

Особливості розвитку едафотопів в техногенних екотопах

ІРИНА ВОЛОДИМИРІВНА АГУРОВА

АНУРОВА І.В. (2016). **Features of the edaphotopes in the technogenous ecotopes.** *Chornomors'k. bot. z.*, **12** (1): 20-30. doi:10.14255/2308-9628/16.121/2.

The results of the study showed that all industrial sites of metallurgical and coking plants, sludge dumps are characterized by alkaline or strongly alkaline reaction of the substratum, which is almost unchanging on the territory of the ecotope. For this index the most unfavorable conditions were developed on the territory of Enakiev Metallurgical Plant and sludge dumps of Donetsk Metallurgical Plant. The strong alkaline reaction of the substratum in most cases is the limiting factor for the growth of plants. Analysis of the type and degree of salinity showed no salinity of all the studied samples with a predominance in the consist of sulfate ions and calcium ions. The amount of absorbed bases of the substrate studied technogenic ecotopes ranges from 4.35–23.60 mgекv / 100 g of the rock. The lowest values was recorded in the dumps substrates of the Nikitovsky hydrargyrum plant, Enakievo Metallurgical plant and sludge dumps of Donetsk Metallurgical Plant. The highest values of absorbed bases were observed on the territory of Avdeevka coke plant, which is confirmed by the presence on the territory of plant communities.

Key words: edaphotope, pH, salinity, technogenous ecotope

АГУРОВА І.В. (2016). **Особливості розвитку едафотопів в техногенних екотопах.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **12** (1): 20-30. doi:10.14255/2308-9628/16.121/2.

Результати проведених досліджень показали, що для всіх промділянок металургійних та коксохімічних заводів та шламових відвалів є характерною лужна та сильнолужна реакція середовища, що є практично незмінною на території всього екотопу. За цим показником найбільш несприятливі умови склались на території Єнакієвського металургійного заводу та шламових відвалів Донецького металургійного заводу. Саме сильнолужна реакція середовища у більшості випадків є лімітуючим фактором для зростання рослин. Аналіз типу та ступеню засолення показав відсутність засолення усіх зразків з переважанням у складі сульфат-іонів та іонів кальція. Сума поглинених основ субстрату вивчених техногенних екотопів змінюється в межах 4,35–23,60 мгекв/100 г породи. Найменші значення зафіксовано у субстратах відвалів Микитівського ртутного комбінату, Єнакієвського металургійного заводу та шламових відвалів Донецького металургійного заводу. Найбільші значення суми поглинених основ спостерігались на території Авдіївського коксохімічного заводу, що підтверджується наявністю на території заводу сформованих рослинних угруповань.

Ключові слова: едафотоп, рН, засолення, техногенний екотоп

АГУРОВА И.В. (2016). **Особенности развития эдафотопов в техногенных экотопах.** *Черноморск. бот. ж.*, **12** (1): 20-30. doi:10.14255/2308-9628/16.121/2.

Результаты проведенных исследований показали, что для всех промплощадок металлургических и коксохимических заводов, а также шламовых отвалов характерна щелочная и сильнощелочная реакция среды, которая остается практически неизменяющейся на территории всего экотопа. За этим показателем наиболее неблагоприятные условия сложились на территории Енакиевского металлургического завода и шламовых отвалов Донецкого металлургического завода. Именно сильнощелочная реакция среды в большинстве случаев является лимитирующим фактором для произрастания растений. Анализ типа и степени засоления показал отсутствие засоления всех изучаемых образцов с преобладанием в составе сульфат-ионов и ионов кальция. Сумма поглощенных оснований субстрата изученных техногенных экотопов изменяется в пределах 4,35–23,60 мгэкв/100 г породы. Наименьшие значения зафиксированы в субстратах отвалов Никитовского

ртутного комбината, Енакиевского металлургического завода и шламовых отвалов Донецкого металлургического завода. Наибольшие значения суммы поглощенных оснований наблюдались на территории Авдеевского коксохимического завода, что подтверждается наличием на территории завода сформированных растительных сообществ.

Ключевые слова: эдафотоп, рН, засоление, техногенный экотоп

На сьогоднішній день антропогенна трансформація навколишнього середовища як в Україні, так і в світі, сягла загрозливих величин. У зв'язку зі збільшенням промислового виробництва у світі кількість техногенно порушених земель зростає з кожним роком. На місці природних екосистем виникають техногенно змінені екотопи, в яких відбуваються катастрофічні зміни рослинного і ґрунтового покривів.

Під техногенно порушеними землями розуміємо ті землі, які втратили свою господарську цінність і є джерелом негативного впливу на оточуюче середовище у зв'язку з порушенням ґрунтового і рослинного покривів [НЛУКНОВ, КНАРКНОТА, ПРОКНОРОВА, АНУРОВА, 2010]. Різноманітність таких земель потребує якоїсь уніфікованої класифікації – так, ми в своїх дослідженнях підтримуємо класифікації та поділення на дві категорії – первинні, в яких формування рослин відбувається на абсолютно новому субстраті та вторинні, де рослини формують свої популяції на вже існуючому субстраті [НЛУКНОВ, КНАРКНОТА, ПРОКНОРОВА, АНУРОВА, 2010]. До першого типу екотопів відносять відвали вугільних шахт, шлакові відвали, золівідвали, кар'єрно-відвальні комплекси тощо. До другого типу відносять території промділянок підприємств, залізничні насипи та урбаноекотопи.

