

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН БОЛОТНЫХ И СУХОДОЛЬНЫХ ЭКОТИПОВ *PINUS SYLVESTRIS* L.

© С.П. Ефремов, А.В. Пименов

УДК 630*232.318+582.475.4

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки (12F0006С)

Представлены результаты анализа грунтовой всхожести семян, высоты, повреждаемости и сохранности сеянцев у болотных и суходольных экотипов *Pinus sylvestris* L. Эксперимент проводился на торфяном субстрате осушенного евтрофного болота и на сопредельной с ним супесчаной почве суходола в условиях южно-таежной подзоны Томской области. Для посева использовались семена популяционных выборок из 18 местных экотопов, различающихся фитоценотическими и почвенно-гидротермическими характеристиками. Проведенный эксперимент продемонстрировал влияние гидротермического и эдафического фона в материнских древостоях на посевные качества продуцируемых семян и состояния сеянцев ювенильной фазы развития у сосны обыкновенной.

The results of field germination of seeds, height, injury and safety analysis of *Pinus sylvestris* L. seedlings from bog's and dry valley's ecotopes were given. The experiment on peat drainage soil of eutrophic bog and on sandy soil of dry valley in south-taiga subzone (Tomsk region) was carried out. The seeds of population selections from 18 local ecotopes with different phytocenotic and edapho-hydrothermal parameters for crop were used. The conducted experiment demonstrated the influence of hydrothermal and edaphical phone in maternal stands on seeds sowing qualities and condition of juvenile seedlings of Scots pine.

Введение

Важную роль в селекционных и генетико-эволюционных исследованиях формового разнообразия сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) играет оценка посевных качеств семян [4]. Особую актуальность такие работы приобретают в экстремальных условиях, в том числе на избыточно увлажненных территориях, где ростовые процессы в древостоях протекают на фоне существенного снижения количественных и качественных показателей продуцируемых семян [3]. Известно лишь несколько работ, посвященных изучению качества семян и параметров сеянцев в низкобонитетных гидроморфных насаждениях сосны в европейской части ее ареала [1, 5, 7].

В настоящем сообщении представлены результаты сравнительного анализа посевов семян сосны обыкновенной, произведенных на осушенном евтрофном болоте и на сопредельной с ним супесчаной почве суходола. Задачами эксперимента являлись, во-первых, оценка грунтовой всхожести семян различного происхождения на торфяном субстрате; во-вторых, анализ состояния всходов на наиболее ответственном этапе ювенильной фазы их развития; в-третьих, посевы на суходоле проводились с целью изучения целесообразности использования семян из болотных экотопов в качестве производственного посевного материала на минеральных почвах. При этом предполагали, что в оптимальных для вида

условиях, присущих минеральным почвам суходола, должно проявиться максимальное формовое разнообразие - спектр генотипических вариаций, не проявляющихся внешне у растений в неблагоприятных условиях произрастания. В результате возникает возможность количественной и качественной оценки микроэволюционных преобразований вида.

Экспериментальная часть

Для посева использовались семена сосны обыкновенной, собранные в древостоях южно-таежной подзоны Томской области на суходолах и болотах разных типов водно-минерального питания. Таксационные параметры древостоев приводятся в таблице 1.

Таблица 1 - Средние показатели древостоев сосны обыкновенной на участках отбора семян

