

И.И. Коршиков, С.П. Жуков

САМОВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

демы, демографическая структура, жизненность, отвалы шахт

Отвалы угольных шахт Донбасса имеют уникальные экотопы, в которых для локально-диффузно поселяющихся растений продолжительное время отсутствует или слаба конкуренция за пространство и ресурсы [6]. Порода отвалов на начальном этапе ее складирования очень фитотоксична, отличается низкой влагоемкостью и содержанием элементов минерального питания, в особенности азота, фосфора и органических соединений, необходимых для роста и развития растений [1]. Поэтому развитие эдафотопов, а также естественное поселение растений и формирование пионерных фитоценозов на отвалах растянуто во времени и происходит в течение десятилетий. Естественно протекающая сукцессия растительного покрова отвалов рассмотрена раньше [3, 4, 16]. Рекультивацию отвалов можно рассматривать как ускоренное искусственное создание более благоприятных условий для формирования растительного покрова на их поверхности. Обычно для рекультивации использовались виды растений, стойкие к условиям отвалов и с наибольшим мелиоративным эффектом, прежде всего древесные растения. В настоящее время, через 30–40 лет после начала широкой рекультивации отвалов угольных шахт Донбасса можно наблюдать формирование колоний вегетативно подвижных видов и семенное возобновление древесных растений с образованием демов на поверхности отвалов. Под демами мы понимаем элементы субпопуляционной структуры, представленные обычно объединениями близкородственных особей вида [14]. По сравнению с популяцией демы – относительно нестойкие во времени и пространстве группировки особей, в нашем случае обычно пространственно ограниченные сходным комплексом экологических условий породного отвала.

Цель нашей работы – анализ жизненного состояния самовозобновляющихся видов древесных растений на отвалах угольных шахт Донбасса для отбора наиболее стойких, способных к активному распространению на их поверхности.

Процессы самозарастания отвалов древесными растениями на отвалах угольных шахт Донбасса изучались в 1997–2004 гг. маршрутным методом [3, 4, 16]. Всего было обследовано 47 отвалов, большинство из которых расположено в центральной части Донбасса. В 2002–2004 гг. на отвалах 11 угольных шахт в городах Донецк и Макеевка, которые характеризовались наибольшим присутствием самопоселяющихся и возобновляющихся видов древесных растений, изучена демографическая структура и жизненность 30 демов 6 видов: *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Для последних трех видов, которые самостоятельно произрастают в зональных условиях района исследований, как контроль изучены три локальные популяции в Богодуховской балке, на востоке г. Донецка.

В ходе исследований использовали общепринятые методические подходы к изучению ценопопуляций [9–11]. Демографическую структуру изучали на пробных площадях размером 100 м², а для разреженных демов – на площади до 1000 м². Виталитетную

структуру определяли по длине листьев, выбрав этот показатель из ряда других на основе предварительного сравнительного анализа.

Большинство видов древесных растений попадают на отвалы шахт анемохорно и зоохорно. Другой способ распространения древесных растений на отвалах – семенное или вегетативное расселение вокруг рекультивационных насаждений. Изучение обоих этих путей формирования древостоев на отвалах угольных шахт необходимо для разработки экономных методов их рекультивации путем ускорения процесса формирования растительного покрова [2, 8, 12, 13]. Во время маршрутных исследований выявлены виды, которые самостоятельно заселяют отвалы, это: *Fraxinus excelsior*, *Acer negundo*, *A. campestre* L., *Ailanthus altissima*, *Sorbus aucuparia* L., *Ulmus pumila* L., *U. laevis* Pall., *Celtis occidentalis* L., *Populus deltoides* Marsh., *P. bolleana* Lauche, *P. nigra* L., *P. balsamifera* L., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Cerasus fruticosa* Pall., *C. mahaleb* L. (Mill.), *Prunus stepposa* Kotov. А такие виды, как *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Cotinus coggygria* Scop. распространяются самостоятельно вокруг рекультивационных насаждений. Отдельные рекультиванты хорошо чувствуют себя на отвалах, но явного самовозобновления этих видов еще не отмечено. Это *Caragana arborescens* Lam., *Hippophaë rhamnoides* L., *Amorpha fruticosa* L., *Pinus pallasiana* D. Don, *P. sylvestris* L., *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Ptelea trifoliata* L. Также встречаются виды, которые попали на отвалы зоохорно и тоже не дают самосева: *Malus domestica* Borkh., *Cerasus vulgaris* Mill., *Juglans regia* L., *Pyrus communis* L. Наиболее распространенные на отвалах *Fraxinus excelsior*, *Acer negundo*, *Ulmus pumila*., *Cerasus mahaleb* и виды рода *Populus*, а в насаждениях – *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*. *Armeniaca vulgaris* встречается довольно часто, но в незначительном количестве. На старых отвалах благодаря вегетативному распространению со смежных территорий изредка встречаются *Cerasus fruticosa* и *Prunus stepposa*. В последнее время на отвалах г. Донецка интенсивно распространяется *Celtis occidentalis*, скорее всего, орнитохорно и анемохорно *Ailanthus altissima*.

