

И.И. КОРШИКОВ, Г.А. ПАСТЕРНАК

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

СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ (PINUS SYLVESTRIS L.) В КАРЬЕРЕ И НА ОТВАЛАХ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Исследованы особенности самопоселения сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) на разных элементах техногенного ландшафта на севере Донецкой области. Выявлено, что интенсивность возобновления P. sylvestris разная и зависит от глубины карьера и экспозиции меловых отвалов, куда складировуют отходы производства. В настоящее время происходит процесс формирования экстразональной популяции P. sylvestris на этой техногенно трансформированной территории.

Ключевые слова: Pinus sylvestris L., меловые отвалы, самопоселение, локальные популяции.

На севере Донецкой области, на правом берегу р. Северский Донец разрабатывается открытым способом крупное месторождение меловой руды, которую используют для производства соды. Меловые отходы, полученные в результате переработки руды, отсыпаны в трапециевидный и конические отвалы. В самом карьере, имеющем несколько уровней разработки руды по глубине залегания, и на меловых отвалах поселяются отдельные виды древесных растений за счет анемохорного и зоохорного заноса семян из близлежащих насаждений. Высокую колонизирующую активность в этом техногенном ландшафте проявляет Pinus sylvestris L. На рельефных образованиях ландшафта можно встретить растения P. sylvestris 1–25-летнего возраста [4]. Фактически в карьере и на меловых отвалах происходит естественный процесс стихийной интродукции с формированием пионерной популяции P. sylvestris. Динамика расселения и возобновления P. sylvestris на разных участках техногенного ландшафта отличается [4]. Информации о системности процессов формирования популяций растений на техногенно нарушенных террито-

риях мало, хотя естественное зарастание породных отвалов исследуют давно [6, 7]. Выявление специфики природного распространения P. sylvestris в техногенных ландшафтах интересно с позиций популяционной биологии и имеет важное значение для решения практических вопросов рекультивации [1, 3, 5].

Цель работы — проанализировать пространственную и временную динамику стихийного формирования пионерной интродукционной популяции Pinus sylvestris в меловом карьере и на отвалах содового производства в Донецкой области.

Материалы и методы

Карьер по добыче меловой руды для производства соды занимает обширную площадь и фактически состоит из четырех уровней в зависимости от глубины съема породы. Первый уровень (А) — порода снята на глубину примерно 10 м, относительно ровный участок с меловым каменисто-щебенистым основанием, площадью приблизительно 20 га. Второй уровень (Б) по структуре дна и площади повторяет первый, только глубина выборки породы — на уровне приблизительно 20 м. Третий уровень (В) примыкает к берегу реки с выборкой породы на глубину 30 м, он щебенистый и относительно ровный.

Четвертый участок (Г) — это котлован карьера глубиной около 50 м и площадью приблизительно 10 га, окруженный бортами, на отдельных из них нарезаны террасы. Их, как и бермы на одном из отвалов, отсыпные борта карьеров, а также плоские небольшие площадки до 0,5 га между коническими отвалами можно рассматривать в качестве отдельных экотопов (Д), отличающихся условиями для произрастания растений. Рядом с карьером находятся пять отвалов, куда складировали переработанную породу. Самый крупный (№ 1) имеет форму трапеции, в основании — около 1000 м в длину, а в верхней острой части — 800 м, расположен в направлении с востока на запад. Три отвала имеют остроконическую форму, с диаметром в основании примерно 300 м (№ 2–4). Один из отвалов (№ 3) имеет две бермы, достигающие половины его высоты. Все четыре отвала имеют ровные, крутые склоны с углом наклона 40° и более. Склоны отвалов в отдельных местах нарушены водной эрозией. Пятый, наиболее старый отвал, имеет плоскую вершину, площадь которой более 1 га. Отвалы отличаются эдафическими условиями, что проявляется в интенсивности их естественного зарастания, включая и самопоселение *Pinus sylvestris*.

Все указанные элементы техногенного ландшафта обследованы маршрутным методом с выделением учетных площадок площадью 10, 100, 1000 и 10 000 м². На этих площадках определяли видовой состав растений, их жизненное состояние, численность, возраст, биологические характеристики и репродуктивную активность. Исследования проведены летом 2012 г.

