

**БІОІНДИКАЦІЯ «НУЛЬ-МОМЕНТУ» ҐРУНТОУТВОРЕННЯ**

**С.Ю. Булигін,**  
доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
(м. Київ, Україна)  
e-mail: [s.bulygin@ukr.net](mailto:s.bulygin@ukr.net); ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-1525-595X](https://orcid.org/0000-0002-1525-595X)

**С.В. Вітвіцький,**  
кандидат сільськогосподарських наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
(м. Київ, Україна)  
e-mail: [slavavit@ukr.net](mailto:slavavit@ukr.net); ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-6856-3817](https://orcid.org/0000-0002-6856-3817)

**Л.І. Кучер,**  
кандидат сільськогосподарських наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
(м. Київ, Україна)  
e-mail: [lora\\_kucher@ukr.net](mailto:lora_kucher@ukr.net); ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-7211-693X](https://orcid.org/0000-0002-7211-693X)

**Д.О. Антонюк,**  
аспірант, Національний університет біоресурсів і природокористування України  
(м. Київ, Україна)  
e-mail: [dmitry@antonyuk.org](mailto:dmitry@antonyuk.org); ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-5554-5724](https://orcid.org/0000-0002-5554-5724)

**М.І. Чайка,**  
доктор сільськогосподарських наук  
Харківський державний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

Метою дослідження було визначити «нульовий момент» з точки зору розподілу за розмірами частинок різновікових відвалів гірських порід шахт Донбасу, їх режиму живлення, заростання ґрунтових водоростей. Для визначення видового складу ґрунтових водоростей були відібрані ранні зразки з 5 різновікових відвалів гірських порід таких шахт: «Південно-Донбаська-1», «Південно-Донбаська-3» (зберігання гірських порід не більше 45 років); шахти №5 «Західне», «Трудівська» №5 — біс, «Щурівка-1» (зберігання понад 100 років). Видовий склад ґрунтових водоростей та їх кількісний облік визначали відповідно до детермінант і методів, загальноприйнятих у ґрунтових та алгологічних дослідженнях: мікроскопія свіжовибраних ґрунтових, культурних методів, з яких переважними були чашкові культури з агломераційними склянками на агаровому середовищі. Види водоростей визначались вітчизняними та іноземними детермінантами, форми життя — класифікацією Є. Штини, систематична будова — системою І. Костікова. Агрохімічні показники породи визначали за: рН води — ДСТУ 26483-85; перегній — ДСТУ 26213-91; нітратний азот — ДСТУ 4729; мобільний фосфор, обмінний калій — ДСТУ 4115-2002; розподіл за розмірами частинок — ДСТУ 4730:2007. Визначення гранулометричних фракцій шару породних відвалів 0–20 см шахт показує потенційне збільшення із віком відвалу дрібних фракцій та зменшення частки каменів від 84% на відвалі шахти «Південно-Донбаська-3» до 48,7% на відвалі «Щурівка-1». За вмістом дрібні фракції майже досягають кам'яної фракції у відвалі шахти №5 «Західне» (45,4% та 54,6%), і переважають у відвалі шахти «Щурівка-1». Частка фракції мулистів на всіх відвалах не висока і не перевищує 1%, що свідчить про початок процесу формування структури. Забезпеченість гірських порід досліджуваних відвалів азотом дуже низька, рухомий фосфор дуже низький і низький («Щурівка-1» та шахтне управління №5 «Західне»), обмінний калій дуже низький (<20). На поверхні смітників ми виявили 80 видів водоростей з 5 відділів, 6 класів, 17 порядків, 31 родини, 45 родів. Найменш представлені водорості з відділу Eustigmatophyta — 7 видів (8,7%), трохи більше — водорості з відділу Bacillariophyta — 10 видів (12,5%) та Xanthophyta — 12 видів (15,0%). На відвалах структура груп водоростей близька до структури фонових ґрунтів, де частка синьозелених водоростей становить 50 видів (39,1%), зелених — 40 (31,3%), жовто-зелених — 20 (15,6%), діатомових водоростей — 14 (10,9%), еустигматів — 4 (3,1%). Bracteacoccaceae і Phormidiaceae домінували в сім'ях. Домінування хлорофітів та ціанофітів свідчить про степовий процес ґрунтоутворення. Вони характеризуються високою стійкістю до несприятливих умов життя. Поява водоростей в мінеральній породі є початком ґрунтоутворення.

