



УДК 581.8:634.942:628.5

ПРОБЛЕМЫ ПЕРВИЧНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО СЕМЕНОВОДСТВА СОСНЫ КРЫМСКОЙ (PINUS PALLASIANA D. DON) В НАСАЖДЕНИЯХ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРИВБАССА

Н.С. ТЕРЛЫГА¹, И.И. КОРШИКОВ², А.Е. МАЗУР¹

¹ Криворожский ботанический сад НАН Украины,
Украина, 50089 Кривой Рог, ул. Маршака, 50

² Донецкий ботанический сад НАН Украины,
Украина, 83059 Донецк, просп. Ильича, 110

В течение 3 лет исследованы индивидуальные особенности семяношения 100 модельных деревьев сосны крымской в четырех искусственных насаждениях Кривбасса, в разной степени подверженных воздействию выбросов крупных промышленных производств. Выявлены устойчивые к поллютантам особи со стабильно высокой продуктивностью семян хорошего качества, которые предлагаем использовать как маточно-семенные растения для создания региональной производственной лесосеменной базы этого перспективного для Криворожья вида.

Внедрению новых древесных пород в практику лесоразведения должно предшествовать широкое интродукционное испытание для выявления районов и типов лесорастительных условий, в которых лучше всего реализуются биохозяйственные показатели интродуцентов [15]. Первичное испытание интродуцентов обычно происходит в ботанических садах и дендрариях лесохозяйственных учреждений на ограниченном генетическом материале, часто полученном из одной точки естественного ареала, а нередко и из другого района интродукции этого вида [1, 9, 10]. Оптимальной схемой таких испытаний предусматривается использование и внедрение в разные районы интродукции семенного потомства плюсовых деревьев из различных частей естественного ареала вида [1, 15].

Массовое внедрение перспективных интродуцентов в лесокультурное производство, как правило, ограничивается недостаточной лесосеменной базой [14]. Для планомерного внедрения перспективных экзотов необходимо создание производственной лесосеменной базы в интродукционном регионе, что возможно только при наличии достаточной площади высокопродуктивных насаждений, используемых для закладки лесосеменных участков и плантаций [19].

Внедрению интродуцентов должна предшествовать оценка перспективности их использования в лесном хозяйстве, защитном лесоразведении, формировании зеленых зон городов и их озеленении [1]. Так, повсеместному использованию сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl.) в лесном хозяйстве Швеции, где она стала третьей по занимаемым площадям породой, предшествовало испытание в разных районах страны

© Н.С. ТЕРЛЫГА, И.И. КОРШИКОВ, А.Е. МАЗУР, 1999



семенного потомства плюсовых деревьев из различных частей естественного ареала [27]. Такой подход позволил провести интродукционное лесосеменное районирование, без которого трудно создать полноценную семенную базу экзота [15]. Лесосеменные плантации могут создаваться на основе как клонового, так и семенного размножения элитных и плюсовых деревьев [1, 19, 24].

Реализация программы селекционно-генетического улучшения хозяйственно ценной сосны Банка (*Pinus banksiana* Lamb.) показала, что семейный отбор с последующим внутрисемейным менее эффективны, чем индексный, но лучше, чем просто массовый отбор [13]. Для создания устойчивых насаждений сосны обыкновенной в нарушенных и рекреационных местообитаниях Украины рекомендуется применять стратегические и тактические селекционные подходы, основным из которых является отбор плюсовых деревьев для последующего плантационного семеноводства [13].

Интродукция растений в приграничные с их естественным ареалом районы очень часто осуществляется стихийно, случайным набором генотипов. В определенной степени к таким видам относится сосна крымская. Ее насаждения в южных областях Украины и России занимают площадь 22 900 га [2], а в природных популяциях Крыма — только 8000 [16]. В существующих насаждениях сосны крымской выделено 85 плюсовых деревьев, 267 га постоянных лесосеменных участков и на 6 га созданы лесосеменные плантации. Хотя плантации первого порядка и созданы для сосны крымской, однако проблема формирования постоянной семенной базы не исчерпана, как и возможность отбора плюсовых или элитных деревьев [2].

Древесные растения, используемые в озеленении городов степной зоны Украины, испытывают в ходе онтогенеза не только влияние экстремальных климатических факторов, но часто и повреждающее воздействие техногенно загрязненной среды [3]. По мнению В.И. Некрасова [15], в условиях техногенно загрязненной среды древесные

растения подвержены специфическим воздействиям, которые сходны с влиянием значительно отклоняющихся от нормы климатических и эдафических условий естественного ареала или условий нового пункта интродукции.

