

Таким образом, адаптационные изменения в росте, развитии и метаболизме у сеянцев ясеня и сосны неодинаковы, но в целом шлам оказывал положительное воздействие.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что минеральный шлам металлообработывающего производства может быть использован в небольших дозах в качестве подкормок древесных растений микроэлементами в лесопитомниках, в особенности на бедных по плодородию почвогрунтах, а также в молодых лесоскультурах на эродированных и нарушенных почвах. Однако дозы и способы внесения шламов в каждом конкретном случае, в том числе в сочетании с другими удобрениями, нуждаются в дополнительном изучении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Власюк П. А., Климовицкая З. М. Функции органоидов клетки растений в связи с содержанием в них микроэлементов // Физиологические основы питания растений.— Киев: Наук. думка, 1971.— С. 5—45. [2]. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений.— М.: Колос, 1980.— 304 с. [3]. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистологического исследования растительных тканей.— М.: Наука, 1979.— 155 с. [4]. Школьник М. Я. Значение микроэлементов в жизни растений и земледелии.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950.— 512 с. [5]. Foy C. D. The physiology of plant adaptation to mineral stress // Iowa state Journal of research.— 1983.— Vol. 57.— № 4.— P. 355—391.

Поступила 21 февраля 1990 г.

УДК 630\*5 : 630\*114.351

### ВЗАИМОСВЯЗИ ЗАПАСА ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ С ТАКСАЦИОННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ДУБОВЫХ НИЗКОСТВОЛЬНИКОВ

С. В. КАБАНОВ

Саратовский сельскохозяйственный институт

Водорегулирующие свойства лесов Саратовской области исследованы недостаточно. До сих пор нет общепринятых методических положений по их оценке. В качестве интегрального показателя мелиоративной оценки лесных насаждений могут быть использованы свойства лесных подстилок.

Лесная подстилка является одним из основных факторов, влияющих на водорегулирующие и противоэрозионные свойства насаждений. Данные многочисленных исследований ([3, 5, 8] и др.) показывают, что после удаления подстилки мелиоративная способность леса почти полностью теряется: сток увеличивается в 1,5—2 раза, смыв в 3—6 раз. Кроме того, свойства лесной подстилки, как и водорегулирующие свойства леса, находятся в тесной зависимости от экологических условий и структуры фитоценозов. Поэтому мощность, запас и влагоемкость лесной подстилки используют в качестве мелиоративной оценки лесных насаждений.

Исследования формирования лесных подстилок очень сложны, так как на эти процессы влияет большое число факторов. Исследования лесных подстилок в нашей стране и за рубежом были посвящены в основном выяснению таких вопросов, как запасы подстилок на единице площади леса, скорость разложения органического вещества лесных подстилок, энергетический баланс, гидрологические и почвозащитные свойства подстилок и др. Но эти исследования проведены на традиционных пробных площадях и поэтому не охватывают всего разнообразия лесных насаждений. В научном и практическом плане важно устано-