Колонизация древесными растениями экотопов отвалов шахт начинается через 10–25 лет после окончания отсыпки поверхности на конических отвалах, а в хвостовой части, где находится менее фитотоксичная порода из шахтного ствола, и раньше. На плоских отвалах, где порода перекрывается грунтом, возможно появление древесных растений и в первые годы после нанесения грунта. Но при недостаточной толщине пласта грунта или вымывании солей с вышерасположенных, не перекрытых грунтом участков, возможна гибель нестойких видов. На начальном этапе в большинстве случаев древесные растения колонизируют наиболее старые участки, преимущественно локализуясь на северных склонах отвалов, что соответствует известным закономерностям [2, 15]. Отличие северных и южных экспозиций легко заметить и по структуре популяций. На южных склонах это обычно одиночные растения-основатели и их очень разреженные потомки, а на северных склонах количество всходов может достигать 100 экз./ м². За 30–40 лет на наиболее пригодных для древесных растений участках может произрастать уже третье поколение колонистов, то есть идет процесс формирования их локальных популяций. Это наблюдается на наиболее старых из изученных отвалов. Ускоренное вступление растений в генеративную фазу есть следствием неблагоприятных экологических условий, которые также сказываются на линейных размерах деревьев и их форме [7]. Высота и годовые приросты деревьев на отвалах в 1,5–2,0 раза меньше, чем у тех же видов в насаждениях на естественных почвах. Иногда деревья становятся карликовыми, что характерно для

отвалов обогатительных фабрик. Век старейших деревьев превышает 40 лет. Некоторые искусственные насаждения также достигают такого возраста.

В процессе колонизации конических отвалов шахт можно различить два периода интенсивного заселения древесными растениями. Первый период начинается через 10–25 лет после завершения эксплуатации участка отвала (в верхней части склона и позже), если развитие эдафотопы позволяет сформироваться пионерной группировке, но травянистые растения еще не сомкнулись и конкуренция между ними на большинстве поверхности почти отсутствует. Обычно здесь поселяются *Fraxinus excelsior* и *Acer negundo*. У части особей *F. excelsior* видовые признаки нечеткие, возможно присутствие других видов, трансформированных специфической средой отвалов или гибридизация с участием *Fraxinus lanceolata* Borkh. и *F. pennsylvanica* Marsh. Часть всходов гибнет, но отдельные растения выживают при условиях благоприятного микрорельефа, влажного лета и т.п. После формирования сомкнутых травянистых группировок, вследствие конкуренции с ними, древесные растения распространяются только на нарушенных участках. Второй период колонизации начинается через 30–50 лет после первого, если вследствие выветривания породы она становится значительно менее токсичной. Пионерные древесные растения в это время достигают репродуктивной фазы развития, образуют локальные дефы и становятся эдификаторами для окружения. Возрастает и разнообразие древесных растений за счет менее стойких видов, например: *Sorbus aucuparia*, *Ulmus pumila*, *Cerasus mahaleb*. Эти два периода заметны и в пространственном распределении на разновозрастных участках. Так, трансекта на отвале шахты „Ганзовка” [5] на участках 1 м² дает встречаемость *Fraxinus excelsior* 0,2 в наиболее молодой части отвала (15 лет), 0,0–0,1 – в средней и 0,3 – ближе к хвостовой части. На плоских вершинах переформированных конических отвалов часто локализуются дефы из многих особей видов рода *Populus* уже в первом периоде. Из обследованных наибольший по площади дем на отвале образовала *Betula pendula*, – приблизительно 3000 м² на переформированном отвале закрытой шахты № 6-14 (г. Макеевка).