**Ключові слова:** альгофлора, породні відвали, гранулометричні фракції, сукцесії.

## ВСТУП

Метою дослідження було визначення «нуль-моменту» за показниками гранулометричного складу різних за віком породних відвалів шахт Донбасу, їх поживного режиму, заростання ґрунтовими водоростями. Для визначення видового складу ґрунтових водоростей були відібрані зразки з 5 різновікових породних відвалів таких шахт: «Південно-Донбаська-1», «Південно-Донбаська-3» (складування породи не більше 45 років); шахтоуправління № 5 «Західне», «Трудівська» № 5-біс, «Щурівка-1» (складування понад 100 років). Видовий склад ґрунтових водоростей, їх кількісний облік визначали за загальноприйнятими в ґрунтово-альгологічних дослідженнях визначниками і методиками: мікроскопіюванням свіжовідібраного ґрунту і культуральними методами, серед яких перевагу надавали чашковим культурам зі скельцями обростання на агаризованому середовищі Болда (ВВМ). Види водоростей визначали за вітчизняними і зарубіжними визначниками, життєвих форм — за класифікацією Е. Штини, систематичну структуру — за системою І. Костікова. Агрохімічні показники породи визначали: рН<sub>вод</sub> — ДСТУ 26483-85; гумус — ДСТУ 26213-91; нітратний азот — ДСТУ 4729; рухомий фосфор, обмінний калій — ДСТУ 4115-2002; гранулометричний склад — ДСТУ 4730:2007.

Визначення гранулометричних фракцій 0–20 см шару породних відвалів шахт показує потенційне збільшення з віком відвалу дрібних фракцій і зменшення фракції каміння із 84% на відвалі шахти «Південно-Донбаська-3» до 48,7% на відвалі шахти «Щурівка-1». За вмістом дрібні фракції майже досягають показника фракції каміння у відвалі шахтоуправління № 5 «Західне» (45,4% і 54,6%) і переважають у відвалі шахти «Щурівка-1». Частка мулистій фракції не висока, в усіх відвалах і не перевищує 1%, що вказує на початок процесу структуроутворення.

Забезпеченість породи досліджуваних відвалів азотом є дуже низькою, рухливим фосфором — дуже низька і низька («Щурівка-1» та шахтоуправління № 5 «Західне»), обмінним калієм — дуже низька (<20).

На поверхні відвалів нами виявлено 80 видів водоростей із 5 відділів, 6 класів, 17 порядків, 31 родини, 45 родів. Найменше представлені водорості з відділу *Eustigmatophyta* — 7 видів (8,7%), трохи більше — водорості з відділу *Bacillariophyta* — 10 видів (12,5%) і *Xanthophyta* — 12 видів (15,0%). У породних відвалах структура водоростевих угруповань наближається до структури фонових ґрунтів, де на

частку синьозелених водоростей припадає 50 видів (39,1%), зелених — 40 (31,3%), жовто-зелених — 20 (15,6%), діатомових — 14 (10,9%), еустигматових — 4 (3,1%). Із родин домінували *Bracteacoccaceae* і *Phormidiaceae*. Домінування представників *Chlorophyta* і *Cyanophyta* вказує на степовий процес ґрунтоутворення. Їм властива висока стійкість до несприятливих умов існування. Поява водоростей у мінеральній породі є початком ґрунтоутворення.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
І ПУБЛІКАЦІЙ

Вугільна промисловість має потужний техногенний вплив на навколишнє середовище. В результаті роботи гірничодобувної промисловості відбуваються негативні зміни в природних екосистемах, які супроводжуються частковим або повним знищенням ґрунтового і рослинного вкриття, порушенням гідрологічного режиму, забрудненням атмосфери. Тому актуальним є питання дослідження процесів відновлення ґрунтово-екологічних функцій ландшафтів, порушених гірничодобувною промисловістю, їх перетворення у ландшафти, які будуть мати високу продуктивність, значну соціальну та господарську цінність. Усі ці завдання вирішує фіторекультивация.