Номер пробной площади	Название экотопа	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет
Олиготрофные болота				
1.	Цыганово, неосушенное	7.1	9.3	123
2.	Круглое, неосушенное	5.4	6.9	128
3.	Киргизное, неосушенное	6.1	7.2	104
4.	Погодинский рям, неосушенное	7.8	14.6	116
5.	Газопроводное, неосушенное	12.5	14.1	146
6.	Бобровское, осушенная часть	1.8	1.9	107
Мезотрофные болота				
7.	Бессточное, неосушенное	2.6	4.8	47
8.	Большое Еловочное, неосушенная часть	6.1	12.4	72
9.	Межгривное, неосушенное	4.2	6.3	62
Евтрофные болота				
10.	Клюквенное, неосушенная часть	14.1	13.6	52
11.	Таган, осушенная часть	12.1	14.5	64
12.	Большое Жуковское, осушенная часть	11.4	12.6	72
13.	Малое Жуковское, осушенная часть	14.2	14.4	46
14.	Клюквенное, культуры на осушенной части	13.6	13.8	22
Суходола				
15.	Лесной пояс вдоль Киргизного болота	19.8	22.6	92
16.	Лесной пояс вдоль Большого Еловочного болота	24.5	36.8	110
17.	Лесной пояс вдоль Клюквенного болота	25.8	30.2	92
18.	Лесосеменной участок между болотами Клюквенным и Погодинский рям	9.2	10.2	52

В каждой из популяций, в зависимости от ее формового разнообразия, было взято по одной шишке со 120-500 деревьев. Число семян в различных вариантах варьировало от нескольких десятков до нескольких тысяч, в зависимости от частоты встречаемости той или иной формы и урожайности семян. Поскольку все семена были собраны в различных экологических условиях одного географического района, то результаты данного исследования можно рассматривать в качестве обоснованного подхода к созданию в будущем экологических культур.

Опыт по грунтовой всхожести семян сосны обыкновенной был заложен в мае 1988 г. на территории Тимирязевского лесхоза Томской области. Первый участок был

подготовлен на месте крапивной ассоциации осушенного евтрофного болота (Клюквенное) между водоотводными бороздами глубиной 35-40 см, расстояние между которыми 8 м. Площадка для гряд была очищена от дернины и корневищ крапивы и взрыхлена на глубину 12-15 см без оборота пласта. Березняк, окаймлявший участок по периметру, был вырублен с целью исключения затенения посевов.

Семена высевались в углубленные (1-1.5 см) строки на торф. Сверху они присыпались слоем торфа 0.5 см толщиной. Затем посеы мульчировались слоем песка толщиной до 1 см для исключения или снижения перегрева и переохлаждения всходов, соответственно, днем и ночью. Второй участок был

оборудован на суходоле по вырубке молодого березово-соснового древостоя вейниково-разнотравного, возникшего на месте лесопромышленных разработок сосняков бруснично-зеленомошных в период 1950-1960 гг. Посев проводился в строки на глубину до 1,5 см, мульчированные торфяной крошкой. В течение первого года осуществлялись регулярные микроклиматические наблюдения.

В рамках эксперимента определялись: грунтовая всхожесть (динамика в июне-июле и эпизодические замеры в августе-октябре), высота, поврежденность, текущая и итоговая сохранность семян по состоянию на первую декаду октября. Высота замерялась от поверхности почвы до верхушечной почки или конца поврежденного стволика. Наблюдения проводились в течение 3-х лет с июня по октябрь. Обработка полученных данных производилась с использованием общепринятых методических подходов и статистических оценок [2].

Объем полученных результатов в значительной степени оказался предопределен микроклиматическими особенностями в посевах на болоте и суходоле. На болоте развитие семян

протекает в более жестких температурных условиях. Торфяные почвы медленнее прогреваются весной и быстрее (уже в середине августа) начинают охлаждаться в верхнем 5-сантиметровом горизонте, сокращая тем самым продолжительность периода вегетации. Вместе с тем, в середине июня - начале июля в условиях осушенного евтрофного болота в силу темного цвета торфяной почвы у всходов сосны наблюдается высокотемпературный стресс. Так, среднесуточные температуры поверхности почвы на 6-10 °С превышают аналогичные показатели в посевах на супесчаном суходоле, а в отдельные полуденные часы температура на поверхности торфяной почвы поднималась до 60-66 °С.

