

УДК 634.231:582.475.4:632.122.1(477.60)

И.И. КОРШИКОВ¹, О.В. КРАСНОШТАН², Н.С. ТЕРЛЫГА², А.Е. МАЗУР²

¹ Донецкий ботанический сад НАН Украины
Украина, 83059 г. Донецк, пр. Ильича, 110

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

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ КРЫМСКОЙ (*PINUS PALLASIANA* D. DON) НА ЖЕЛЕЗОРУДНОМ ОТВАЛЕ КРИВОРОЖЬЯ

*Описан феномен естественного возобновления сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don) на железорудном отвале Криворожья вокруг 25–30-летних ранее созданных при рекультивации отвала насаждений этого вида. Формирующиеся на отвале интродукционные микропопуляции *P. pallasiana* в десятки раз превосходят по площади исходные насаждения. Жизненное состояние самосева хорошее, возрастной состав варьирует от 2 до 10 лет, плотность составляет 7–80 особей на 100 м².*

Выяснение фундаментальных причин безлесья степей [1] остается актуальным и в настоящее время, несмотря на длительный, разноплановый и многогранный характер их изучения. Вероятно, в условиях засушливого климата естественное облесение степей лимитируется неспособностью древесных растений на ювенильной стадии развития эффективно конкурировать в травянистых фитоценозах за пространство и ресурсы. Обоснованием для выдвижения такой гипотезы служат факты самовозобновления ряда видов древесных растений на породных отвалах в степной зоне Украины [3]. Отвалы горнодобывающих предприятий являются уникальными экологическими нишами, где действие фактора конкуренции растений крайне ограничено, так как процесс их зарастания растянут во времени и пространстве [3]. Ряд анемохорных видов колонизируют отвалы посредством заноса их семян из близко расположенных насаждений,

причем заселение отвалов не обязательно происходит олиготрофными или петрофильными видами. Другие виды, прижившиеся на отвалах в результате их рекультивации, расселяются вокруг сохранившихся групп деревьев, достигших репродуктивного возраста. Рассмотренные выше два типа возобновления древесных растений свойственны и железорудным отвалам Криворожья.

Среди активно возобновляющихся на этих отвалах древесных растений особый интерес представляет сосна крымская — узкоареальный в нашей стране вид, природные популяции которого приурочены к южным макросклонам главной гряды Крымских гор. Самовозобновление сосны крымской крайне редко встречается в искусственных лесонасаждениях интродукционного ареала и не каждый год отмечается в природных популяциях Крыма [2]. Процесс формирования ее локальных изолятов на отвалах, вероятно, связан как со стохастическими эффектами, так и с направленным действием отбора. Это своего рода "островные" интродукционные микропопуляции,

если в качестве материковых рассматривать популяции природного ареала вида.

Цель работы — изучение пространственной размерности, численности, плотности и возрастного состава локальных микропопуляций сосны крымской, формирующихся на крупном железорудном отвале в Криворожье.

Материалы и методы

Исследования проведены на Первомайском железорудном отвале площадью 22 га. Отсыпка породы на отвале завершена более 20 лет назад. На склонах, а также на трех разновысотных искусственных террасах (бермах) и вершине отвала в 1976—1980 гг. группами были высажены сеянцы сосны крымской. На первой берме сохранились наибольшие по площади группы растений (до нескольких тысяч квадратных метров). На других бермах и вершине отвала площадь этих насаждений была различной: от 40 до 3500 м² (табл. 1). Растения высажива-

лись с высокой плотностью — с интервалом 2—3 м между рядами и 1—2 м в ряду.

В настоящее время подавляющее большинство растений, высота которых составляет 5—8 м, достигли репродуктивной фазы развития. Семяношение у сосны крымской отмечается в течение последних 10 лет. Семенная продуктивность, рассчитанная на одну шишку, высокая. Согласно нашим наблюдениям [4], она составляла в среднем 42—44 шт. полнозернистых семян на шишку.

