

кина М. Г. Структура фитомассы сосняков.— Новосибирск: Наука, 1978.— 160 с. [18]. Смирнов В. В. Органическая масса в некоторых лесных фитоценозах европейской части СССР.— М.: Наука, 1971.— 362 с. [19]. Томчук Р. И., Томчук Г. Н. Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 360 с. [20]. Третьяков А. М., Бахтин А. А., Минин Н. С. Дисперсионный анализ.— Архангельск: Арханг. ин-т леса и лесохимии, 1988.— 40 с. [21]. Усольцев В. А. Рост и структура фитомассы древостоев.— Новосибирск: Наука, 1988.— 252 с. [22]. Уткин А. И. Биологическая продуктивность лесов // Лесоведение и лесоводство.— 1975.— Т. 1.— С. 9—189. [23]. Эрнст Л. К., Науменко З. М., Ладинская С. И. Кормовые продукты из отходов леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 167 с.

Поступила 12 мая 1989 г.

УДК 676.11.082.1 : 631.811.98

## ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТНЫХ ЧЕРНЫХ ЩЕЛОКОВ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ САЖЕНЦЕВ ЕЛИ И СОСНЫ

Л. Г. ПОПОВА, А. А. ЮРИНОВА, М. В. КУЗЬМИНА,  
А. П. ЕВДОКИМОВ, А. И. КИПРИАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Лабораторные и полевые испытания биологической активности обработанных сульфатных щелоков и выделенных из них органических

Таблица 1

Препарат	Концентрация раствора препарата, %	Приживаемость			
		Ель		Сосна	
		Первая вегетация	Вторая вегетация	Первая вегетация	Вторая вегетация
ЧЩ лиственный	10 <sup>-3</sup>	96	62	67	43
		117	113	82	75
	10 <sup>-4</sup>	92	78	86	42
		112	142	105	74
» хвойный	10 <sup>-3</sup>	93	68	93	60
		113	124	113	105
	10 <sup>-4</sup>	93	69	98	71
		113	125	119	125
ФЧЩ лиственный	10 <sup>-3</sup>	98	67	85	61
		120	122	104	107
	10 <sup>-4</sup>	95	54	91	70
		116	98	111	123
» хвойный	10 <sup>-3</sup>	87	57	82	62
		106	104	100	109
	10 <sup>-4</sup>	90	52	90	52
		110	94	112	91
Вода: контроль 1	—	82	55	82	57
		100	100	100	—
» 2	—	82	56	—	—
		100	102	—	—

Примечание. ЧЩ — черный щелок; ФЧЩ — фильтрат черного щелока; в числителе — приживаемость, %; в знаменателе — % к контролю.

соединений показали, что указанные продукты стимулируют рост основных органов, в том числе корневой системы, семян ели и сосны [2, 3, 6].

Применение ростовых веществ, активизирующих процесс корнеобразования, способствует повышению приживаемости древесных растений в питомниках и на лесокультурной площади [5], что позволяет снизить потери посадочного материала.

