брусничный |      |      |
|  | M            | m    | V     | M           | m    |      | M          | m    | V    |
| Сырая зола                               | 5,11         | 1,70 | 110,5 | 3,94        | 0,89 | 72,0 | 3,54       | 0,13 | 11,6 |
| Минеральные примеси                      | 38,91        | 1,53 | 12,5  | 40,80       | 4,3  | 34,1 | 38,09      | 1,47 | 12,0 |
| Чистая зола                              | 3,06         | 1,00 | 105,0 | 2,37        | 0,50 | 67,7 | 2,05       | 0,02 | 3,0  |
| Элементы по отношению к сухому веществу: |              |      |       |             |      |      |            |      |      |
| N  | 1,02         | 0,11 | 33,4  | 1,02        | 0,04 | 13,7 | 0,97       | 0,03 | 10,3 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>            | 0,12         | 0,01 | 16,7  | 0,15        | 0,01 | 13,4 | 0,13       | 0,01 | 15,4 |
| K <sub>2</sub> O                         | 0,20         | 0,01 | 20,0  | 0,31        | 0,02 | 22,6 | 0,24       | 0,01 | 16,6 |
| Элементы по отношению к чистой золе:     |              |      |       |             |      |      |            |      |      |
| CaO                                      | 22,71        | 2,14 | 29,7  | 29,74       | 2,78 | 29,4 | 18,25      | 2,49 | 43,2 |
| MgO                                      | 4,58         | 0,43 | 29,8  | 6,26        | 0,69 | 35,3 | 3,21       | 0,31 | 30,8 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>           | 2,60         | 0,21 | 24,6  | 5,59        | 1,62 | 91,0 | 6,01       | 0,89 | 47,0 |

( $25,99 \pm 3,41$  г/м<sup>2</sup>). Наши данные подтверждают вывод работ [40—42] о том, что наибольшее количество опада образуется в условиях местопроизрастания, более благоприятных древесной породе. В опаде сосняка брусничного преобладает хвоя (52% от общего количества), шишек мало (0,3%), в сосняке разнотравном хвоя составляет только 41,2% опада, количество шишек возрастает до 21,1%. В сосняке разнотравном шишки встретились на 90% учетных площадок, в ягодниковом — 30 и в брусничном — на 20%. Приблизительно такая же фракционная структура характерна и для подстилки этих насаждений.

Зольный анализ опада (табл. 6) по методикам [43—44] показал, что чистой золы в образцах содержится 2—3%. Отмечено большое количество минеральных примесей (38—40% по отношению к сырой золе), обусловленное близостью участков наблюдения к г. Свердловску, предприятия которого засоряют атмосферу промышленными выбросами.

Основные элементы питания (азот, фосфор, калий) в опаде насаждений всех типов леса содержатся в близ-

ких количествах; общий азот составляет около 1%. По количеству кальция, и особенно магния и алюминия, наблюдаются значительные различия. Кальция и магния в опаде сосняка брусничного меньше, чем в двух других типах леса. Больше количество этих элементов в опаде сосняков разнотравного и ягодникового можно объяснить присутствием в древостоях лиственницы и березы. Сосняк разнотравный отличается от ягодникового и брусничного по количеству алюминия в опаде. О существенности различий средних показателей количества кальция, магния и алюминия в опаде сосняков разнотравного и брусничного можно судить по следующим фактическим коэффициентам ( $t_{0,05}=2,10$ ): CaO — 1,32; MgO — 2,27 и  $Al_2O_3$  — 3,30.

Таким образом, сосняк разнотравный по сравнению с брусничным характеризуется повышенным круговоротом питательных веществ. Соотношение макроэлементов в его опаде благоприятнее, а влияние опада на особи сосны в ювенильный период более глубокое и длительное. Сосняк ягодниковый по характеристике опада занимает промежуточное положение между разнотравным и брусничным.

Количество опада и его состав наряду со структурными особенностями насаждений определяют мощность и фракционную структуру подстилки, что также оказывает большое влияние на лесовозобновление [3, 21, 22, 28, 45, 46]. Поэтому подстилка — важный лесоводственный объект исследования [41, 42, 47—52]. Главное внимание при этом уделяется динамике накопления и разложения подстилки, ее морфологическому составу. Данных по связи лесной подстилки или составных частей ее с лесовозобновлением почти нет. Кроме того, все исследования выполнены за пределами Урала и относятся не только к сосновым лесам, но и к другим лесным формациям.

