

Добровольський І. А. Характер і напрямки сингенезису в техногенних екотопах Кривбасу / І. А. Добровольський, В. І. Шанда, Н. В. Гаєва // Український ботанічний журнал. – 1979. – Т. XXXVI, № 6. – С. 524–527.

І. А. ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, В. І. ШАНДА, Н. В. ГАСВА

## ХАРАКТЕР І НАПРЯМКИ СИНГЕНЕЗИСУ В ТЕХНОГЕННИХ ЕКОТОПАХ КРИВБАСУ

Численні динамічні, екологічно зумовлені процеси поширення рослинності в біосфері охоплюють і техногенні екотопи та розвиваються як на порушених едафотонах, так і на гірських породах, винесених на земну поверхню при добуванні корисних копалин чи збагаченні руд. У зв'язку з цим при вивченні сингенезису порушуються деякі фундаментальні проблеми ландшафтознавства, фітології, фітоценології, охорони природи, фітосанації і фітомеліорації.

У процесі багаторічних досліджень (1950–1977 рр.) розвитку рослинності в техногенних ландшафтах Криворіжжя (Добровольський, 1972, 1975; Добровольський, Шанда, 1975) ми виявили значну екологічну різноманітність порушених, змінених або новоутворених місцезростань. Екологічна градація екотопів, на яку безпосередньо впливають едафотопи та субстрати гірських порід (функціональні і структурні заміники едафотопів), є визначальною в розвитку рослинності на основі податкових (піонерних) бур'янових мікрогруповань і первинних фітоценозів. Ці процеси спостерігаються в Криворізькому залізорудному басейні на значних площах (до 20 тис. га, а в перспективі, у 2000 р., до 40 тис. га) порушених земель типу обвалів, відвалів (переважно насипів гірських порід), шламосховищ (котловани складування шламів збагачувальних комбінатів).

Перші два типи місцезростань мають багато спільних рис, що обумовлюється єдністю геологічної основи нарудної товщі гірських порід, складністю рельєфу при різних типах осідання (обвалювання) чи складування у відвали гірських порід.

Для шламосховищ характерний площинний тип рельєфу, що формується при висиханні шламів, і своєрідна «такирна» поверхня. Вони відзначаються зонами різної зволоженості, але більшість діючих шламосховищ – це озерно-болотні утворення, заповнені водою і грязеподібною масою. Серед гідротопів шламосховищ здебільшого майже повністю відсутні макрофіти, проте на мілководді або на місцях, що висихають, поблизу дамб, на нетовстому шарі шламів добре розвиваються *Phragmites communis* Trin., подекуди *Typha angustifolia* L., *Bidens tripartita* L., деякі види *Carex* L., на вологих місцях – *Epilobium roseum* (Sehreh) Pers., *Poa pratensis* L.» *Plantago media* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit.

Шлами збагачувальних комбінатів за складом і властивостями дещо нагадують пісок: вони відзначаються деякою вологоємністю, значною сипкістю при висиханні, збагачені сполуками заліза, містять мізерні кількості фосфору, азоту, органічних речовин, Поверхня шламосховищ заростає надзвичайно повільно. На ній формується дуже зріджений покрив з участю бур'янових рослин, здатних витримувати пересихання і надмірне перегрівання субстрату, а саме: *Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen., *Salsola ruthenica* Iljin, *Convolvulus arvensis* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Xanthium strumarium* L. У ході природного заростання шламових полів формуються такі екологічні ряди гігрофільності макрофітів і піонерних угруповань, як *Phragmites communis* + *Typha angustifolia* + *Bidens tripartita* + *Epilobium roseum* + *Carex gracilis* – *Erodium cicutarium* + *Cyclachaena xanthifolia* + *Xanthium strumarium*. Ці екологічні ряди продовжуються або припиняються при переході насипних відвалів у плакорні умови. У зв'язку з різноманітністю залізорудних відвалів щодо походження, породного складу, характеру поверхні, віку, розміру, в межах кожного з них формуються різні за екологічними особливостями місцезростання – платоподібні ділянки, укоси (схили), тераси, улоговини й заглиблення, мікрозападни і місця між каменями, горбики та інші площі, різні за

мікрокліматом, що має певне значення для поселення, росту і розвитку рослин. На Криворіжжі дуже поширені відвали, складені суглинками, різними глинами, скельними породами (сланці, залізисті кварцити) або змішаними (суглинки і глини з домішками вапняків, піску та скельних порід).