Важнейшей предпосылкой широкого использования интродуцентов в лесных культурах является создание надежной региональной семенной базы через селекционный отбор маточных деревьев [14]. В.М. Белобородов [1] предлагает включать в состав лесосеменных плантаций интродуцентов кроме плюсовых еще и лучшие из нормальных деревьев. Подобный подход к отбору маточных растений имеет перспективу в ограниченных по площади насаждениях сосны крымской в промышленных регионах степной зоны Украины [8].

Основные принципы отбора наиболее выносливых деревьев в условиях атмосферного загрязнения давно проверены в природных насаждениях других видов хвойных [7, 28]. Наиболее приемлемым и перспективным считается прямой отбор на основе методов количественной генетики, по оценкам изменчивости показателей семенной продуктивности [26].

Прежде чем приступить к решению задач эффективного использования интродуцентов, необходимо знать биологию их семяношения в новых условиях выращивания, определить семенную продуктивность и качество семян местной репродукции [14]. В промышленных регионах степной зоны Украины на репродуктивный процесс хвойных могут оказывать воздействие поллютанты, особенно в зонах локального рассеивания эмиссий крупных производств [7]. Следует отметить, что семяношение сосны крымской в пределах ее естественного ареала достаточно подробно исследовано [6, 17], а в степной зоне и особенно в промышленных регионах Украины — практически нет [12].

Для выяснения индивидуальных особенностей семяношения сосны крымской в насаждениях техногенно загрязненных территорий использовали 100 растений второго класса возраста, произрастающих вблизи и



Среднее число семян разных категорий в шишке деревьев сосны крымской в Кривбассе со стабильно высокой или низкой их продуктивностью

Место произрастания	Год исследования	Среднее число семян в шишке					
		полнозернистых		пустых		недоразвитых	
		высокое	низкое	высокое	низкое	высокое	низкое
КМК	1995	30,61 ± 1,84	13,65 ± 1,99	27,27 ± 2,56	4,85 ± 0,73	—	4,12 ± 0,61
	1996	35,70 ± 2,07	19,27 ± 1,74	24,76 ± 1,63	5,55 ± 0,80	—	2,93 ± 0,46
	1997	28,20 ± 1,01	14,53 ± 1,12	17,08 ± 1,23	5,90 ± 0,57	—	3,33 ± 0,51
СевГОК	1995	33,16 ± 1,40	15,08 ± 1,55	17,44 ± 1,43	—	—	3,86 ± 0,22
	1996	29,67 ± 1,88	19,10 ± 1,85	25,67 ± 1,90	—	—	4,20 ± 0,34
	1997	31,80 ± 1,75	17,30 ± 1,16	13,13 ± 1,24	—	—	3,24 ± 0,27
ШК	1995	25,15 ± 1,48	18,10 ± 3,76	26,94 ± 1,52	—	10,20 ± 0,70	4,62 ± 0,34
	1996	29,50 ± 1,48	16,30 ± 2,11	14,13 ± 1,47	—	12,00 ± 0,95	5,44 ± 0,44
	1997	29,50 ± 1,67	24,20 ± 2,56	16,13 ± 1,66	—	8,40 ± 1,40	4,44 ± 0,35
РУ	1995	53,30 ± 1,63	20,41 ± 3,60	21,53 ± 2,36	5,97 ± 0,44	10,10 ± 1,08	2,58 ± 0,22
	1996	67,70 ± 1,94	21,60 ± 2,99	18,67 ± 3,06	3,77 ± 0,33	16,10 ± 1,62	2,17 ± 0,26
	1997	50,60 ± 1,75	23,60 ± 4,63	17,13 ± 1,06	5,93 ± 0,48	9,70 ± 0,94	2,58 ± 0,18

даже на территории основных источников промышленных выбросов в Кривбассе — металлургическом (КМК) и Северном горно-обогатительном комбинатах (СевГОК), в рекреационном насаждении Кривого Рога — Романовском урочище (РУ) и в загородном лесничестве “Широкое” (ШК). Трехлетние наблюдения (1995—1997) за семяношением 25 деревьев в каждом из четырех названных насаждений показали, что у растений промзоны (КМК, СевГОК) Кривого Рога среднее число полнозернистых семян в шишках по сравнению с растениями рекреационного насаждения (РУ) снижается на 24—29 %, что соответствует уровню подобных изменений у других видов хвойных, повреждаемых эмиссиями промышленных производств [20].