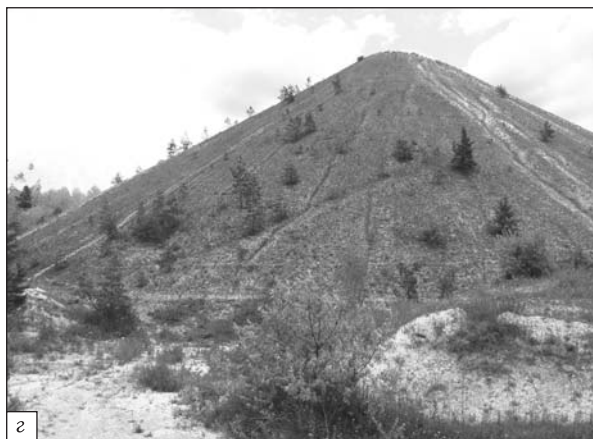
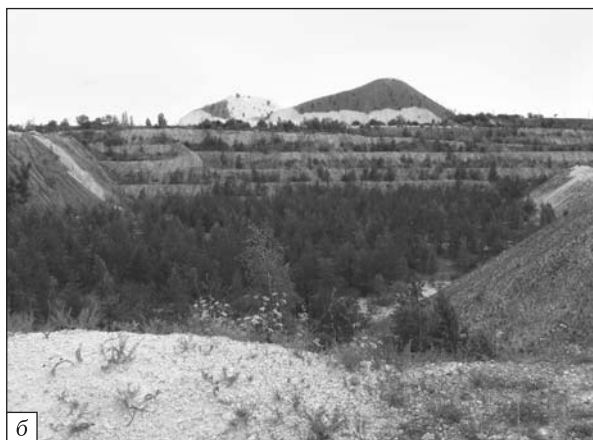
Результаты и обсуждение

На первом уровне (А) карьера встречаются, как правило, молодые особи *Pinus sylvestris*. Обычно это растения 2–9-летнего возраста. Численность таких растений, хаотично разбросанных по плоской части карьера, не превышает 15 особей на 1 га (рисунок, а). Очень редко (1–2 особи на 3–5 га),

встречаются растения 10–12-летнего возраста. Высота 9-летнего самосева составляет 1,0–1,2 м, 12-летнего — 1,5–1,7 м. Возобновление *P. sylvestris* в этой части карьера происходит не ежегодно, а лишь в отдельные годы. Так, наиболее распространены растения 5-летнего возраста. Прирост текущего года в высоту у 9–12-летних растений достигает 40 см. Жизненное состояние подавляющего большинства растений — хорошее. Лиственные породы на уровне А встречаются крайне редко и в основном поселяются на отсыпях возле стен карьера. Из древесных растений *P. sylvestris* фактически наиболее представленный пионерный вид, колонизирующий эту часть карьера.

На втором уровне (Б) у самосева *P. sylvestris* возраст больше, здесь встречаются 15–16-летние растения. Значительно выше численность растений — до 10 особей 2–16-летнего возраста на 1000 м². Это единичные, хаотично произрастающие по днищу карьера особи, редко собранные в небольшие куртины площадью до 50 м². Высота наиболее крупных растений варьирует от 2,5 до 3,5 м, а их количество на 1000 м² на отдельных участках составляет 2–5 особей. Здесь редко встречаются лиственные породы, в частности, береза повислая (*Betula pendula* Roth.), тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), т. белый (*P. alba* L.), скумпия кожевенная (*Cotinus coggygria* Scop.), черемушник магалекба (*Padellus mahaleb* (L.) Vass.).

На третьем уровне (В) фактически повторяется картина, характерная для второго уровня (Б). Только здесь присутствуют особи *P. sylvestris*, достигшие 20–23-летнего возраста, образующие с молодыми (2–12 лет) растениями небольшие куртины площадью 30–60 м². Таких куртин немного — 3–5 шт. на 1 га, в них преобладают растения 8–14-летнего возраста, количество которых может достигать 12–17 особей на 100 м². Наиболее возрастные растения достигают в высоту 6–7 м с диа-



Распространенность *Pinus sylvestris* в карьере и на отвалах содового производства: а — первый уровень карьера (А); б — четвертый уровень карьера (Г); в — территории категории Д; г — северо-западный склон конического отвала

метром ствола 12–14 см. Лиственные породы на уровне В представлены редко, также как и на уровне Б. Жизненное состояние растений *P. sylvestris* хорошее.