Згідно з класичними уявленнями про біологічне вивітрювання і початкові фази заростання скельних місцезростань, значна роль у цих процесах належить мікрофітам: водоростям, мохам, лишайникам (Штина, Неганова и др., 1970).

Багаторічне вивчення сингенезису в техногенних екотопах степової зони за умов постійного впливу посушливого клімату і промислового забруднення атмосфери показало, що первинні мікрогруповання можуть виникнути на субстратах відвалів або зон обвалювання у рік винесення гірської породи на поверхню землі.

Формування піонерних мікрогруповань залежить від типу субстрату (гірської породи) та його стану. На різних відвалах, складених з однакових субстратів і одного віку, рослинність розвивається приблизно однаково. Частота трапляння одних і тих же видів у техногенних місцезростаннях на схожих субстратах подібна, її можна використати для індикації цих екотопів. На суглинистих і глинистих відвалах вже в перший рік розвиваються тимчасові угруповання переважно однорічних і цілорічних рудеральних видів: *Erigeron canadensis* L., *Salsola ruthenica*, *Reseda lutea* L., *Chenopodium album* L., *Capsella bursa pastoris* (L.) Medic, та ін.

Такі бур'янові мікрогруповання в процесі річних флуктуаційних змін і сукцесій протягом 5–10 років якісно змінюються, поповнюючись видами злаків і буркунів, і в окремих місцях на кінець цього періоду домінує *Elytrigia repens* (L.) Desv.

Дво-, трирічні відвали вже можуть мати рослинний покрив з проективним покриттям 10–15%, а семи-, десятирічні – 30–40%, подекуди – 50–70%. У тимчасових рослинних мікрогрупованнях на десятирічних відвалах переважають *Chenopodium album*, *Zerna tectorum* (L.) Panz., *Silene latifolia* (Mill.) Rendle et Britt., *Achillea millefolium* L., *Melilotus albus* Desg., *Xeranthemum annuum* L. тощо.

На відвалах 20–25-річного віку ступінь задерніння збільшується до 60–80%, а в рослинному покриві вже з'являються степові види: *Festuca sulcata* Hack., *Poa angustifolia* L., *Melica transsilvanica* Schur, *Erysimum Kanescens* Roth., *Verbascuni phlomoides* L., *Medicago falcata* L. та ін.

На ділянках з високим вмістом вапна у покриві збільшується кількість кальцієфілів – *Silene cretacea* Fisch., *Diploaxis cretacea* Kotov, *Convolvulus lineatus* L., *Linum tenuifolium* L. та ін.

Відвали скельних порід заростають значно повільніше, причому ділянки, тривалий час не покриті рослинністю («мертві зони»), характеризуються субстратами, складеними вуглистими та іншими сланцями.

У первинних мікрогрупованнях, що виникли на кварцитових субстратах відвалів скельних порід і зон обвалювання, настільки часто переважає *Kochia scoparia* (L.) Schrad., що це навело нас на думку про особливу кохійну фазу сингенезису. Найбільш чітко ця фаза спостерігалась нами на великих площах кварцитових відвалів (кілька квадратних кілометрів), як наприклад, на руднику Північного гірничозбагачувального комбінату. При цьому така пристосованість *K. scoparia* до кварцитового субстрату на перших етапах його заростання спостерігалася майже всюди, тимчасом як на субстратах з участю сланців і кварцитів особливого поширення набували *Gypsophila trichotoma* Wend., *Silene latifolia*, *Erigeron canadensis*.