В итоге температурный стресс в июне-июле и эффект криогенной "выжимки" корневых систем семян на торфяном субстрате в начале сентября привели в конце первого года развития практически к полной гибели посевов на осушенном болоте. В этих условиях доступными для анализа оказались лишь результаты по динамике грунтовой всхожести (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты популяционного анализа грунтовой всхожести семян сосны обыкновенной, высеванных на болоте, %

Экотопы отбора семян*		30 дней	37 дней	53 дня
Олиготрофные болота	1	6.5	35.9	39.5
	2	7.8	29.7	33.5
	3	5.0	33.7	35.8
	4	2.7	11.2	26.0
	5	4.0	35.5	35.5
	6	4.9	28.7	33.9
	Среднее	5.2±0.7	29.1±3.8	34.0±1.8
Мезотрофные болота	7	0.0	0.0	13.4
	8	2.0	8.7	20.7
	9	13.5	35.0	38.0
	Среднее	5.2±4.2	14.6±10.5	24.0±7.3
Евтрофные болота	10	4.0	33.5	47.5
	11	13.5	48.0	48.0
	12	13.0	37.0	37.0
	13	2.5	35.5	35.5
	14	16.5	58.5	64.0
	Среднее	9.9±2.8	42.5±4.7	46.4±5.1
Суходолы	15	54.5	67.2	67.2
	16	51.5	70.5	70.5
	17	6.5	48.0	48.0
	18	3.5	42.0	50.5
	Среднее	29.0±13.9	56.9±7.0	59.1±5.7

Примечание. *Номера экотопов соответствуют номерам пробных площадей таблице 1.

Наименьший уровень внутригрупповых различий по этому показателю зафиксирован у семян из семян с олиготрофных болот. По-видимому, единообразие качественных характеристик семян, формирующихся в этом типе местопроизрастаний, отражает свойственную экотипам пессимальных условий относительно более узкую норму реакции. Уровень внутригрупповых отличий во всхожести семян с суходолов и евтрофных болот оказался значительно выше, с максимальной разницей значений в начале периода прорастания, свидетельствуя, тем самым, о поливариантности глубины покоя и реактивности физиологических процессов у семян из оптимальных для вида условий произрастания. Что касается абсолютных значений грунтовой всхожести, то, сохранявшиеся в течение всего периода наблюдений тенденции, соответствуют особенностям экологического диапазона сосны обыкновенной: максимальный уровень всхожести зафиксирован у суходольных семян, значительно ниже - у семян с евтрофных болот и минимален - у семян с олиготрофных и мезотрофных болот.

Более полная информация была получена в посевах на суходольном участке (таблица 3). Прежде всего, обращает на себя внимание абсолютная аналогия в особенностях грунтовой всхожести семян различного происхождения с посевами на болоте. Тем самым подтверждается справедливость наших суждений о соответствии качества семян степени экологической оптимальности материнских древостоев.

Сеянцы первого года развития подвергались заметным зоогенным повреждениям: птицами (рябчики, молодые глухари, сойки), мышевидными грызунами, зайцами и насекомыми.

Некоторые растения были практически полностью уничтожены (скусывалось в среднем 10-12 мм стволика), однако чаще склевывалась лишь верхушечная почка, и рост сеянцев в большинстве случаев восстанавливался за счет пазушных почек. Общий уровень поврежденности незначителен, обычно он не превышал 10 %; лишь у сеянцев семян с евтрофного болота Таган и из лесного пояса вдоль Большого Еловочного болота он был существенно выше (таблица 3). Вместе с тем, какой-либо закономерности в повреждении сеянцев по субстратной приуроченности именно этих происхождений не выявлено.

На болоте же развитие сеянцев протекает в более жестких условиях, и семена прорастают "когортами", приуроченными по времени к периодам максимального благоприятствования в микроклиматических колебаниях. Необходимо отметить, что основные тенденции в посевных качествах болотного и суходольного экотипов сосны обыкновенной, выявленные в настоящей работе, в основном соответствуют (в еще более рельефной форме) тем особенностям, которые были установлены для аналогичных экотипов вида в условиях Русской равнины [5].

