

УДК 630*165.3

СМОЛОПРОДУКТИВНОСТЬ ПОТОМСТВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ РАЗНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ КАТЕГОРИЙ¹

© 2022 г. А. А. Высоцкий^а, Ю. Н. Исаков^а, О. В. Комарова^{а, *}

^аВсероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии,
ул. Ломоносова, 105, Воронеж, 394087 Россия

*E-mail: Olya34@mail.ru

Поступила в редакцию 31.03.2021 г.

После доработки 06.07.2021 г.

Принята к публикации 02.02.2022 г.

Выполненные исследования систем размножения и изменчивости репродуктивных признаков у сосны обыкновенной на трех участках в Воронежской обл. установили, что реакция деревьев сосны на инбридинг неоднозначна. Деревья были сгруппированы по категориям смолопродуктивности: низкая (до 40% от средней для насаждения), пониженная (41–80%), средняя (81–120%), повышенная (121–160%), высокая (161–200%) и очень высокая (более 200%). Часть деревьев в исследованном материале оказалась самофертильной. Процент полнозернистых жизнеспособных семян при самоопылении у них одинаков или даже выше, чем при свободном опылении. Установлено, что уровень самофертильности практически одинаков у материнских деревьев с разной смолопродуктивностью, структура потомств самофертильных деревьев не отличается от естественных популяций, а различия средней смолопродуктивности потомств самостерильных и самофертильных деревьев недостоверны. Сделан вывод, что смолопродуктивность деревьев и уровень их фертильности являются несцепленными между собой признаками, отображающими действие разных генетических систем, а выдвинутая нами гипотеза о возможности создания насаждений целевого назначения потомствами высокосмолопродуктивных самофертильных деревьев сосны несостоятельна.

Ключевые слова: смолопродуктивность, материнские деревья, потомства, самостерильные, самофертильные, наследование признака, семенное размножение.

DOI: 10.31857/S0024114822040106

У потомств высоко самофертильных деревьев отсутствует инбредная депрессия, у них самая высокая полнозернистость семян, а большая часть всходов в сравнении с генотипами самостерильных и частично самостерильных форм по ряду признаков не расщепляется. Поэтому можно было предположить, что если и потомство высоко смолопродуктивных деревьев сосны, характеризующееся высоким уровнем самофертильности, при самоопылении тоже не будет расщепляться или будет расщепляться в достоверно меньших пределах, то создаваемые на его основе лесные культуры будут иметь высокий уровень селективируемого признака. В этом случае не будет необходимости проведения в них селективных рубок ухода, которые неизбежны при использовании потомств от свободного или даже перекрестного опыления высокосмолопродуктивных деревьев для удаления растений низких по селективируемому признаку категорий. То есть самоопыление у

перекрестно опыляемых видов можно будет рассматривать как один из путей создания чистых линий и моноклоновых лесосеменных плантаций для массового получения семян с высокими наследственными свойствами.

Наиболее полное соответствие генотипов и фенотипов достигается при гомозиготности, возникающей в результате инбридинга. При этом наиболее ярко в гомозиготном состоянии проявляется устойчивость к вредителям, болезням, неблагоприятным факторам среды, комбинационная способность и некоторые другие важные в селекционном отношении признаки. Успех в селекции сельскохозяйственных культур основан на использовании генетической изменчивости и систем размножения. Применительно же к древесным видам многие вопросы, связанные с наследственной гетерозиготностью исходного материала и его потомств при разных способах опыления, не выяснены (Isakov, 1997).

Цель настоящей работы – изучить системы семенного размножения сосны обыкновенной и наследование смолопродуктивной способности

¹ Источник финансирования: средства Федерального бюджета.

потомств при самоопылении материнских деревьев разных селекционных категорий в сравнении с потомствами от свободного опыления. Приведены результаты исследований систем размножения, изменчивости репродуктивных признаков у потомств деревьев сосны обыкновенной разных по смолопродуктивности селекционных категорий при самоопылении, свободном и контролируемом скрещивании.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Объектами исследований являлись: 1) постоянный лесосеменной участок сосны обыкновенной в Сомовском лесничестве Воронежской обл., в котором определялся уровень самофертильности деревьев разной смолопродуктивности; 2) географические культуры сосны в Рамонском лесничестве Воронежской обл., созданные под руководством проф. М.М. Вересина, в которых были отобраны материнские деревья для гибридизации; 3) испытательные культуры сосны, созданные В.В. Иевлевым и Ю.Н. Исаковым в 1979 г. на территории Воронежского государственного природного заповедника (кв. 298) потомствами от само- и свободного опыления одних и тех же материнских деревьев (Иевлев, Исаков, 1988).

