

УДК 630\*160.21 : 674.032

## СОДЕРЖАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ХВОЕ ПОДРОСТА ЕЛИ И ПИХТЫ В УСЛОВИЯХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СИБИРИ

Г. П. САФРОНОВА

Сибирский технологический институт

Основные лесообразующие породы темнохвойных лесов Сибири — пихта сибирская (*Abies sibirica* Ldb.) и ель сибирская (*Picea obovata* Ldb.). Ель в Сибири редко образует чистые насаждения, в южных районах растет вместе с пихтой и кедром. Пихта сибирская отличается довольно узкой экологической амплитудой по сравнению с елью, однако на богатых почвах вытесняет ее [7]. Сравнительное изучение этих пород представляет значительный интерес.

Исследование содержания основных макроэлементов в хвое ели и пихты проведено в условиях темнохвойных равнинных лесов (Козульский лесхоз Красноярского края) и предгорий Восточного Саяна (учебно-опытный лесхоз СТИ). Изучали хвою подроста ели и пихты высотой 0,5...0,7 м. Образцы брали в I декаде сентября с 10 модельных экземпляров подроста, с которых срезали часть боковых побегов текущего года. Параллельно отбирали смешанные почвенные пробы. Анализы почвенных и растительных образцов выполнены Красноярской краевой агрохимлабораторией.

Отбор образцов проводили не только в географически удаленных районах, но и в пределах одного района при разных экологических факторах: степень освещенности, расположение (под пологом древостоев, на зарастающих вырубках, на участке культур сосны обыкновенной), почвы (с pH от 4,3 до 7,2).

В Козульском лесхозе образцы отбирали с участков старых вырубок в темнохвойных лесах, в значительной степени возобновившихся березой и осинкой. Почвы дерново-подзолистые суглинистые, подстилаемые покровными глинами. За верхним аккумулятивным горизонтом мощностью около 30 см расположен неравномерно оподзоленный горизонт А<sub>2</sub>В. В Бирюсинском лесничестве учебно-опытного лесхоза СТИ изучали естественное возобновление ели и пихты под пологом леса и на участке несомкнувшихся культур сосны (из-за низкорослости пихты на этом участке изучали ее растения высотой до 0,5 м).

Насаждение состава 7П2Е1К, ед. С площадью 0,7 расположено на юго-восточном склоне крутизной до 10° с подзолистыми глинистыми почвами.

На западном крутом склоне (около 50°) мощность почвенного профиля дерново-карбонатных почв увеличивается сверху вниз. Середина и верхняя часть склона представлена древостоем состава 4С4П2Е, тонкомерная часть его состоит в основном из пихты. Подрост сосны отсутствует. Из общего количества довольно угнетенного подроста (1,3 тыс. шт./га) больше половины приходится на пихту, остальная часть представлена елью и кедром. На нижней части склона в древостое преобладает ель (6Е2С1К1В), состав подроста 4П3К3Е. Протекает процесс вытеснения сосны темнохвойными породами, в первую очередь пихтой.

Участок лесных культур сосны расположен на восточном склоне, характеризуется маломощными дерново-карбонатными почвами. Естественное возобновление на 2/3 представлено елью, в небольшом количестве встречаются сосна и пихта.

Предположив, что все опытные участки соответствуют в той или иной мере условиям роста ели и пихты, хотя различный режим экологических факторов качественно изменяет эти условия, мы сочли возможным найти средние значения содержания основных макроэлементов на начало сентября 1982 г. в хвое подроста, произрастающего в разных местах. Полученные материалы представлены в табл. I.

Содержание основных макроэлементов и их соотношения в хвое этих пород оказались близкими. Масса хвоинок у пихты больше, чем у ели. Отношение N : P : K, вычисленное для усредненных значений содержания элементов в хвое, показало почти полное соответствие этому соотношению для хвои ели обыкновенной (60 : 9 : 31), названному

Таблица 1

Порода	Масса 1 000 хвоинок, мг	Азот	Фос- фор	Каль- ций	Каль- ций	Зола	Соотношение		
							N : P	Ca : K	N : P : K
Ель	1 370	1,72	0,23	1,03	0,73	4,48	7,5	0,71	60 : 8 : 32
	9,1	22,1	4,8	25,0	13,3	35,3			
Пихта	2 300	1,74	0,23	0,96	0,76	3,48	7,5	0,80	60 : 8 : 32
	15,0	38,2	6,0	22,3	12,4	13,2			

Примечание. В числителе — содержание макроэлементов, % на абс. сухую навеску; в знаменателе — коэффициент корреляции, %.