Закономірне і майже повсюдне поширення зазначених видів на тих же субстратах свідчить про їх індикаторну роль у син генетичному процесі.

З віком у рослинному покриві на скельних субстратах поступово зменшується кількість одно- або малорічних рудеральних видів, а подекуди збільшується *Polygonum aviculare* L., *Melilotus albus*, *Salsola ruthenica*.

На щербенистих 20–30-річних відвалах проективне покриття рослинності досягає 30% і більше, а на 50–70-річних – 60–70%.

У рослинному покриві на вказаних субстратах переважають рудеральні види (*Lepidium ruderae* L., *Ceratocarpus arenarius* L., *Centaurea diffusa* Lam. та ін.) з участю степових (*Festuca*

*sulcata*, *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schult., *Thymus marschallianus* Willd., *Achillea millefolium*, *Euphorbia sequieriana* Neck.).

Між каменями, де відносно кращі умови зволоження, селяться і ростуть деякі мезоксерофіти та мезофіти (*Melilotus albus*, *Elyt rigia repens*, *Medicago falcata*, *M. Lupulina*, *Zerna inermis* (Leys.) Lindm.).

Завдяки домішкам глини і суглинку до ще бенистого субстрату створюються більш сприятливі умови для розвитку природного рослинного покриву.

Певну піонерну роль у зростанні різних субстратів на відвалах відіграють мохи, які розвиваються паралельно з іншими видами і сприяють нагромадженню органічної речовини. На щербенистих залізистих кварцитах весною і восени подекуди розвиваються печіночні мохи, зокрема *Oxymitra paleacea* Bisch., *Riccia pseudopapillosa* Levier, *R. sorocarpa* Bisch., *R. ciliifera* Link.

На відвалах різного складу мохи часто утворюють досить густі дернини (*Bryum caespiticium* L., *B. argenteum* L., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. У заглибленнях селяться *Syntrichia montana* Nees, *Encalypta rhabdo-carpa* Schwaegr., *Didymodon rigidulus* Hedw.

На ділянках з високим вмістом вапняку досить характерними є тимчасові мохові синузії *Pottia bryoides*+*Pterygoneurum ovatum* в умовах скельних субстратів — *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Tortula muralis* Hedw та ін.

Етапи формування рослинності на залізорудних відвалах Кривбасу

Стадії	Фази	Субстрати	Тривалість, роки		Вік відвалу, роки	Проективна покривність, %
			стадії	Існування угруповань		
Піонерна, рудеральна (Бур'янова)	Одно-, малолітніх бур'янів	Суглинки, глини, скельні	1—3	1—3	1—3	до 10
	Кохійно-бур'янова	Глини	7—8	3—5	5—10 (15)	10—20
	Циклахеново-амброзіяна	Суглинки	»	1—2	»	»
	Смілково-кохійна	Скельні	12—15 (20)	3—5	»	»
	Бур'яново-буркунова	Суглинки	5—6	1—2	»	»
	Буркуново-поллина	Скельні	15—16	—	10—15 (20)	20—30
	Смілково-буркунова	Скельні	»	—	»	»
	Буркуново-пирійна	Суглинки	»	—	»	»
Пирійна	Пирійно-буркунова	Скельні	15—20	10—20	10—20	30—40
	Пирійно-рудеральна	Суглинки	»	5—10	»	»
Перехідно-степова (вещільнокущових злаків)	Рудерально-рихлокущово-злакова	Суглинки, глини	15—20	—	30—60	50—60 (70)
	Рихлокущово-злакова	Суглинки, глини	»	—	»	»
Степова (щільнокущових злаків)	Рихлощільнокущово-злакова	Суглинки, глини	»	—	60—70 (80)	60—70 (80)
	Щільнокущово-злакова	Мішані субстрати	»	—	>100	»

У піонерних рослинних угрупованнях переважають рослини, здатні давати велику кількість насіння або вегетативно розростатися. Природний рослинний покрив на відвалах надзвичайно строкатий з явними рисами плямистості, яка вказує на велику екологічну неоднорідність субстратів і поверхні, різну здатність видів до насінного і вегетативного розмноження, «випадковий» характер занесення діаспор.