В процессе саморасселения растений в благоприятных местах часто формируются смешанные древостои. На отдельных участках древесные растения образуют сомкнутые дефы площадью до 100 м². Например, на открытых местах – *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, а под пологом существующих насаждений других видов – *Cerasus mahaleb*. Большинство видов формируют разреженные дефы с численностью особей виргинильного–генеративного возраста от 1 до 80 особей на 100 м² поверхности отвала. Наибольшая численность проростков и ювенильных особей характерна для *Fraxinus excelsior* и *Acer negundo*, достигая более 100 особей на 1 м², на что очень существенно влияют метеорологические факторы конкретного года. Так, в относительно благоприятном 2004 г. в демах многих видов отмечалось значительное количество проростков, большинство которых в очень засушливую весну 2005 г. погибла. Также и к весне 2007 г. сохранился многочисленный самосев *Acer negundo*.

Полученные возрастные спектры популяций исследованных видов чаще неполночленные, с преимуществом особей прегенеративного периода, как это характерно для инвазионных дефов, которые интенсивно развиваются (табл. 1). Во многих демах на отвалах отдельные возрастные состояния выпадают целиком или представлены малым количеством особей, что можно связать с влиянием метеоусловий отдельных лет. Локальные дефы *Acer negundo*, *Fraxinus excelsior*, *Ailanthus altissima* в Богодуховской

Таблица 1. Демографическая структура и индекс возрастности дефов древесных растений на отвалах угольных шахт Донбасса

Возраст-ное состояние**	Особи, шт.					Отвалы шахт					Quercus robur L.	
	Ч-9*	№6-14	Юза*	Ленина*	Г*	Д*	№5-6*	Горького	Ч-9*	Шахтёр*	Д	
pl	4	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	
J	73	1	1	6	3	4	14	1	1	-	1	
im	4	7	-	-	6	1	14	8	3	5	6	
v	17	5	5	-	20	13	6	25	22	24	17	
g1	34	1	-	5	20	6	4	-	-	1	-	
g2	7	-	30	5	10	4	1	-	5	-	-	
g3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Δ**	0,169	0,126	0,542	0,291	0,304	0,252	0,122	0,152	0,236	0,17	0,148	
Особи, шт. Fraxinus excelsior L.												
pl	Ч-9	№6-14	Юза	Ленина	Г	Д	контроль	Запер	Юза	Шахтёр	контроль	
j	6	5	400	-	-	-	6	-	-	-	-	
im	50	10	-	-	3	-	100	13	3	-	-	
1	2	3	2	1	17	-	300	14	2	-	15	
g1	1	-	3	5	6	7	8	9	10	11	12	
g2	-	-	-	1	1	1	1	3	-	-	1	
g3	-	-	-	-	-	-	1	5	1	-	-	
Δ	0,038	0,057	0,039	0,191	0,152	0,198	0,141	0,171	0,17	0,18	0,157	
Особи, шт. Acer negundo L.												
pl	Ч-9	Шахтёр*	Ч-8	Ленина	Г	Днб	контроль	Чул-9*	№6-14*	№5-6	Б*	
j	3	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	
im	30	-	20	3	4	40	150	-	1	-	-	
v	20	100	2	17	18	25	100	17	10	-	4	
1	3	35	7	19	31	6	30	2	61	7	140	
g2	-	26	7	2	4	4	2	2	6	4	1	
Δ	0,102	0,150	0,206	0,151	0,160	0,098	0,070	0,222	0,181	0,283	0,179	

Примечания: * – дефы вероятно происходят от насаждений; ** pl – проростки, j – ювенильное, im – иммагурное, v – виргинильное, g – генеративное, Δ – возрастность популяций; сокращения: Ч-8 – Чулковка-8, Ч-9 – Чулковка-9, Б – Бахмутка, Д – Донбасс, Г – Горького

балке, которые рассматривались как контроль, также неполночленные, но в среднем имеют большую численность и более выровненное распределение по стадиям жизненного цикла. Эти три вида отмечаются высокой экспансивностью и формируют демы на многих территориях, где нарушен почвенный покров. Натурализовавшийся в Донбассе *Acer negundo* характеризовался наибольшим количеством самосевных деревьев генеративной стадии развития, которая у этого эксплорента на отвалах часто начинается в возрасте до 10 лет.