Для изучения возможности использования препаратов на основе черных сульфатных щелоков в 1986 г. поставлены опыты в школьном отделении лесопитомника Охтинского учебно-опытного лесхоза ЛТА. В качестве стимуляторов испытаны отобранные на Котласском ЦБК полуупаренные черные щелока сульфатных варок древесины лиственных и хвойных пород и выделенные из них фракции водорастворимых веществ («фильтраты»), содержащие в основном оксикислоты, их лактоны и минеральные вещества. Среднюю пробу щелоков отбирали небольшими порциями (по 1 л) ежедневно в течение недели. После тщательного перемешивания получали образец для испытаний. Лиственный щелок содержал 27 % сухого остатка, в том числе 14 % органических веществ, 13 % минеральных; хвойный щелок — 35, 20 и 15 % соответственно; фильтраты щелоков — 15, 6, 9 и 22, 12, 10 %. Данные химического анализа щелоков, отбираемых ежегодно на Котласском ЦБК с 1981 г. по 1989 г., свидетельствуют о достаточно высокой стабильности их состава. В лиственном щелоке содержание органических веществ колеблется в пределах 14...19 %, минеральных — 11...17 %, в хвойном щелоке — 17...20 и 11...15 % соответственно. Исследование рострегулирующей активности щелоков показало, что изменение их состава в указанных пределах практически не влияет на стимулирующий эффект. Опытный участок школьного отделения заложен 2-летними сеянцами ели и сосны, выращенными в питомнике открытого грунта. Сеянцы ели перед посадкой имели высоту 11...12 см, диаметр стволика у корневой шейки — 2,5...3,0 мм, длину главного корня — 15...17 см; сеянцы сосны — 10...11 см, 4,1—4,7 мм и 16...17 см соответственно. Корневые системы опытных растений намачивали в растворах препаратов концентрацией  $10^{-3}$  и  $10^{-4}$  % в течение 15 ч, контрольных растений (контроль 1) — в воде в течение того же времени при температуре 18...20 °С. Посадку производили ручным способом, 16 мая 1986 г. Растения высаживали рядами с расстоянием между ними 20 см, между рядами — 1 м. Высаживали также сеянцы ели (контроль 2), подготовленные к посадке по принятой в практике технологии (обмакивание корней в воду). Всего высажено 2000 сеянцев по 100...110 растений в каждом варианте.

В конце первого и второго периодов вегетации произведены учет саженцев и основные биометрические замеры. Результаты измерений статистически обработаны методом вариационной статистики [1]. Эффективность действия препаратов оценивали по приживаемости растений, приросту в высоту, диаметру стволика и сухой биомассе основных органов саженцев по сравнению с контролем.

Результаты опыта показали, что предпосадочное замачивание корней сеянцев ели и сосны в растворах препаратов повышает их приживаемость (табл. 1). Так, если у контрольных растений приживаемость ели в первый год роста была равна 82 %, то под влиянием препаратов она повысилась до 86...98 %, что составляет 106...120 % контроля. Наибольшее повышение приживаемости ели (на 20 %) обеспечил фильтрат лиственного щелока концентрацией  $10^{-3}$  % и лиственный щелок той же концентрации (на 17 %). Намачивание в растворах хвойного черного щелока вызвало повышение приживаемости ели на 13 %. К концу второго года в вариантах со щелоками и фильтратом лиственного щелока число прижившихся саженцев ели превысило контроль на 20...40 %. Для сосны лучшая приживаемость получена при использовании растворов хвойного щелока и фильтрата лиственного щелока концентрацией  $10^{-4}$  %. В первый год роста эти продукты обеспечили увеличение числа прижившихся саженцев на 19 и 11 % по отношению к контролю, во второй — на 25 и 23 % соответственно.

Предпосадочная обработка корневых систем сеянцев ели и сосны оказала положительное влияние не только на приживаемость растений, но и на их рост (табл. 2). У саженцев ели, корневые системы которых обрабатывали стимуляторами, к концу первого года значительно увеличился прирост в высоту: на 64...129 % по отношению к контролю. Максимальный прирост ели имел место в варианте с лиственным чер-