Возле каждой из этих разрозненных групп растений сосны крымской отмечено ее возобновление семенным путем. Нами выяснена площадь локальных колоний (см. табл. 1), их пространственная ориентация относительно материнских групп растений, возрастной спектр, численность и плотность растений. Также проведены морфометрические измерения самосева (высота растений, диаметр ствола у корневой шейки, величина годичного прироста осевого и боковых побегов), которые выполнялись на

Таблица 1. Топологические и количественные характеристики насаждений *Pinus pallasiana* и формирующихся вокруг них интродукционных микропопуляций на Первомайском железорудном отвале Кривого Рога

Участки отвала	Географическое расположение насаждений	Биометрические параметры микропопуляций				Количество плодоносящих материнских растений в насаждении, %
		Количество, шт.		Площадь, м ²		
		материнских растений	самосевных растений, на 100 м ²	материнских растений	общая	
Берма II, юго-восточная сторона	1 — Юго-восточное	18	41	40	858	94
	2 — Восточное	Более 300	80	2500	10000	≈ 95
Берма III (вершин отвала)	3 — Северо-западное	49	45	300	1935	96
	4 — Северо-восточное	15	8	45	580	86
	5 — Северное	30	7	45	425	87
	6 — Юго-восточное	125	24	300	3200	95
Берма II, юго-восточный склон	7 — Юго-восточное	Более 700	42	3500	8500	97
Берма III, юго-восточный склон	8 — Южное	25	25	270	2700	92
	9 — Восточное	183	66	500	3000	98
	10 — Северо-восточное	16	32	115	1575	94

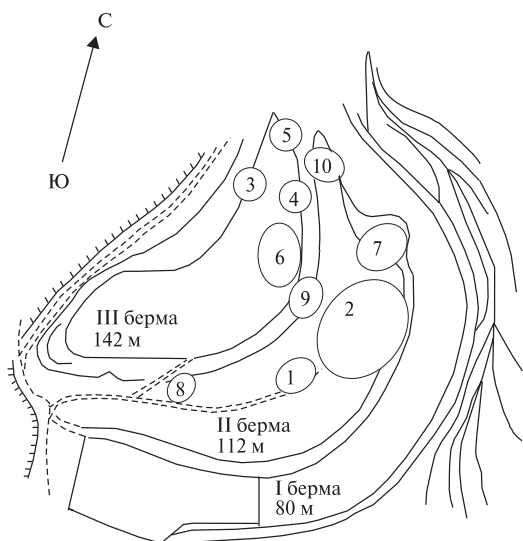


Рис. 1. Карта-схема расположения насаждений и формирующихся вокруг них интродукционных микропопуляций *Pinus pallasiana* на Первомайском железорудном отвале Кривого Рога

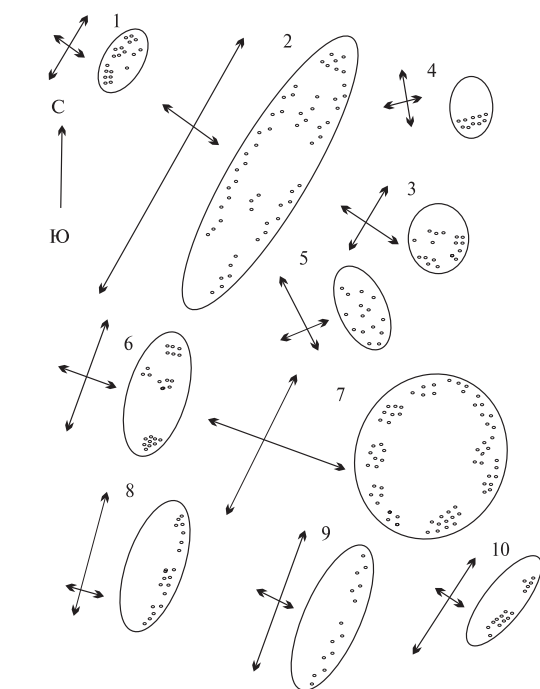


Рис. 2. Направления распространения самосева вокруг 10 насаждений *Pinus pallasiana* на Первомайском железорудном отвале Кривого Рога:

○ — материнские растения;
 ↕ — направление распространения самосева

пробных площадках в 100 м² в центральных частях колоний.

