



УДК 581.522.524:634.942:711.1:628.5 (477.60)

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТРОДУКЦИИ СОСНЫ КРЫМСКОЙ (*PINUS PALLASIANA* D.DON) В ПРОМЫШЛЕННЫЕ РАЙОНЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

И.И. КОРШИКОВ¹, С.А. БЫЧКОВ¹, Н.С. ТЕРЛЫГА²

¹ Донецкий ботанический сад НАН Украины
Украина, 83059 Донецк, пр-т Ильича, 110

² Криворожский ботанический сад НАН Украины
Украина, 50089 Кривой Рог, ул. Маршака, 50

Рассмотрены теоретические и практические аспекты популяционно-генетического подхода в интродукции на основе сравнительного анализа аллозимной изменчивости сосны крымской в природных популяциях Крыма и искусственных насаждениях техногенно-загрязненных территорий Криворожья и Приазовья. Установлено, что при массовой интродукции, а также при выделении селекционно-перспективных групп растений не происходит существенная потеря генетического потенциала природных популяций сосны крымской.

При выборе районов интродукции руководствуются относительным сходством их природно-климатических условий с условиями районов естественного произрастания перемещаемого вида. Для успешной интродукции древесных растений в промышленные регионы необходимо учитывать не только их устойчивость к неблагоприятным экологическим факторам среды, но и к загрязнению атмосферы поллютантами [6]. Первичное испытание интродуцентов — это фактически определение амплитуды нормы реакции вида в новых природно-климатических условиях выращивания. Среди интродуцентов имеются виды, которые обладают универсальной или узкоэкологической приспособленностью, обуславливающей разные пределы их терпимости и выносливости в неблагоприятных условиях [16].

На начальном и последующих этапах интродукции очень важно обеспечить генетическую репрезентативность вида в новых условиях существования [14, 21]. В ботанических садах при первичном испытании новых видов из-за количественного ограничения исходного материала

нередки отрицательные результаты, даже в отношении тех видов, которые в последующие периоды получили широкое распространение [17]. Считается аксиомой, чем выше генетическое разнообразие исходного материала, тем надежнее и лучше могут быть результаты интродукционного испытания. В.И. Некрасов [15] полагает, что для повышения эффективности первичной интродукции необходимо воспроизводство основных параметров генетической структуры исходной популяции, а лучше для этого использовать расположенные на значительном расстоянии друг от друга популяции. Отбор семян из таких популяций обеспечит как высокую их репрезентативность, так и генетическую гетерогенность создаваемых интродукционных насаждений, что предотвращает проявление возможных эффектов инбридинга в семенном материале последующих поколений. На практике при первичном испытании в лучшем случае перемещаются лишь какие-то фрагменты природных популяций, а нередко для размножения используют семена, полученные с ограниченного числа материнских особей [17].

Обычно в отношении перспективных видов древесных растений перед массовым внедре-



нием в лесное хозяйство создается широкая сеть испытательных полигонов, охватывающая весь будущий район интродукционного расселения [3]. Так поступили в Швеции в отношении сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl.), которая стала третьей лесохозяйственной породой в этой стране. На первом этапе интродукции семена плюсовых деревьев сосны скрученной из различных частей ее природного ареала были высажены на испытание в разных регионах Швеции. Таким путем были определены наиболее перспективные из них и заложены основы региональной семенной базы. В Украине в госреестр занесено 85 плюсовых деревьев интересующей нас сосны крымской. В Алуштинском лесничестве создана клоновая плантация этих деревьев для получения семян с улучшенными наследственными свойствами [2]. Семена плюсовых деревьев с их клоновой плантации не нашли пока широкого применения в лесоразведении сосны крымской в степной зоне Украины. На практике для сбора семян в интродукционных насаждениях обычно выделяют временные или постоянные лесосеменные участки с лучшими морфометрическими показателями у растений. Для закладки насаждений сосны крымской в интересующих нас промышленных районах Приазовья и Кривбасса лесхоззаги использовали семена растений природного и интродукционного ареалов. В результате массового размножения созданы крупные насаждения этой породы в степных регионах Украины. Таким образом, сосну крымскую можно рассматривать как вид, прошедший первичное интродукционное испытание в разных районах степной зоны Украины и уже интродуцированный во многие из них, так как эта сосна устойчиво и преимущественно культивируется здесь со второй половины XX в. В отношении этого вида удалось перейти от первичного испытания к устойчивой культуре. Однако важный этап хозяйственного освоения, включающий в себя селекционно-генетическую переработку, сосна крымская пока не прошла [10].