Лесная подстилка и влияние ее на лесовозобновление изучались нами на территории Серовского лесхоза Свердловской обл. (подзона средней тайги) в сосняках разнотравном (II класс бонитета), черничном (III) и брусничном (IV). В каждом типе леса заложено по 3 пробные площади в насаждениях V класса возраста полной 0,8—0,9. В составе древостоев сосняков разнотравного и черничного есть примесь березы. На каждой

Таблица 7. Мощность, объемный вес и кислотность подстилки в свежем состоянии (Серовский лесхоз)

| Показатель                      | Сосняк       |           |            |
|---------------------------------|--------------|-----------|------------|
|                                 | разнотравный | черничный | брусничный |
| Мощность, см                    | 4,53         | 4,21      | 2,96       |
| Объемный вес, г/см <sup>3</sup> | 0,20         | 0,17      | 0,27       |
| Кислотность, рН                 | 5,7          | 5,8       | 5,6        |

Таблица 8. Количество и фракционный состав лесной подстилки в воздушно-сухом состоянии (Серовский лесхоз)

| Фракции                     | Сосняк       |      |           |      |            |      |
|-----------------------------|--------------|------|-----------|------|------------|------|
|                             | разнотравный |      | черничный |      | брусничный |      |
|                             | т/га         | %    | т/га      | %    | т/га       | %    |
| Общий вес                   | 88           | 100  | 70        | 100  | 79         | 100  |
| в том числе:                |              |      |           |      |            |      |
| хвоя                        | 2,3          | 2,6  | 2,2       | 3,0  | 3,5        | 4,4  |
| шишки                       | 1,8          | 2,0  | 1,1       | 1,7  | 2,4        | 2,9  |
| сучки                       | 6,3          | 7,1  | 4,1       | 5,9  | 6,3        | 7,8  |
| кора                        | 0,6          | 0,8  | 0,7       | 1,0  | 1,0        | 1,3  |
| листья                      | 0,3          | 0,3  | 0,4       | 0,6  | —          | —    |
| трава                       | 4,0          | 4,5  | 2,2       | 3,2  | 2,3        | 3,0  |
| мох                         | 0,3          | 0,4  | 1,1       | 1,6  | 0,4        | 0,5  |
| угли и обожженная древесина | —            | 0,2  | 0,2       | 0,4  | 0,3        | 0,4  |
| труха                       | 72,4         | 82,1 | 58,0      | 82,6 | 62,8       | 79,7 |

пробной площади подстилку анализировали по 15—20 образцам, основная характеристика ее приведена в табл. 7 и 8.

Наибольшее количество лесной подстилки на 1 га характерно для сосняка разнотравного, наименьшее — для брусничного. Такое положение может быть объяснимо различным количеством поступающего опада, поскольку разложимость его (вес трухи, %) во всех типах леса почти одинакова. Более производительные насаждения сосняка разнотравного дают большее количество опада. У сосняка брусничного мощность подстилки наименьшая, но в то же время объемный вес ее больше

Таблица 9. Среднее количество подроста хвойных пород в насаждениях Серовского лесхоза

| Сосняк       | Всего       |                   | В том числе сосны и лиственницы | В том числе без сосны и лиственницы |
|--------------|-------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
|              | тыс. шт./га | шт/м <sup>2</sup> |                                 |                                     |
|              |             |                   | 1—2 лет, шт/м <sup>2</sup>      |                                     |
| Разнотравный | 43,0        | 4,3               | 2,5                             | 1,8                                 |
| Черничный    | 26,3        | 2,6               | 1,3                             | 1,3                                 |
| Брусничный   | 280,0       | 28,0              | 24,8                            | 3,2                                 |

на 35%, чем у разнотравного, и на 59% — у черничного. Это объясняется высокой плотностью подстилки, поскольку она образуется в чистых сосновых насаждениях. В непосредственной связи с массой подстилки, проявляющей свое влияние комплексно с другими экологическими факторами, в частности с живым напочвенным покровом, находится подрост (табл. 9), особенно в возрасте 1—2 лет.