Слід зазначити, що якщо природні ландшафти є природно-історичним утворенням, що сформувався під дією факторів географічного середовища, то техногенний характеризується високим ступенем порушення взаємозв'язків всіх факторів. Згідно з профільно-генетичною класифікацією ґрунтів техногенних ландшафтів, розробленою лабораторією рекультивации ґрунтів Інституту ґрунтознавства і агрохімії СО РАН виділені 4 типи ембріоземів, тобто субстратів, на яких поселяються рослини – ініціальний, органо-аккумулятивний, дерновий і гумусово-аккумулятивний [АНДРОКНАНОВ, КУРАСНЕВ, 2010]. Оскільки поверхня техногенних ландшафтів в будь-який час представлена ґрунтовым покривом з набором різних ембріоземів, то загальний ґрунтово-екологічний стан техногенного ландшафту може бути охарактеризовано співвідношенням площ, зайнятих тим чи іншим типом ґрунтів.

Первинне ґрунтоутворення в умовах відвалів вугільних шахт Донбасу було досліджено ще у 50-х роках минулого століття [РОРА, 2010]. Співробітниками Донецького ботанічного саду НАН України дослідження рослин паралельно з вивченням умов субстрату, на яких вони оселяються, було розпочато ще у 1964 році. Більшість досліджень було пов'язано з проведенням рекультивацийних робіт, направлених на створення стійкого рослинного покриву поверхні відвалів [КОНДРАТУК, ТАРАВРИН, ВАКЛАНОВ et al., 1980]. Вивчення умов субстрату в умовах відвалів вугільних шахт є невід'ємною частиною будь-яких робіт з фіторекультивации техногенних земель як комплексу заходів, що направлені на поліпшення і створення родючих рекультивованих земель за допомогою вирощування трав'янистих, деревних та чагарникових меліоративних культур [НЛУКНОВ, КНАРКНОТА, ПРОКНОРОВА, АНУРОВА, 2010]. Підбір таких рослин повинен проводитись з урахуванням агрохімічної характеристики субстрату, а саме гранулометричного складу, показників рН, засолення, катіонно-аніонного складу, кількості елементів мінерального живлення.

Вченими Донецького ботанічного саду НАН України було описано три стадії розвитку едафотопів ґрунтів: окислення (з високим значенням рН та вмістом токсичних солей), вимивання (зі зниженням значень рН та засолення) та масового поселення рослин [КОНДРАТУК, ТАРАВРИН, ВАКЛАНОВ et al., 1980]. Згідно цієї класифікації було

розроблено спеціальний документ-стандарт, затверджений Міністерством вугільної промисловості України, де запропоновано широкий асортимент рослин для озеленення [PRAVILA, 2007], що враховує всі попередні нароби вчених.

Якщо у минулому більшість досліджень стосувалось вивчення природних ґрунтів, то в останні роки все більше уваги приділяється дослідженню антропогенних ґрунтів у зв'язку зі збільшенням антропогенного навантаження. Загальновідомий той факт, що в останній час знайти природні ґрунти практично неможливо [VOLUNGEVIČIUS, SCORUPSKAS, 2011]. Багато з дослідників наголошують на тому, що відмінність антропогенних від природних ґрунтів полягає у горизонтальних та вертикальних змінах основних властивостей (структури, кольору, складу гумуса, рН, вологості та ін.) [CHARZYNSKI, HULISZ, BENDAREK, 2013]. Вивчаючи умови едафотопів техногенно порушених земель у світі, вчені намагаються не тільки провести моніторингові дослідження, але й намітити певні закономірності та спрогнозувати подальші тенденції [DAWKOWSKA-NASKRET, DYMINSKA, 1996, МАКНОНИНА, 2003, НЛЕВОВА, 2007, DVURECHENSKIY, 2007, UZBEK, НАЛАНАН, 2008, SZALAI, SZABO, ZBORAY, 2012].

В той же час багато досліджень умов субстрату пов'язані з проведенням фіторекультивацийних робіт не тільки в Україні, але і в ряді промислово розвинених країн [BENDER, 1995, USAROWICZ, 2011, БІОЛОГІЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ..., 2012, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ..., 2011].

Автором теж накопичений певний досвід щодо вивчення умов едафотопів техногенно порушених земель, в більшості випадків відвалів вугільних шахт [SETT, 2002, ТОРОКНОВА, АНУРОВА, 2008; АНУРОВА, ТОРОКНОВА, 2009, АНУРОВА, 2009; НЛУКНОВ, КНАРКНОТА, ПРОКНОРОВА, АНУРОВА, 2012; АНУРОВА, ПРОКНОРОВА, 2014]. Більшість досліджень стосувалися вивчення умов едафотопів відвалів вугільних шахт.

Метою досліджень було проведення порівняльного аналізу розвитку едафотопу техногенних екотопів різних типів, включаючи промділянки заводів, крейдяні відвали, мергельні кар'єри, відвали скриші, золівідвали, відвали центральних збагачувальних фабрик.

Матеріали та методи досліджень

Відбір проб ґрунтів, агрохімічні дослідження показників, що визначають фітотоксичність ґрунтів проводились за Дестами загальноприйнятими в агрохімії методами [АНРОХІМІЯ, 1975; АРИНУШКІНА, 1970; РОСНУ, МЕТОДУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ..., 1985; РОСНУ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ..., 1985].

Дослідження едафотопів проводилось на території промділянок потужних заводів, а саме: Єнакієвського металургійного (ЄМЗ), Макіївського коксохімічного, Донецького металургійного; відвалах Микитівського ртутного комбінату, відвалі центрально-збагачувальної фабрики (Добропільський район), шламових відвалах Донецького металургійного заводу, а також на мергельному кар'єрі «Основний» (Донецька обл.).