На основе оценок жизненного состояния и возраста растений, численности и плотности их в демах, и площади последних, исследованные демы проординированы в ряды по их перспективности как источник фитомелиоративного материала и выделены наиболее жизнеспособные, стойкие к условиям отвалов угольных шахт виды древесных растений. По виталитетной структуре эти демы оцениваются как прогрессирующие (табл. 2). В частности для *Fraxinus excelsior* такими являются демы на отвалах шахт им. Горького и № 6–14, на последней же лучше всего развит и дем *Betula pendula*. Эти демы находятся на северо-западном склоне, большей частью выположенном до 20°, или террасах. Наиболее жизнен-

Таблица 2. Жизненность древесных растений на отвалах угольных шахт Донбасса

Жизненность	<i>Robinia pseudoacacia</i>						<i>Quercus robur</i>					
	Отвалы											
	Юза	Ч-9	Донбасс	Горького	№6–14	№5–6	Ленина	Ч-9	Донбасс	Горького	Шахтер	
min*	13	12	32	42	33	34	12	58	24	45	54	
med	23	45	53	57	42	81	16	39	29	56	55	
max	36	44	15	21	10	23	12	13	12	14	5	
состояние	прогр.	прогр.	прогр.	депрес.	депрес.	прогр.	прогр.	депрес.	депрес.	депрес.	депрес.	
	<i>Fraxinus excelsior</i>							<i>Ailanthus altissima</i>				
	контроль	Ц	Ч-9	Донбасс	Горького	№6–14	Ленина	контроль	3	Юза	Шахтер	
min	28	23	6	6	21	26	12	16	39	16	15	
med	52	19	2	20	60	33	16	38	36	44	19	
max	21	23	1	22	39	27	10	28	6	11	11	
состояние	прогр.	депрес.	депрес.	прогр.	прогр.	прогр.	прогр.	прогр.	депрес.	прогр.	равновес.	
	<i>Acer negundo</i>							<i>Betula pendula</i>				
	контроль	Ч-8	Ч-9	Донбасс	Горького	Шахтер	Ленина	Ч-9	№6–14	№5–6	Бахмутка	
min	18	42	35	48	40	28	17	18	19	17	74	
med	34	36	35	45	68	43	28	24	61	28	75	
max	18	7	15	6	27	14	17	8	19	15	8	
состояние	прогр.	депрес.	депрес.	депрес.	прогр.	равновес.	прогр.	депрес.	прогр.	прогр.	депрес.	

Примечания: * min, med, max – количество образцов с низшей, средней и высшей градацией жизненности; сокращения: Ч-8 – Чулковка-8, Ч-9 – Чулковка-9, Ц – Центральнозаводской, 3 – Заперевальная, прогр. – прогрессирующее, равновес. – равновесное, депрес. – депрессивное состояние)

ный дем *Acer negundo* находится на шахте им. Ленина (г. Макеевка) и расположена в средней части северного склона. Ниже сформировались сомкнутые злаковые группировки, в которых этот натурализовавшийся экспансивный вид не возобновляется, вероятно, из-за влияния конкуренции. На северном склоне отвала шахты „Донбасс” развивается дем *Quercus robur* под пологом насаждения *Robinia pseudoacacia*. Это пример того, как в древостоях формируется благоприятная среда для распространения по отвалу менее стойких видов растений. У *Robinia pseudoacacia* перспективный дем образовался вокруг верхушки отвала шахты „Чулковка-9”. Дем *Ailanthus altissima* расположен на отвале шахты „Запореваляная” на западном и северном склонах, происхождение первых особей неясно. Перспективны также ряд демов на отвале шахты им. Горького, расположенные на северных склонах. Семенной материал из перечисленных, лучше всего приспособленных демов, может быть использован для искусственного расселения перспективных видов. Следует отметить, что вследствие новогоднего елочного синдрома на отвалах угольных шахт Донбасса почти не встречаются насаждения *Pinus sylvestris* и *P. pallasiana*, которые не чувствительны к рН грунтов, очень стойки на железорудных отвалах Криворожья и где вокруг них благодаря семенному возобновлению формируются локальные популяции [12, 13].

Таким образом, на отвалах шахт выявлено 29 видов древесных растений, 16 из которых достигли генеративной стадии и начали формировать за счет самосева демы с характерной популяционной структурой, а у некоторых видов, вероятно, появляется уже третье поколение, которое доказывает способность древесных растений адаптироваться к условиям отвалов шахт и образовывать на их поверхности популяции. Выделены перспективные виды и наиболее приспособленные демы как возможный источник семян для выращивания стойкого посадочного материала, необходимого при рекультивации отвалов.