Смолопродуктивность — это наследственно обусловленная способность деревьев хвойных пород синтезировать и при нарушении целостности смолоносной системы выделять определенное количество живицы. Смолопродуктивность деревьев сосны — очень вариабельный признак. При одинаковых таксационных и технологических параметрах дерева, произрастающие в одном и том же насаждении, за вегетационный период выделяют от 0.15–0.20 кг до 5.0–6.0 кг живицы, что в 3–5 раз выше среднего для насаждения выхода и в 40–50 раз выше в сравнении с этим показателем у низкосмолопродуктивных деревьев (Боревич, 1984).

По величине селективируемого признака деревья группировались по категориям смолопродуктивности: низкая (до 40% от средней для насаждения), пониженная (41–80%), средняя (81–120%), повышенная (121–160%), высокая (161–200%) и очень высокая (более 200%) (Высоцкий, 2015).

Смолопродуктивность материнских деревьев и семенных потомств в испытательных культурах определялась методом микропоранений по прямому признаку. В качестве показателя биологической смолопродуктивности применялся выход живицы из единицы ранения (в г) в расчете на 1 см диаметра ствола при одинаковой, средней для насаждения или для семьи нагрузке деревьев ранениями (в %).

Исходными продуктами для образования живицы являются растворимые в воде легкогидро-

лизующие продукты первичного синтеза (углеводы) (Иванов, 1961; Сухов, 1966). Синтез живицы происходит в течение относительно непродолжительного периода времени, пока увеличиваются в размерах эпителиальные клетки смоляных ходов, хотя слабое продолжение этих процессов, видимо, возможно и по окончании их роста.

Обладая высокой биологической активностью, терпеноиды участвуют в общем углеводном обмене (Сухов, 1966; Быховский и др., 1967), а с живицей многими исследователями связывается устойчивость деревьев хвойных пород к суровым климатическим условиям (Раскатов, 1954), вредителям и болезням (Isaev, 1966).

Изменчивость репродуктивных признаков при само- и свободном опылении изучалась с использованием коэффициента самофертильности (Ксф), представляющего собой отношение процента полнозернистости семян при самоопылении к этому показателю у тех же деревьев при свободном опылении.

Полиморфизм деревьев определялся по реакции их на инбридинг. При этом по коэффициенту самофертильности (Ксф) выделялись следующие категории деревьев: высоко самостерильные (всс), коэффициент самофертильности у которых колебался от 0.00 до 0.10; самостерильные (сс), $K_{сф} = 0.11–0.30$; частично самофертильные (чсф), $K_{сф} = 0.31–0.60$; самофертильные (сф), $K_{сф} = 0.61–0.90$; высоко самофертильные (всф), $K_{сф} = 0.91$ и выше (Исаков, 1999).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованиями по селекции сосны на смолопродуктивность и по созданию насаждений целевого назначения (Высоцкий, 2015) установлено, что потомства плюсовых высокосмолопродуктивных деревьев имеют более широкий спектр варьирования по селективируемому признаку в сторону большего его значения в сравнении с потомствами деревьев других селекционных категорий.

Средняя смолопродуктивность исследованных потомств от свободного опыления высокосмолопродуктивных деревьев составила 130% в сравнении с контролем, потомств же низкосмолопродуктивных деревьев — только 98% (табл. 1).

С повышением селекционной ценности исходного материала (родителей) повышается и средняя смолопродуктивность гибридных семей, и количество гибридов, характеризующихся высоким уровнем селективируемого признака: чем выше смолопродуктивность участвующих в гибридизации родителей, тем выше средняя величина этого признака у потомств (табл. 2).

Видно, что потомства высокосмолопродуктивных деревьев расщепляются по всему спектру селективируемого признака — от минимальных до

Таблица 1. Смолопродуктивность потомств от свободного опыления деревьев сосны обыкновенной разных селекционных категорий в испытательных 21-летних культурах

Материнское дерево		Потомство				
№ (селекционная категория)	смолопродуктивность, г см ⁻¹ D	исследовано деревьев, шт.	смолопродуктив- ность семей, г см ⁻¹ D	%, к контролю	количество высокосмоло- продуктивных растений в семьях	
					шт.	% к общему
Б-153 (+)	0.300	34	0.130	116	3	8.8
Б-71 (+)	0.180	36	0.101	90	5	13.9
Б-400 (+)	0.230	25	0.129	115	6	24.0
Б-310 (+)	0.220	24	0.246	220	12	50.0
Б-253 (+)	0.220	22	0.116	104	5	22.7
Б-300 (+)	0.230	26	0.149	133	7	26.9
Б-10 (+)	0.160	17	0.170	152	5	29.4
Б-286 (+)	0.210	25	0.153	137	9	36.0
Итого	0.219	209	0.149	133	52	26.5
Б-5 (-)	0.014	13	0.119	106	3	23.1
Б-167 (-)	0.025	38	0.126	112	7	18.4
Б-220 (-)	0.010	31	0.091	81	3	9.7
Б-2 (-)	0.013	42	0.120	107	7	16.7
Б-382 (-)	0.008	34	0.096	86	3	8.8
Итого	0.014	158	0.110	98.4	23	15.34
Контроль	0.007	24	0.112	100	5	20.8