Результати досліджень

Екологічні умови техногенних екотопів відрізняються великою різноманітністю і специфічністю. Інтервал коливань умов субстратів теж дуже широкий – від фітопридатних до фітотоксичних, непридатних для зростання рослин. Враховуючи проведені впродовж багатьох років флористичні, геоботанічні та агрохімічні дослідження техногенно порушених земель, нами були визначені основні положення фітоадаптивної типізації техногенних екотопів та запропоновано узагальнену блок-схему, згідно якої виділені неадаптивні, вузькоадаптивні, обмеженоадаптивні та широкоадаптивні екотопи [НЛУКНОВ, КНАРКНОТА, ПРОКНОРОВА, АНУРОВА, 2012].

Згідно з розробленою нами фітоадаптивною типізацією на неадаптивних екотопах, представлених шламовими накопичувачами, хвостосховищами, судинні рослини відсутні чи представлені поодинокими екземплярами. Для вузькоадаптивних екотопів (екотопи відвали вугільних шахт, мергельні, крейдові кар'єри, шлакові відвали металургійних заводів) характерні антропоотолерантні евриотопні піонерні види, рослини з вузькою екологічною амплітудою. Наприклад, на шлакових відвалах металургійних заводів, «свіжих» вугільних відвалах флора та рослинність, як правило не стабілізовані. Більш-менш стійкі зарості утворюють *Gypsophila paulii* Klokov, *G. scorzoneriifolia* Ser., *G. perfoliata* L., вказуючи на підвищене засолення та бідність субстрату. Крім того, найбільш поширені в таких умовах види: *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC., *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz, *Reseda lutea* L., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Kali tamariscina* (Pall.) Akhani & E.H. Roalson тощо. Обмежено адаптивні екотопи (промділянки підприємств, золівідвали, відвали вугільних шахт на стадії вимивання) частіше за все заростають такими видами як *Amaranthus blitoides* S. Watson, *A. retroflexus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Senecio vernalis* L., *Reseda lutea* L., *Plantago lanceolata* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Cardaria draba* (L.) Desv. та інші. На широкоадаптивних екотопах, де умови є достатньо сприятливими для зростання рослин (наприклад, старі відвали вугільних шахт), виділяються різні асоціації з переважанням *Polygonum aviculare* L., *Atriplex patula* L., *Picris hieracioides* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Artemisia absinthium* L., *Cichorium intybus* L., майже чисті зарості *Elytrigia repens* (L.) Nevski та *Ambrosia artemisiifolia* L. [HUKHOV, KHARKHOTA, PROKHOROVA, ANUROVA, 2012].

Як показали наші попередні дослідження, на прикладі різномантних відвалів вугільних шахт було доведено, що найбільш важливими індикаторами придатності для зростання рослин є значення рН, ступінь засолення, катіонно-аніонний та гранулометричний склад. Як сильнолужна, так і сильнокисла реакції середовища можуть негативно впливати на розвиток рослин та процес ґрунтоутворення в цілому. Сильнолужна реакція значно знижує рухливість та доступність для рослин поживних речовин. Навпаки, при надмірному засоленні субстрату, особливо відвалів вугільних шахт, поселення рослин може бути сповільнене і навіть припинене.

Вивчення агрохімічних показників саме в техногенних екотопах важливо для наступних цілей: для моніторингу умов, для оцінювання придатності для зростання рослин та проведення рекультиваційних робіт та складання асортименту рослин, придатних для озеленення та прогнозування подальших змін. При проведенні досліджень на відвалах вугільних шахт Донбасу було доведено, що за катіонно-аніонним складом, значенням рН та гранулометричним складом більшість відвалів знаходяться на стадії масового поселення рослин за класифікацією, розробленою співробітниками Донецького ботанічного саду НАН України [KONDRATYUK, TARABRIN, BAKLANOV et al., 1980]. Нашими дослідженнями встановлено, що відвали вугільних шахт є досить гетерогенними утвореннями, тому на їх території зустрічаються досить різнорідні ділянки. Навіть на території одного відвалу є ділянки як з повністю безжиттєвим субстратом, так і з практично повністю сформованим рослинним покривом [ANUROVA, 2009].

Невивченість агрохімічних умов первинних екотопів, зокрема промислових ділянок заводів Донбасу, дала поштовх для проведення таких досліджень, що дозволило встановити певні закономірності щодо токсичності умов, зміни різних показників та виявлення схожих та відмінних рис цих субстратів з едафотопами відвалів вугільних шахт.

У порівнянні з відвалами вугільних шахт для промислових ділянок заводів характерна сильнолужна чи лужна реакція середовища, що в більшості випадків стає однією з головних причин для погіршення розвитку рослин на такому субстраті. Крім

того, відмінність у порівнянні з едафотопами відвалів вугільних шахт та відвалів центрально-збагачувальних фабрик, полягає у незмінності цих показників на території всього техногенного екотопу (рис. 1).