Но- мер вы- де- ла	Состав древостоя	Воз- раст, лет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup>	Высота дуба, м	Характеристика подстилки	
						Мощ- ность, см	Масса на 1 г т
1	3Д5Ос2Б	26	0,80	110,1	12,6	—	9,5
2	9Д1Б	26	0,64	49,1	9,1	—	5,0
3	6Д4Б	26	0,66	54,6	8,7	—	7,1
4	9Д1Кл	34	0,64	81,5	11,8	2,0	12,5
5	6Д1Кл3Лп	44	0,84	120,2	14,0	1,3	12,3
6	5Д5Лп	44	0,92	136,1	12,9	1,5	12,3
7	4Д6Лп	50	0,80	136,6	14,7	1,3	12,4
8	7Д2Лп1Кл	72	0,80	202,0	18,1	—	14,5
9	9Д1Кл	66	0,83	187,7	16,6	1,0	6,0
10	1Д1Кл6Лп2Б	65	0,92	226,8	18,0	1,3	12,3
11	1Д1Кл3Б5Лп	65	1,09	271,7	16,9	0,9	12,1
12	6Д3Ос1Кл	7	0,75	18,8	2,7	—	9,9
13	4Д5Ос1Б	7	0,85	18,3	2,6	—	4,8
14	4Д2Ос3Кл1Б	12	0,93	55,1	6,2	—	8,0
15	4Д2Ос1Кл1Лп2Б	12	1,22	71,2	6,2	—	12,6
16	9Д1Кл	42	0,94	113,0	11,0	—	14,3
17	9Д1Кл	44	0,77	102,0	11,5	—	19,2
18	7Д2Лп1Кл	44	0,82	88,2	11,5	0,8	9,4
19	7Д2Лп1Б	44	0,84	95,8	12,3	1,2	9,9
20	5Д4Лп1Кл	45	0,72	101,9	11,5	0,9	8,9
21	8Д2Лп	49	0,65	95,4	12,9	—	13,9
22	4Д3Лп3Б	54	0,89	126,1	14,7	—	11,6
23	4Д5Лп1Ос	59	0,82	149,4	13,2	—	10,9
24	6Д2Лп2Кл	63	0,85	162,0	14,7	—	13,6
25	5Д4Лп1Кл	64	0,84	168,0	16,0	1,1	10,6
26	9Д1Кл	64	0,91	161,7	14,2	—	19,7
27	7Д1Лп2Б	68	0,70	136,7	15,3	1,3	11,9
28	5Д4Лп1Кл	75	0,80	158,8	16,0	—	11,0
29	8Д2Лп	79	0,78	171,0	17,6	2,2	17,2
30	8Д1Лп1Кл	80	0,80	119,8	13,1	1,5	11,3
31	8Д2Лп	70	1,01	160,9	13,6	1,1	7,4
32	10Д	70	1,13	191,6	14,0	0,9	6,4
33	8Д1Кл1Лп	85	0,99	192,2	17,0	1,4	8,4
34	10Д	70	0,76	157,1	15,9	1,3	8,7
35	1Д1Кл4Б4Лп	65	1,10	223,3	14,8	1,1	11,3
36	3Д4Лп1Кл2Б	65	0,93	163,9	13,8	1,4	3,9
37	8Д1Лп1Кл	70	1,14	197,9	14,6	1,2	12,6
38	10Д	50	0,93	151,8	13,5	2,5	1,1
39	4Д5Лп1Кл	61	1,05	208,4	14,8	0,7	4,8
40	6Д4Лп	60	0,84	164,3	14,4	1,5	3,2
41	9Д1Лп	43	1,00	116,5	12,0	1,7	12,1
42	10Д	65	0,50	100,0	13,6	—	4,1
43	10Д	70	0,65	135,0	14,3	—	4,3
44	8Д2Лп	55	0,78	88,4	10,5	—	9,7
45	7Д2Кл1Лп	63	0,67	100,3	12,4	—	11,5
46	9Д1Лп	74	0,50	76,0	13,2	—	16,2
47	10Д	45	0,65	47,8	7,7	1,6	9,1
48	9Д1Кл	80	1,19	196,2	13,9	2,0	14,6
49	10Д	65	0,54	34,9	7,0	—	2,9
50	10Д	60	0,93	102,0	11,7	1,0	9,0
51	10Д	55	0,70	91,4	11,5	1,0	9,1
52	6Д4Лп	55	0,83	98,0	10,5	1,8	11,2
53	10Д	55	0,93	98,6	10,0	0,8	7,3
54	10Д	45	0,69	57,7	8,7	1,1	7,5
55	10Д	60	0,50	77,0	11,7	—	3,7
56	10Д	60	0,60	92,4	11,8	—	4,0
57	10Д	60	0,70	107,8	10,2	—	4,9
58	10Д	65	0,65	113,0	11,7	—	13,9
59	9Д1Кл	47	0,83	125,0	12,3	—	12,1
60	9Д1Лп	43	1,10	117,0	12,0	—	8,3

вить количественные связи свойств подстилок с таксационными показателями древостоев. Работ по установлению таких взаимосвязей значительно меньше [1], а для порослевых дубрав юго-востока европейской части РСФСР они нам вообще неизвестны.

Объектом нашего изучения стали дубовые низкоствольные насаждения, самые распространенные в лесах Саратовской области и имеющие наибольшее хозяйственное значение. Методика предусматривала проведение выборочной измерительной таксации с применением систематической равномерной выборки для получения таксационной характеристики насаждений. Количество реласкопических площадок на выделе обеспечивало определение суммы площадей сечений с точностью 5 % (вероятность 0,68), запаса — 6...8 %. При изучении толщины подстилок использована методика А. С. Скородумова [7], запаса — В. С. Шумакова [4]. Массу подстилки учитывали на площадках размером 25 × 25 см, которые закладывали в центре всех круговых реласкопических площадок. Подстилку собирали и высушивали при температуре 105 °С в течение 5 ч и затем взвешивали с точностью 0,1 г.

Колебания запасов лесной подстилки в течение года очень велики, поэтому образцы брали в конце вегетационного периода, когда наблюдалась относительная стабилизация ее массы [2, 6].

Исследования проведены в чистых и смешанных дубовых низкоствольниках четырех лесхозов Саратовской области: Петровском, Усовском, Балтайском и Вязовском. Получены данные для 60 насаждений разного состава, структуры и производительности, в которых взято 489 образцов лесных подстилок. Таксационная характеристика насаждений представлена в табл. 1.