Для подавляющего большинства исследуемых деревьев сосны крымской в насаждениях Кривбасса характерна высокая лабильность среднего числа полных, пустых и недоразвитых семян в шишке [8]. В каждом насаждении из 25 изучаемых растений встречаются 2—4 дерева со стабильно высокой или низкой продуктивностью этих трех категорий семян в течение трехгодичных наблюдений (таблица). Следует обратить внимание на тот факт, что у растений рекреационного насаждения со стабильно высоким выходом полнозернистых семян их число в шишках было почти в два раза вы-

ше, чем в шишках таких растений промзоны (КМК, СевГОК) или лесничества “Широкое”, на территории которого происходит рассеивание, а в силу особенностей рельефа — и оседание выбросов основных промышленных производств Кривого Рога.

Надо отметить еще одну особенность этой группы деревьев — их семена отличались более высокими посевными качествами, чем полнозернистые семена деревьев с высокой пустосемянностью шишек. В каждом насаждении у деревьев со стабильно высокой продуктивностью полных семян энергия их прорастания и всхожесть были в 2—3 раза выше, чем у семян этой категории деревьев, отличающихся высоким содержанием пустых семян в шишке [22]. В целом качество семян сосны крымской в насаждениях техногенно загрязненных территорий Кривбасса нестабильно и наиболее заметно снижалось в год с максимальной семенной продуктивностью [23]. На репродуктивном процессе древесных растений сказываются прямые и косвенные эффекты воздействия аэротехногенного загрязнения. Поллютанты, повреждая и изменяя развитие генеративных структур, а также ослабляя жизненный потенциал растений, вызывают снижение семяношения древостоев [7]. Эти воздействия в зависимости от физико-химического состава ингредиентов, их концентрации в



атмосфере, а также особенностей природно-климатических условий местопроизрастания растений могут привести к сокращению числа семян в шишках хвойных на 20—70 % [20].

У хвойных семенная продуктивность зависит от особенностей системы переопыления. В условиях контрольного опыления степень полнозернистости и выхода семян на 100 опыленных стробилов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) была значительно выше при ксеногамном, чем гейтегамном опылении, а выход сеянцев из семян был в 11 раз выше в первом, чем во втором случае [5]. Сравнительный анализ показал, что у молодых растений искусственных насаждений сосны крымской в Кривбассе опыляемость семяпочек в отдельные годы была даже выше, чем у взрослых генеративных деревьев природных популяций Крыма [23]. И это при том, что токсичные промышленные газы, аэрозоли и кислотные дожди снижают жизнеспособность пыльцы хвойных [25, 30].

Внутривидовые гибридогенные скрещивания показали, что у хвойных многие репродуктивные свойства генетически обусловлены. Так, контрольное переопыление клонов сосны обыкновенной в течение нескольких лет позволило выделить высоко-, средне- и низкоурожайные индивиды, а также клоны с регулярным семяношением и резко выраженной их нестабильностью [4, 18]. В разные репродуктивные годы клоны сосны обыкновенной устойчиво сохраняют свои ранги по интенсивности вступления в репродуктивную фазу, среднему количеству пыльников, женских шишек, зрелых шишек и выходу полнозернистых семян [18]. При перекрестном опылении на формирование урожая шишек и численности полнозернистых семян в них заметное влияние оказывают генетические особенности родителей. С помощью контрольного опыления установлено четкое репродуктивное преимущество отдельных отцовских форм [29]. Однако в формирование урожая шишек и образование полнозернистых семян значительно больший вклад вносят материнские, чем отцовские генотипы [18].

Теоретические подходы к созданию производственной лесосеменной базы интродуцентов, а также практические методы семенного и вегетативного размножения наиболее перспективных видов интродуцентов достаточно полно разработаны [1, 11, 13, 15]. При недостаточности семенного потомства интродукционных насаждений для более широкого их воспроизводства можно использовать семена инорайонных насаждений природного или искусственного происхождения [1]. Для расширения площадей сосны крымской степной зоны Украины этот метод в определенной степени приемлем в связи с доступностью таких семян. Однако предпочтение при данном подходе следует отдавать семенам, полученным с плюсовых деревьев или с уже сформированных лесосеменных плантаций этого вида [2]. Следует учитывать, что потомство местных интродукционных насаждений в большинстве случаев лучше, чем семена растений естественного или инорайонного интродукционного ареала [1]. На наш взгляд, расширять насаждения сосны крымской в Кривбассе необходимо в первую очередь за счет семян местной репродукции, а в техногенных экотопах использовать семена устойчивых деревьев.