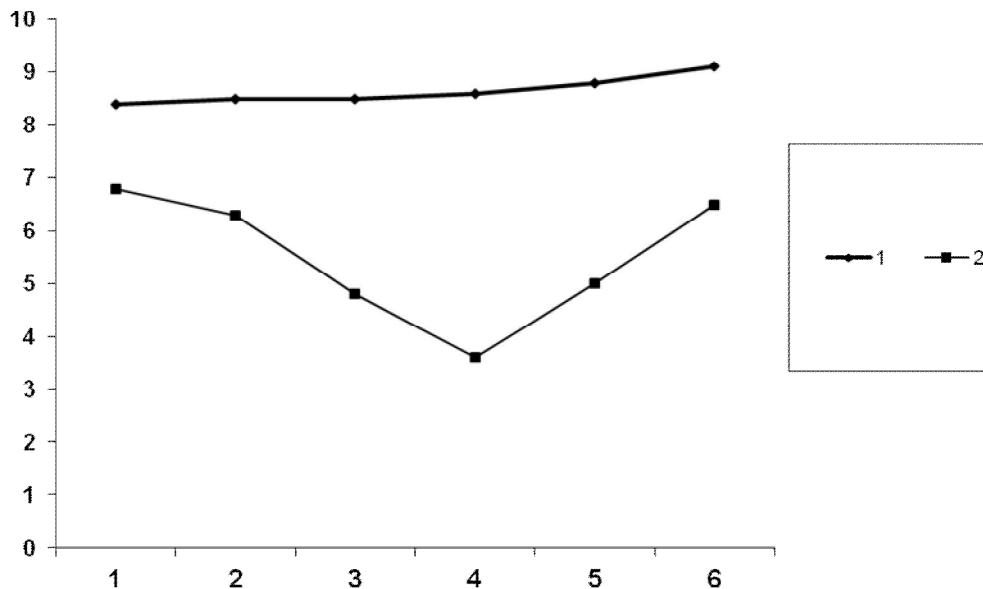


Рис.1. Зміни показників рН поверхневого шару едафотопів в техногенних екотопах:
 по осі абсцис – місце відбору зразків ґрунту; по осі ординат – значення рН 1 – промдільнянки
 Донецького металургійного заводу (місця відбору)-
 1 – територія мартенівського цеху; 2 – коксовий цех; 3 – доменний цех; 4 – залізничні шляхи; 5 –
 місцезростання популяцій *Gypsophila scorzonifolia* Ser.; 6 – зарослі схили
 2 – відвал центральної збагачувальної фабрики (1 – східна експозиція, поодинокі рослини; 2 –
 східна експозиція, відсутність рослин; 3 – західний схил, зарості; 4 – західний схил, без рослин; 5 –
 південний схил, окремі особини рослин; 6 – північна експозиція).

Fig.1. Changes in the pH of the surface layer of the edaphotope of technogenic ecotopes:
 X – the place of sampling of the substrate; Y – pH
 1 – the industrial site of the Donetsk Metallurgical plant (sampling of the substrate) –
 1 – the territory of open-hearth plant; 2 – coke plant; 3 – blast-furnace plant; 4 – railroad tracks; 5 –
 growth of the populations of *Gypsophila scorzonifolia* Ser.; 6 – overgrown slopes
 2 – dump of the Central obage fabric (1 – eastern exposure, single plants; 2 – eastern exposure, lack of
 plants; 3 – the western slope, overgrown; 4 – the western slope, lack of plants; 5 – the southern slope, some
 individuals of plants; 6 – Northern Exposure).

Практична незмінність показників рН едафотопів на території Донецького металургійного заводу ще раз підтверджує його вторинність, але ж такі високі показники, в більшості випадків більше восьми, не тільки унеможливають проникнення та розповсюдження багатьох рослин, але й в цілому негативно впливає на процес ґрунтоутворення. Показники рН субстрату на відвалі центральнозбагачувальної фабрики відображають загальні тенденції щодо цього показника на відвалах вугільних шахт, а саме зміни від сильно до слабкокислої реакції, що є результатом багатьох факторів: крутизни схилів, постійною відсипкою породи (у випадку діючої шахти), різноманітністю екологічних умов тощо.

Водна витяжка дає інформацію відносно вмісту в ґрунті і будь-якому іншому субстраті водорозчинних речовин. Сухий чи щільний осад водної витяжки дає приблизну уяву про загальний вміст в ґрунті розчинних у воді органічних і мінеральних сполук. Крім того, для зростання рослин в агрохімічному відношенні має велике значення ступінь засолення, вміст сухого залишку і катіонно-аніонний склад.

Незасолені ґрунти характеризуються величиною сухого залишку у межах 0,01–0,30 %, засолені – перевищують значення 0,30 %. Негативний вплив на зростання рослин чинить не тільки кількісний вміст легкорозчинних солей, але і їх якісний склад.

Щодо загальної засоленості субстрату промділянок спостерігаються схожі тенденції, як і у випадку з рН водної витяжки, а саме практична незмінність цього показника вздовж всього екотопу на відміну від едафотопів відвалів вугільних шахт центрально-збагачувальних фабрик, де засолення, як правило, варіює в широких межах (рис. 2).

При вивченні різноманітних техногенних екотопів виявлено, що в багатьох випадках, незважаючи на сильнолужну реакцію середовища, відсутність засолення, достатньо великий час з моменту відсіпки відвалів, близькість до осередків природної рослинності, відсутність схилової поверхні можуть забезпечувати проникнення рослин та утворення популяцій.

Для кар'єрів характерні специфічні петрофільні види рослин, які властиві природним відслоненням. Наприклад, кар'єри, де проводилась розробка мергеля, з часом заростають степовими, петрофітними видами рослин, з високою часткою рідкісних, охороняємих, ендемічних видів рослин родів *Thymus*, *Festuca*, *Elytrigia*, *Astragalus*, *Salvia*, *Jurinea* та інші [НЛУКНОВ, КНАРКНОТА, ПРОКНОРОВА, АНУРОВА, 2012]. На мергельному кар'єрі «Основний» сильнолужна реакція середовища не перешкоджає флористичному різноманіттю на ньому (рис. 3).