Таблица 2. Средняя смолопродуктивность гибридов сосны обыкновенной в испытательных культурах 7–10-летнего возраста в зависимости от величины селектируемого признака у исходных родительских форм

Число опытных объектов	Показатель	Вариант скрещивания*							
		–х–	–хh	hх–	+хh	hх+	+х+	+х–	–х+
45	Исследовано гибридов, шт.	74	–	50	82	91	28	105	190
	Смолопродуктивность, г см ⁻¹ D	0.06	–	0.12	0.16	0.17	0.19	0.16	0.14
45	Исследовано гибридов, шт.	42	–	79	53	84	15	–	–
	Смолопродуктивность, г см ⁻¹ D	0.11	–	0.14	0.24	0.22	0.20	–	–
49*	Исследовано гибридов, шт.	–	23	126	99	60	–	59	67
	Смолопродуктивность, г см ⁻¹ D	–	0.04	0.04	0.06	0.06	–	0.05	0.06

* Исследовано потомств популяционного сбора семян – 60 деревьев, минусовых деревьев – 64, нормальных – 18. Средняя смолопродуктивность потомств популяционного сбора семян – 0.03 г см⁻¹ D, минусовых деревьев – 0.03 г см⁻¹ D, нормальных – 0.04 г см⁻¹ D, плюсовых деревьев – 0.07 г см⁻¹ D.

максимальных значений. Наиболее высокий селекционный эффект получается при участии в гибридизации обоих (или хотя бы одного) из родителей, характеризующихся высоким уровнем селектируемого признака.

Полученные и приведенные выше экспериментальные данные позволили на основе плюсовой селекции исходного материала разработать технологическую схему создания насаждений целевого назначения. При использовании для этого даже улучшенных по селектируемому признаку

семян часть потомств неизбежно будет иметь пониженную и низкую смолопродуктивность. Поэтому при формировании высокосмолопродуктивных целевых культур технологической схемой предусматривается проведение селективных рубок ухода, в процессе которых должны удаляться деревья пониженной и низкой смолопродуктивности.

Средняя сохранность шишек по отношению к количеству опыленных макростробилов (табл. 3) составляет 21%, и этот показатель не зависит от

Таблица 3. Самофертильность материнских деревьев сосны обыкновенной разной смолопродуктивной способности, г см⁻¹ Д

Смолопродук- тивность, г см ⁻¹ Д.	Категория смоло- продуктивности	Кол-во деревьев, шт.	Опылено стробилов, шт.	Получено шишек, шт.	Сохранность шишек, %	Получено выполненных семян		Средний коэффициент самофертиль- ности
						шт.	%	
0.45	Низкая	6	295	59	20	129	14	0.16
0.68	Пониженная	7	349	96	28	411	34	0.46
1.14	Средняя	10	481	87	18	360	27	0.35
1.60	Повышенная	3	139	24	17	56	13	0.18
3.19	Высокая	5	188	58	31	282	25	0.29
5.13	Высокая	3	136	23	17	87	24	0.32
6.84	Высокая	2	146	14	10	38	16	0.19
	Итого	36	1734	361	21	1363	20	

Таблица 4. Смолопродуктивность деревьев сосны обыкновенной разного уровня самофертильности

№ деревьев	Способ опыления	Выход полнозер- нистых семян, %	Уровень самофертильности	К сф.	Категория смолопродуктивности
215	Свободное самоопыление	34 17	чсф	0.50	Пониженная
251	Свободное самоопыление	14 8	чсф	0.60	Средняя
280	Свободное самоопыление	22 13	сф	0.61	Высокая
192	Свободное самоопыление	9 7	сф	0.76	Средняя
150	Свободное самоопыление	57 53	всф	0.91	Пониженная
69	Свободное самоопыление	87 100	всф	1.15	Пониженная

Примечания. чсф – частично самофертильная категория; сф – самофертильная категория; всф – высоко самофертильная категория.

смолопродуктивной способности материнских деревьев. Количество выполненных семян составляет в среднем 20% от общего количества семян, полученных при самоопылении, остальные 80% оказались пустыми. Коэффициент самофертильности и пределы варьирования этого показателя у деревьев разной смолопродуктивности изменяется от 0.16 до 0.46 независимо от смолопродуктивности материнских деревьев.