На наш взгляд, проведенный эксперимент достаточно убедительно демонстрирует влияние гидротермического и эдафического фона в материнских древостоях на посевные качества продуцируемых семян.

Как и следовало ожидать, наиболее высокие качественные характеристики свойственны суходольным семенам.

Вместе с тем, семена болотных экотипов сосны обыкновенной обладают также достаточно высокими посевными качествами и, безусловно, могут при необходимости использоваться при закладке плантационного посадочного материала. Особую ценность, на наш взгляд, представляет семенной материал из древостоев на осушенных евтрофных болотах. Незначительно уступая по итоговым показателям семенам из суходольных происхождений, семена с евтрофных болот отличаются крупными размерами и более высокой энергией прорастания. Вызывает интерес и высокий уровень сохранности сеянцев из семян экстремальных экотопов, в частности, с олиготрофных болот. По-видимому, они могут рассматриваться в качестве подстраховывающего (в неурожайные на суходолах годы) посадочного материала, преадаптированного, кроме того, для техногенно-нарушенных территорий и населенных пунктов.

БИ Результаты по сохранности на суходоле сеянцев первого и третьего годов развития отражают следующие тенденции: наибольшей сохранностью отличаются всходы семян с мезотрофных болот, а наименьший показатель по сравнению с другими происхождениями характерен для суходольного экотипа. Очевидно, что в данном эксперименте наблюдается обратно пропорциональная зависимость между всхожестью и сохранностью семенного потомства у сосны обыкновенной.

Таблица 3 - Результаты популяционного анализа посевных качеств семян сосны обыкновенной, высеванных на суходоле

Экотопы отбора семян*	Грунтовая всхожесть, %			Сохранность семян I года, %		Сохранность семян 3 года, %	Высота сеянцев, мм				
	30 дней	37 дней	53 дня	общая	в том числе поврежденных		1 года	3 года			
							$x_{cp} \pm m_x$	limit	$x_{cp} \pm m_x$	limit	
Олиготрофные болота	1	9.6	60.0	65.0	90.0	3.5	19.9±0.6	5-43	240±22	152-363	
	2	5.2	44.2	52.5	87.3	9.2	18.8±0.9	3-52	248±21	153-373	
	3	1.5	14.2	33.0	100.0	100.0	5.3	14.5±0.8	5-35	245±19	165-330
	4	1.5	18.2	28.7	100.0	100.0	6.1	17.7±1.1	5-39	280±23	185-420
	5	8.5	27.2	33.7	40.7	40.7	0.0	21.3±2.2	5-40	275±22	185-330
	6	2.8	27.4	29.4	40.7	40.7	2.3	19.4±1.6	5-46	283±19	210-356
Среднее	4.9±1.4	31.9±7.0	40.4±6.1	76.5±11.5	76.5±11.5	4.4±1.3	18.6±0.9	5-42	262±8	175-362	
Мезотрофные болота	7	2.0	9.0	13.0	100.0	0.0	15.2±1.3	8-35	190±14	110-300	
	8	0.0	12.0	27.5	100.0	18.2	17.0±0.8	5-30	270±21	150-360	
	9	21.2	61.7	64.7	90.0	10.4	26.3±0.7	10-50	210±20	145-305	
	Среднее	7.7±6.8	27.6±17.1	35.1±15.4	96.7±3.3	9.5±5.3	1.7	19.5±3.4	8-38	223±24	135-322
Евтрофные болота	10	0.0	20.5	29.5	71.2	1.7	17.4±1.2	5-30	240±23	130-300	
	11	49.0	65.5	65.5	82.4	58.0	26.3±0.7	8-43	250±23	160-300	
	12	10.0	59.0	67.0	95.5	22.4	22.4	25.8±1.0	5-41	250±22	140-330
	13	8.2	43.2	51.2	93.2	5.4	5.4	25.6±0.8	7-48	270±26	135-370
	14	9.0	59.5	61.5	58.5	8.1	8.1	31.8±1.0	10-50	240±21	130-320
	Среднее	15.2±8.6	49.5±8.1	54.9±6.9	80.2±6.9	19.1±10.3	19.1±10.3	25.4±2.3	7-42	250±6	139-324
Суходолы	15	55.0	67.2	67.2	37.5	4.1	29.1±1.3	10-62	305±24	240-395	
	16	20.7	81.0	81.7	81.3	46.8	20.4±0.5	5-40	220±14	145-290	
	17	3.5	35.0	37.5	34.7	1.3	1.3	18.5±1.5	5-33	400±26	370-450
	18	5.0	37.0	44.5	73.6	5.6	5.6	22.3±0.9	5-40	255±21	205-325
Среднее	21.1±12	55.1±11.4	57.7±10.2	56.8±12.0	14.4±10.8	14.4±10.8	22.6±2.3	6-44	295±39	240-365	