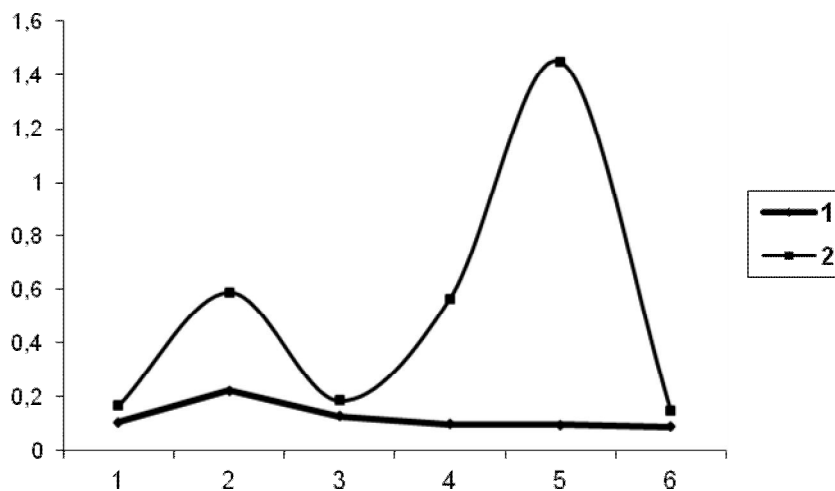


Рис.2. Зміна загальної кількості солей поверхневого шару едафотопу в техногенних екотопах: по осі абсцис – місце відбору зразків ґрунту; по осі ординат – кількість солей, г/100 г субстрата. Позначки як на рис.1.

Fig.2. Changes in the total amount of salts in the surface layer of the edaphotope of technogenic ecotopes: X – the place of sampling substrate; Y – the amount of salts, g / 100 g of the substratum. Symbols like in Figure 1.

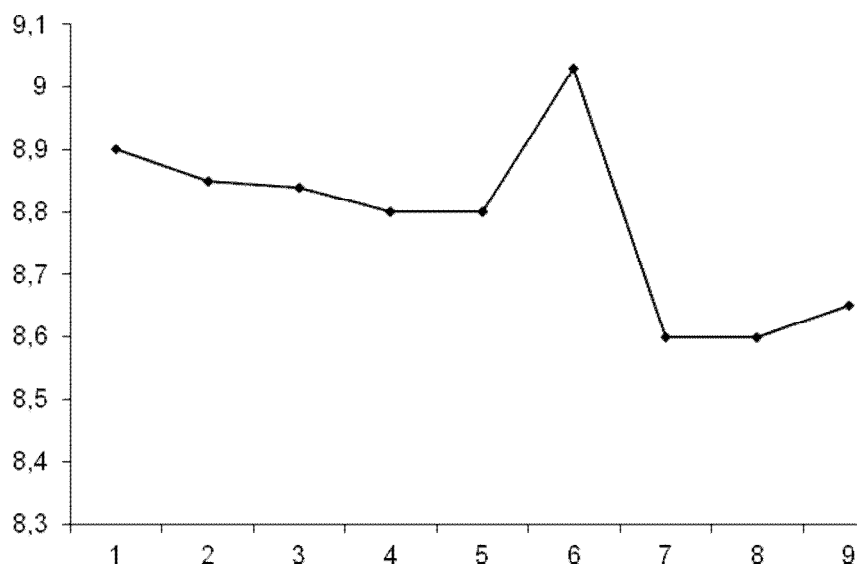


Рис.3. Значення реакції середовища субстратів з різних ділянок мергельного кар'єру:
по осі абсцис – місце відбору зразків субстрату;
по осі ординат – значення рН

місця відбору: 1 – місцезростання рудеральних рослин; 2 – місцезростання популяцій рідкісних видів рослин; 3 – вершини насипів без рослин; 4 – кам'янисті ділянки; 5 – схили, східна експозиція; 6 – зростання *Hedysarum grandiflorum*; 7 – популяції сорнорудеральних рослин; 8 – популяції видів роду *Stipa*; 9 – деревна рослинність.

Fig.3. The values of the reaction medium of the substrates with different parts of the marl quarry:
X - place of sampling substrate;

Y - pH

seat selection: 1 – the locus of ruderal plants; 2 – the locus of populations of rare species of plants; 3 – the top of the embankment, without plants; 4 – the rocky areas; 5 – the slopes, eastern exposure; 6 – vegetation populations of the *Hedysarum grandiflorum*; 7 – the populations of the ruderal plants; 8 – the population of species *Stipa*; 9 – woody vegetation.

Ще до однієї важливої агрохімічної характеристики ґрунтів відносять механічний (гранулометричний) склад, що чинить істотний вплив на водно-фізичні, фізико-механічні, повітряні, теплові властивості, поглинаючу здатність, накопичення у ґрунті гумусу, зольних елементів і азоту, а також на поселення і зростання рослин.

Як показали попередні дослідження, на відвалах вугільних шахт домінуючими часто є хрящуваті і кам'янисті фракції. Навіть на найбільш старих відвалах фракції менше 1 мм рідко перевищують 30%. Для корневих систем рослин найбільш важливим є наявність більшої кількості дрібнозему (частинки менше 1 мм), оскільки саме вони визначають майже всі властивості субстратів – водні, повітряні тощо. Незважаючи на зменшення кам'янистої частини з часом все одно переважання цієї частини спостерігається на деяких ділянках навіть старих відвалів.

Порівняння гранулометричного складу субстратів відвалів вугільних шахт, центрально-збагачувальних фабрик та промислових ділянок заводів наведено на рис.4.