Выход полнозернистых семян и уровень самофертильности материнских деревьев, как показали выполненные исследования (табл. 4), также не коррелируют с их смолопродуктивностью.

Взаимосвязь между семенной и смолопродуктивной способностью отражают полигоны распределения деревьев по категориям смолопродуктивности (рис. 1) и по уровню самофертильности (рис. 2).

В исследованной популяции сосны по уровню селективируемого признака выделяется две группы деревьев (рис. 1а). В первой из них сосредоточено 26 деревьев низкой, пониженной, средней и повышенной смолопродуктивности, во второй – 10 деревьев высокой и очень высокой смолопродуктивности. По количеству деревьев эти группы соотносятся между собой как 3 : 1

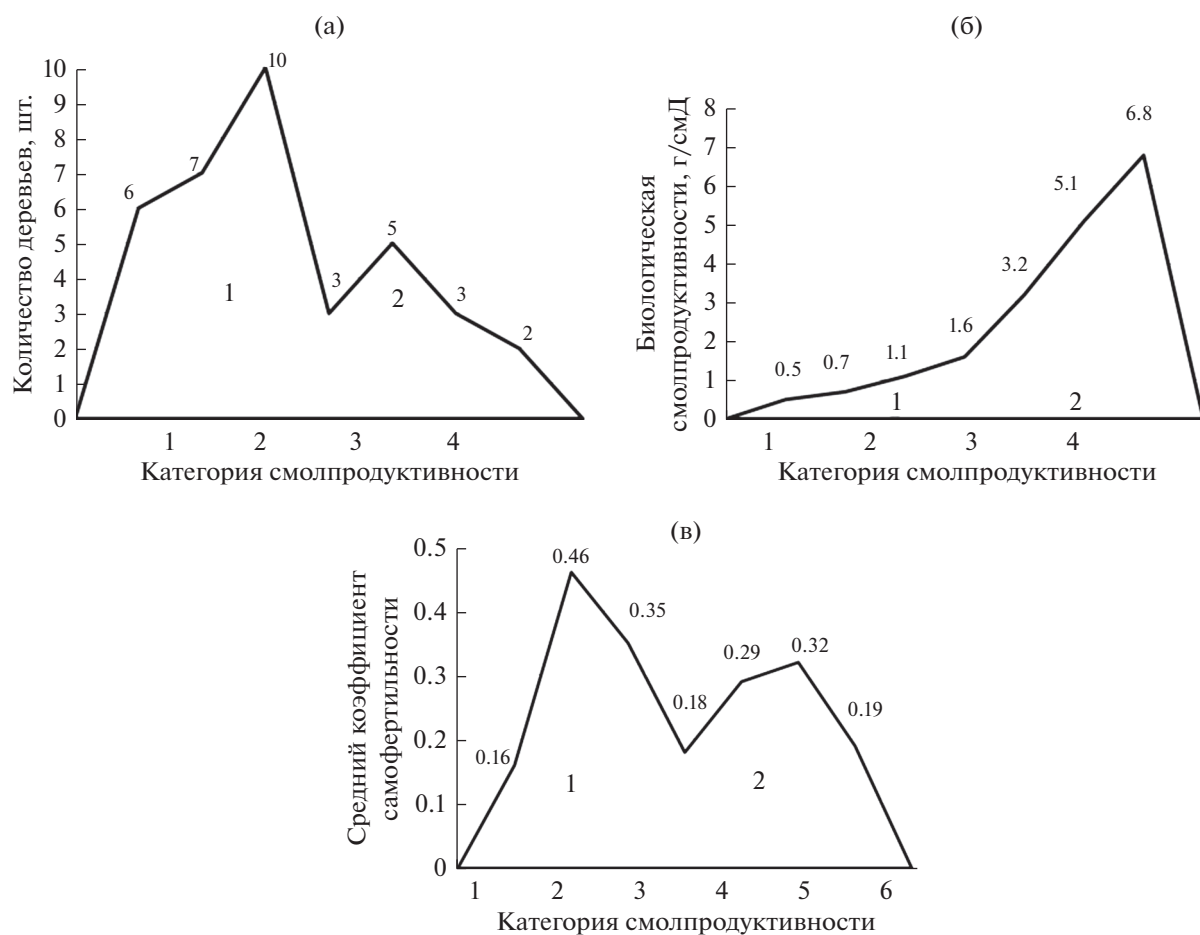


Рис. 1. Полигоны распределения: а) по количеству деревьев; б) по смолопродуктивности; в) по уровню самофертильности. 1 — деревья низкой, пониженной, средней и повышенной смолопродуктивности, 2 — деревья высокой и очень высокой смолопродуктивности.