Донецький кам'яновугільний басейн, відкритий у 1720 р., упродовж 300 років є найбільшим індустріальним і промисловим центром України. Загальна площа басейну становить 60 тис. км<sup>2</sup> [1].

На території Українського Донбасу нараховують близько 1134 породних відвалів. Під ними зайнято 5000 га землі, що становить 0,2% від загальної території області. Сьогодні дуже гострим є питання моніторингових досліджень динаміки негативного впливу відходів вугледобувної галузі на навколишнє середовище. Обсяг викидів забруднюючих речовин природних відвалів сягає близько 70 тис. т на рік, у тому числі оксиду вуглецю — 38 тис. т, твердих часточок (у тому числі вуглецевого пилу) — понад 14 тис. т, оксидів азоту — понад 5 тис. т [2]. За добу із терикона виділяється 10 т окисів вуглецю, 1,5 т сірчистого ангідриду та значна кількість газоподібних речовин, оскільки усі відвали містять FeS<sub>2</sub> [3].

Унаслідок роботи шахтних водовідливів у гідрографічну мережу регіону скидаються високомінералізовані стічні води шахт (3,0–4,0 г/дм<sup>3</sup>, в окремих випадках до 10 г/дм<sup>3</sup> при нормативі — 1,0 г/дм<sup>3</sup>, що призводить до подальшого засолення води в природних джерелах).

Значні площі нерекультивованих земель, які з'явилися за останні десятиріччя в гірни-

чопромиловому районі, визначили особливу актуальність вивчення темпів і механізмів самозаростання техногенних відвалів гірничих порід. Закономірності становлення ґрунтів і екосистем в екстремальних умовах техногенних ландшафтів, можливості регенераційних екосистем у запобіганні екологічному впливу на суміжні землі залишаються маловивченими науковими проблемами світового масштабу [4].

На територіях, порушених відкритими гірничими роботами, рекультивация, як правило, проводиться у три етапи: перший етап — підготовчий (обстеження порушених територій); другий етап — технічна рекультивация, зокрема нанесення на поверхню родючих або потенційно родючих порід; третій етап — біологічна рекультивация (відновлення родючості порушених земель) [5; 6].

Найголовніші чинники, які обмежують можливість біологічного освоєння відвалів — це кислотність або лужність, гранулометричний склад, уміст поживних речовин, вологість. При відвалоутворенні на поверхню виносяться або щільні мулуваті, майже водонепроникні глини, або неродючі кварцеві піски, а також породи із великим вмістом піриту, продукти окислення якого обумовлюють сильно кисле середовище ( $pH = 2,0-3,5$ ) [7].

Однією із початкових стадій перетворення породи, зокрема, породних відвалів вугільних шахт на ґрунт є вивітрювання і заселення водоростями [8; 9].

У навколишньому середовищі дослідження водоростей пов'язано, переважно, із забрудненням водних басейнів. Ґрунтові водорості досліджуються рідше, незважаючи на їх значну роль у біологічному вивітрюванні порід і мінералів та формуванні верхнього шару ґрунту. Окрім того, вони успішно розмножуються на піщаних ґрунтах у регіонах із дефіцитом води [10]. Із заселенням і розвитком водоростей, як відзначав С.Ф. Негруцький, починається утворення ґрунтового шару [11]. Органічна речовина, яка синтезується водоростями, дає змогу розвиватися нижчим гетеротрофним організмам [12].

Ґрунтові водорості утворюють на поверхні породи кірки, які зменшують вплив вітрової і водної ерозій [13–15], збільшують вміст доступного для екосистем азоту [16; 17] стабілізують вміст вологи [18]. Роль водоростей особливо значуща у регіонах із сильно деградованими ґрунтами в результаті добування корисних копалин. Водорості, що пов'язані із ризосферою мікроорганізмів, коренями рослин і симбіотичними грибами, стимулюють ґрунтоутворення.