Результаты и их обсуждение

Предваряя анализ собранных нами данных, следует отметить, что процесс естественной колонизации железорудного отвала *P. pallasiana* происходит в неблагоприятных природно-климатических условиях степной зоны Украины, далеко за пределами природного ареала этого вида.

На отвале обнаружено 10 колоний *P. pallasiana*, которые формируются вокруг расположенных в разных его частях искусственных насаждений этого вида (рис. 1). Площадь естественного семенного расселения *P. pallasiana* вокруг материнских насаждений варьирует от 425 до 10 000 м² (см. табл. 1). При этом занимаемая материнскими деревьями площадь составляет 40—3500 м². Следовательно, площадь естественного расселения *P. pallasiana* в 2,4—21,5 раза больше, чем площадь материнских насаждений. Максимальное превышение территории расселения выявлено в отношении наименьшего насаждения, площадь которого составляет всего 40 м².

Площадь и плотность расселения *P. pallasiana* зависят от места произрастания материнских растений на отвале. Об этом свидетельствует тот факт, что вокруг насаждения на южном склоне бермы III, численностью в 25 растений, формируется колония площадью в 2700 м², а вокруг насаждения из более 700 особей на юго-восточном склоне бермы II территория расселения составляет 8500 м². В первом случае на одно материнское растение приходится 108 м² колонии с 25 особями самосева на 100 м², а во втором — соответственно 12,1 м² и 42 особи.

Наиболее высокая плотность самосева *P. pallasiana* выявлена в центральных частях двух колоний: в восточной части бермы II (80 ос./100 м²) и на восточном склоне бермы III (66 ос./100 м²). Наименьшая плотность самосева отмечена на северном (7 ос./100 м²) и северо-восточном (8 ос./100 м²)

Таблица 2. Возрастной состав самосева *Pinus pallasiana* на Первомайском железорудном отвале Кривого Рога

Участок отвала	Количество растений, шт.								
	2-летних	3-летних	4-летних	5-летних	6-летних	7-летних	8-летних	9-летних	10-летних
Берма II, юго-восточная сторона	8	362	210	90	32	74	10	2	1
Берма II, западная сторона	0	8	11	11	4	11	2	1	0
Берма II, юго-восточный склон	22	96	78	29	14	111	45	46	6
Берма III (вершина отвала)	2	27	31	11	12	30	19	18	5
Берма III, западный склон	5	3	5	10	8	45	22	3	0
Берма III, юго-восточный склон	8	41	47	27	12	51	19	16	3
Всего одновозрастных сеянцев сосны крымской на отвале ГРП	45	537	382	178	82	322	117	86	15

участках бермы II. Следует отметить, что расселение *P. pallasiana* зависит от плотности травянистого покрова. Там, где сформированы первичные фитоценозы, встречаются лишь единичные экземпляры самосева *P. pallasiana*. На берме I и ниже по склону, где произрастают наиболее многочисленные рекультивационные насаждения *P. pallasiana*, окруженные плотным травянистым покровом, естественного возобновления этого вида не наблюдали. Высокая плотность самосева *P. pallasiana* отмечена на открытых участках отвала, слабо колонизированных травянистой растительностью. Эти факты свидетельствуют в пользу нашей гипотезы о том, что облесение степей может лимитироваться неконкурентностью в травянистых фитоценозах древесных растений на ранних этапах их онтогенеза.

Доминирующее направление распространения самосева *P. pallasiana* вокруг первичных насаждений (рис. 2) может быть разным: одно- (№ 1, 5, 8), дву- (№ 2, 6, 9, 10) и равносторонним (№ 3, 7). По-видимому, распространение самосева зависит от направления разлета семян вокруг насаждения и возможности закрепиться на склонах отвала несмотря на водную и ветровую эро-

зию. Анализ географического направления распространения самосева *P. pallasiana* на разных участках отвала очень важен с практической стороны — для последующего искусственного ускорения процесса облесения отвала.