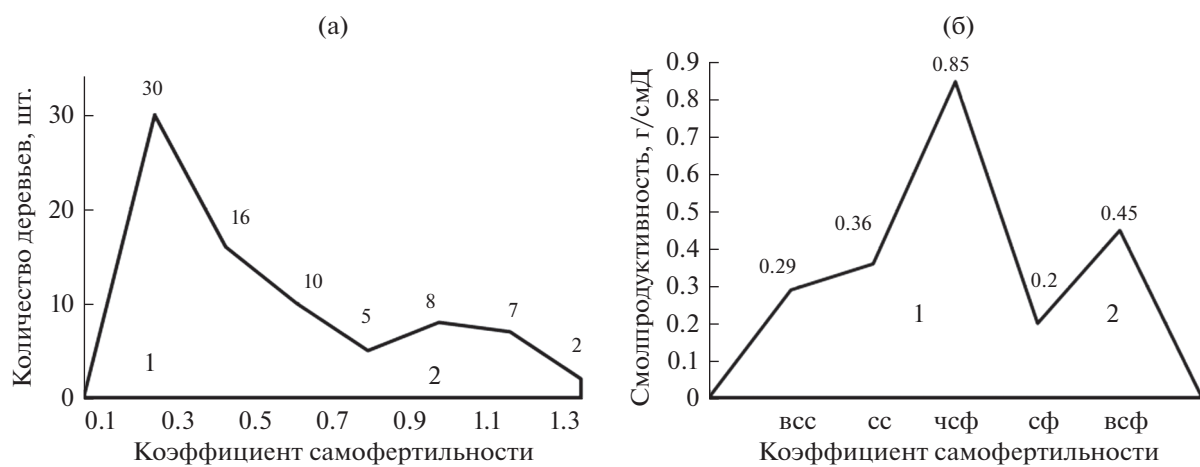


Рис. 2. Полигоны распределения: а) по количеству деревьев; б) по уровню смолопродуктивности. 1 и 2 см. рис. 1.

Таблица 5. Средняя смолопродуктивность потомств от само- и свободного опыления деревьев сосны обыкновенной разного уровня самофертильности в испытательных культурах 20-летнего возраста

Уровень самофертильности	Потомство, полученное при						
	свободном опылении				самоопылении		
	шифр семей	исследовано деревьев, шт	Дср, см	средняя смолопродуктивность при ср. нагрузке	исследовано деревьев, шт	Дср, см	средняя смолопродуктивность при ср. нагрузке
всс + сс	Пенза, 416-1	5	14	0.05	5	10	0.04
	Тюмень, 436-3	11	10	0.03	7	13	0.06
	Тюмень, 436-8	14	14	0.08	9	14	0.10
	Воронеж, 266-10	14	14	0.09*	6	9	0.01*
	Воронеж, 266-11	13	15	0.09	6	10	0.06
	Саратов, 217-6	3	9	0.03	2	7	0.01
	Воронеж, 266-16	16	15	0.14	6	11	0.09
чсф	Среднее		13	0.08		12	0.06
	Воронеж, 251-1	4	14	0.05	5	12	0.04
	Воронеж, 269-5	6	12	0.10	3	10	0.11
	Воронеж, 266-0	5	14	0.16	3	12	0.06
	Тюмень, 438-5	4	12	0.06	3	7	0.11
	Северная Осетия, 1-2	14	12	0.14*	7	7	0.01*
	Акмолинск, 109-5	14	15	0.10	4	12	0.06
	Акмолинск, 111-5	12	12	0.11	8	13	0.05
	Воронеж, 266-18	17	15	0.11*	8	13	0.05*
	Москва, 363 -5	11	12	0.06	6	11	0.05
	Среднее		13	0.10		13	0.10
сф + всф	Армения, 4-1	7	12	0.16	3	12	0.05
	Тюмень, 436-7	6	11	0.02	4	7	0.02
	Омск, 419-3	10	12	0.07	5	9	0.03
	ВГЗ-14	15	13	0.06	13	14	0.06
	Саратов, 217-14	13	14	0.06	14	12	0.05
	Воронеж, 266-4	11	13	0.09*	17	13	0.04*
	Новосибирск, 418-1	12	13	0.06	6	12	0.03
	Омск, 419-9	16	11	0.07	16	11	0.04
	Омск, 419-4	10	12	0.04	10	10	0.05
	Белгород, 245-3	12	11	0.06	15	14	0.11
	Краснодар, 92-1	16	12	0.04*	11	14	0.09*
	Краснодар, 92-2	11	12	0.04	7	11	0.07
	Среднее		12	0.06		12	0.06

Примечания. 1) Средняя нагрузка в целом для испытательных культур — 1.4%, * различия при $P = 0.05\%$ уровня значимости, достоверны. 2) всс — высоко самостерильная категория; сс — самостерильная категория; чсф — частично самофертильная категория; сф — самофертильная категория; всф — высоко самофертильная категория.