За даними Р.Р. Кабірова, на 5-річному відвалі залізородного родовища біомаса аль-

гоугруповань за 11 діб становила  $4,5 \text{ г/м}^2$  [19]. Ґрунтові водорості не можуть самостійно регулювати свій водний баланс і існують за рахунок природних опадів [20]. Вони витримують не тільки тривале зневоднення, а й перепади температур від  $-79^\circ\text{C}$  до  $+115^\circ\text{C}$ , високу сонячну активність і ультрафіолетове опромінення [21; 22]. Це дає можливість їм бути одним із найбільш витривалих організмів, що заселяють породні відвали вугільних шахт, а також використовувати їх під час фіторекультивациі териконів.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Територія Донбасу знаходиться на південному сході України. Клімат — континентальний із вираженими посушливо-суховійними вітрами, більш помірний в західній частині, з нерівномірним розподілом опадів упродовж року. Найбільш холодний місяць — січень ( $-8,2^\circ\text{C}$ ), найбільш теплий — липень ( $+22,9^\circ\text{C}$ ) [23]. Річна сума опадів мінімальна на півдні і становить 400–420 мм. На Донецькому кряжі кількість опадів зростає до 540 мм. Найбільша кількість опадів випадає у червні–липні (50–70 мм), найменша — у лютому–березні (20–40 мм) [23]. Для регіону характерні часті посухи.

Для визначення видового складу ґрунтових водоростей були відібрані зразки з 5 різновікових породних відвалів таких шахт: «Південно-Донбаська-1», «Південно-Донбаська-3» (складування породи не більше 45 років); «шахтоуправління № 5 «Західне», «Трудівська» № 5-біс (рис. 1), «Щурівка-1» (складування понад 100 років).

Видовий склад ґрунтових водоростей, кількісний облік, біомасу водоростей визначали за загальноприйнятими в ґрунтово-альгологічних дослідженнях визначниками і методиками: мікроскопіюванням свіжовідібраного ґрунту і культуральними методами, з яких перевагу надавали чашковим культурам зі скельцями обростання на агаризованому середовищі Болда (ВВМ). Види водоростей визначали за вітчизняними і зарубіжними визначниками [24–30] життєвих форм — за класифікацією Е. Штини [31], систематичну структуру — за системою І. Костікова [23].

Агрохімічні показники породи визначали: рН вод — ДСТУ 26483-85; гумус — ДСТУ 26213-91; нітратний азот — ДСТУ 4729; рухомий фосфор, обмінний калій — ДСТУ 4115-2002; гранулометричний склад — ДСТУ 4730:2007.

Відвали вугільних шахт складаються з уламків глинистих сланців і піщаників середнього, нижнього і верхнього карбону. Вони містять значну кількість горючих речовин (до



Рис. 1. Знімок породного відвалу шахти «Трудівська» № 5-біс

34%), таких як вугілля, вуглистої речовини в породі, вугільного пилу, сірки та її сполук, деревини та ін. [1]. У літологічний склад карбону входять аргіліти (глинисті сланці, які в процесі сучасного вивітрювання перетворюються на тонкоплитчасті уламки, а потім у глинисту масу), алевроліти (піщанисті сланці), піщаники, вапняки, вугілля [32].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Формування едафічних умов на відвалах вугільних шахт починається із інтенсивного окислення породи, вугілля, вуглистої речовини, що являє собою хімічне вивітрювання скельної породи. Це процеси окислення, розчинення, перенесення продуктів цих процесів, утворення нових гранулометричних елементів.

Ґрунт, збагачений тонкодисперсними частинками, вважається потенційно родючим [33]. Аналіз розподілу гранулометричних фракцій у шарі 0–20 см показує потенційне збільшення, з віком відвалу, дрібних фракцій і зменшення фракції каміння від 84% на відвалі шахти «Південно-Донбаська-3» до 48,7% на відвалі шахти «Щурівка-1» (рис. 2).