Вычисленные между компонентами и свойствами лесной подстилки и количеством подроста коэффициенты корреляции свидетельствуют о наличии связей различной тесноты и направленности при достаточно высокой достоверности ( $t > 3$ ). Наиболее тесная положительная связь ( $r = 0,79$ ) наблюдается между количеством подроста и содержанием азота в подстилке, что указывает на необходимость высокого уровня этого элемента питания для подроста сосны и лиственницы. Связь между объемным весом подстилки и количеством подроста ( $r = +0,61—0,66$ ) свидетельствует о том, что ее плотный и тонкий слой обеспечивает быстрее прорастание и укоренение всходов хвойных пород и во многом устраняет опасность гибели их в период засушливой погоды, когда корневая система может оказаться в слое пересохшей подстилки. Большое количество неразложившихся компонентов (хвоя, шишки, сучки, кора) также благоприятно влияет на появление и рост подроста, что подтверждается положительной связью между этими показателями ( $r = +0,62—0,66$ ). Данное явление, очевидно, можно объяснить тем, что в условиях грубой подстилки слабо развит травяной покров. Воз-



можно также благоприятное влияние микроклимата, поскольку семена, провалившись между крупными компонентами, достигают более влажной трухи и там прорастают, а всходы получают защиту со стороны этих компонентов.

Отрицательное влияние на возобновление оказывают мощность подстилки ( $r = -0,63-0,68$ ), ее кислотность ( $r = -0,55-0,61$ ), количество травы, мха и неразложившихся листьев ( $r = -0,36-0,57$ ). Коэффициенты корреляции показывают, что с увеличением возраста подроста происходит ослабление связей и сокращение показателей, по которым эти связи наблюдаются. Следовательно, подстилка наибольшее влияние оказывает на самосев в возрасте 1—2 лет.

В сухих сосняках под пологом насаждений достаточно света, но мало влаги. Здесь подрост приурочен к «окнам» и прогалинам, поскольку материнский древостой по отношению к нему проявляет большую конкуренцию за влагу и питательные вещества, препятствуя его произрастанию [53—55]. На территории наших исследований из сосняков с недостаточным увлажнением повсеместно распространен сосняк брусничный и частично — лишайниковый. В условиях этих двух типов леса изучали конкурирующее влияние материнского древостоя на возобновление.

В сосняке лишайниковом на территории Тавдинского лесхоза Свердловской обл. (подзона южной тайги) в 1970 г. обследовано два насаждения V класса возраста полнотой 0,7. В них из-за отсутствия подроста в 1964 г. проведено содействие естественному возобновлению в виде конных плужных борозд, расположенных через 5—10 м одна от другой. В бороздах отмечены только ~~единичные всходы~~. Следовательно, в подобных насаждениях не подстилка препятствует возобновлению, а конкуренция материнского древостоя за влагу. О последнем свидетельствует наличие в пониженных местах единичных экземпляров небольшого подроста и редкого травостоя. В таких насаждениях для обеспечения возобновления под пологом нужны групповые выборочные рубки. Конкурирующее влияние материнского древостоя подтверждается также следующими исследованиями. В 69 кв. Тавдинского лесничества Тавдинского лесхоза 15 лет назад был сплошь вырублен древостой

**Таблица 10. Высота культивируемых растений сосны в зависимости от расстояния их до семенных деревьев в условиях вырубki сосняка лишайникового в Тавдинском лесхозе (1970)**

| № «ключей» | Показатели, м                  | Повторности замеров |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|--------------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            |                                | 1                   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 1          | Расстояние от дерева . . . . . | 1,1                 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,2 | 3,7 | 4,9 | 5,4 | 6,0 | 6,5 |
|            | Высота сосны . . . . .         | 0,3                 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,2 |
| 2          | Расстояние от дерева . . . . . | 0,4                 | 0,9 | 1,5 | 2,1 | 2,6 | 3,3 | 3,6 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
|            | Высота сосны . . . . .         | 1,0                 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 3          | Расстояние от дерева . . . . . | 1,1                 | 1,7 | 2,3 | 2,9 | 3,6 | 4,2 | 4,8 | 5,3 | 5,7 | 6,0 |
|            | Высота сосны . . . . .         | 0,7                 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,9 | 2,0 | 2,4 | 2,5 |
| 4          | Расстояние от дерева . . . . . | 0,6                 | 1,0 | 1,2 | 1,8 | 2,4 | 3,0 | 3,5 | 3,8 | 4,8 | 5,7 |
|            | Высота сосны . . . . .         | 0,2                 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 1,0 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,3 |