На четвертом уровне (Г), находящемся на дне котлована, на отдельных участках намывают белую глину с бортов карьера, в результате образуются такыры. Встречаемость *P. sylvestris* здесь наиболее высокая (рисунок, б). Здесь на 1000 м² произрастают 30–35 деревьев 15–20-летнего возраста, не считая растений других возрастных категорий. Фактически на этом участке завершается формирование полноценного популяционного локуса. Высота растений — 7–8 м, а диаметр ствола — до 22 см. Молодых рас-

тений 2–10-летнего возраста насчитывается до 15 особей на 100 м². Максимальная продолжительность жизни хвои растений — 3–4 года. Охвоенность растений разная: у 10% растений — низкая (сохраняется хвоя 1–2-го года жизни), у 20% — невысокая, с продолжительностью жизни хвои 2–3 года, у 70% — средняя, с продолжительностью жизни хвои 3–4 года. На этом уровне у 20–25% растений формируется урожай шишек, о чем свидетельствует наличие их в опаде вокруг деревьев. У наиболее урожайных редко встречающихся растений количество шишек в опаде составляет 750–1000 шт., однако у большинства шишек на чешуях отсутствуют реплики или вмятины от семян.

Это свидетельствует о том, что семенная продуктивность растений низкая и активное возобновление *P. sylvestris* происходит в разные годы. Из-за недостатка полноценных семян в сосновой рощице на участке Г проективное покрытие достигает 50–60%. На этом участке второй по распространенности вид — *Betula pendula*. Однако по численности и жизненному состоянию она явно уступает *Pinus sylvestris*.

На плоских территориях между отвалами, на холмистых частях бортов карьеров, на их террасах и бермах вокруг отвала № 3 локально формируются небольшие многовидовые лесные фитоценозы (рисунок, в). На всех этих территориях, отнесенных к категории Д, присутствуют разновозрастные растения *Pinus sylvestris*. Наиболее старые растения (25-летнего возраста) достигают в высоту до 12 м с диаметром ствола до 25 см. На этих участках растения, как правило, характеризуются наиболее высокой охвоенностью с приростом в высоту до 1 м в год по сравнению с растениями других экотопов. На отдельных участках площадью 10–25 м² вокруг репродуктивно активных деревьев формируются монокуртины *P. sylvestris*, насчитывающие до 10–15 особей 3–12-летнего возраста. Представленность *P. sylvestris* на участке Д составляет 50–60% от общей численности древесных растений. Здесь по сравнению с другими эдафотопами чаще встречаются *Betula pendula*, *Populus alba*, *P. tremula*. Характерной особенностью растений *Populus tremula* во многих эдафотопках исследуемого техногенного ландшафта является хлороз листьев. На отдельных участках произрастает лох узколистый (*Elaeagnus angustifolia* L.), имеющий как нормально развитый габитус, так и угнетенную крону с массой усыхающих побегов. Проективное покрытие древесными растениями на участках категории Д может достигать 100% за счет диффузного формирования многовидовых куртин площадью от 0,1 до 0,3 га.

Pinus sylvestris поселяется на всех пяти меловых отвалах содового производства. Численность растений и интенсивность возобновления зависят от экспозиции склона отвала (таблица).

На всех отвалах наиболее высокая численность *P. sylvestris* отмечена на западных, северо-западных, северных и северо-восточных сторонах склонов (рисунок, г). Географическая приуроченность *P. sylvestris* особенно четко проявляется на наиболее крупном трапециевидном отвале № 1. Только на западных и северных склонах отвалов встречаются более возрастные растения (до 25 лет), ранее выявленные на равнинных уровнях (В и Б) карьера. На южных и восточных склонах отвалов отмечены лишь единичные растения в возрасте 12–16 лет на площади 3–5 га.

Подавляющее большинство растений *P. sylvestris* на отвалах имеют хорошее жизненное состояние, хотя по интенсивности роста в высоту, как правило, уступают растениям равнинных участков карьера. Отдельные деревья на склонах отвалов формируют женские шишки, однако полноценных семян в них мало. Этим растения *P. sylvestris* на меловых отвалах отличаются от самосева этого вида на железорудных отвалах Криворожья [3]. На склонах меловых отвалов практически не встречаются *Betula pendula*, *Populus alba*, *P. tremula*. Эти виды произрастают либо в нижней части у основания отвалов, либо на меловой «подошве» вокруг отвалов. Зато на склонах отвалов активно поселяются и расселяются *Radellus mahaleb* и *Cotinus coggigria*, которые обильно плодоносят. Здесь также встречается абрикос обыкновенный (*Armeniaca vulgaris* Lam.) в виде угнетенных кустов, которые в лесоводческой практике называют «торчками». Растения этого вида находятся в несколько лучшем состоянии, хотя и в виде кустовидных форм, у подошвы отвалов, на бермах, террасах и насыпанных бортах карьера, а также на старом плоском отвале. На последнем *P. sylvestris* встреча-