Не менее значимым аспектом в понимании унитарной организации колоний является анализ их возрастного состава. Представительство растений разного возраста в изучаемых колониях *P. pallasiana* неодинаковое (табл. 2). Наименее распространены в них растения 2- и 10-летнего возраста, а больше всего — 3-, 4- и 7-летних растений. Отличия в количестве растений в самосеве *P. pallasiana* в разные годы составляет 1,4—35,8 раза.

Неоднородность возрастного состава колоний, вероятно, связана с периодичностью высокого урожая семян у материнских растений, а также с благоприятностью климатических условий в период прорастания семян и ювенильного развития проростков. Последнее подтверждается отсутствием в колониях однолетних сеянцев, что, по-видимому, вызвано их гибелью во второй половине весны 2005 г. из-за аномально жаркого и засушливого периода в начальной

Таблица 3. Морфометрические характеристики растений наиболее представительных возрастных категорий в микропопуляциях *Pinus pallasiana* на Первомайском железорудном отвале Кривого Рога

Участок отвала	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола, см	Годичный прирост, см		Сохранность хвои, лет	Состояние хвои, балл
				осевой	боковых побегов		
Берма II, юго-восточная часть	3	0,37 ± 0,01 31,8	2,3 ± 0,3 176,9	19,1 ± 0,6 33,6	14,4 ± 0,5 37,0	3	У 10% — удовлетворительное, 90% — здоровы У 15% — некроз хвои 50—75%; у остальных —10%
	7	1,60 ± 0,21 39,8	3,9 ± 0,4 32,8	37,9 ± 4,4 33,0	23,8 ± 1,7 21,7	4—5	
Берма II, западная часть	3	0,21 ± 0,05 23,18	1,5 ± 0,9 16,04	11,7 ± 2,2 53,2	8,7 ± 1,2 38,7	3	Здоровы
	7	1,10 ± 0,15 33,9	4,2 ± 0,3 19,3	22,8 ± 1,9 20,2	14,5 ± 1,9 32,6	4	Здоровы
Берма II, юго-восточный склон	3	0,18 ± 0,01 30,3	0,7 ± 0,1 42,8	8,3 ± 1,0 39,4	6,9 ± 0,9 45,0	3	Здоровы
	7	1,53 ± 0,15 22,1	4,9 ± 0,3 12,8	32,4 ± 3,3 22,7	21,6 ± 1,6 16,2	4—5	Здоровы
Берма III	3	0,35 ± 0,03 46,4	0,9 ± 0,1 68,2	11,1 ± 1,3 44,9	8,1 ± 1,1 49,2	3	Здоровы
	7	2,30 ± 0,23 25,2	2,6 ± 0,8 79,2	42,5 ± 3,1 17,8	27,5 ± 1,1 9,9	4—5	Здоровы
Берма III, западный склон	3	0,17 ± 0,06 69,3	0,5 ± 0,1 42,5	10,8 ± 3,37 61,8	4,8 ± 2,5 103,7	3	Здоровы
	7	1,71 ± 0,07 25,6	3,4 ± 0,2 32,7	32,9 ± 1,6 27,0	18,8 ± 1,1 31,7	4—5	Здоровы
Берма III, юго-восточный склон	3	0,19 ± 0,01 26,4	0,5 ± 0,1 32,5	8,8 ± 0,8 25,9	7,6 ± 0,7 26,2	3	Здоровы
	7	1,04 ± 0,06 31,4	2,2 ± 0,2 40,5	25,0 ± 1,5 28,4	19,3 ± 1,4 32,9	3	Здоровы

стадии вегетации растений. Очевидно также, что высаженные на железорудном отвале растения *P. pallasiana* по достижению репродуктивной фазы развития возобновляются путем самосева с неодинаковой интенсивностью в разные годы. При этом растения самосева *P. pallasiana* в 9-10-летнем возрасте вступают в репродуктивную фазу развития и, вероятно, также участвуют в заселении отвала. По этой причине выделенные на железорудном отвале 10 колоний *P. pallasiana* можно рассматривать как интродукционные микропопуляции.