сосняка лишайникового с оставлением семенных деревьев группами и одиночно. Однако естественное возобновление было слабым, и вырубку через 4 года после рубки древостоя закультивировали сосной. В момент исследований (1970) биологический возраст культур составил 13 лет, густота — 5,4 тыс. экз/га, сохранность — 88%; размещение культивируемых растений —  $2,5 \times 0,65$  м (посадка их произведена под меч Колесова). Средняя высота культур 2,35 м. Почва песчаная, на глубине 1,5 м подстилаемая глиной.

Семенные деревья оказали сильное отрицательное воздействие на рост культивируемых растений сосны (табл. 10), что зафиксировано в четырех «ключях» на пробной площади 53/70. В каждом «ключе» по 2—3 материнских дерева. По мере удаления культивируемых растений сосны от материнских деревьев влияние последних ослабевает и прекращается на расстоянии 5—6 м. В первых трех «ключях» 11 августа 1972 г. были взяты образцы почвы для определения полевой влажности. С этой целью в четырех различных направлениях от материнских деревьев были заложены почвенные прикопки: в 3,6 и 9 м. Образцы почвы отобраны на глубине 10—15 см преимущественно в четырех повторностях. Показатели влажности представляют собой усредненные данные измерений у 46—48 образцов почвы, охватывающих одно расстояние всех трех «ключей». Полевая влажность почвы увеличивается по мере уда-

ления от материнских деревьев. Следовательно, материнские деревья оказывают отрицательное влияние на рост культивируемых растений сосны, перехватывая влагу. Перехватывающая роль деревьев проявляется на расстоянии не менее 5—6 м.

Учитывая расстояние конкурентного влияния материнских деревьев на молодое поколение леса, которое в «окнах» насаждений с двух сторон будет охватывать зону в 10—12 м, диаметр этих «окон» при групповых выборочных рубках должен быть значительно более указанной величины. Постепенные и равномерно-выборочные рубки в целях возобновления в этих условиях положительных результатов не обеспечат.

Опыты по изучению влияния изоляции корней материнских деревьев на появление и рост подроста в условиях с достаточной освещенностью показали [16, 56, 57], что устранение конкуренции ведет к улучшению возобновительного процесса. Мы поставили подобный опыт в сосняке брусничном на территории Уральского учебно-опытного лесхоза УЛТИ (подзона южной тайги). Древостой составом 10С ед. Б, класс возраста V, класс бонитета III, полнота 0,8, средняя высота 19 м, средний диаметр 20 см. Расположен он на склоне южной экспозиции крутизной 6—7°.

Осенью 1972 г. в указанном древостое окаймили канавами (шириной 0,3 м и глубиной до горной породы с обрубкой корней материнских деревьев) три площадки размером 1,5×0,5 м каждая. С них полностью, до минерального слоя почвы, сняли живой и мертвый напочвенные покровы. В 5 м от первых площадок были подготовлены вторые путем полного снятия покрова. В 1973 г. 21 апреля после подчистки поверхности площадок в каждую из них высеяли семена сосны в четырехкратной повторности по 100 шт. Посев произведен в неглубокие бороздки, которые затем были закрыты почвой. Использованы семена из той же партии, что и для посева на опаде в питомнике. Все площадки были прикрыты ветвями сосны.

По состоянию на 15 июня 1973 г. проростков на площадках с обрубленными корнями из 12 повторностей оказалось усредненно  $51,0 \pm 6,30$  шт., а на площадках без обрубki корней этот показатель ничтожный —  $5,8 \pm 1,50$ , или 11,3% по отношению к первому. На по-

следних площадках появившиеся всходы начали усыхать. Взятые в этот же день образцы почвы из верхнего слоя (толщина 5 см) по 15 шт. на вариант опыта (по 5 шт. с каждой площадки) показали, что на инсолируемом склоне в исключительно засушливый период, какими явились апрель и первая половина июня 1973 г., материнский древостой в 2,5 раза снизил полевую влажность почвы ( $14,0 \pm 0,76\%$ ) по сравнению с площадками, где его влияние исключено ( $35,1 \pm 2,66\%$ ).