Закономірно, що зі збільшенням частки фракції піску, пилу та мулу в досліджуваному шарі породи відвалів шахт змінюються його водно-фізичні властивості. Фракція середнього пилу збільшує водоутримуючу здатність. Дрібна фракція пилу і фракція мулу містять органічні речовини, мають здатність до коагуляції, структуроутворення та володіють іншими властивостями [33], що дає можливість застосовувати на відвалах прийоми фіторекультувації.

За вмістом дрібні фракції майже досягають показника фракції каміння у відвалі шахтоуправління № 5 «Західне» (45,4% і 54,6%), і переважають у відвалі шахти «Щурівка-1» (48,7% і 51,3%). Частка мулистої фракції невисока, в усіх відвалах вона не перевищує 1%, але її поява у породі розпочинає процес структуроутворення.

Для оцінки забезпеченості вугільної породи елементами живлення використовували шкалу забезпеченості ґрунтів рухомими формами НРК у землеробстві (табл. 1).

Забезпеченість породи азотом є дуже низькою, рухомим фосфором — дуже низька і низька («Щурівка-1» та шахтоуправління № 5 «Західне»), обмінним калієм — дуже низька (<20). Наявність гумусу у породних відвалах указує на початок процесу ґрунтоутворення [31].

На розвиток водоростей впливає реакція середовища. Найкраще вони розвиваються в нейтральному, слабкокислому чи слабколужному середовищі. Особливості розвитку водоростевих угруповань відповідають певним процесам ґрунтоутворення [13]. Так, у ґрунтах Степу України розвиваються поверхневі плівки із синьозелених водоростей, стійких до висихання і сильної інсоляції. Для каштанових ґрунтів і солонців характерний розвиток ностокосцитонемового комплексу і діатомових.

На поверхні відвалів нами виявлено 80 видів водоростей з 5 відділів (*Chlorophyta*, *Eustigmatophyta*, *Cyanophyta*, *Xanthophyta*, *Bacillariophyta*), 7 класів (*Chlorophyceae*, *Charophyceae*, *Eustigmatophyceae*, *Cyanophyceae*, *Xanthophyceae*, *Bacillariales*, *Bacillariophyceae*), 17 порядків (*Volvocales*, *Chlorococcales*, *Protosi-*