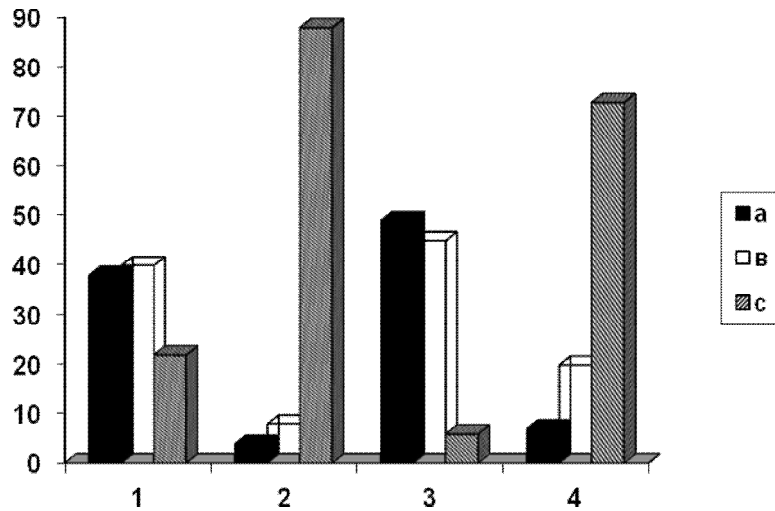


Рис.4. Зміна гранулометричного складу субстрату різних техногенних екотопів, де а – каміння; б – гравій, с – дрібнозем по осі абсцис – місце відбору зразків субстрату (1 – відвал вугільної шахти, 2 – золовідвал, 3 – відвал центрально-збагачувальної фабрики, 4 – промислова ділянка заводу) по осі ординат – процент участі кожної фракції від загальної кількості.

Fig.4. Changing the size distribution of the substrate of the different technogenic ecotopes, where a – stones; b – gravel, c – fine earth X – the place of sampling substrate (1 – dump coal mine, 2 – ash dump, 3 – dump of the Central obage fabric, 4 – industrial site of the plant) Y – the percentage of participation of each fraction.

Важливою властивістю, як ґрунтів, так і техногенних екотопів, є їх обмінна поглинальна здатність. З поглинальною здатністю пов'язані найважливіші особливості ґрунтоутворювального процесу і багато властивостей, що визначають родючість ґрунтів. Обмінні катіони – одні з безпосередніх джерел елементів мінерального живлення, у складі обмінних катіонів всіх ґрунтів присутні кальцій і магній. Склад обмінних катіонів має великий вплив на властивості ґрунту і умови зростання рослин. Поглинальна здатність ґрунтів обумовлює напрямок ґрунтових процесів і відіграє важливу роль у кореновому живленні рослин. У зв'язку з цим вміст обмінних катіонів у субстраті, а також їх склад вважаються важливими показниками хімічних властивостей ґрунту.

В результаті раніш проведених досліджень [ТОРОКНОВА, АНУРОВА, 2008] було вивчено поглинальну здатність породи відвалів вугільних шахт, скриші, відходів виробництва будівельних матеріалів та встановлено варіювання показника суми поглинених основ у межах від 2,7 до 17,3 мгекв / 100 г, значно понижену порівняно з контролем. Шлами золовідвалів відрізнялись більш високою ємністю поглинання і відсутністю гідролітичної кислотності. В субстратах всіх досліджуваних відвалів в поглинальному комплексі переважали катіони Ca^{2+} . Для промислових ділянок заводів також проводилось вивчення поглинальної здатності ґрунтів і встановлено збільшення суми поглинених основ у порівнянні з відвалами вугільних шахт та відвалами ртутного комбінату.

Узагальнюючі дані щодо вивчення таких агрохімічних показників як рН, тип та ступінь засолення, властивостей ґрунтового поглинального комплексу промислових ділянок найбільш потужних у Донецькій області заводів, шламових відвалів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна узагальнююча характеристика субстратів техногенних екотопів

Table 1

Agrochemical generalized characteristic of the substrates of the technogenic ecotopes

Назва техногенного екотопу	Місце відбору зразку (експозиція, зв'язок з рослинами)	Основні агрохімічні показники (реакція середовища/ступінь засолення/тип засолення за катіонами/за аніонами)	Обмінна поглинальна здатність (сума поглине-них основ (мгекв/100 г)/поглинені основи (Ca, Mg)
шламові відвали Донецького металургійного заводу	вершина, відсутність рослин	сильнолужна (9,5)/незасолена/хлоридний/магнієво-кальцієвий	5,93/3,37/2,00
шламові відвали Донецького металургійного заводу	схили, практична відсутність рослин	сильнолужна (8,75)/незасолена/хлоридно-сульфатний/магнієво-кальцієвий	6,81/4,75/1,50
Авдіївський коксохімічний завод, промислові ділянки	територія навколо цехів	лужна (8,50)/незасолена/хлоридно-сульфатний/магнієво-кальцієвий	23,60/19,00/3,50
	територія ремонтно-механічного цеху	лужна (7,99)/незасолена/хлоридно-сульфатний/магнієво-кальцієвий	20,17/15,00/3,50
	територія уловлювання сірчаної кислоти	лужна (8,21)/незасолена/хлоридно-сульфатний/магнієво-кальцієвий	22,00/18,00/3,10
	територія заводу, місцезростання рослин	лужна (8,11)/незасолена/хлоридно-сульфатний/магнієво-кальцієвий	21,30/17,50/2,50
Макіївський коксохімічний завод	популяції рудеральних рослин	лужна (7,82)/незасолена/хлоридно-сульфатний/магнієво-кальцієвий	22,80/17,80/3,30
	популяції злаків	лужна (7,92)/незасолена/сульфатний/магнієво-кальцієвий	23,60/18,50/3,10
Єнакіївський металургійний завод	територія промділянок заводу	сильнолужна (9,42)/незасолена/сульфатний/магнієво-кальцієвий	9,25/5,50/3,00
Микитівський ртутний комбінат, відвали	територія відвалів, відсутність рослин	дуже сильнокисла (3,96)/сильно-засолена/хлоридний/натрієвий	9,77/1,75/0,50
	схили, поодинокі рослини	нейтральна (6,52)/незасолена/хлоридний/натрієвий	12,75/7,80/4,10
	голий субстрат	слабокисла (5,45)/слабко-засолена/хлоридний/натрієвий	4,35/3,00/0,70