Препарат	Концентрация раствора препарата, %	Прирост по высоте		Диаметр стволика		Число побегов	
		см	%	мм	%	шт.	%
ЧЩ лиственный	10 <sup>-3</sup>	3,2 ± 0,1	229	4,1 ± 0,2	117	8,1 ± 0,2	104
		4,1 ± 0,2	100	5,0 ± 0,2	98	2,7 ± 0,1	96
	10 <sup>-4</sup>	2,5 ± 0,1	179	3,8 ± 0,2	109	8,2 ± 0,3	105
		3,8 ± 0,2	93	5,7 ± 0,2	112	3,0 ± 0,2	107
» хвойный	10 <sup>-3</sup>	2,9 ± 0,1	207	4,3 ± 0,1	123	8,7 ± 0,3	112
		5,4 ± 0,2	132	5,3 ± 0,2	104	2,9 ± 0,1	104
	10 <sup>-4</sup>	2,5 ± 0,1	179	4,1 ± 0,1	117	8,0 ± 0,3	103
		4,2 ± 0,2	102	4,8 ± 0,2	94	2,3 ± 0,1	82
ФЧЩ лиственный	10 <sup>-3</sup>	2,4 ± 0,1	171	3,6 ± 0,1	103	7,5 ± 0,3	96
		7,3 ± 0,3	178	5,0 ± 0,2	98	3,5 ± 0,2	125
	10 <sup>-4</sup>	2,4 ± 0,1	171	3,4 ± 0,2	97	6,8 ± 0,2	87
		4,8 ± 0,2	117	4,8 ± 0,2	94	2,6 ± 0,1	93
» хвойный	10 <sup>-3</sup>	2,3 ± 0,1	164	3,0 ± 0,1	86	6,4 ± 0,2	82
		4,9 ± 0,2	120	5,0 ± 0,2	98	3,0 ± 0,1	107
	10 <sup>-4</sup>	2,8 ± 0,1	200	3,4 ± 0,1	97	7,4 ± 0,3	95
		6,5 ± 0,2	159	4,6 ± 0,2	90	3,7 ± 0,2	132
Вода: контроль 1	—	1,4 ± 0,1	100	3,5 ± 0,1	100	7,8 ± 0,3	100
		4,1 ± 0,2	100	5,1 ± 0,1	100	2,8 ± 0,1	100
» 2	—	1,1 ± 0,1	79	3,2 ± 0,1	91	5,7 ± 0,2	73

Примечания. 1. В числителе — показатели для саженцев ели; в знаменате-

Препарат	Концентрация раствора препарата, %	Прирост по высоте за две вегетации		Диаметр стволика у корневой шейки		Число побегов	
		см	%	мм	%	шт.	%
ЧЩ лиственный	10 <sup>-3</sup>	8,4	175	5,5 ± 0,2	106	17,8 ± 0,7	101
		12,8	115	6,3 ± 0,3	117	6,0 ± 0,8	113
	10 <sup>-4</sup>	10,5	219	5,4 ± 0,2	104	18,9 ± 0,7	107
		12,2	110	5,3 ± 0,2	98	6,9 ± 0,3	130
» хвойный	10 <sup>-3</sup>	9,1	190	5,4 ± 0,2	104	18,9 ± 0,8	107
		13,1	118	6,2 ± 0,2	115	6,2 ± 0,4	117
	10 <sup>-4</sup>	9,4	196	5,6 ± 0,2	108	20,1 ± 0,8	114
		11,7	105	5,3 ± 0,2	98	6,2 ± 0,3	117
ФЧЩ лиственный	10 <sup>-3</sup>	10,3	215	5,6 ± 0,2	108	18,2 ± 0,9	103
		13,5	122	6,4 ± 0,2	118	6,9 ± 0,3	130
	10 <sup>-4</sup>	7,3	152	4,7 ± 0,2	90	18,2 ± 1,0	103
		13,3	120	5,3 ± 0,2	98	5,9 ± 0,2	111
» хвойный	10 <sup>-3</sup>	6,9	144	4,9 ± 0,2	94	14,5 ± 0,5	82
		12,5	113	5,3 ± 0,1	98	5,9 ± 0,3	111
	10 <sup>-4</sup>	7,9	165	5,4 ± 0,2	104	17,3 ± 0,9	98
		12,2	110	5,8 ± 0,2	107	6,0 ± 0,3	113
Вода: контроль 1	—	4,8	100	5,2 ± 0,2	100	17,7 ± 1,0	100
		11,1	100	5,4 ± 0,1	100	5,3 ± 0,3	100
» 2	—	4,0	83	5,6 ± 0,2	108	15,2 ± 0,8	86