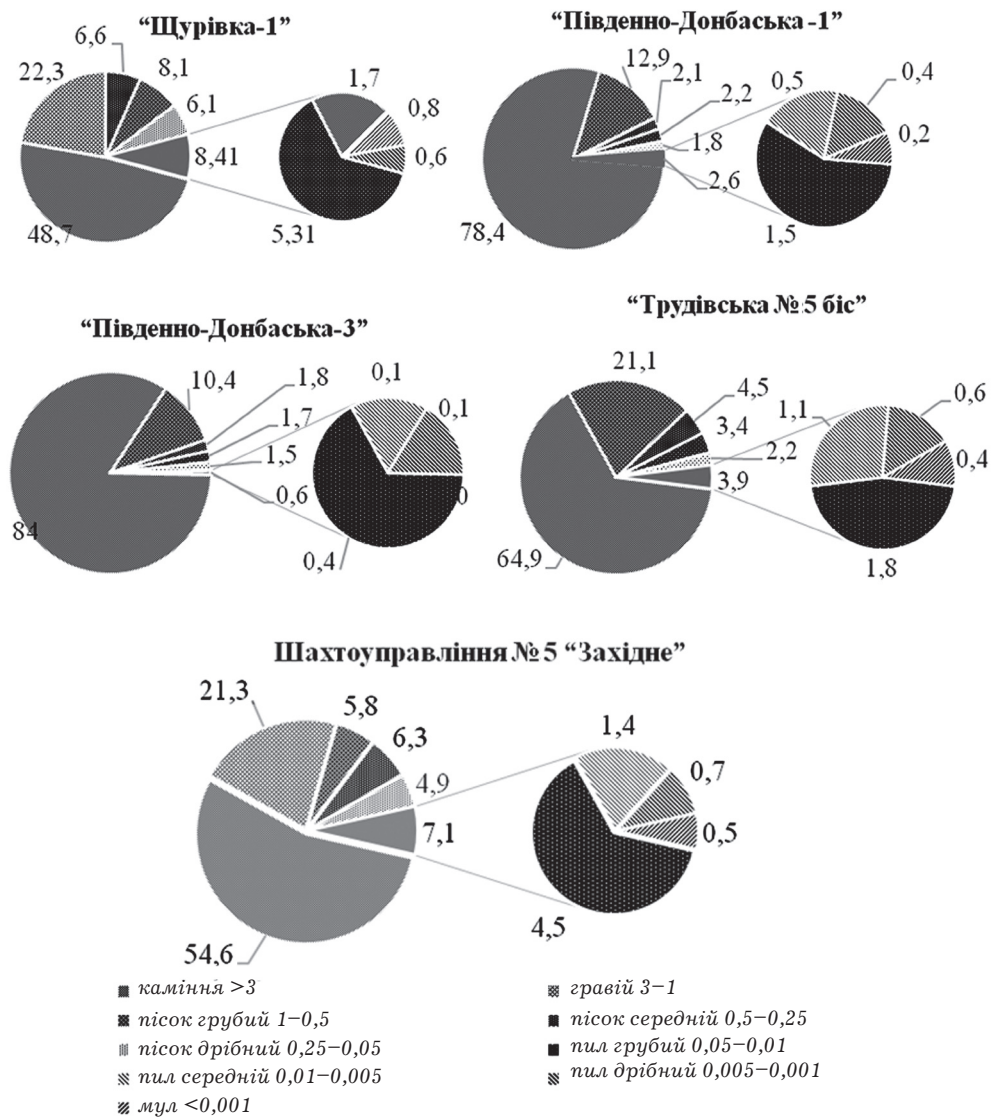


Рис. 2. Розподіл гранулометричних фракцій породи вугільних відвалів у шарі 0–20 см, %

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика породи вугільних відвалів у шарі 0–20 см

Відвали шахт	рН <sub>Н<sub>2</sub>О</sub>	Гумус, %	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , за Чиріковим	K <sub>2</sub> O, за Чиріковим
				мг/кг	
«Південно-Донбаська-1»	4,59–6,75	0,4	0,1	1,3	21
«Південно-Донбаська-3»	4,51–6,86	0,6	0,16	1,3	23
«Щурівка-1»	5,6–7,3	1,1	0,22	2,3	29
Шахтоуправління №5 «Західне»	5,6–7,9	1,2	0,27	2,9	31
«Трудівська» №5-біс	5,6–7,0	0,9	0,20	1,9	25

phonales, Scenedesmales, Microthamniales, Chlorellales, Codiolales, Trebouxiales, Klebsormidiales, Eustigmatales, Oscillatoriales, Nostocales, Mischococcales, Botrydiales, Achnanthales, Naviculales, Bacillariales), 31 родини (*Chlamydomonadaceae*, *Chlorococcaceae*, *Chlorosarcinaceae*, *Neosporangiococcaceae*, *Protosiphonaceae*, *Bracteacoccaceae*, *Neochloridaceae*, *Mychonastaceae*, *Myrmeciaceae*, *Leptosiraceae*, *Chlorellaceae*, *Stichococcaceae*, *Ulotrichaceae*, *Dictyochloropsidaceae*, *Klebsormidiaceae*, *Chlorobotrydaceae*, *Monodopsidaceae*, *Eustigmataceae*, *Phormidiaceae*, *Nostocaceae*, *Botryochloridaceae*, *Gloebotrydaceae*, *Xanthonemataceae*, *Heterococcaceae*, *Pleurochloridaceae*, *Botrydiopsidaceae*, *Achnanthaceae*, *Diadesmidaceae*, *Pinnulariaceae*, *Naviculaceae*, *Bacillariaceae*, 45 родів (*Chlamydomonas*, *Chloromonas*, *Chlorococcum*, *Tetracystis*, *Chlorosarcinopsis*, *Spongiochloris*, *Bracteacoccus*, *Muriella*, *Dictyococcus*, *Neochloris*, *Mychoneastes*, *Myrmecia*, *Leptosira*, *Chlorella*, *Stichococcus*, *Ulothrix*, *Dictyochloropsis*, *Dictyochloris*, *Klebsormidium*, *Chlorobotrys*, *Monodopsis*, *Eustigmatos*, *Polyedriella*, *Vischertia*, *Microcoleus*, *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Sphaerosorus*, *Gloebotrys*, *Xanthonema*, *Heterococcus*, *Ellipsoidion*, *Pleurochloris*, *Chloridella*, *Botrydiopsis*, *Achnanthes*, *Planothidium*, *Diadesmis*, *Luticola*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Hantzschia*, *Nitzschia*).