На пробной площади, а тем более на площади выдела подстилка распределяется крайне неравномерно. В наших опытах варьирование ее запаса на выделе достигало 48 %. Подбор небольших, более однородных выделов приводит к снижению коэффициента вариации до 30 % и 10 %-й точности определения запаса подстилки.

В низкоствольных дубравах Саратовской области запасы подстилки на 1 га варьируют в широких пределах: от 3...4 до 17...19 т. На основании данных предыдущих исследований была принята рабочая гипотеза, согласно которой запас подстилки зависит от целого комплекса факторов, в том числе лесоводственно-таксационных показателей насаждений. Чтобы уточнить влияние различных факторов, мы провели на ЭВМ ЕС-1060 множественный регрессионный анализ. Исследовали тесноту линейной связи запаса подстилки с различными таксационными показателями насаждений. Парные коэффициенты корреляции приведены в табл. 2. Почти все они значимы на 1 %-м уровне. Исключение составляет коэффициент корреляции запаса подстилки с возрастом насаждений, указывающий на отсутствие линейной связи между показателями. Это в целом соответствует особенностям динамики лесной подстилки в лиственных насаждениях, в которых период интенсивного увеличения запаса подстилки заканчивается к 8...10 годам и переходит в очень растянутый период стабилизации ее массы [2, 6].

Таблица 2

Показатели	Коэффициент корреляции
Возраст, лет	-0,0167
Сумма площадей сечений на 1 га, м <sup>2</sup>	0,4439
Относительная полнота	0,4740
Запас древостоя на 1 га, м <sup>3</sup>	0,3552
Участие в составе, %:	
дуба	-0,3007
клена	0,5355
Высота дуба, м	0,3734
Сомкнутость полога	0,5971

Связь между запасом подстилки и участием дуба в составе древостоя оказалась слабой и обратной. Из практики известно, что наибольшие запасы подстилки наблюдаются в насаждениях с преобладанием дуба черешчатого. Это связано с медленной ее минерализацией из-за содержащихся в листьях таннидов. Однако абсолютно чистые дубравы Саратовской области — это, как правило, простые одноярусные насаждения с невысокой сомкнутостью крон. Кроме того, значительный раз-

нотравно-злаковый травянистый покров таких дубрав способствует более быстрому разложению всей подстилки.

Присутствие березы, клена и липы в составе также ускоряет разложение подстилки, но их участие ведет к повышению общей сомкнутости полога. Умеренной оказалась связь запаса подстилки с абсолютной и относительной полнотой насаждения, несколько меньше — с высотой дуба и запасом на 1 га. Наиболее тесная корреляционная связь запаса подстилки в дубравах наблюдается с сомкнутостью полога и долей клена остролистного, присутствие которого повышает сомкнутость.

Максимальные запасы подстилки отмечены нами в насаждениях, где в первом ярусе преобладает дуб черешчатый, во втором — клен остролистный. Такие дубравы отличаются высокой сомкнутостью, как правило, мертвопокровные или с очень слабым развитием травяного покрова; лесная подстилка мощная и рыхлая с запасом на 1 га до 17... 19 т.

Отбор существенно влияющих факторов проводили на 5 %-м уровне значимости. В табл. 3 приведена характеристика лучших из выведенных уравнений.

Таблица 3

Вид уравнения	Коэффициент множественной корреляции	Сумма квадратов остатков	Критерий F	Относительная ошибка уравнения, %
$M = 8,59 T^{0,78}$ (1)	0,705	1,960	30,71	10,8
$M = 9,57 C^{0,71}$ (2)	0,597	2,511	17,17	12,3
$M = 10,87 C^{0,21} K^{0,09}$ (3)	0,636	2,323	10,19	11,9
$M = 10,07 G^{0,71}$ (4)	0,444	9,098	12,27	19,4

Примечание.  $G$  — сумма площадей сечений на 1 га, м<sup>2</sup>.

Анализ этих уравнений показывает, что для прогнозных расчетов приемлемо уравнение связи запаса подстилки ( $M$ ) с сомкнутостью ( $C$ ) и долей участия в составе клена ( $K$ ). Ограничения этого уравнения:  $0,35 \leq C \leq 0,90$ ;  $30 \% \leq K \leq 5 \%$ . Ввод в уравнение (2) дополнительных аргументов не приводит к какому-либо значительному увеличению коэффициента множественной корреляции и уменьшению ошибки уравнения.

Запасы подстилок тесно коррелируют с их мощностью ( $T$ ): коэффициент корреляции равен 0,71 при уровне значимости 0,99. Эта связь может быть описана уравнением (1).

Результаты исследований позволяют сделать заключение о необходимости выращивания в условиях Саратовской области сомкнутых двухъярусных дубрав с примесью клена до 2 единиц в целях повышения не только общей продуктивности, но и водорегулирующей роли насаждений.