Примечания. 1. В числителе — показатели для саженцев ели; в знаменате-

Таблица 2

Биомасса					
корневой системы		стволика		хвоя	
г	%	г	%	г	%
$0,54 \pm 0,02$	138	$0,70 \pm 0,08$	189	$1,39 \pm 0,13$	190
$0,53 \pm 0,01$	73	$0,74 \pm 0,05$	59	$1,18 \pm 0,17$	102
$0,34 \pm 0,01$	87	$0,42 \pm 0,03$	114	$0,74 \pm 0,03$	101
$0,57 \pm 0,04$	78	$1,57 \pm 0,04$	126	$2,36 \pm 0,22$	203
$0,45 \pm 0,05$	115	$0,61 \pm 0,06$	165	$0,68 \pm 0,03$	93
$0,58 \pm 0,04$	79	$0,85 \pm 0,03$	68	$0,70 \pm 0,06$	60
$0,47 \pm 0,02$	120	$0,58 \pm 0,01$	157	$0,78 \pm 0,02$	107
$0,63 \pm 0,03$	86	$1,22 \pm 0,12$	98	$1,50 \pm 0,10$	129
$0,54 \pm 0,02$	138	$0,71 \pm 0,04$	192	$0,92 \pm 0,05$	126
$0,89 \pm 0,07$	122	$1,24 \pm 0,09$	99	$1,66 \pm 0,10$	143
$0,50 \pm 0,03$	128	$0,72 \pm 0,01$	195	$0,61 \pm 0,04$	84
$0,52 \pm 0,03$	71	$0,82 \pm 0,07$	66	$1,35 \pm 0,11$	116
$0,52 \pm 0,02$	133	$0,37 \pm 0,01$	100	$0,47 \pm 0,06$	64
$0,61 \pm 0,02$	83	$1,36 \pm 0,07$	109	$0,80 \pm 0,02$	69
$0,55 \pm 0,02$	141	$0,48 \pm 0,02$	130	$0,75 \pm 0,05$	103
$0,73 \pm 0,04$	100	$1,20 \pm 0,04$	96	$1,52 \pm 0,16$	131
$0,39 \pm 0,02$	100	$0,37 \pm 0,01$	100	$0,73 \pm 0,03$	100
$0,73 \pm 0,04$	100	$1,25 \pm 0,07$	100	$1,16 \pm 0,03$	100
$0,38 \pm 0,02$	97	$0,42 \pm 0,02$	113	$0,59 \pm 0,01$	81

ле — для сосны. 2. В контроле 2 приведены данные для саженцев ели.

Таблица 3

Биомасса						Соотноше- ние над- земной и подземной биомасс
корневой системы		стволика		хвоя		
г	%	г	%	г	%	
$2,26 \pm 0,07$	169	$2,78 \pm 0,11$	126	$2,75 \pm 0,11$	139	2,4 : 1
$0,87 \pm 0,06$	105	$2,06 \pm 0,10$	92	$2,21 \pm 0,12$	104	4,9 : 1
$2,51 \pm 0,12$	187	$2,61 \pm 0,11$	118	$2,60 \pm 0,07$	131	2,1 : 1
$0,75 \pm 0,05$	90	$2,65 \pm 0,20$	118	$2,80 \pm 0,23$	131	7,3 : 1
$3,14 \pm 0,15$	234	$2,78 \pm 0,19$	126	$3,15 \pm 0,21$	159	1,9 : 1
$0,83 \pm 0,02$	100	$2,64 \pm 0,13$	117	$2,82 \pm 0,14$	133	6,6 : 1
$2,69 \pm 0,09$	201	$2,61 \pm 0,16$	118	$2,46 \pm 0,16$	124	1,9 : 1
$0,84 \pm 0,06$	101	$2,50 \pm 0,13$	111	$2,39 \pm 0,13$	112	5,8 : 1
$1,60 \pm 0,07$	119	$2,24 \pm 0,10$	101	$1,90 \pm 0,07$	96	2,6 : 1
$1,78 \pm 0,08$	214	$2,78 \pm 0,11$	123	$2,91 \pm 0,21$	137	3,2 : 1
$1,80 \pm 0,05$	134	$1,96 \pm 0,08$	89	$1,76 \pm 0,10$	89	2,1 : 1
$1,41 \pm 0,06$	170	$2,42 \pm 0,10$	108	$3,90 \pm 0,19$	183	4,5 : 1
$1,82 \pm 0,05$	136	$2,05 \pm 0,05$	93	$1,84 \pm 0,07$	93	2,1 : 1
$0,92 \pm 0,06$	111	$2,50 \pm 0,17$	111	$2,14 \pm 0,28$	100	5,0 : 1
$2,07 \pm 0,06$	154	$2,27 \pm 0,16$	103	$1,97 \pm 0,08$	99	2,0 : 1
$1,00 \pm 0,07$	120	$2,31 \pm 0,13$	103	$3,15 \pm 0,16$	148	5,5 : 1
$1,34 \pm 0,10$	100	$2,21 \pm 0,12$	100	$1,98 \pm 0,08$	100	3,1 : 1
$0,83 \pm 0,03$	100	$2,25 \pm 0,09$	100	$2,13 \pm 0,13$	100	5,3 : 1
—	—	—	—	—	—	—