Таблица 6. Структура потомств от само- и свободного опыления по смолопродуктивности деревьев

Уровень фертильности материнских деревьев	Потомство											
	от свободного опыления						от самоопыления					
	кол-во деревьев, шт.	из них по категориям смолопродуктивности, % к средней					кол-во деревьев, шт.	из них по категориям смолопродуктивности, % к средней				
		до 40	41–80	81–120	121–160	161 и >		до 40	41–80	81–120	121–160	161 и >
До 0.3	76	23.7	23.7	21.0	17.1	14.5	41	31.7	7.3	26.8	12.2	22.0
0.31–0.60	87	19.5	23.1	12.6	16.1	28.7	45	40.0	11.1	15.6	8.9	24.4
0.61 и выше	139	35.2	24.5	20.1	9.4	10.8	121	23.1	19.8	23.2	13.2	20.7
Всего	302	27.9	23.8	18.2	13.2	16.9	207	28.4	15.4	22.2	12.5	21.6

Примечание. Различия в структуре потомств от свободного опыления и самоопыления по смолопродуктивности недостоверны.

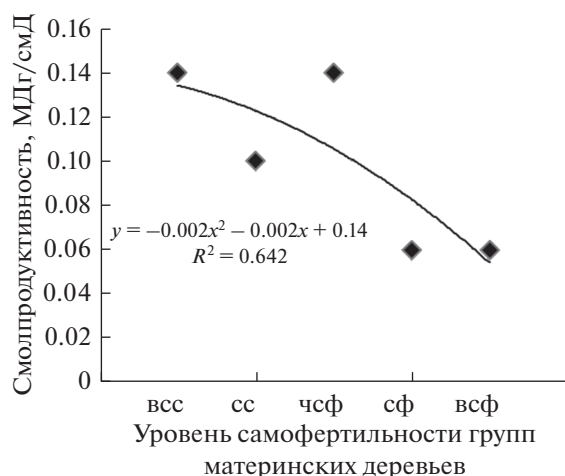


Рис. 3. Корреляция признаков семенной и смолопродуктивной способности у материнских деревьев сосны обыкновенной.

($\chi^2_{\text{факт}} = 0.15$; $\chi^2_{\text{станд}} = 3.84$), т.е. первая группа деревьев является доминантной, вторая — рецессивной (Н.Л. Высоцкий, А.А. Высоцкий, 2000; Высоцкий, Нечаева, 2002).

По количеству же выделяемой живицы (рис. 1б) соотношение указанных групп прямо противоположное — 1 : 3 ($\chi^2_{\text{факт}} = 0.23$; $\chi^2_{\text{станд}} = 3.84$). Это значит, что экспрессия генов, ответственных за выделение живицы, у высокосмолопродуктивных форм в 3 раза выше в сравнении с деревьями других селекционных категорий.

На рис. 1в приведено соотношение между указанными группами деревьев по среднему коэффициенту самофертильности. Оно составляет 1 : 1 ($\chi^2_{\text{факт}} = 0.064$; $\chi^2_{\text{станд}} = 3.84$), т.е. никаких различий по уровню самофертильности между высокосмолопродуктивными деревьями и деревьями других селекционных категорий не существует.

На рис. 2 приведен полигон распределения групп деревьев и экспрессия генов смолопродуктивности, различающихся между собой по уровню самофертильности. По количеству деревьев в данном случае доминирующей также является первая группа деревьев, а вторая — рецессивной, так как соотношение между ними тоже составляет 3 : 1. Однако и по количеству выделяющейся живицы деревья первой группы в 3 раза превышают этот показатель в сравнении со второй группой деревьев. Полученные данные достоверны. Это указывает на наличие отрицательной связи между смолопродуктивностью и самофертильностью материнских деревьев, чем обуславливается необходимость проведения корреляционного анализа.

Выполненными исследованиями установлена достоверная отрицательная связь между уровнем самофертильности деревьев и уровнем их смоло-

продуктивности. Коэффициент корреляции (r) Спирмена равен -0.78 ± 0.20 (рис. 3).

Данные о смолопродуктивности потомств от само- и свободного опыления деревьев сосны обыкновенной разного уровня самофертильности в испытательных культурах 20-летнего возраста приведены в табл. 5.