В лабораторных опытах показано, что семенное потомство деревьев сосны обыкновенной, устойчивых к эмиссиям крупных химкомбинатов, повреждается диоксидом азота — основным ингредиентом в их выбросах — меньше, чем сеянцы, полученные из семян неустойчивых растений [3]. Для озеленения самых загрязненных территорий Кривбасса лучше использовать клоны наиболее устойчивых индивидов сосны крымской. Для создания постоянной лесосеменной базы этого вида в Кривбассе необходимы нормально развитые деревья с высоко стабильной продуктивностью семян хорошего качества, которые нами выделены в существующих насаждениях. Один из главных критериев при последующем выделении таких деревьев в других насаждениях техногенно загрязненных территорий — их высокая устойчивость к эмиссионным воздействиям. Оценку устойчивости несложно



провести визуально на основании определения степени повреждения хвои и ее продолжительности жизни у конкретной особи. Эти показатели у сосны крымской, как и у других хвойных, достаточно объективно отражают индивидуальную реакцию на аэротехногенное загрязнение [21].

Проведенный целенаправленный искусственный отбор будет способствовать повышению устойчивости и декоративности создаваемых насаждений сосны крымской в этой крупной агломерации, а также решит актуальную проблему лесосеменного районирования этого перспективного экзота.

1. Белобородов В.М. Проблемы селекции и семеноводства лесообразующих интродуцентов // Лесоведение. — 1995. — № 3. — С. 37—43.
2. Белобородов В.М., Ширяев В.И., Патлай И.Н. Интродуценты в лесных культурах европейской части страны // Лесн. хоз-во. — 1992. — № 8/9. — С. 38—39.
3. Коршиков И.И., Котов В.С., Михеенко И.П. и др. Взаимодействие растений с техногенно загрязненной средой. — Киев : Наук. думка, 1995. — 191 с.
4. Ефимов Ю.П. Итоги изучения закономерностей семеношения сосны обыкновенной в семенных плантациях // Половое размножение хвойных растений. — Новосибирск : Б. и., 1985. — С. 145—146.
5. Камалов Р.М. Результаты контролируемого внутривидового опыления сосны обыкновенной в лесостепной зоне // Генетические основы лесной селекции и семеноводства. — Воронеж : Б. и., 1982. — С. 117—119.
6. Коба В.П. Эколого-ботанические особенности роста и репродукции сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don) в горном Крыму : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Ялта, 1993. — 24 с.
7. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. — Киев : Наук. думка, 1996. — 238 с.
8. Коршиков И.И., Бычков С.А., Терлыга Н.С., Мазур А.Е. Сохранность семян сосны крымской в условиях индустриально загрязненных экотопов // Интродукция и акклиматизация растений. — 1998. — Вып. 28. — С. 81—87.
9. Кохно Н.А. К методике оценки успешности интродукции листопадных древесных растений // Там же. — С. 52—54.
10. Кузнецов С.И. Основы интродукции и культуры хвойных древнего Средиземноморья на Украине и в других районах юга СССР. — Киев : Наук. думка, 1984. — 124 с.
11. Логгинов В.Б. Интродукционная оптимизация лесных культур ценозов. — Киев : Наук. думка, 1988. — 164 с.
12. Мазур А.Е. Рост и развитие сосны крымской и робинии лжеакация на железорудных отвалах Криворожья // Материалы междунар. совещ. 26—29 авг. 1996. — Екатеринбург : Б. и., 1997. — С. 159—169.
13. Молотков П.И., Патлай И.Н. Стратегия селекции и семеноводства сосны обыкновенной // Лесная ге-