Характеристика естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на меловых отвалах содового производства на севере Донецкой области

Экспозиция склона	Распространенность растений и их биометрические характеристики			
	1–5 лет	6–10 лет	11–15 лет	16–25 лет
<i>Трапецевидный отвал № 1, длина в основании — 1000 м, в верхней части — 800 м</i>				
Южная	0	0	Две особи у подножия на площади — 5 га высотой 5,5–6,0 м с диаметром ствола 9–10 см	0
Западная	Единичные особи на 1 га повсеместно	Единичные особи на 1 га по всему склону	Единичные особи на площади 3 га высотой 3–4 м с диаметром ствола 10–11 см	0
Северная	До 10 особей на 100 м ² высотой 0,5–0,6 м	До 10 особей на 1000 м ² по всему склону высотой 0,9–1,2 м	До 10 особей на 1000 м ² высотой 3–4 м с диаметром ствола 10–13 см	Единичные особи на 1000 м ² по всему склону высотой 6–8 м с диаметром ствола 12–14 см
Восточная	2–3 особи на 1 га	2–3 особи на 1 га	2–3 особи на 1 га	0
<i>Конический отвал № 2, 4, длина в основании — 300 м</i>				
Северная и западная	До 10 особей на 1000 м ² высотой 0,5–0,7 м	До 10 особей на 1000 м ² высотой 1,3–2,0 м	Более 10 особей на 1 га по всему склону высотой 4,5–5,5 м с диаметром ствола 8–11 см	До 10 особей на 1 га высотой 7,0–8,5 м с диаметром ствола 12–14 см
Южная и восточная	3–5 особей на 1 га	3–5 особей на 1 га	Единичные особи на весь склон	0
<i>Конический отвал № 3 с двумя бермами, длина в основании — 300 м</i>				
Северная и западная (склоны отвала)	Единичные особи на 1 га	Единичные особи на 1 га	Более 10 особей в верхней части склона высотой 6–8 м с диаметром ствола 9–12 см	0
Южная и восточная (склоны отвала)	Единичные особи	Единичные особи	Единичные особи	0
Северная и западная (бермы)	15 особей на 100 м ² высотой 0,5–0,7 м	2 особи на 100 м ² высотой 5–6 м	Единичные особи	0

ется редко, доминируют вышеназванные лиственные породы. Общим отличием пространственного распространения растений на отвалах является то, что на их склонах практически отсутствуют сомкнутые куртины *P. sylvestris* и других видов.

Таким образом, в карьере по добыче руды для производства соды и на меловых отвалах *P. sylvestris* спонтанно возобновляется за счет заноса семян из прилегающих

искусственных насаждений. Поскольку на севере Донецкой области, где находятся эти техногенные ландшафты, отсутствуют природные популяции *P. sylvestris*, то формирующуюся пионерную популяцию можно отнести к экстразональной. Семенное природное возобновление в искусственных насаждениях *P. sylvestris* в этом районе практически не происходит. Достаточно активное расселение *P. sylvestris* в карьере

на меловых отвалах можно объяснить рядом причин: открытостью территории, а соответственно, исключением светового «голода», который проростки испытывают в сомкнутых древостоях; отсутствием конкуренции у проростков на ранних этапах онтогенеза с травянистой растительностью; доступностью субстрата и случайным локальным обеспечением влагой, необходимой для прорастания семян и укоренения растений. Возобновление *P. sylvestris* в этом техногенном ландшафте можно рассматривать как реализацию адаптивных потенциалов по занятию пустой ниши и эволюционно выработанного механизма использования для жизнедеятельности минимальных ресурсов бедных питательными веществами субстратов. Несмотря на недостаток минеральных и органических питательных веществ в породе карьера и отвалов, *P. sylvestris* достаточно успешно растет и развивается в этих условиях и характеризуется высокой жизнеспособностью.