ле — для сосны. 2. В контроле 2 приведены данные для саженцев ели.

ным щелоком концентрацией  $10^{-3}$  %. Статистически значимое увеличение диаметра стволика наблюдалось в вариантах с листовным щелоком концентрацией  $10^{-3}$  % (на 17 %) и хвойным щелоком концентрацией  $10^{-3}$  и  $10^{-4}$  % (на 23 и 17 % соответственно). Оптимальной для щелоков и листовного фильтрата была концентрация 10 %, для хвойного фильтрата —  $10^{-4}$  %.

Одним из важных показателей роста растений является их биомасса. В большинстве вариантов саженцы ели превосходили контрольные по биомассе стволика (на 30...97 %) и корневой системы (на 27...39 %), что свидетельствует о хорошей регенерации корней в течение первого года роста в школьном отделении. Наибольшие различия с контролем обеспечил листовный черный щелок концентрацией  $10^{-3}$  %: превышение по биомассе корней, стволика и хвои составило 38, 91 и 90 % соответственно. Интенсивное накопление биомассы саженцами ели наблюдалось и в варианте с фильтратом листовного щелока концентрацией  $10^{-3}$  %. Различия с контролем в этом варианте составили 36 % по биомассе корней, 94 % — по биомассе стволика, 26 % — по биомассе хвои. Сравнение показателей роста опытных и контрольных саженцев ели свидетельствует о некотором положительном влиянии длительного намачивания корней в воде (контроль 1) по сравнению с общепринятой технологией подготовки семян к посадке (контроль 2). Однако основной стимулирующий эффект обеспечивает действующее вещество испытанных продуктов.

Сеянцы сосны проявили меньшую отзывчивость на обработку препаратами, чем сеянцы ели. Увеличение прироста в высоту саженцев составило 20...78 % по отношению к контролю, возрастание числа побегов — 25...32 %. Лучшие результаты получены в вариантах с фильтратом хвойного щелока (концентрация  $10^{-4}$  %) и фильтратом листовного щелока (концентрация  $10^{-3}$  %). Различие с контролем по приросту в высоту в первом из указанных вариантов составило 59 %, по числу побегов — 32 %, во втором — 78 и 25 % соответственно. Предпосадочная обработка сеянцев сосны растворами препаратов активизировала рост зеленой массы саженцев. К концу первого года роста в школьном отделении биомасса хвои опытных саженцев оптимальных вариантов была на 16...104 % больше контроля.