Узость природного ареала сосны крымской в Крыму, по-видимому, обусловлена не специфическими требованиями к почвенно-климатическим условиям, а факторами, ограничивающими расселение этого вида. Одна из основных причин может быть связана с неспособностью проростков этого вида выдерживать конкурентную борьбу в степных фитоценозах.

Хотя главной причиной безлесья или нераспространения естественных лесов в степи, по мнению А.Л. Бельгарда [4], является существенная разница в биологическом круговороте степных и лесных сообществ. Значительное ограничение влияния факторов конкурентной борьбы в культурфитоценозах на ранних этапах онтогенеза сосны крымской способствует успешному ее развитию в южных степных районах Украины и России. В результате активного культивирования площадь насаждений сосны крымской в этих районах более чем в 3 раза превосходит площадь ее природных популяций в Крыму [2, 7].

Популяционный уровень должен стать главным в ботаническом ресурсоведении, так как знание специфики фенотипической и генетической изменчивостей позволяет разработать систему их рационального использования, охрану и воспроизводство [8, 12, 15]. Генетическая структура интродукционных насаждений может существенно отличаться от исходных природных популяций из-за нерепрезентативной первоначальной выборки семенного материала, гибели вследствие действия естественного отбора наименее стойких особей, а также неспособных к репродукции в новых условиях. У интродуцированного вида за пределами ареала происходят изменения адаптивного характера как на уровне отдельного индивида — модификации, так и на популяционном уровне — изменения генотипической структуры вследствие естественного и искусственного отбора в ряду поколений [14, 17]. В результате могут формироваться локальные популяции акклиматизированных видов с измененной генетической структурой, отличной от исходных природных популяций. Так проявляется эволюционная роль интродукции [11, 13]. Несмотря на то, что это теоретическое положение давно рассматривается в литературе, посвященной проблемам интродукции, экспериментальных подтверждений оно имеет крайне мало, так как довольно редко проводятся сравнительные исследования структуры интродукционных насаждений и исходных природных популяций. Кроме того, для анализа используются, как правило, количественные признаки, не позволяющие доста-



точно определено говорить об особенностях генетической структуры интродукционных насаждений, потому что норма реакции морфоанатомических признаков в интродукционных насаждениях часто не соответствует такой в условиях оптимума естественного ареала. Однако сравнительный анализ их изменчивости у растений в природе и культуре все же необходим для выяснения эволюционно значимых признаков, важных для внутривидовой и межвидовой систематики [8].

Высокой диагностической ценностью обладают признаки растений, характеризующиеся экологической стабильностью [1]. В неблагоприятных условиях в популяциях выживают наиболее приспособленные генотипы, что должно приводить к снижению генетического полиморфизма по признакам, имеющим адаптивную ценность. Сравнительные исследования интродукционных и природных популяций позволяют составить адекватное представление о реальных и потенциальных особенностях вида и выработать стратегию его эффективного использования в новых районах выращивания.

Созданные лесоводами в крупных промышленных районах степной зоны Украины насаждения сосны крымской являются очень удобным объектом для подобных исследований и позволяют выяснить возможные потери генетического разнообразия исходных популяций вследствие действия факторов отбора. Эффективная оценка структуры, подразделенности и дифференциации природных и искусственных насаждений возможна только на основе изучения полиморфизма генов [1, 18]. В последние годы в популяционно-генетических исследованиях основных лесобразующих видов планеты в качестве молекулярно-генетических маркеров наиболее продуктивно применяют изоферменты [1, 9].