Естественный процесс зарастания меловых отвалов и карьера можно рассматривать как элемент натурализации этого техногенного ландшафта с формированием среды обитания, более доступной для воспроизводства фитобиоты. Возобновление природных экосистем в карьерах и на породных отвалах, как и в других антропогенно трансформированных экосистемах, рассматривают как генеробию. На показатели генеробии существенное влияние оказывают плодородие почвы и ее влажность [2]. В техногенных экотопах отвалов и карьера содового производства важное значение для возобновления древесной растительности имеет способность субстрата к удержанию влаги.

Очевидно, что развитие (увеличение численности) популяции *P. sylvestris* в этом техногенном ландшафте ограничивается поступлением семян извне, то есть из насаждений, находящихся за границами территории. Растения, достигшие репродук-

тивной фазы развития на отвалах и в карьере, характеризуются низкой семенной продуктивностью. Согласно результатам наших исследований, возобновление *P. sylvestris* в этом экологическом ландшафте можно ускорить за счет посева семян. Это существенно удешевит работы по рекультивации техногенно нарушенной территории. Однако в пионерной популяции *P. sylvestris* пока еще не заработали механизмы саморегуляции численности.

Достаточно четко прослеживается вектор развития сосновых древостоев в горизонтальных частях карьеров от моновидового хаотичного редколесья *P. sylvestris* на участке А до соснового бора на участке Г с переходом в сосново-лиственные группировки на участке Д.

1. Баранник Л.П. Экологическая пригодность древесных и кустарниковых пород для лесной рекультивации в Кузбассе // Восстановление техногенных ландшафтов в Сибири. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 120–138.

2. Дідух Я.П., Хом'як І.В. Оцінка енергетичного потенціалу екотопів залежно від ступеня їх генеробії (на прикладі Словечансько-Овруцького кряжа) // Укр. ботан. журн. — 2007. — 64, № 1. — С. 62–77.

3. Коршиков И.И., Красноштан О.В. Жизнеспособность древесных растений на железорудных отвалах Криворожья. — Донецк, Б. и., 2012. — 280 с.

4. Коршиков И.И., Пастернак Г.А. Древесные растения на меловых отвалах Донецкой области // Відновлення порушених природних екосистем: Матеріали ІV міжнар. наук. конф. (Донецьк, 18–21 жовтня 2011 р.). — Донецьк, 2011. — С. 191–193.

5. Масюк Н.Т., Бекаревич Н.Е. Некоторые программно-методические вопросы изучения биогеоценотического покрова в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. — М., 1978. — С. 89–104.

6. Шилова И.И. Естественное зарастание породных отвалов некоторых предприятий цветной металлургии Урала и Сибири // Проблемы рекультивации земель в СССР. — Новосибирск: Наука, 1974. — С. 165–172.

7. Limstrom G.F. Forestation of strip-mined land in central state. — Washington: Department of Agriculture, 1960. — 166 p.

Рекомендовал к печати А.М. Горелов

I.I. Korshikov, G.O. Pasternak

Донецький ботанічний сад НАН України,
Україна, м. Донецьк

СОСНА ЗВИЧАЙНА (PINUS SYLVESTRIS L.)
В КАР'ЄРІ ТА НА ВІДВАЛАХ СОДОВОГО
ВИРОБНИЦТВА В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Досліджено особливості самопоселення сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на різних елементах техногенного ландшафту на півночі Донецької області. Виявлено, що інтенсивність відновлення *P. sylvestris* є різною і залежить від глибини кар'єру та експозиції крейдових відвалів, куди складують відходи виробництва. Нині відбувається процес формування екстразональної популяції *P. sylvestris* на цій техногенно трансформованій території.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., крейдові відвали, самопоселення, локальні популяції.

I.I. Korshikov, G.A. Pasternak

Donetsk Botanical Garden, National Academy
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Donetsk

SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS L.)
IN AN ORE-MINING PITS AND DUMPS OF SODA
PRODUCTION IN THE DONETSK REGION

The features of self-spread of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on different elements of man-made landscape in ore extraction and production of soda ash in the north of Donetsk region are studied. It has been revealed that the intensity of the *P. sylvestris* regeneration is different and depends on the depth of the pit and the cardinal point of the chalk dump, where waste products are deposited. In general, the process of forming of an extrazonal population of *P. sylvestris* in this technologically transformed territory is observed.

Key words: *Pinus sylvestris* L., the chalk dumps, self-habitation, local populations.