В. М. Лавриченко и З. И. Журбицкий [3] видовым генотипическим соотношением.

Наиболее подвержены колебаниям под влиянием факторов внешней среды азот и калий. Высокая степень вариации для азота в хвое пихты связана с резким отклонением значения показателя для пихты, произрастающей на дерново-карбонатных почвах в условиях полного солнечного освещения (табл. 2, вариант 3). Коэффициент изменчивости составил всего 18 % без учета этого варианта. Максимальной здесь была и масса хвоинок.

Успешный рост пихты сибирской наблюдается при более низких значениях рН, чем у ели обыкновенной [2]. На дерново-карбонатных почвах при нейтральной или близкой к ней реакции почвенного раствора отмечено увеличение содержания кальция в хвое ели и пихты, соотношение Ca : K увеличивается до 1,04... 1,30 в хвое ели и до 1,00... 1,46 в хвое пихты. Увеличение этого показателя произошло не за счет большего потребления кальция, а в результате значительного уменьшения (на 40... 50 % по сравнению со средними величинами, см. табл. 1) количества калия.

Содержание золы имеет наибольшие колебания в хвое ели. Можно предположить, что под пологом насаждений довольно низкое содержание азота в хвое (1,32... 1,43) и снижение отношения N : P до 4,9... 6,0 в хвое ели и пихты (варианты 5, а, б, в) связано не только с недостатком света под пологом, но и напряженными конкурентными отношениями из-за доступных форм азота, что убедительно доказано для ели обыкновенной В. Г. Карповым и др. [6]. При этом ель, по-видимому, менее конкурентноспособна. Так, в березово-осиновой куртине содержание азота в хвое ели значительно меньше, а отношение N : P падает до 6,0 против 8,2 в хвое ели, растущей на близко расположенной опушке березовой куртины (варианты 1 и 2).

Большая теневыносливость пихты подтверждается меньшими колебаниями отношения N : P (от 6 до 8), в разных условиях освещения по сравнению с елью (от 4,9 до 11,4). Исключением является подрост пихты, появившийся в небольшом количестве на участке несомкнувшихся культур, о чем упоминалось выше.

Не нашел подтверждения факт повышения концентрации азота в хвое угнетенного подростка ели и пихты, что было установлено для последней породы Н. Е. Судачковой [4].

Самосев пихты сибирской на вырубках появляется в основном под пологом лиственных пород, что, кроме предохранения ее от заморозков, связано, по-видимому, с рациональным расходованием энергии, распределяющей между нарастанием массы ассимиляционного аппарата и древесины, между синтезом органического вещества и фотодыханием. Это необходимо учитывать при введении дрезесных пород в культуру.

Таблица 2

Характеристика хвойного подростка ели и пихты на участках с разными экологическими условиями в 1982 г.

Номер варианта	Место произрастания подростка	Содержание гумуса в горизонтальной зоне, % А <sub>1</sub>	рН солевой вытяжки для горизонтальной А <sub>1</sub>	Масса 1000 хвоинок, мг	Содержание, % на абсолютную навеску		Соотношение		
					азота	зола	N : P	Ca : K	
Козульский лесхоз (равнинные леса)									
1	На опушке березовой куртины	10,6	4,8	$\frac{2183}{2570}$	$\frac{1,89}{1,99}$	$\frac{3,15}{3,27}$	$\frac{8,2}{8,0}$	$\frac{0,60}{0,65}$	
2	В осиново-березовой куртине	16,5	5,4	$\frac{1030}{2570}$	$\frac{1,58}{1,90}$	$\frac{4,22}{3,90}$	$\frac{6,0}{8,0}$	$\frac{0,4}{0,78}$	
Бирюсинское лесничество учебно-опытного лесхоза СТИ (предгорья Саян)									
3	Восточный склон (15°), не сомкнувшиеся культуры	5,0	6,4	$\frac{1830}{2900}$	$\frac{1,85}{2,99}$	$\frac{3,06}{3,08}$	$\frac{9,8}{15,0}$	$\frac{1,04}{1,46}$	
4 а	Юго-восточный склон (10°): под пологом древостоя состава 7П2Е1К, ед. С	16,2	4,6	$\frac{1030}{1970}$	$\frac{1,83}{1,43}$	$\frac{4,93}{3,79}$	$\frac{9,1}{6,5}$	$\frac{0,6}{0,62}$	
6 б	на опушке этого леса	22,0	4,3	$\frac{1200}{1930}$	$\frac{2,50}{1,42}$	$\frac{3,88}{3,37}$	$\frac{11,4}{6,0}$	$\frac{0,7}{0,88}$	
5 а	Западный склон (50°), под пологом древостоя: 4С4П2Е (верхняя треть склона)	11,2	7,2	$\frac{1170}{2000}$	$\frac{1,42}{1,41}$	$\frac{4,64}{3,27}$	$\frac{7,1}{6,4}$	$\frac{1,3}{1,0}$	
6 б	4С4П2Е (середина склона)	14,2	6,6	$\frac{1170}{2300}$	$\frac{1,37}{1,43}$	$\frac{7,21}{3,63}$	$\frac{4,9}{6,0}$	$\frac{0,8}{0,7}$	
в	6Е2С1К1Б (нижняя часть склона)	14,2	5,6	$\frac{1370}{2170}$	$\frac{1,35}{1,32}$	$\frac{4,75}{3,42}$	$\frac{5,2}{6,0}$	$\frac{0,7}{0,65}$	

