

С.П. ЖУКОВ, О.М. ТОРОХОВА, І.В. СЕТТ

Донецький ботанічний сад НАН України
пр. Ілліча, 59, м. Донецьк, 83055

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН НА ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

ключові слова: відвали, популяції, життєвість, фітотоксичність
key words: coal mine dumps, populations, vitality, plant toxicity

S.P. ZHUKOV, O.M. TOROKHOVA, I.V. SETT POPULATION STRUCTURE OF WOOD PLANTS GROWING ON THE COAL MINE DUMPS

Donetsk Botanical Garden N.A.S. of Ukraine
59 Illich av., Donetsk, 83055 Ukraine

An analysis of the age and vitality structure of the populations of three species growing on the coal dumps has been performed along with edaphotope's indices studies. The limiting effect of the soil plant toxicity on the population development has indicated, and the intolerance of the widespread *Robinia pseudoacacia* L. compared to the local species was revealed.

Аналіз демографічної і віталітетної структури популяцій деревних рослин в умовах техногенних екотопів відображає здатність популяційної системи до самопідтримання структурної організації, а, відповідно, її стійкість, що визначає фітомеліоративні властивості насаджень. Фітотоксичність породних відвалів, як правило, зумовлена окислюванням сірчистих сполук унаслідок взаємодії з атмосферним киснем з утворенням сірчаної кислоти. Цей процес супроводжується зниженням реакції водної витяжки й утворенням водорозчинних сполук [2, 3, 6]. У такий спосіб відбувається кисле засолення субстрату, що рідко трапляється в природі. Рівень його фітотоксичності визначається показником рН, ступенем і типом засолення.

Для аналізу структури популяцій основних лісотвірних порід, що самовідновлюються в умовах відвалів вугільних шахт, було закладено п'ять пробних ділянок розміром 100-500 м² у містах Донецьк і Макіївка. Для вивчення було обрано рослини видів, які дають самосів на відвалах шахт і використовуються в лісорозведенні й для створення лісозахисних смуг: *Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L. і *Robinia pseudoacacia* L.

Перша пробна ділянка закладена на східному схилі відвалу шахти "Центрально-заводська", розташованому у Ворошиловському р-ні м. Донецьк біля коксохімічного цеху ДМЗ трохи вище зони контакту з відвалом шахти "Юза". У результаті раніше проведеної рекультивациі на пробній ділянці є зімкнене насадження *R. pseudoacacia* зрілого віку з окремими віргінільними особинами, що з'явилися в результаті вегетативного розмноження. Вивчено вікову й віталітетну структуру популяції *F. excelsior*, що виникла внаслідок випадкового занесення насіння із суміжних територій. Є окремі особини *Padellus mahaleb* (L.) Vass., *Juglans regia* L., котрі з'явилися внаслідок випадкового за-

несенні насіння.

Друга пробна ділянка закладена у хвостовій частині північного схилу відвалу шахти “Ганзовка” у м. Макіївка. Рекультивация цього відвалу не проводилася. Природно сформувалася популяція *F. excelsior* з дуже високою щільністю, місцями понад 100 особин на м².

Третя пробна ділянка закладена у хвостовій частині на західному схилі відвалу шахти ім. Горького (сел. Гладковка м. Донецьк). Вивчено популяцію рекультивацийного насадження *R. pseudacacia*, що природно оселилась і сформувалась у результаті насінневого і вегетативного розмноження. Є в невеликій кількості самосів *F. excelsior*, *Padellus mahaleb*, *Juglans regia* та ін. видів.

Четверта пробна ділянка закладена на переформованому відвалі шахти “Донбас” (Калінінський р-н м. Донецьк), у межах рекультивованої ділянки на північно-східному схилі. Вивчено природно сформовані популяції *F. excelsior* і *Q. robur*.

Усі ділянки закладені на відвалах, відсіпаня яких давно припинене, і минув значний час після їх рекультивациі, що є необхідним для початку природного формування популяцій фанерофітів на відвалах шахт. Тому для порівняння закладена п’ята пробна ділянка на відвалі шахти №3/18 у середній частині західного схилу в межах рекультивацийного насадження з *R. pseudoacacia* молодого генеративного стану, в якому не спостерігалось самосіву й заносу інших деревних порід.