Видно, что из 28 исследованных пар семей достоверное различие смолопродуктивности между потомствами от само- и свободно опыленных семей установлены только в 5 случаях (18% семей), в 4 из которых (14%) по величине этого признака лидировали потомства от свободного опыления (Воронеж, 266-10; Воронеж 266-18, 109-5; Воронеж, 266-4, Сев. Осетия 1-2) и в одном случае (4%) — потомство высоко самофертильного дерева (Краснодар, 92-1). В подавляющем же большинстве случаев (79%) различия смолопродуктивности потомств от само- и свободного опыления деревьев разного уровня самофертильности недостоверны.

Структура потомств от свободного опыления деревьев разного уровня самофертильности (табл. 6) практически такая же, как и в исследованных нами ранее естественных насаждениях (Н.Л. Высоцкий, А.А. Высоцкий, 2000).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований установлено, что уровень самофертильности практически одинаков у материнских деревьев, разных по смолопродуктивности селекционных категорий, структура потомств самофертильных деревьев не отличается от естественных популяций, а различия средней смолопродуктивности потомств самостерильных и самофертильных деревьев недостоверны. Это позволяет сделать вывод, что смолопродуктивность деревьев и уровень их фертильности являются несцепленными между собой признаками, отображающими действие разных генетических систем, а выдвинутая нами гипотеза о возможности создания насаждений целевого назначения потомствами высокосмолопродуктивных самофертильных деревьев сосны несостоятельна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бороевич С. Принципы и методы селекции растений. М.: Колос, 1984. 344 с.
- Быховский Е.Г., Соколов А.В., Фомина З.В., Черняева О.И., Хохлова Г.М., Кабанов В.В. Об участии монотерпенов в процессах обмена веществ в сосне обыкновенной // Гидролизная и лесохимическая пр-ть. 1967. № 8. С. 14—17.
- Высоцкий А.А. Селекция сосны на смолопродуктивность и создание насаждений целевого назначения повышенной устойчивости к корневой губке. Воронеж: Наука-Юнипресс, 2015. 217 с.

Высоцкий А.А., Нечаева М.Ю. Смолопродуктивность гибридных потомств деревьев сосны обыкновенной разных селекционных категорий // Сб. статей. Материалы межрегиональной конф., посвященной 90-летию со дня рождения проф. С.И. Машкина, 16–18 октября 2002 г. Воронеж, 2002. С. 126–129.

Высоцкий Н.Л., Высоцкий А.А. Возможности применения модели Г. Менделя при изучении количественных признаков на примере сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Сб. научных трудов НИИЛГиС. Воронеж, 2000. С. 18–32.

Иванов Л.А. Биологические основы добывания терпентина в СССР. М.—Л.: Гослесбумиздат, 1961. 292 с.

Иевлев В.В., Исаков Ю.Н. Гибриды сосны обыкновенной, полученные на основе разных подходов к подбору пар // Гибридизация лесных древесных пород. Сб. научных трудов ЦНИИЛГиС. Воронеж, 1988. С. 7–14.

Исаков Ю.Н. Эколого-генетическая изменчивость и селекция сосны обыкновенной. Дис. ... д-ра. биол. наук. 03.00.15. СПб.: ВИР, 1999. 365 с.

Раскатов П.Б. Физиология растений с основами микробиологии. М.: Советская наука, 1954. 376 с.

Сухов Г.В. Предварительные результаты исследования биосинтеза живицы с помощью радиоактивного углерода // Гидролизная и лесохимическая промышленность. 1966. № 6. С. 9–10.

Isaev A.S. The role of resinous substances of coniferous species wood in consortium between the tree and xylophagous insects // 3rd Conference of Siberian Ecologists: Scientific Conference Abstracts. Tomsk, 1966. P. 59–61.

Isakov Yu.N. Aspects of heterogeneity of woody plants and their use in breeding and seed production // Scientific-Practical Conference Abstracts. Voronezh, 1997. № 4. 11 p.

Resin Production Capabilities of Self-Fertilisation Offspring of Scots Pine Trees from Different Selection Categories

A. A. Vysotskiy¹, Yu. N. Isakov¹, and O. V. Komarova¹, *

¹The All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Lomonosov str., 105, Voronezh, 394087 Russia

*E-mail: Olya34@mail.ru

The studies of reproductive systems and variability of reproductive traits in Scotch pine have been carried out on three sites in the Voronezh region, and it has been found that the reaction of pine trees to inbreeding was ambiguous. Trees were grouped into categories of resin production capabilities: low (up to 40% of the average for a plantation), semi-low (41–80%), medium (81–120%), semi-high (121–160%), high (161–200%) and very high (more than 200%). Some of the trees among the studied ones turned out to be self-fertile. The percentage of full-grained viable seeds in self-pollination is the same or even higher than in free pollination. It has been established that the level of self-fertility is almost the same in mother trees with different resin productivity, the structure of the offspring of self-fertile trees does not differ from natural populations, and the differences in the average resin productivity of offspring of self-sterile and self-fertile trees are not significant. It is concluded that the resin productivity of trees and the level of their fertility are unlinked features that are the results of different genetic systems acting, and that the hypothesis we'd put forward, about the possibility of creating targeted plantations from the offspring of highly resin-producing self-fertile pine trees is untenable.