Висновки

Проведений порівняльний аналіз деяких агрохімічних показників субстратів промислових ділянок з едафотопами відвалів центрально-збагачувальних фабрик і відвалів вугільних шахт дозволив намітити певні закономірності. Для всіх промділянок металургійних та коксохімічних заводів та шламових відвалів є характерною лужна та сильнолужна реакція середовища, що є практично незмінною на території всього екотопу. За цим показником найбільш несприятливі умови склались на території Єнакіївського металургійного заводу та шламових відвалів ДМЗ. Саме сильнолужна

реакція середовища у більшості випадків є лімітуючим фактором для зростання рослин, а при підборі рослин для озеленення слід враховувати цю особливість таких техногенних екотопів.

Аналіз типу та ступеня засолення показав відсутність засолення усіх вивчених зразків з переважанням у складі сульфат-іонів та іонів кальція. Найбільш гетерогенні умови складаються на відвалах Микитівського ртутного комбінату, де значення як рН, так і вмісту солей змінюються в широких межах.

Сума поглинених основ субстрату вивчених техногенних екотопів змінюється в межах від 4,35–23,60 мгекв/100 г породи. Найменші значення спостерігаються у субстратах відвалів Микитівського ртутного комбінату, Єнакіївського металургійного заводу та шламових відвалів Донецького металургійного заводу. Найбільші значення суми поглинених основ спостерігались на території Авдіївського коксохімічного заводу, що підтверджується навістю на території заводу сформованих рослинних угруповань. Низька поглинальна активність, сильнолужна реакція середовища, безструктурність та переважання кам'янистої фракції субстратів шламових відвалів гальмують розвиток і поселення рослин на них.

References

- АНРОКХІМІЯ / pod red. P.M. Smirnova i V.A. Peterburgskoho (1975). Moscow: Kolos. 572 p. [АГРОХИМИЯ / Под ред. П. М. Смирнова и В. А. Петербургского (1975). Москва: Колос, 1975. 572 с.]
- АНУРОВА І.В., ТОРОКНОВА О.Н. (2009). *Zbirnyk naukovykh prats Luhans. ahrar.un-tu.*: 170-176. [АГУРОВА И.В., ТОРОХОВА О.Н. (2009). Состояние эдафотопы и растительного покрова на отвалах угольных шахт Донбасса. *Збірник наукових праць Луган.націон.аграр.ун-ту.* Вип.8: 12 - 16]
- АНУРОВА І.В. (2009). *Probl.ecol.ta ohorony prir.technog.reg.*: 150-158. [АГУРОВА И.В. (2009). Особенности развития эдафотопов в условиях отвалов угольных шахт Донбасу. *Пробл.екол.та охорони прир.техног.рег.*: 150-158]
- АНУРОВА І.В., ПРОКНОРОВА С.І. (2014). *Chornom. botan. zhurn.*, **10** (2): 249-262. [АГУРОВА И.В., ПРОХОРОВА С.И. (2014). Мониторинг stanu рослинного покрыву техногенных земель: популяційний та морфологічний аспекти. *Чорном. ботан. журн.*, **10** (2): 249-262]
- АНДРОКХАНОВ В.А., КУРАЧЕВ В.М. (2010). *Pochvenno-ekolohycheskoe sostoyanie tekhnohennikh landshaftov: dinamika i otsenki.* Novosybirsk: Izd. SO Ran. 224 p. [АНДРОХАНОВ В.А., КУРАЧЕВ В.М. (2010). Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 224 с.]
- АРИНУШКИНА Е.В. (1970). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv.* Moskow: Izd. Mosk.un-ta. 487 p. [АРИНУШКИНА Е.В. (1970). Руководство по химическому анализу почв. Москва: Изд. Моск.ун-та. 487 с.]
- BENDER J. (1995). Reclamation of post-mining areas in Poland. *Zesz.Probl.Post.Nauk Roln.*, 418: 75-86.
- БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И МОНИТОРИНГ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ: МАТЕРИАЛЫ IX ВСЕРОС. КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ (2012). Екатеринбург: Изд. Уралокого ун-та . 380 p. [БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И МОНИТОРИНГ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ: МАТЕРИАЛЫ IX ВСЕРОС. НАУЧ. КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОД. УЧАСТИЕМ (2012). Екатеринбург: изд-во урал. ун-та. – 380 с.]
- CHARZYNSKI P., HULISZ P., BENDAREK R. (2013). *Technogenic soils of Poland.* Torun: Polish society of soil science. 358 p.
- DAWKOWSKA-NASKRET H., DYMINSKA M. (1996). Contents and forms of microelements in soils adjacent to Cement Lime Kujawy. *Zesz.Probl.Post.Nauk Roln.* 434.2: 855-860.
- ДВУРЕЧЕНСКИЙ В.Г. (2007). *V Biolohicheskaya rekultivatsiya i monitorinh narushennykh zemel. Materialy Mezhdun. konferentsii.* Ekaterinburh: Izd. Uralskoho un-ta: 185-192. [ДВУРЕЧЕНСКИЙ В.Г. (2007). Особенности содержания гумуса в эмбриоземах техногенных ландшафтов Кузбасса. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Матер. Междунар.науч.конф. Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та: 185-192]
- ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОПЫТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ ЗЕМЕЛЬ (2011). Екатеринбург: Изд. Уралокого ун-та . 268 p. [ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОПЫТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ ЗЕМЕЛЬ (2011). Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та.268 с.]
- ГЛЕБОВА О.И. (2007). *V Biolohicheskaya rekultivatsiya i monitorinh narushennykh zemel. Mat-ly Mezhdun. konferentsii.* Ekaterinburh: Izd. Uralskoho un-ta: 168-178. [ГЛЕБОВА О.И. (2007). Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса. Биологическая

рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Матер. Междунар.науч.конф. Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та: 168-178]

- HLUKHOV A.Z., KHARKHOTA A.I., PROKHOROVA S.I., AHUROVA I.V. (2010). *Ekolohiya ta noosferolohiya*. (3–4): 50-56. [ГЛУХОВ А.З., ХАРХОТА А.И., ПРОХОРОВА С.И., АГУРОВА И.В. (2010). Теоритические предпосылки популяционного мониторинга фиторекультивации техногенных земель. *Екологія та ноосферологія*, (3–4): 50-56]
- HLUKHOV O.Z., KHARKHOTA G.I., PROKHOROVA S.I., AGUROVA I.V. (2012). *Promyshlennaya botanika*. Вур. 12: 3-11. [ГЛУХОВ А.З., ХАРХОТА А.И., ПРОХОРОВА С.И., АГУРОВА И.В. Фитоадаптивная типизация техногенных экотопов. *Промышленная ботаника*, 12: 3-11]
- KONDRATYUK E.N., TARABRIN V.P., BAKLANOV V.I. et al. (1980). *Promyshlennaya botanika*. Kiev.: Nauk.dumka. 260 p. [КОНДРАТЮК Е.Н., ТАРАБРИН В. П., БАКЛАНОВ В.И. и др. (1980). *Промышленная ботаника*, Киев: Наук. думка. 260 с.]
- МАХОНИНА Н.И. V Biologicheskaja rekultivatsiia i monitorinh narushennykh zemel. Mat-ly mezhdun. konferentsii. Ekaterinburh: Izd. Uralskoho un-ta: 311-323. [МАХОНИНА Г.И. (2003). Свойств пород промышленных отвалов Урала и их пригодность для биологической рекультивации. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Матер. Междунар.науч.конф. Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та: 311-323]
- ПОСНВУ. Metody opredeleniia kationno-anionnoho sostava vodnoi vytiashki. Host 26423-85–26428-85 (1985). Moscow: Izd. standartov. 39 p. [ПОСВУ. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки. ГОСТ 26423-85 – 26428-85 (1985). Москва: Изд. стандартов. 39 с.]
- ПОСНВУ. Opredeleniie pH solevoi vytiashki, obmennoi kislotnosti, obmennykh kationov, sodержaniia nitratov, obmennoho ammoniia i podvizhnoi sery metodami Tsinao. Host 26483-85 – 26490-85 (1985). Moscow: Izd. standartov. 46 p. [ПОСВУ. Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО.ГОСТ 26483-85–26490-85 (1985). Москва: Изд. стандартов. 46 с.]
- ПОПА Ю.М. (2010). *Hruntovnavstvo*, 11 (1-2): 66-2. [ПОПА Ю.М. (2010). Особливості первинного ґрунтоутворення на поверхні териконів вугільних шахт Донбасу. *Ґрунтознавство*, 11 (1-2): 66-72]
- PRAVILA provedennia biologichnoi rekultivatsii porodnykh vidvaliv vuhilnyh shakht Ukrainy (2007). Kyiv: Minvuhleprom Ukrainy. 30 p. [ПРАВИЛА проведення біологічної рекультивациі породних відвалів вугільних шахт України (2007). Київ: Мінвуглепром України. 30 с.]
- СЕТТ І.В. (АГУРОВА І.В.) (2002). *Promyslova botanika*. Вур. 2: 218-221. [СЕТТ І.В. (2002). До вивчення агрохімічних властивостей едафотопу та щільності популяцій на териконниках Донбасу. *Промислова ботаника*. Вип. 2: 218-221]
- SZALAI Z., SZABO M., ZBORAY N. etc. (2012). Relationship between ecological indicators and soil properties (in case of a wetland). *Hungarian Geographical Bulletin*, 61 (3): 187-196.
- ТОРОХОВА О.Н., АГУРОВА І.В. (2008). *Promyslova botanika*, 8: 12-16. [ТОРОХОВА О.Н., АГУРОВА И.В. (2008). Оценка пригодности пород промышленных отвалов Донбасса для произрастания растений. *Промислова ботаника*, 8: 12-16]
- UZAROWICZ L. (2011). Technogenic soils developed on mine spoils containing iron sulfides in select abandoned industrial sites: Environmental hazards and reclamatiom possibilities. *Pol.J.Environment. Stud.*, 20: 771-782.
- УЗБЕК І.КН., ГАЛАГАН Т.І. (2008). *Ґрунтознавство*, 9 (1-2): 73-78. [УЗБЕК І.Х., ГАЛАГАН Т.І. (2008). Едафотопи техногенних ландшафтів як біокосні підсистеми. *Ґрунтознавство*, 9 (1-2): 73-78]
- VOLUNGEVIČIUS J., SCORUPSKAS R. (2011). Classification of anthropogenic soil transformation. *Geologija*, 53 (4): 165-177.

Рекомендує до друку
М.Ф. Бойко

Отримано 06.12.2015

Адреса автора:

І.В. Агурова
Інститут еволюційної екології НАН України
вул. академіка Лебедева, 37
Київ, 03143
Україна
e-mail: ir.agur@i.ua
ir.agur@mail.ru

Author's address:

I.V. Ahurova
Institute for evolutionary ecology of the National
Academy of Sciences of Ukraine
37, Academician Lebedev's str.
Kyiv, 03143
Ukraine
e-mail: ir.agur@i.ua
ir.agur@mail.ru