Пізніше, зі «старінням» субстратів відвалів, у рослинному покриві збільшується кількість багаторічних видів і формуються мікроугруповання з участю *Elytrigia repens*, *Poa angustifolia*, *P. compressa* L., *Festuca sulcata*, подекуди з'являється й *Stipa capillata* L. Така зміна бур'янових мікроугруповань пирійними, а згодом — злаковими дозволила зробити висновок, що загальна картина розвитку рослинності при порушеннях едафотопу або заростанні різних

субстратів складається визначених дослідниками раніше (Трасс, 1976) стадій відновлення корінної степової рослинності на основі початкових (піонерних) бур'янових мікрогруповань і первинних фітоценозів (таблиця). Сингенезис на відвалах має ряд характерних і специфічних особливостей.

Перш за все слід відзначити дискретний, уповільнений характер сингенезису, неодноразовість заростання відвалів, пов'язану зі складністю рельєфу, зміщення видів різної екологічної значущості і пластичності в деяких мікрогрупованнях, вияв різних тенденцій до формування спрощеної або ускладненої структури первинних фітоценозів, формування ярусної структури, мозаїчності рослинного покриву, варіювання і ускладнення сингенетичних явищ у різних екоотопів.

У межах одного и того ж відвалу розвиваються різні мікрогруповання, що свідчить про характер субстрату і тривалість заростання тієї або іншої зони відвалу. Наприклад, на правобережних відвалах Південного гірничозбагачувального комбінату на платоподібній вершині розвиваються пирійно-волошкові мікрогруповання, буркуново-деревійні, а на порушених схилах — лободово-циклахенові. На східних схилах, відвалах, розташованих поблизу, досить поширені буркуново-полинові і качимно-смілкові, злінково-качимні та кохінні угруповання.

Найгірші умови для росту і розвитку рослин створюються на важких глинах і суглинках (особливо на засолених), а також на шламах і скельних породах.

Стабільний стан біоценозів на залізородних відвалах у ході сингенезису відновлюється протягом тривалого часу: на суглинистих субстратах приблизно через 60–80 років, на глинистих скельних породах – ще повільніше.

У зв'язку з великим значенням для умов степу анемохорних і балістичних пристосувань десемінації рослин на залізородних відвалах селяться в першу чергу анемохорні види, а пізніше – активно розвиваються балісти (*Melilotus albus*, *Kochia scoparia*, *Consolida arvensis* (L.) Opiz. на ін.)

На промислових відвалах Кривбасу виявлено близько 300 видів рослин, в тому числі 15 видів дерев і чагарників та 12 видів мохів. Еколого-ценотичний аналіз рослинності відвальних субстратів показує, що в її складі переважають руде ранти – майже 60%, степ анти становлять близько 28%. Переважна кількість видів рослин на промислових відвалах – терофіти (близько 50%); зустрічаються гемікриптофіти (40%), геофіти (переважно коренепаросткові і кореневищні (8%) і хамефіти (2%). Промислові відвали Кривбасу є резерватами небезпечних адвентивних бур'янів (*Ambrosia artemisifolia* L., *Cyclachaena xanthifolia*, *Amaranthus albus* L., *Grindelia squarrosa* (Pursh.) Dunal. тощо) та інших агресивних рудерантів (*Cuscuta europaea* L., *Orobancha ramosa* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop, *Convolvulus arvensis*). Серед природної рослинності відвалів виявлені види, які можна широко використовувати для фіторекультиваци порушених земель. Це переважно дерева й чагарники, які поновлюються на відвалах природним шляхом, і такі види місцевої природної флори, як *Meiica transsilvanica*, *Poa compressa*, *P. angustifolia*, *Festuca sulcata*, *Zerna inermis*, *Agropyron desertorum*, *A. pectiniforme* Roem. et Schult, *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare*, *Thalictrum minus* L., *Medicago falcata*, *M. lupulina*, *Melilotus albus*, *Lotus corniculatus* L., *Coronilla varia* L., *Onobrychis arenaria* (Kit) Scr., *Zygophyllum fabago* L., *Hypericum perforatum* L., *Stachys recta* L., *Salvia illuminata*, Klok., *Thymus marschallianus*, *Achillea millefolium*.