Усі види аналізу виконували за загальноприйнятими методиками [4, 5, 7, 9, 10]. На всіх пробних ділянках відбирали зразки ґрунту й породи для їх хімічного аналізу. Токсичні фактори субстрату визначали загальноприйнятими в агрохімії методами:

- рН – потенціметрично та засоленість – за складом і кількістю аніонів і катіонів у водній витяжці [1];
- тип і ступінь засолення – за Н.І.Базилевич і О.І.Панковою [8].

Вікові спектри, побудовані за результатами вивчення цих популяцій, представлені в табл. 1.

Таблиця 1.

Демографічна структура популяцій на відвалах шахт

Вид	Відвал шахти	Вікові стани							Віковість
		p ₁	j	im	v	g ₁	g ₂	Сума	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ц.-Заводська	0*	10	44	32	4	1	91	0,08
		0**	0,11	0,48	0,35	0,04	0,01	1	
	“Донбас”	0	0	5	16	1	0	22	0,11
		0	0	0,23	0,73	0,05	0	1	
	“Ганзовка”	0	120	200	1500	3	4	1827	0,11
		0	0,07	0,11	0,82	0	0	1,00	
<i>Quercus robur</i>	“Донбас”	0	1	5	14	0	0	20	0,10
		0	0,05	0,25	0,7	0	0	1	
	ім.Горького	0	6	7	19	0	0	32	0,08
		0	0,19	0,22	0,59	0	0	1	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ім.Горького	25	2	1	93		98	194	0,28
		0	0,01	0,01	0,48	0	0,51	1	

* у першому рядку кількість особин, ** у другому – їхня частка.

Отримані спектри неповночленні, переважають особини прегенеративного періоду, що вказує на інвазійний характер популяцій, які формуються на відвалах. На відвалі шахти “Донбас” загальна кількість особин у популяціях обох досліджених видів невелика, що зумовлено, мабуть, відносною антропогенною ізоляцією відвалу. Насіння *Q. robur* заносять на відвали птахи, генеративні особини відсутні, тому нечисельна й друга популяція цього виду. На відвалі шахти № 3/18 представлені тільки молоді генеративні особини (g1), висаджені під час рекультивациі, що взагалі характерно для відвалів. На відвалі шахти ім. Горького в спектрі вікових станів *R. pseudoacacia* старі генеративні особини (g2) представлені рослинами, висадженими під час рекультивациі відвалу, а віргінільні (v) – їхньою кореневою паростю. Інші прегенеративні особини в цій популяції мають насінневе походження, але їхня кількість дуже незначна, незважаючи на щорічне утворення великої кількості насіння. Проростки (p1), які утворюються, здебільшого випадають восени й узимку, тому що не встигають здерев’яніти до морозів. Відсутність наступних вікових груп вказує на те, що хоча цей вид і є одним з найстійкіших в асортименті рекомендованих для рекультивациі, але його природному поновленню на відвалах перешкоджає неузгодженість його екологічних особливостей на ранніх стадіях розвитку з особливостями місцевих кліматичних умов, особливо різко виражених на відвалах. Для точнішої оцінки процесів поновлення необхідно вивчення сезонної динаміки вікової структури популяції. Найбільшу ж здатність до колонізації екотопів відвалів виявляє місцевий вид *F. excelsior*.

Коефіцієнт віковості вказує на незначний вплив цих популяцій на середовище. Високий коефіцієнт віковості в популяції *R. pseudoacacia* на відвалі шахти ім. Горького пов’язаний з наявністю зрілих генеративних особин штучних насаджень, що й забезпечують високий рівень впливу на навколишнє середовище цієї популяції.

Для аналізу віталітетної структури необхідно було вибрати показник, за яким буде оцінюватися життєвий стан рослин. Тому спочатку вивчили варіювання і скорельованість деяких параметрів листової пластинки (табл. 2).

Таблиця 2.

Кореляції параметрів листя *Fraxinus excelsior* L.