При инвентаризации посевов 20 сентября 1975 г. число растений на изолированных площадках составило  $33,6 \pm 5,02$ , на неизолированных — все растения погибли. Вегетационные периоды 1973—1975 гг., особенно в мае-июне, были крайне засушливыми. Поэтому конкурирующее влияние материнского древостоя на посевы в неизолированных площадках проявилось в наибольшей степени. Проведенный опыт позволяет отметить, что сосна на стадии прорастания семян и жизни проростков недостаточно ксерофитна. Следовательно, в ювенильный период жизни подроста в условиях невысокой влажности материнский древостой оказывает на него мощное отрицательное воздействие, главным образом путем перехватывания влаги. Повторяющиеся весенне-летние засухи могут вызвать в сухих типах леса цикличность в лесовозобновлении.

Таким образом, возобновление под пологом леса происходит под влиянием света, тепла, влаги, биохимического и механического воздействия опада и подстилки, конкуренции со стороны живого напочвенного покрова и материнского древостоя, которые действуют суммарно. Однако степень влияния каждого из них имеет зонально-географическое и лесотипологическое проявление, достигая в отдельных экологических условиях абсолютного доминирования. В подзонах северной и средней тайги таким фактором является тепло, в других лесорастительных подзонах — свет; в типах леса с высокой трофностью почв — биохимическое и механическое влияние лесного опада и подстилки, в сухих сосняках — лишайниковом и брусничном — влага, которую перехватывает материнский древостой. Регулируя влияние экологических факторов путем различных лесоводственных приемов, можно управлять процессами естественного возобновления под пологом леса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исаева Р. П., Луганский Н. А.* Естественные лесовосстановительные процессы в подзонах южной тайги и темнохвойношироколиственных лесов Урала. — В сб.: Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье. Свердловск (Институт экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 93), 1975, с. 94—128.
2. *Коновалов Н. А.* К изучению взаимоотношения сосны, ели и лиственницы. — В сб.: Труды по лесному хозяйству. Свердловск. (УЛТИ. Вып. 1), 1949, с. 42—56.
3. *Санников С. Н.* Экологическая оценка естественного возобновления сосны в Припышминских борах — зеленомошниках. Автореф. канд. дис. Свердловск, 1966, 31 с.
4. *Луганский Н. А., Земцов В. М.* Характеристика лесной подстилки и влияние ее на лесовосстановление в сосновых насаждениях северной половины средней тайги Урала. — В сб.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, Средне-Уральское кн. изд-во (УралЛОС ВНИИЛМ. Вып. 2), 1968, с. 59—63.
5. *Зубарева Р. С., Бойченко А. М.* О лесообразующих факторах в сосновых лесах южной тайги предгорного Зауралья. — В сб.: Материалы отчетной сессии лаборатории лесоведения за 1968 г. Свердловск (Изд-во УНЦ АН СССР), 1970, с. 3—4.
6. *Придня М. В.* Естественное лесовозобновление на концентрированных вырубках ельников зеленомошниковых Тавда-Кондинского междуречья. — В сб.: Южнотаежные леса Западно-Сибирской равнины. Свердловск (Ин-т экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 83), 1972, с. 194—216.
7. *Коновалов Н. А., Луганская В. Д.* Экологические условия возобновления сосны и лиственницы под пологом сосняков Среднего Урала. — В сб.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, Средне-Уральское кн. изд-во (Урал ЛОС ВНИИЛМ. Вып. 6), 1972, с. 127—131.
8. *Оскретков М. Я.* Влияние различной степени освещенности на возобновление сосны и ели. — В сб.: Труды Брянского лесохозяйственного ин-та. Т. 8. Брянск, «Брянский рабочий», 1957, с. 127—135.
9. *Малкина И. С., Цельникер Ю. Л., Якишина А. М.* Фотосинтез и дыхание подроста. М., «Наука», 1970, 184 с.
10. *Щенников А. П.* Экология растений. М., «Советская наука», 1950, 376 с.
11. *Лавриненко Д. Д.* Взаимодействие древесных пород в различных типах леса. М., «Лесная промышленность», 1965, 248 с.
12. *Гооминг Х. Г.* Конкуренция двух видов растений за фотосинтетически активную радиацию. — «Экология», 1972, № 4, с. 63—72.
13. *Жуков А. Б.* Ближайшие теоретические задачи лесной науки. — «Лесное хозяйство», 1970, № 3, с. 27—30.
14. *Карпов В. Г.* Видовой состав, строение и динамика биогеоценозов тайги европейской части СССР в экспериментальном освещении. — В кн.: Изучение таежной биоты. Проблемы и перспективы. Иркутск. изд. СО АН СССР, 1973, с. 70—80.
15. *Хлебникова Н. А.* Физиологическая характеристика деревьев разной интенсивности роста в молодяке сосны обыкновенной. — В кн.: Физиология древесных растений. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 57—68.