- нетика, селекция и физиология древесных растений : Материалы междунар. симп. (Дополн. вып.). — Воронеж : Б. и., 1990. — С. 9—16.
14. Некрасов В.И. Основы семеноведения древесных растений при интродукции. — М. : Наука, 1973. — 279 с.
 15. Некрасов В.И. Интродукция древесных растений и проблемы лесоразведения // Лесоведение. — 1991. — № 6. — С. 74—83.
 16. Подгорный Ю.К. Методические рекомендации по выделению природных популяций в горных условиях. — Ялта : Б. и., 1988. — 24 с.
 17. Подгорный Ю.К., Ругузов И.А. Особенности микроспорогенеза и развития мужского гаметофита сосны крымской в связи с семеношением и жизненностью популяций // Бюл. Гос. Никит. ботан. сада. — 1979. — Вып. 1. — С. 21—25.
 18. Попов В.Я., Тучин П.В. Семенная продуктивность сосны обыкновенной в зависимости от подбора родительских пар // Вопросы искусственного лесовосстановления на Европейском Севере. — Архангельск : Б. и., 1986. — С. 55—65.
 19. Проблемы повышения продуктивности лесов. Введение в леса быстрорастущих и хозяйственно ценных древесных пород : В 3 т. — М.; Л. : Наука, 1960. — Т. 3. — 196 с.
 20. Ставрова Н.И. Влияние атмосферного загрязнения на семеношение хвойных пород // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. — Л. : Наука, 1990. — С. 115—121.
 21. Терлыга Н.С., Коршиков И.И. Сосна крымская как пассивный биоиндикатор загрязненности среды в Кривбассе // Вопросы биоиндикации и экологии. — Запорожье : Запорож. ун-т, 1997. — С. 102—109.
 22. Терлыга Н.С., Коршиков И.И. Изменчивость качества семян сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don) в насаждениях Кривбасса // Бюл. Гос. Никит. ботан. сада. — 1999. — Вып. 79. — С. 164—168.
 23. Терлига Н.С. Адаптивна мінливість сосни кримської (*Pinus pallasiana* D. Don) в насадженнях Кривбаса : Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 1999. — 22 с.
 24. Шкутко Н.В. Хвойные Белоруссии: эколого-биологические исследования. — Минск : Наука и техника, 1991. — 264 с.
 25. Benoit L.F., Skelly J.M., Moore L.D. The influence of ozone on *Pinus strobus* L. pollen germination // Can. J. Forest Res. — 1983. — **13**, N 1. — P. 184—187.
 26. Carson S.D., Carson M.J. Breeding for resistance in forest trees — quantitative genetic approach // Annu. Rev. Phytopathol. — 1989. — **27**. — P. 373—395.
 27. Fries A., Lindgren D. Performance of plus trees progenies of *Pinus contorta* originating north of latitude 55° N in a Swedish trial at 64° N // Can. J. Forest Res. — 1986. — **16**, N 3. — P. 427—437.
 28. Knabe W., Urfer W., Venne H. Die Variabilität der Immissionresistenz von Fichtenher Kunften — ein Beitrag zum IUFRO Fichtenprovenienzversuch 1964—1968 // Silvae genet. — 1990. — **39**, N 1. — S. 8—17.
 29. Nakamura R.R., Wheeler N.C. Pollen competition and paternal success in Douglas — Fir // Evolution. — 1992. — **46**, N 3. — P. 846—851.
 30. Sidhu S. S. Effect of simulated acid rain on pollen germination and pollen tube growth of white spruce (*Picea glauca*) // Can. J. Bot. — 1984. — **61**, N 12. — P. 3095—3099.

Поступила 15.03.2000



ПРОБЛЕМИ ПЕРВИННОГО СЕЛЕКЦІЙНОГО
НАСІННИЦТВА СОСНИ КРИМСЬКОЇ
(PINUS PALLASIANA D. DON) В НАСАДЖЕННЯХ
ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ КРИВБАСУ

Н.С. Терлыга¹, І.І. Коршиков², А.Ю. Мазур¹

¹ Криворізький ботанічний сад НАН України

² Донецький ботанічний сад НАН України

Протягом 3 років досліджували індивідуальні особливості насінноношення 100 модельних дерев сосни кримської в чотирьох штучних насадженнях Кривбасу, на які різною мірою впливають викиди великих промислових підприємств. Виявлені стійкі до дії поллютантів особини зі стабільно високою продуктивністю якісного насіння, котрі пропонуємо використовувати як маточно-насінневі рослини для створення регіональної виробничої лісонасінневої бази цього перспективного для Криворіжжя виду.

PROBLEMS OF INITIAL SELECTION SEED-GROWING
OF PINUS PALLASIANA D. DON IN PLANTATIONS
OF INDUSTRIALLY POLLUTED TERRITORIES
OF KRIVBAS

N.S. Terlyga¹, I.I. Korshikov², A.A. Mazur¹

¹ Krivoy Rog Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine

² Donetsk Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine

Individual peculiarities of semenification of 100 model trees of *Pinus pallasiana* D. Don have been studied in the course of 3 years in four man-made plantations of Krivbas equally exposed to emissions of big industrial enterprises. There have been revealed specimens, tolerant to pollutants with stable high yield of high-quality seeds which are proposed to be used as mother-seed plants for the creation of regional forest-seed basis of this species, perspective for Krivbas.