Параметр	Довжина	Ширина	Довжина/ширина	Довжина/ширина
Довжина	1	0,843192	-0,00843	0,935601
Ширина	*	1	-0,52445	0,967825
Довжина/ширина		*	1	-0,32355
Довжина/ширина	*	*	*	1

* - 1% рівень значущості.

Для цього використані лінійні розміри, їхня частка й добуток для найрозвиненішого, верхівкового листочка складного листя (136 шт.) *F. excelsior*, зібраних з підросту на відвалі шахти “Центрально-Заводська” (м. Донецьк).

Найменші коефіцієнти варіації відношення довжина/ширина (11%) і довжина (18%), що свідчить про їх більшу спадкову зумовленість, і, отже, також про більший зв'язок з життєвістю. А варіювання ширини (22%) і добутку довжини на ширину (38%) більше реагують на умови середовища, швидше за все на затінення. З цим узгоджуються і дані щодо скорельованості параметрів листка. А оскільки й результати аналізу спектрів життєвих станів з трьох популяцій цього виду дають подібні результати за використання даних щодо довжині й відношенню довжини до ширини, довжина надалі використовувалася як ознака життєвості, зокрема, верхівкового листочка у *F. excelsior*, листя у *Q. robur* і рахиса в *R. pseudoacacia*.

Результати аналізу спектрів життєвості для вивчених популяцій представлені в табл. 3.

Таблиця 3.

Життєвість популяцій деревних рослин на відвалах вугільних шахт

Вид	Відвал шахти	Межі класів розмірів листя, мм	Кількість листя за класами, шт
<i>Fraxinus excelsior</i>	“Центрально-Заводська”	68-106	42
		107-144	79
		145-182	13
	“Ганзовка”	94,9-131,6	29
		168,3	69
		205	17
	“Донбас”	75-107,7	19
		140,30	44
		173,00	14
<i>Quercus robur</i>	“Донбас”	73,9-107,6	25
		141,3	33
		175	11
	ім. Горького	65,9-107,3	24
		148,6	54
		190	17
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ім. Горького	126,9-185,3	29
		243,6	51
		302	7

У ході аналізу життєвості, відповідно до прийнятої методики, визначали частку різних класів градації життєвого стану особин і далі порівнювали напівсуму двох вищих класів з нижчим. Для популяцій *F. excelsior* отримано такі нерівності для відвалів шахт, зазначених у таблиці, відповідно, $46 > 42$, $43 > 29$, $29 > 19$. Це дозволяє зарахувати ці популяції до типу процвітаючих. Для популяцій *Q. robur* отримано такі нерівності: $22 < 25$, $35,5 > 24$. Тому за життєвістю популяцію на відвалі шахти “Донбас” можна вважати депресивною, а на відвалі шахти ім. Горького – процвітаючою. Популяція ж *Robinia pseudoacacia* на цій шахті має рівноважний характер: $29 = 29$.

Проведення аналізів водної витяжки породи підтверджує те, що в міру

“старіння” відвалу відбувається нейтралізація кислих сполук і вимивання розчинних солей, що й спостерігається на ділянках відвалів шахт “Центрально-Заводська”, “Ганзовка”, ім. Горького, “Донбас”. Порода цих шахт на ділянках росту рослин характеризується слабокислою і майже нейтральною реакцією і незначним вмістом водорозчинних солей. На порівняно молодому відвалі шахти 3/18 спостерігається більш кисла реакція середовища й підвищена засоленість (табл. 4, 5).

Таблиця 4.