Используя изоферменты 9—10 ген-ферментных систем, разделенных методом электрофореза в полиакриламидном геле, нами описана генетическая структура 5 природных популяций сосны крымской в Крыму, 4 в Криворожье и столько же в Приазовье в районе Мариуполя. В каждой популяции природного и интродукционного ареалов изучались индивидуальные генотипические особенности 17—27 деревьев по 20—23 аллозимным локусам. В результате ис-

следования установлено, что в большинстве молодых насаждений (25—30 лет) сосны крымской в Приазовье и Криворожье основные показатели генетического полиморфизма не ниже, а в отдельных насаждениях даже выше, чем в природных популяциях [19, 20]. Следовательно, лесоразведение сосны крымской в новых районах на основе семенного материала, полученного, главным образом, из временных и постоянных семенных участков из более ранних районов интродукции, способствует сохранению в создаваемых насаждениях популяционно-генетического разнообразия этого вида.

В молодых насаждениях сосны крымской, подвергающихся прямому воздействию выбросов крупных промышленных производств Мариуполя или Кривого Рога, визуально прослеживаются индивидуальные отличия в повреждаемости растений поллютантами. Устойчивые к эмиссиям растения, характеризующиеся нормальными морфометрическими и репродуктивными показателями, имеют хорошую перспективу для формирования региональной семенной базы [5]. Однако возникает опасность, что при таком искусственном отборе может быть существенно снижен уровень генетической гетерогенности испытуемого вида. Наши исследования показали, что в выборках в 20—25 устойчивых к азротехническому загрязнению растений сосны крымской, выделенных в насаждениях Кривого Рога или Мариуполя, происходит утрата отдельных редких аллелей, но уровень гетерозиготности близок к обнаруженному в природных популяциях этого вида. Выраженного преимущества гетерозигот в этих селекционно-перспективных группах особей сосны крымской не обнаружено. Высокий уровень индивидуальной гетерозиготности не является решающим фактором повышенной устойчивости сосны крымской к действию поллютантов, но имеет важное значения в смягчении инбредной депрессии в небольших выборках растений.

Таким образом, при массовой интродукции сосны крымской в крупные промышленные районы степной зоны Украины и отборе в них лучших фенотипов не происходит потеря основной генетической изменчивости природных популяций этого вида. Устойчивые к поллютантам растения необходимо использовать



как маточные для создания в этих регионах лесосеменных баз — основы для последующего формирования насаждений с высоким адаптивным потенциалом в условиях техногенно-загрязненной среды.