Диагностика жизненного состояния самосева *P. pallasiana* на железорудном отвале показала, что подавляющее большинство растений здоровы, лишь на отдельных участках отвала отмечен хлороз и некроз хвои у молодых растений (табл. 3). Имеются морфометрические отличия у растений наиболее представительных возрастных категорий на разных участках отвала. Это, безусловно, обусловлено высокой гетерогенностью эдафических условий в местах поселения растений. В благоприятных условиях произрастания (вершина отвала,

берма III) средняя высота 7-летних растений составляет 2,3 м, годичный прирост осевого побега — 42,5 см, а боковых — 27,5 см. Растения, произрастающие на склонах отвала, характеризуются меньшей интенсивностью роста.

Таким образом, сосна крымская активно колонизирует железорудный отвал Криворожья путем ежегодного семенного возобновления растений, ранее высаженных при рекультивации отвала. Вокруг первичных искусственных насаждений *P. pallasiana* формируются интродукционные микропопуляции, нередко в десятки раз превосходящие по площади исходные насаждения. Обнаруженный феномен естественного лесовозобновления узкоареального вида в неблагоприятных условиях техногенного экотопа в степной зоне Украины свидетельствует, что потенциальные возможности дендротехнологической интродукции раскрыты еще не полностью.

1. Бельгард А.Л. Степное лесоразведение. — М.: Лесная пром-сть, 1971. — 336 с.

2. Коба В.П. Эколого-биологические особенности роста и репродукции сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don) в Горном Крыму: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Ялта, 1993. — 24 с.

3. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. — К.: Наук. думка, 1996. — 338 с.

4. Коршиков И.И., Терлыга Н.С., Бычков С.А. Популяционно-генетические проблемы дендротехнологической интродукции (на примере сосны крымской). — Донецк: ООО "Лебедь", 2002. — 328 с.

Рекомендовал к печати
П.А. Мороз

И.И. Коршиков¹, О.В. Красноштан²,
Н.С. Терлыга², А.Ю. Мазур²

¹ Донецкий ботанический сад НАН Украины,
Украина, м. Донецк

² Криворизький ботаничний сад НАН України,
Україна, м. Кривий Ріг

ПРИРОДНЕ ВІДНОВЛЕННЯ СОСНИ КРИМСЬКОЇ (*PINUS PALLASIANA* D. DON) НА ЗАЛІЗОРУДНОМУ ВІДВАЛІ КРИВОРІЖЖЯ

Описано феномен природного відновлення сосни кримської (*Pinus pallasiana* D. Don) на залізорудному відвалі Криворіжжя навколо насаджень 25—30-річного віку, раніше створених під час рекультивативі відвалу. Інтродукційні мікропопуляції *P. pallasiana*, що формуються на відвалі, в десятки разів перевищують за площею вихідні насадження. Життєвий стан самосіву добрий, віковий склад варіює від 2 до 10 років, щільність становить 7—80 особин на 100 м².

И.И. Korshikov¹, O.V. Krasnoshtan²,
N.S. Terlyga², A.E. Mazur²

¹ Donetsk Botanical Gardens, National Academy
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Donetsk

² Kriviy Rig Botanical Gardens, National Academy
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kriviy Rig

NATURAL RENEWAL OF PINUS PALLASIANA D. DON ON A IRON ORE DUMP IN KRIVYI RIG REGION

The article provides a description of renewal phenomenon of *Pinus pallasiana* D. Don on iron ore dumps in Kriviy Rig region. The phenomenon takes place around 25—30-year old stands of this species which were formerly planted during the reclamation of the dump. The area of *P. pallasiana* introduction micropopulations forming of the dump exceeds tenfold that of initial stands. Vital state of self-sown stand is good. Its age composition varies from 2 to 10 years, the density being 7—80 specimens per 100 m².