Результати аналізу водної витяжки породи відвалів вугільних шахт

№ зразку	Місце відбору	Аніони, %/ мг-екв/100 г			Катіони, %/ мг-екв/100 г		
		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺
1	Центрально-Заводська	<u>0,030</u> 0,50	<u>0,014</u> 0,40	<u>0,102</u> 2,14	<u>0,055</u> 2,75	<u>0,002</u> 0,14	<u>0,003</u> 0,15
2	“Ганзовка”	<u>0,027</u> 0,45	<u>0,014</u> 0,40	<u>0,082</u> 1,71	<u>0,040</u> 2,00	<u>0,002</u> 0,14	<u>0,010</u> 0,42
3	ім. Горького	<u>0,030</u> 0,50	<u>0,014</u> 0,40	<u>0,072</u> 1,50	<u>0,036</u> 1,80	<u>0,002</u> 0,14	<u>0,011</u> 0,46
4	“Донбас”	<u>0,035</u> 0,57	<u>0,016</u> 0,45	<u>0,092</u> 1,92	<u>0,055</u> 2,75	<u>0,002</u> 0,14	<u>0,001</u> 0,05
5	№ 3-18	-	<u>0,007</u> 0,20	<u>0,853</u> 17,76	<u>0,291</u> 14,50	<u>0,036</u> 3,00	<u>0,011</u> 0,46

Таблиця 5.

Реакція водного розчину та вміст сухого залишку

№ зразку	Місце відбору	pH	Реакція водного розчину	Вміст сухого залишку, г/100 г
1	Центрально-заводська	5,8	слабокисла	0,228
2	“Ганзовка”	6,9	нейтральна	0,177
3	ім.Горького	5,9	слабокисла	0,182
4	“Донбас”	5,6	слабокисла	0,201
5	№3/18	4,4	кисла	1,195

За зниження pH до 4,4 і підвищення засолення до 1,2% рослини *R. pseudoacacia*, що ростуть на відвалі шахти 3/18, насінням не відновлюються і не спостерігається занесення інших деревних видів.

Таким чином, вивчена вікова й віталітетна структури популяцій трьох деревних порід (*F. excelsior*, *Q. robur*, *R. pseudoacacia*) на 5 відвалах вугільних шахт у м. Донецьк і м. Макіївка. Усі популяції мають неповночленну демографічну структуру, і мають інвазійний характер, крім популяції *R. pseudoacacia*, віковий спектр якої вказує на практичну неможливість її поновлення на відвалах. Для з'ясування причин цього необхідні дослідження сезонної динаміки вікової структури. За життєвістю вона належить до рівнова-

жних популяцій. Усі популяції *F. excelsior* є процвітаючими, а серед популяцій *Q. robur* є і процвітаюча, і депресивна, що, з урахуванням даних щодо хімічного аналізу ґрунтів, можна пояснити різним станом біотопів. На підставі отриманих результатів можна прогнозувати зрідження фіторекультивацийних насаджень з монокультурою *R. pseudoacacia* й необхідність поетапної зміни складу насаджень для досягнення максимального фітомеліоративного ефекту. Токсичність едафотопу (рН, засолення) є одним з факторів, що чинить вплив на можливість утворення насіннєвого поновлення деревних рослин, котрі ростуть на відвалах вугільних шахт. За кислої реакції середовища (рН 4,4) і навіть слабкому засоленні токсичними солями (0,23%) ці рослини не дають життєздатного насіннєвого поновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Аринушкина Е.В.** Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. **Грешта Я., Венгерек С.** Динамика изменения химических свойств отвально-го материала под влиянием термических процессов // Симпозиум по вопросам рекультивации нарушенных промышленностью территорий. - Лейпциг: Изд-во Акад. с.-х. наук ГДР, 1970. – С. 216-222.
3. **Зайцев Г.А., Моторина Л.В., Данько В.Н.** Лесная рекультивация. – М.: Лесн. пром-ть, 1977. – 128 с.
4. **Злобин Ю.А.** Ценопопуляционная диагностика экотопа // Экология, 1980. – № 2. – С. 22-30.
5. **Злобин Ю.А.** Об уровнях жизнеспособности растений // Журн. общ. биологии, 1981. – 42, № 4. – С. 492-505.
6. **Кондратюк Е.Н, Тарабрин В.П., Бакланов В.И. и др.** Промышленная ботаника. – К.: Наук. думка, 1980. – 260 с.
7. **Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломеш А.И.** Современная наука о растительности: Учебник. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
8. **Полевой** определитель почв / Под ред. Н.И.Полупана, Б.С.Носко, В.П. Кузьмичёва. – К.: Урожай, 1981. – 320 с.
9. **Работнов Т.А.** Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ. – 291 с.
10. **Ценопопуляции растений** / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комаров и др. – М.: Наука, 1988. – 184 с.