Полученные уравнения связи запасов лесной подстилки с составом и сомкнутостью могут быть использованы при расчетах поступления воды во внутрпочвенный и грунтовый сток.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Власюк А. Б. Водозащитная и водоохранная роль лесов // Лесн. хоз-во.— 1988.— № 5.— С. 56—57. [2]. Карпачевский Л. О. Лес и лесные почвы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 264 с. [3]. Калинин Н. П., Зыков И. Г. Противоэрозионная лесомелиорация.— М.: Агропромиздат, 1986.— 277 с. [4]. Методические рекомендации по определению запасов лесной подстилки и ее зольности при лесоводственных исследованиях / В. С. Шумаков, Е. Л. Федорова.— Пушкино, 1976.— 37 с. [5]. Побединский А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов.— М.:

Лесн. пром-сть, 1979.—176 с. [6]. Смольянинов И. И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов.—М.: Лесн. пром-сть, 1969.—192 с. [7]. Скородумов А. С. Определение толщины лесной подстилки // Лесн. хоз-во.—1939.—№ 2.—С. 41—47. [8]. Харитонов Г. А. Водорегулирующая и противэрозийная роль леса в условиях лесостепей.—М.: Гослесбумиздат, 1963.—256 с.

Поступила 17 июля 1989 г

УДК 630\*970

## ПАТОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ДРЕВОСТОЯХ

А. В. ЛЕБЕДЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Изучение влияния рекреации на лесные биогеоценозы и роли лесопатологических факторов в лесах зеленых зон городов входит в ряд актуальных задач лесной науки и имеет важное практическое значение [1, 11, 12]. Необходимость решения поставленной задачи очевидна и для ельников Европейского Севера, которые нередко существенно страдают от патологических и сопутствующих им воздействий [2, 3, 9, 10]. Данная работа является продолжением исследований патологии и устойчивости рекреационных ельников северной подзоны тайги, выполненных нами в 1984—1989 гг. [5—7].

Исследования проводили на территории Архангельского, Усть-Двинского, Новодвинского лесничеств Архангельского лесхоза в спелых среднеполнотных низкобонитетных ельниках черничных на 18 безразмерных пробных площадях. Пробы закладывали в наиболее типичных участках леса в соответствии с их посещаемостью и степенью рекреационной нагрузки (незначительная, умеренная, повышенная). Зоны посещаемости выделяли на основании подсчета единовременно отдыхающих в выходные дни. Степень рекреационной нагрузки устанавливали по совокупности объективных показателей [4], числовые характеристики которых приведены в нашей работе [8]. На каждой пробной площадке выполняли сплошной пересчет 100 деревьев ели по 4-сантиметровым ступеням толщины. Для каждого дерева отмечали категорию состояния по шкале, распространенной в лесозащите: здоровые — без признаков ослабления, повреждений и заболеваний; ослабленные — с ажурной кроной, укороченным приростом побегов и поврежденные в слабой или средней степени; больные — сильно ослабленные, сильно травмированные и с признаками грибных заболеваний; мертвые — усохшие в текущем году или в прошлые годы. Одновременно тщательно осматривали каждый экземпляр ели, устанавливали и фиксировали причины ослабления, повреждения и гибели деревьев, выявляли и регистрировали видовой состав вредителей и болезней. Зараженность корневой губкой диагностировали по утолщению комлевой части ствола и кернам, взятым возрастным буровом. Поражение еловой губкой констатировали по наличию плодовых тел гриба, «табачных сучьев» и черных смоляных наплывов у оснований отмерших ветвей. Видовой состав возбудителей других грибных заболеваний устанавливали по плодовым телам грибов, характерным признакам гнилей и их местоположению. Видовую принадлежность стволовых вредителей определяли по фазам развития насекомых и нанесенным ими повреждениям деревьев. Кроме того, на пробных площадях и вблизи них анализировали свежеселенные ветровальные и буреломные деревья в целях выявления возбудителей гнилевых болезней и насекомых-ксилофагов, способных повреждать ослабленные и отмирающие растения. Все данные заносили в специальную ведомость лесопатологического обследования древостоя, а затем подвергали камеральной обработке и анализу.

Распределение деревьев ели по ступеням толщины и категориям состояния в зависимости от степени рекреационной нагрузки приведено в табл. 1. Данные по зоне умеренной рекреационной нагрузки занимают промежуточное положение между соответствующими данными для зон незначительной и повышенной посещаемости, поэтому в таблице не приводятся.

Анализ результатов показывает, что во всех зонах рекреации преобладают деревья средней крупности, как здоровые, так и ослабленные. В зоне незначительной рекреационной нагрузки явно доминируют