Примечание. В числителе — данные для ели; в знаменателе — для пихты.

Интересен вопрос об использовании данных листового анализа для оценки качества условий роста и определения их соответствия требованиям древесных пород. По всей вероятности это наиболее применимо при выращивании сеянцев в питомниках, когда исключено отрицательное влияние взрослых насаждений, снижена конкуренция со стороны сорняков, обеспечено достаточное световое довольствие. Особенно перспективно, видимо, использование данных листового анализа при выращивании сеянцев в контролируемой среде [8].

Полученные материалы анализов хвои сеянцев ели сибирской, выращиваемых в питомнике Козульского лесхоза, свидетельствуют о разном содержании элементов питания по годам (табл. 3). Более высокое содержание азота в 1974 и 1982 гг., которые характеризовались сильными заморозками в июне (соответственно у 90 и 80 % сеянцев были повреждены верхушечные побеги) подтверждает эффект концентрации питательных элементов, доказанный для ели обыкновенной [1].

Таблица 3

Почва	Год	Возраст сеянцев, лет	Содержание, % на сухую навеску			Соотношение	
			N	P	K	N : P	N : P : K
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая	1974	2	2,42	0,30	0,94	8,1	66 : 8 : 26
	1975	2	2,15	0,32	1,03	6,7	60 : 9 : 31
		3	2,04	0,31	1,02	6,6	61 : 9 : 30
	1982	3	2,65	0,23	0,81	9,5	71 : 8 : 21
	1983	4	2,03	0,26	0,80	8,0	66 : 8 : 26
Серая лесная супесчаная (по [5])	1967	2	2,62	0,22	—	11,9	—

По-видимому, высокое содержание азота в хвое сеянцев ели не всегда характеризует обеспеченность почв этим элементом питания. В частности, высокие показатели азота в хвое сеянцев ели сибирской, выращиваемых на супесчаной почве, Н. Е. Судачкова и др. [5] связывают с пассивным обменом веществ.

Процентное содержание фосфора и калия, по-видимому, в большей мере может быть использовано для целей листовой диагностики. Снижение процентного содержания фосфора и калия за 8 лет эксплуатации питомника свидетельствует о выносе части этих элементов с посадочным материалом.

Таким образом, произрастающие совместно ель сибирская и пихта сибирская по содержанию основных макроэлементов в хвое близки между собой. Большая теневыносливость пихты подтверждена меньшими колебаниями отношения N : P в хвое подроста, растущего в разных условиях освещенности; полное солнечное освещение способствует увеличению количества азота в хвое.