1. Башкатов В.Г., Торохова О.Н., Жуков С.П. Рекомендации по формированию мелиоративного растительного покрова на отвалах угольных шахт Донбасса. – Донецк: Б.и., 2002. – 35 с.
2. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М.: “Лесн. пром.”, 1971. – 336 с.
3. Жуков С. П. Каскадный эффект первинної сукцесії на відвалах вугільних шахт Донбасу // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 1. – С. 5–10.
4. Жуков С. П. Про напрям антропогенної сукцесії рослинності відвалів вугільних шахт Донбасу // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 3. – С. 254–249.
5. Жуков С. П. Пространственное распределение видов растений на отвалах угольных шахт // Интродукция и акклиматизация растений. – 1999. – Вып. 32. – С. 129–135.
6. Жуков С.П. Використання методу розділу кореляцій для вивчення взаємовідносин рослин // Укр. ботан. журн. – 2001. – № 6 – С. 662–666.
7. Жуков С.П. Изменение формы роста растений в условиях аккумулятивно–отвальных новообразований Донбасса // Тез. докл. II международ. конф. по анатомии и морфологии растений (Санкт–Петербург, 14–18 октября 2002 года). – СПб: Б.и., 2002. – С.278–279.
8. Жуков С.П., Торохова О.М., Семт І.В. Структура популяцій деревних рослин на відвалах вугільних шахт // Наукові основи збереження біотичної різноманітності: Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. – Львів: Ліга–Прес, 2004. – Вип. 5. – С.52 – 57.
9. Ценопопуляції растений // О.В.Смирнова, Л.Б.Заугольнова, И.М.Ермакова и др. – М.: Наука, 1976. – 217 с.
10. Ценопопуляції растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 184 с.
11. Ценопопуляції растений (развитие и взаимоотношения) // А.А.Уранов, Л.Б.Заугольнова, О.В.Смирнова и др. – М.: Наука, 1971. – 131 с.
12. Коршиков И.И., Красноштан О.В., Терлыга. Самовозобновление *Pinus sylvestris* L. на железорудных отвалах Криворожья // Промышленная ботаника. – 2005. – Вып. 5. – С. 85–89.

13. Коршиков И.И., Красноштан О.В., Терлыга Н.С. и др. Естественное возобновление сосны крымской (*Pinus pallasiانا* D.Don) на железорудном отвале Криворожья // Интродукция растений. – 2005. – № 4. – С. 46–51.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяции. – М.: Наука, 1973. – 277с.
15. Шенников А. П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во Ленинград. гос. ун-та, 1964. – 447 с.
16. Rostanski A., Zhukov S. Comparison of the flora of mining spoil heaps of (Poland) and Donetsk coal district (Ukraine) // Natura Silesiae superioris. Supplement. Post-industrial spoil heaps – object of botanical researches. – Katowice: Upper Silesian Nature Heritage Centre, 2001. – P. 67–77.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 25.04.2008

УДК 634.948:631.963:632.12(477.60)

САМОВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

И.И. Коршиков, С.П. Жуков

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Рассмотрены особенности колонизации отвалов угольных шахт Донбасса древесными растениями. Из двух путей самозаселения растений на отвалах основной – занос семян ветром и животными, а другой за счет распространения вокруг ранее созданных рекультивационных насаждений. При обследовании 47 отвалов выявлено 29 видов, 16 из которых самовозобновляются с формированием локальных демов. Для 6 видов, наиболее интенсивно заселяющих отвалы шахт (*Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), исследована демографическая структура 30 демов, которая оказалась, как правило, неполночленной. Выделены наиболее жизнеспособные локальные демы как источник семян для использования в процессе рекультивации отвалов.

UDC 634.948:631.963:632.12(477.60)

SELF-RENEWAL OF ARBOREAL PLANTS IN THE COAL MINE DUMPS OF DONBASS

I.I. Korshikov, S.P. Zhukov

Donetsk Botanical Gardens, Nat.Acad.Sci. of Ukraine

Peculiarities of arboreal plant colonization of Donbass coal mine dumps are shown. The basic way of plants self-stocking of dumps is the anemochorous and zoochorous distribution of seeds. Another one is their spread around the previously formed reclamation plantations. In the course of study of 47 dumps, there have been found 29 species, 16 of them self-renewing with formation of the local demes. Demographic structure of 30 demes of 6 most widely distributed on coal mine dumps species: *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle was studied. As a rule, this structure was found to have an incomplete representation of members. The most viable local demes have been determined as perspective seed source for dump reclamation.