16. *Рысин Л. П.* О влиянии древостоя и подростка на подрост посредством корневой конкуренции в сложных борах Подмосковья. — В сб.: Стационарные биогеоэкологические исследования в южной подзоне тайги. М., «Наука», 1964, с. 90—99.
17. *Рысин Л. П.* Роль корневой конкуренции в возобновлении леса. — «Лесное хозяйство», 1967, № 3, с. 21—24.
18. *Грибанов Л. Н.* Сосновые леса Казахстана и биологические основы хозяйства в них. Докл. по совокупн. опубл. работ, представл. на соиск. учен. степени д-ра биологических наук. Свердловск, Изд-во УНЦ АН СССР, 1965, 55 с.
19. *Соколова Л. Н.* Освещенность и фотосинтез соснового подростка под пологом спелых сосняков Московской области. — В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. М., «Наука», 1967, с. 255—260.
20. *Положенцев И. П., Зигангиров А. М.* Естественное возобновление сосновых лесов Южного Урала. — «Лесное хозяйство», 1961, № 6, с. 18—21.
21. *Побединский А. В.* Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья. М., «Наука», 1965, 268 с.
22. *Морозов Г. Ф.* Учение о лесе. Избр. труды. Т. I. М., «Лесная промышленность», 1970, 560 с.
23. *Касимов В. Д.* Возобновление сосны и ели в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях. — «Лесохозяйственная информация», 1971, № 17, с. 12—13.
24. *Клинецов А. П.* Лесовосстановительные процессы в сосновых запретных лесах бассейна р. Уфы. — В сб.: Труды по лесному хозяйству. Свердловск, Свердловское кн. изд-во (УЛТИ. Вып. 3), 1956, с. 61—64.
25. *Зворыкина К. В.* Влияние растительности нижних ярусов сосняка черничного и корневой конкуренции древостоя на развитие подростка сосны. — В сб.: Сосновые боры южной тайги и пути ведения в них лесного хозяйства. М., «Наука», 1969, с. 181—204.
26. *Полякова Г. А.* Влияние травяно-кустарничкового покрова сложного бора на возобновление сосны. — В сб.: Тезисы докл. Всесоюз. совещ. по изучению взаимоотношений растений в фитоценозе. Минск, изд. АН СССР, 1969, с. 118—119.
27. *Ющенкова Л. Н.* Влияние трав и кустарничков на прорастание семян и выживаемость всходов ели в сообществах южной тайги. — «Ботанический журнал», 1970, № 5, с. 723—728.
28. *Поздняков Л. К.* Лиственничные леса Якутии. Эколого-лесоводственная характеристика и научное обоснование некоторых лесохозяйственных мероприятий. Автореф. докт. дис. Красноярск, 1963, 44 с.
29. *Шумаков В. С.* Биохимические взаимосвязи между травяной растительностью вырубок и проростками сосны и ели. — В сб.: Труды по лесному хозяйству. Вып. 50. М., «Лесная промышленность», 1965, с. 88—101.
30. *Райко П. Н., Четвериков А. В.* Влияние корневых вытяжек растений на всхожесть семян и рост древесных растений. — В сб.: Лес — большой химии. Вып. 17. Минск, «Урожай», 1965, с. 144—150.
31. *Якушев Б. И.* Влияние живого напочвенного покрова на рост культуры сосны. — В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе. М., «Наука», 1966, с. 206—211.
32. *Лаврова К. Г.* Влияние вытяжек из некоторых травянистых

растений бора-черничника на рост семян сосны. — В сб.: Учен. зап. Карельского пед. ин-та. Т. 19. Петрозаводск, Карельское кн. изд-во, 1966, с. 19—23.