Keywords: resin production capabilities, mother trees, offspring, self-sterile, self-fertile, features inheritance, seed reproduction.

Acknowledgements: Funding source is Federal budget.

REFERENCES

Boroevich S., *Printsipy i metody selektsii rastenii* (Principles and methods of plant breeding), Moscow: Kolos, 1984, 344 p.

Bykhovskii E.G., Sokolov A.V., Fomina Z.V., Chernyaeva O.I., Khokhlova G.M., Kabanov V.V., Ob uchastii monoterpenov v protsessakh obmena veshchestv v sosne obyknovЕННОй (On the participation of monoterpenes in metabolic processes in Scots pine), *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya pr-t'*, 1967, No. 8, pp. 14–17.

Ievlev V.V., Isakov Y.N., Gibridy sosny obyknovЕННОй, poluchennye na osnove raznykh podkhodov k podboru par (Scotch pine hybrids obtained on the basis of different approaches to the selection of pairs), In: *Gibridizatsiya lesnykh drevesnykh porod. Sb. nauchnykh trudov TsNIILGiS* (Hybridization of forest tree species. Collection of research pa-

pers of Central Research Institute of Forest Genetics and Breeding), Voronezh, 1988, pp. 7–14.

Isaev A.S., The role of resinous substances of coniferous species wood in consortium between the tree and xylophagous insects, *3rd Conference of Siberian Ecologists*, Scientific Conference Abstracts, Tomsk, 1966, pp. 59–61.

Isakov Y.N., *Ekologo-geneticheskaya izmenchivost' i selektsiya sosny obyknovЕННОй*. Avtoref. d-ra. biol. nauk (Ecological and genetic variability and selection of Scots pine. Extended abstract of Doctor's biol. sci. thesis), St. Petersburg: Sankt-Peterburgskaya lesotekhnicheskaya akademiya, 1999, 36 p.

Isakov Yu.N., Aspects of heterogeneity of woody plants and their use in breeding and seed production, *Scientific-Practical Conference Abstracts*, Voronezh, 1997, No. 4, 11 p.

- Ivanov L.A., *Biologicheskie osnovy dobyvaniya terpentina v SSSR* (Biological basis of turpentine mining in the USSR), Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1961, 292 p.
- Raskatov P.B., *Fiziologiya rastenii s osnovami mikrobiologii* (Plant physiology with bases of microbiology), Moscow: Sovetskaya nauka, 1954, 376 p.
- Sukhov G.V., Predvaritel'nye rezul'taty issledovaniya biosinteza zhivitsy s pomoshch'yu radioaktivnogo ugleroda (Preliminary results of the study of resin biosynthesis with the help of radioactive carbon), *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'*, 1966, No. 6, pp. 9–10.
- Vysotskii A.A., Nechaeva M.Y., Smoloproduktivnost' gibriznykh potomstv derev'ev sosny obyknovennoi raznykh selektsionnykh kategorii (Resin productivity of hybrid progeny of Scotch pine trees of different breeding categories), Voronezh, *Proc. of Transregional Conf. dedicated to the 90th anniversary of prof. S.I. Mashkin*, 16–18 October, 2002, Voronezh, 2002, pp. 126–129.
- Vysotskii A.A., *Selektsiya sosny na smoloproduktivnost' i sozdanie nasazhdenii tselevogo naznacheniya povyshennoi us-toichivosti k kornevoi gubke* (Pine breeding for resin productivity and the creation of plantations for special purposes with increased resistance to root fungus), Voronezh: Nauka-Yunipress, 2015, 217 p.
- Vysotskii N.L., Vysotskii A.A., Vozmozhnosti primeneniya modeli G. Mendelya pri izuchenii kolichestvennykh priznakov na primere sosny obyknovennoi (*Pinus sylvestris* L.) (Possibilities of using G. Mendel's model in the study of quantitative traits on the example of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)), In: *Sb. nauchnykh trudov NIILGiS* (Collection of research papers of Research Institute of Forest Genetics and Breeding), Voronezh, 2000, pp. 18–32.