Возможности листовой диагностики для определения потребности хвойных пород в элементах почвенного питания требуют дальнейшего изучения. При этом значения отношений основных элементов питания (N : P : K; N : P; Ca : K) несут, по-видимому, значительную информацию о качестве условий произрастания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дыренков С. А., Глатцель Г. Эффект концентрации элементов питания в хвое ели — один из механизмов устойчивости растений // Бот. журн. — 1976. — Т. 61, № 5. — С. 611—620. [2]. Иванов А. Ф. Рост древесных растений и кислотность почв. — Минск: Наука и техника, 1970. — 213 с. [3]. Лавриченко В. М., Журбицкий З. И. Соотношение элементов питания в растениях как видовое генотипическое явление // Агрохимия. — 1976. — № 9. — С. 135—141. [4]. Судачкова Н. Е. Развитие корневых систем и азотно-фосфорный обмен у подроста в горных условиях // Изв. СО АН СССР. Сер. биол.-мед. наук. — 1964. — Вып. 1, № 4. — С. 22—27. [5]. Судачкова Н. Е., Осетрова Г. В., Вараксина Т. Н. Изменение биохимического состава сеянцев хвойных пород под влиянием минеральных удобрений // Физиолого-биохимические особенности древесных растений Сибири. — М.: Наука, 1971. — С. 22—35. [6]. Факторы регуляции экосистем еловых лесов / Под ред. В. Т. Карпова. — Л.: Наука, 1983. — 313 с. [7]. Фалалеев Э. Н. Леса Сибири. — Красноярск: КГУ, 1985. — 136 с. [8]. Шлейнис Р. И., Вярбила В. В. Диагностика минерального питания сеянцев сосны в контролируемой среде // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве: Тез. докл. Всесоюз. совещ. г. Архангельск 12—13 августа 1986 г. — Архангельск: Гослесхоз СССР, 1986. — С. 22—23.

УДК 630\*443 : 630\*165.6

## ВЛИЯНИЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ИХ СЕМЕННОЕ ПОТОМСТВО

Б. П. ЧУРАКОВ

Алтайский государственный университет

Селекция древесных пород на устойчивость к инфекционным болезням — один из наиболее эффективных методов лесозащиты. В этой связи большое значение для теории и практики лесного хозяйства, особенно с переходом его на селекционно-генетическую основу [5—8, 10—12], имеет вопрос о влиянии инфекционного заболевания материнских деревьев на устойчивость семенного потомства к болезням. Любое инфекционное заболевание сказывается на общем состоянии растения, развитии и функционировании отдельных органов, продолжительности его жизни, периодичности, качестве и продолжительности плодоношения [1, 3, 4, 9, 14, 15]. П. И. Молотков и др. [13] отмечают отрицательное влияние на состояние лесов заготовки семян с деревьев, хотя и удобных для сбора (низкорослых и сучковатых), но нередко больших, нежелательных в генетическом отношении. Они, в частности, считают, что, по-видимому, распространившиеся заболевания хвойных лесов корневой губкой, шютте и другими связаны именно с этим фактором.

Одними из первых исследований по изучению влияния болезни материнских деревьев сосны на семенное потомство являются опыты Клебана [17] по искусственному заражению эцидиоспорами возбудителей смоляного рака семян сосны, выращенных из семян здоровых и больных деревьев. По его данным, среди опытных семян выявились устойчивые и восприимчивые расы, особенно среди семян, происшедших от здоровых деревьев сосны.

Важно выяснить характер влияния грибных болезней материнских деревьев на некоторые биохимические и морфологические показатели семенного потомства.

Исследования проводили в чистых по составу (10С) сосновых насаждениях IV класса возраста, II класса бонитета, в сосняке черничном и на питомниках Барнаульского ленточного бора Алтайского края.

Для изучения влияния болезней материнских деревьев сосны обыкновенной (подвид кулундинская) на некоторые морфологические и биохимические показатели семенного потомства в сосновых насаждениях отбирали по 6 модельных деревьев желтокорой формы сосны, пораженных одним из трех наиболее распространенных и вредоносных в ленточных борах возбудителей болезней: смоляным раком — *Cronartium flaccidum* Wint., *Peridermium pini* Kleb., сосновой губкой — *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. или корневой губкой — *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. В качестве контроля использовали 6 здоровых деревьев желтокорой формы сосны. При исследовании выбирали модельные деревья с явными признаками болезни: с раковыми язвами при поражении возбудителями смоляного рака и с плодовыми телами при поражении деревьев сосновой и корневой губкой.

Для выявления влияния грибных болезней материнских деревьев на некоторые биохимические и морфологические показатели семенного потомства определено содержание хлорофилла, аскорбиновой кислоты и pH клеточного сока хвои, а также пророст двухлетних семян сосны желтокорой формы по высоте и диаметру. Исследования проводили на опытных и контрольных сеянцах. Опытными считали сеянцы, выращенные из семян больных деревьев, а контрольными — со здоровых деревьев сосны. Длину и диаметр семян измеряли в 6-кратной повторности по 100 шт. в каждой, длину — с точностью до 0,01 см, диаметр — до 0,01 мм.

Для определения биохимических показателей хвои двухлетних сеянцев сосны использовали хвою первого и второго года жизни. По каждому биохимическому показателю анализ хвои проводили в 6-кратной повторности по типовой методике [2].