33. *Протопопов В. В.* Влияние малоизученных факторов среды на прорастание семян хвойных пород. — В сб.: Гидроклиматические исследования в лесах Сибири. М., «Наука», 1967, с. 118—127.

34. *Карпачевский Л. О., Киселева Н. К.* О методике учета опада и подстилки в смешанных лесах. — «Лесоведение», 1968, № 3, с. 73—79.

35. *Часовенная А. А.* К вопросу о взаимовлиянии растений в сообществах посредством органических выделений. — В кн. «Проблемы ботаники». Т. 6, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962, с. 133—147.

36. *Колесниченко М. В.* Биохимические взаимовлияния древесных растений. М., «Лесная промышленность», 1968, 150 с.

37. *Сапожников А. П.* Динамика опада в хвойно-широколиственных лесах с участием ели аянской. — В сб.: Комплексные стационарные исследования лесов Приморья. Л., «Наука», 1967, с. 63—69.

38. *Смирнов В. В.* Сезонный опад в лесных биогеоценозах. — «Лесоведение», 1967, № 6, с. 62—75.

39. *Карпачевский Л. О., Киселева Н. К.* О методике учета опада и подстилки в смешанных лесах. — «Лесоведение», 1968, № 3, с. 73—79.

40. *Шумаков В. С.* Опад в сосновых типах леса. — В сб.: Проблемы рубки и восстановления леса. М., «Лесная промышленность», 1968, 76 с.

41. *Мелехов М. С.* Об отложении лесной подстилки в зависимости от типа леса. — В сб.: Труды Архангельского ЛТИ. Вып. 17. Архангельск, Архангельское кн. изд-во, с. 124—137.

42. *Частухин В. Я., Николаевская М. А.* Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе. Эколого-систематические и фитологические исследования. Л., «Наука», 1969, 326 с.

43. *Ариушкина Е. В.* Руководство по химическому анализу почв. Изд. 2-е. М., Изд-во МГУ, 1962, 487 с.

44. *Родин Л. Е., Ремизов Н. П., Базилевич Н. И.* Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., «Наука», 1968, 143 с.

45. *Тимофеев В. П.* Закономерности формирования сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения. — «Лесное хозяйство», 1965, № 8, с. 5—12.

46. *Воронова В. С., Раменская М. Л., Ронконен Н. И.* Лесовозобновление на вырубках Северной Карелии в связи с особенностями ландшафта. Учен. зап. Карельского пед. ин-та, т. 19. Петрозаводск, Карельское кн. изд-во, 1966, с. 3—8.

47. *Шумаков В. С.* Динамика разложения растительных остатков и взаимодействие продуктов их разложения с лесной почвой. Исследования по лесному почвоведению. Пушкино (ВНИИЛХ. Т. 1), 1941, с. 19—88.

48. *Ремизов Н. П.* Аммонификация и нитрификация в лесных почвах. — В сб.: Исследования по лесному почвоведению. Пушкино (ВНИИЛХ. Т. 1), 1941, с. 89—128.

49. *Ремизов Н. П.* Разложение лесной подстилки и круговорот элементов в дубовом лесу. — «Почвоведение», 1961, № 7, с. 1—12.

50. Зонн С. В. Влияние леса на почву. М., Изд-во АН СССР, 1954, 160 с.
51. Зонн С. В. Биогеоценология и почвоведение. — В сб.: Академику В. Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956, с. 231—241.
52. Кошельков С. П. О формировании и подразделении подстилок в хвойных южнотаежных лесах. — «Почвоведение», 1961, № 10, с. 19—29.
53. Грибанов Л. Н. Lentочные боры Алтайского края и Казахстана. М., Сельхозгиз, 1954, 88 с.
54. Побединский А. В. Лесовозобновление в сосняках Забайкалья. — «Лесное хозяйство», 1962, № 7, с. 19—22.
55. Рысин Л. П. Влияние лесной растительности на естественное возобновление древесных пород под пологом леса. — В кн.: Естественное возобновление древесных пород и количественный анализ его роста. М., «Наука», 1970, с. 7—53.
56. Суна Ж. Ю. О влиянии корневой системы сосны на развитие подроста. — «Лесоведение», 1967, № 5, с. 67—71.
57. Татаринов В. В. Экспериментальный анализ факторов, регулирующих численность и рост сосны в сложных сосняках Белоужской пуши. — «Лесоведение», 1972, № 4, с. 3—12.