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. — 2-е изд. — М.: Наука, 1989. — 328 с.
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. Белобородов В.М. Проблемы селекции и семеноводства лесообразующих интродуцентов // Лесоведение. — 1995. — № 3. — С. 37—43.
4. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — 336 с.
5. Бычков С.А. Стативна репродукція *Pinus pallasiana* D.Don. (Pinaceae Lindl.) у техногенних умовах // Укр. ботан. журн. — 1999. — 56, № 5. — С. 461—466.
6. Взаимодействие растений с техногенно-загрязненной средой. Устойчивость. Фитоиндикация. Оптимизация / И.И. Коршиков, В.С. Котов, И.П. Михеенко и др. — Киев: Наук. думка, 1995. — 192 с.
7. Дидух Я.П. Сосновые леса Горного Крыма // Ботан. журн. — 1990. — 75, № 3. — С. 336—346.
8. Зиман С.М., Сапоженкова Т.В., Скринникова Л.А. Порівняльне морфолого-біологічне дослідження *Apemone laha* Juz. (Ranunculaceae) у природі та культурі // Укр. ботан. журн. — 1993. — 50, № 4. — С. 55—59.
9. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно-загрязненной среды. — Киев: Наук. думка, 1996. — 240 с.
10. Коршиков И.И., Бычков С.А., Терлыга Н.С., Мазур А.Е. Сохранность семян сосны крымской в условиях техногенно-загрязненных экотопов // Интродукция и акклиматизация растений. — 1997. — Вып. 28. — С. 81—87.
11. Логгинов В.Б. Интродукционная оптимизация лесных культур ценозов. — Киев: Наук. думка, 1988. — 164 с.
12. Малиновський К.А., Царик Й.В. Роль популяційної біології в ботанічному ресурсознавстві // Укр. ботан. журн. — 1993. — 50, № 5. — С. 5—12.
13. Некрасов В.И. Основы семеноведения древесных растений при интродукции. — М.: Наука, 1973. — 279 с.
14. Некрасов В.И. Естественный и искусственный отбор в интродукции древесных растений // Лесоведение. — 1991. — № 1. — С. 63—66.
15. Некрасов В.И. Генетические аспекты естественного и искусственного отборов в интродукции растений // Журн. общ. биологии. — 1993. — 54, № 3. — С. 333—340.
16. Одум Ю. Экология: В 2 т. — М.: Мир, 1986. — Т. 2. — 376 с.
17. Скворцов А.К. Интродукция растений и ботанические сады: размышления о прошлом, настоящем и будущем / / Бюл. Гл. ботан. сада. — 1996. — Вып. 173. — С. 4—16.
18. Созинов А.А. Полимофизм белков и его значение в генетике и селекции. — М.: Наука, 1985. — 272 с.
19. Терлыга Н.С., Бычков С.А., Коршиков И.И. Генетическая структура популяций *Pinus pallasiana* D.Don в Кры-

му и в насаждениях промышленных регионов степной зоны Украины // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: Матеріали Третьої Міжнар. наук. конф. — Донецьк: Агентство "Мультипрес", 1998. — С. 305—311.

20. Терлыга Н.С. Адаптивная изменчивость сосны крымской (*Pinus pallasiana* D.Don) в насаждениях Кривбасса: Дис. ... канд. биол. наук. — Донецк, 1999. — 213 с.
21. Черевченко Т.М., Мороз П.А., Кузнецов С.И., Муzychук Г.М. Проблеми збереження різноманітності рослин *ex situ* // Интродукція рослин. — 1999. — № 1. — С. 7—13.

Поступила 25.10.2000

ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІНТРОДУКЦІЇ СОСНИ КРИМСЬКОЇ (*PINUS PALLASIANA* D.DON) В ПРОМИСЛОВІ РАЙОНИ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

І.І. Коршиков¹, С.А. Бычков¹, Н.С. Терлыга²

¹ Донецький ботанічний сад НАН України, Україна, Донецьк

² Криворізький ботанічний сад НАН України, Україна, Кривий Ріг

Розглянуто теоретичні і практичні аспекти популяційно-генетичного підходу в інтродукції на основі порівняльних досліджень алозімної мінливості сосни кримської у природних популяціях Криму та штучних насадженнях техногенно-забруднених територій Криворіжжя і Приазов'я. Встановлено, що у разі масової інтродукції, а також виділення селекційно-перспективних груп рослин не відбувається суттєвої втрати генетичного потенціалу природних популяцій сосни кримської.

POPULATION-AND-GENETIC ASPECTS OF *PINUS PALLASIANA* D.DON INTRODUCTION IN INDUSTRIAL REGIONS OF THE UKRAINIAN STEPPE ZONE

I.I. Korshikov, S.A. Bychkov, N.S. Terliga

The Donetsk Botanical Gardens, National Academy Sciences of Ukraine, Donetsk the Kriviy Rig Botanical Gardens, National Academy Sciences of Ukraine, Kriviy Rig

Theoretical and practical aspects of the population-and-genetic approach in introduction based on comparative research of allozymous variability of *Pinus pallasiana* D.Don in native populations of the Crimea and man-made plantations have been considered under industrially polluted conditions of Kriviy Rig basin and the Azov Sea coast. It has been found that under mass introduction and definition of selection promising plant groups a significant loss of genetic potential of this pine native populations does not occur.