У ході сингенезису на залізородних промислових відвалах формуються специфічні біокомплекси – пробіогеоценози, найбільш характерними рисами яких є: несталий флористичний і фауністичний склад, недостатнє еколого-ценотичне заповнення, структурна спрощеність, формування простих лінійних чи слабо розгалужених трофічних зв'язків, відносно мала фітомаса, знижена мікробіологічна активність субстратів.

Таким чином, сингенетичні процеси в техногенних ектопах Криворіжжя характеризуються значною тривалістю, послідовністю своєрідних етапів, зміщенням рослин різних життєвих форм і екологічних груп у піонерних угрупованнях. Виявлені особливості самозростання промислових відвалів на Уралі (Тарчевський, 1969), у Підмосковному вугільному басейні

(Моторина, Ижевская 1967), у Нікопольському марганцеворудному басейні (Масюк, 1970), в Олександрійському буро-вугільному басейні (Бондарь, 1974), на Донбасі (Рева, Бакланов, 1974) не можуть бути екстрапольовані на Криворіжжі. У широкій біологічній перспективі дискретність і сутність сингенезису є відправними пунктами для прогнозування і здійснення природної й антропогенної фітомеліорації техногенних екотопів.

### *Література*

*Бондарь Г. А.* Растительный покров пород надугольной толщи Александрийского бурого угольного месторождения и вопросы фиторекультивации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Днепропетровск, 1974. – 19 с.

*Добровольський І. А.* Біогеоценологічні аспекти впливу промислового забруднення повітря на рослинність. – В кн.: V з'їзд Українського ботанічного товариства. АН УРСР, Ужгород, 1972, с. 170–171.

*Добровольський І. А.* Деякі наслідки біогеоценологічних досліджень у Криворізькому басейні. – У кн.: Біогеоценологічні дослідження на Україні. АН УРСР, 1975, с. 173–174.

*Добровольський І. А., Шанда В. І.* Принципи типології та регулювання біогеоценозів Криворіжжя. – У кн.: Біогеоценологічні дослідження на Україні. АН УРСР. Львів, 1975, с. 175–176.

*Масюк Н. Т.* Изучение растительности, пород и образующихся почв на участках открытых разработок в Никопольском марганцеворудном бассейне: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Днепропетровск, 1970. – 19 с.

*Моторина Л. В., Ижевская Т. И.* О связи растительности с грунтами при естественном зарастании отвалов открытых разработок в Подмосковном угольном бассейне. – В кн.: Восстановление земель после промышленных разработок. М.: Колос, 1967, с. 183–186.

*Рева М. Л., Бакланов В. И.* Динамика естественного зарастания терриконов Донбасса. – В кн.: Растения и промышленная среда. Свердловск: Изд-во Уральск. ун-та, 1974, с. 109–115.

*Тарчевский В. В.* Внутривидовые отношения растений на специфических субстратах промышленных отвалов. – В кн.: Всесоюз. совещ. по изуч. взаимоотношений растений в фитоценозах (Минск, 1968) : Тез. докл. Минск, 1969, с. 253–254.

*Трасс Х. Х.* Геоботаника. История и современные тенденции развития. – Л.: Наука, 1976. – 252 с.

*Штина Э. А., Неганова Л. Б., Третьякова А. Н.* Роль азотфиксирующих водорослей в зарастании промышленных отвалов. – В кн.: Рекультивация в Сибири и на Урале. Новосибирск: Наука, 1970, с. 117–123.