Примечание *Номера экотопов соответствуют номерам пробных площадей таблице 1

Таким образом, подтверждается известная общебиологическая закономерность о приоритете качественной составляющей в генеративном размножении у растений из экстремальных местопроизрастаний.

Интерпретация динамики роста сеянцев в высоту представляется не менее интересной. Так, по итогам первого года развития максимальные высоты были зафиксированы у проростков семян с осушенных евтрофных болот (таблица 3). В конце третьего года развития ситуация меняется. Наибольшей высотой начинают отличаться уже сеянцы из суходольных семян. Рост сеянцев из семян с евтрофных болот существенно замедляется не только по сравнению с суходольным, но и с олиготрофным происхождением. Очевидно, на начальном этапе развитие сеянцев в большей степени определяется трофическими условиями продуцирования семян. Известно, что в сосновых древостоях осушенных евтрофных болот формируются наиболее крупные семена, главным образом за счет увеличения объема эндосперма [6]. В последующем действие этого фактора прекратилось, и на первое место вышел приспособительный эффект экологического соответствия условий развития сеянцев условиям произрастания материнских древостоев.

В целом, динамика грунтовой всхожести семян, высеянных в контрастных эдафотопях, свидетельствует о достоверно более низкой всхожести семян одноименных происхождений в условиях осушенного евтрофного болота. Уровень варьирования

абсолютных значений (согласно величине ошибки среднего) в пределах четырех исследованных экотипов существенно выше в посевах на суходоле, индицируя тем самым оптимальные условия, при которых прорастание семян происходит равномерно по мере их выхода из состояния покоя.

Библиографический список

1. Кушников Н., Гаврилов А. О сборе семян болотной сосны // Лесное хозяйство. - 1958. - № 4. - С. 78-79.
2. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). - М.: Наука, 1972. - 283 с.
3. Петрова И.В., Санников С.Н. Изоляция и дифференциация популяций сосны обыкновенной. - Екатеринбург: УрО РАН, 1996. - 160 с.
4. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. - М: Наука, 1964. - 190 с.
5. Романовский М.Г., Морозов Г.П. Дифференциация по высоте болотных и суходольных сосняков // Генетика. - 1991. - Т. 27. № 1. - С. 88-98.
6. Седельникова Т.С. Особенности генеративных органов и кариотип сосны обыкновенной в экосистемах лесных болот и суходолов (на примере южно-таежной подзоны Томской области) / Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Красноярск. - 1995. - 26 с.
7. Growth Disturbances of Forest Trees: Proc. of international workshop and excursion held in Jyvaskyla and Kivisuo, Finland, 10-13. October (eds. K.K. Kolari). Helsinki, 1983. - 208 p.

Поступила в редакцию 10 августа 2004 г.