Наблюдения за ростом двухлетних саженцев (2 + 2) показали, что во втором вегетационном периоде сохраняются тенденции опережающего роста опытных саженцев по сравнению с контрольными (табл. 3). Прирост в высоту опытных саженцев ели был в 1,5—2 раза выше, чем у контрольных. Максимальное увеличение прироста обеспечили растворы щелоков и фильтрата листовного щелока. Биомасса корневой системы саженцев ели практически во всех вариантах больше контроля на 34...134 %. Статистически достоверное увеличение биомассы стволика (на 26 %) наблюдалось в варианте с листовным щелоком концентрации  $10^{-3}$  %, увеличение биомассы хвои (на 31...59 %) — в вариантах со щелоками. Один из показателей качества посадочного материала — соотношение биомасс надземной и подземной частей растения. Для саженцев хвойных пород оптимально соотношение 2:1 — 3:1 [4]. Как видно из табл. 3, под влиянием препаратов это соотношение для саженцев ели сдвигается в сторону оптимальных значений за счет опережающего нарастания корневой массы по сравнению со стволиком и хвоей. В опытах на сосне положительный эффект за два года обеспечили растворы хвойного щелока концентрацией  $10^{-3}$  %, фильтрата листовного щелока концентрацией  $10^{-3}$  и  $10^{-4}$  %, фильтрата хвойного щелока концентрацией  $10^{-4}$  %. Лучшие результаты полу-

чены в варианте с листовым фильтратом концентрацией  $10^{-3}$  ‰; различия с контролем составили: по приросту в высоту — 22 ‰, по диаметру стволика — 18 ‰, по биомассе корней — 114 ‰, стволика — 23 ‰, хвои — 37 ‰. В этом же варианте соотношение надземной и подземной биомасс близко к оптимальному (3,2 : 1).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об эффективности черных щелоков и выделенных из них фильтратов как стимуляторов роста, способствующих повышению приживаемости и качества посадочного материала. Из испытанных препаратов наибольшее положительное влияние на приживаемость и рост саженцев ели оказали растворы черных щелоков, саженцев сосны — фильтрата листового щелока.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дворецкий Л. М. Пособие по вариационной статистике.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 101 с. [2]. Изучение рострегулирующей активности основных групп органических соединений черного щелока от сульфатной варки лиственной древесины / Л. Г. Попова, А. А. Юринова, И. В. Полянская и др. // Лесн. журн.— 1988.— № 1.— С. 78—84.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Продолжительность действия стимуляторов на рост семян ели и сосны в условиях теплиц / А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Л. Г. Попова и др. // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 89—96.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Родин А. Р. Лесные культуры и лесомелiorация.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 327 с. [5]. Родин А. Р. Перспективы интенсификации лесокультурных работ // Науч. тр. / МЛТИ.— 1983.— Вып. 148.— С. 75—80. [6]. Стимулирование роста семян ели и сосны в открытом грунте / Т. В. Соколова, Т. И. Прохорчук, Е. Н. Кибасова и др. // Лесн. журн.— 1982.— № 6.— С. 38—42.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 19 октября 1989 г.

УДК 630\*432.31

### СКОРОСТЬ ПРОДВИЖЕНИЯ ФРОНТА ПОЖАРА ПО СУХИМ ТРАВСТОЯМ БЕЗЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ

Ю. А. КУЗНЕЦОВ

Байкальская ЛОС

При расчете сил и средств, необходимых для тушения растительных пожаров, необходимо знать скорость продвижения их фронта. Оперативность борьбы с пожарами вызывает необходимость использования уравнения, не требующего громоздких и трудоемких вычислений и в то же время позволяющего определить скорость продвижения с достаточной степенью точности.

В лесопирологической литературе накоплен некоторый материал по изучению механизма распространения лесных пожаров, использованы математические уравнения, раскрывающие причинно-следственные связи и показывающие количественные зависимости.

Впервые комплексный подход к учету влияния различных факторов на скорость распространения низового пожара был опробован Г. А. Амосовым [2], который вывел несколько корреляционных уравнений. Затем М. А. Софронов [4] рассчитал коэффициенты, показывающие относительную зависимость скорости горения от значений влияющих факторов.

Использование формулы на практике ограничивается тем, что коэффициенты выведены для однородных горючих материалов.

Н. П. Курбатский и Г. А. Иванова [3] разработали статистические многофакторные модели кромки низового лесного пожара для сосняка разнотравно-брусничникового и березняка разнотравного. Им удалось устранить недостатки упомянутых уравнений. В этих моделях учтен