Найменше представлені водорості з відділу *Eustigmatophyta* — 7 видів (8,7%), трохи більше водорості з відділу *Bacillariophyta* — 10 видів (12,5%) і *Xanthophyta* — 12 видів (15,0%). У породних відвалах структура водоростевих угруповань наближається до структури фонових ґрунтів, де на частку синьозелених водоростей припадає 50 видів (39,1%), зелених — 40 (31,3%), жовто-зелених — 20 (15,6%), діатомових — 14 (10,9%), еустигматових — 4 (3,1%) [34]. Із родин домінували *Bracteacoccaceae* і *Phormidiaceae*.

Домінування представників *Chlorophyta* і *Cyanophyta* вказує на степовий процес ґрунтоутворення [13], тобто за регіональною схемою, що підтверджується іншими вченими [8; 12; 15]. Цим видам властива висока стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища. Більшість із знайдених синьозелених водоростей мають слизисті чохла та обгортки, які складаються із гідрофільних колоїдних полісахаридів і здатні швидко поглинати й утримувати велику кількість води, що дає їм змогу витримувати перепади водного режиму цих ґрунтів. У досліджуваних субстратах різноманітні також види, які відрізняються високою стійкістю до різних екстремальних умов і які ідентифікують як «убіквісти», що

першими з'являються навіть у стерильній мінеральній породі, не мають особливих морфологічних пристосувань, однак протопласт завдяки їхнім особливим фізіолого-біохімічним особливостям (висока в'язкість протоплазми, висока концентрація клітинного соку і порівняно великий вміст зв'язаної води в клітині, велика всмоктувальна сила та ін.) забезпечує їм посухостійкість [30].

Найбільш розповсюдженими в досліджуваних субстратах є представники 10 родин. Це *Phormidiaceae* — 10 видів, *Oscillatoriaceae* — 4 види, *Pleurochloridiaceae* — 6 видів, *Monodopsidaceae* — 3 види, *Naviculaceae* — 3 види, *Chlamydomonadaceae* — 3 види, *Chlorococcaceae* — 4 види, *Protosiphonaceae* — 4 види, *Bracteacoccaceae* — 8 видів, *Myrmeciaceae* — 4 види.

Найбільшою різноманітністю характеризуються 10 родів. До них відносяться *Phormidium* — 6 видів (*Phormidium autumnale*, *P. henningsii* Lemmermann, *P. laminosum* B. Petersen, *P. molle* (Kützing) Gomont, *P. retzii* (Agardh) Gomont, *P. paulsenianum* B. Petersen Novitschkova), *Leptolyngbya* — 3 види (*Leptolyngbya faveolarum* (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komarek, *L. fragilis* (Gomont) Anagnostidis et Komarek, *L. frigida* (Fritsch) Anagnostidis et Komarek), *Oscillatoria* — 4 види (*Oscillatoria geminata*, *O. lacustris* (Kleb.) Geitl., *O. limosa* Agardh, *O. Ornata* (Kuetr.) Gomont), *Pleurochloris* — 3 види (*Pleurochloris magna* Boyl-Pet, *P. commutata* Pascher, *P. Pyrenoidosa* Pascher), *Monodus* — 3 види (*Monodus cocomyxa* Chodat, *M. dactylococcoides* Pascher, *M. subterranea* Chodat), *Navicula* — 3 види (*Navicula mutica* Kies Bacill, *N. pelliculosa* (Brebisson) Hilse, *N. schoenfeldii* Hust), *Chlorococcum* — 3 види (*Chlorococcum schwarzi* Ettl. et Gartner, *C. isabeliense* Archibaldet Bold, *C. sp.*), *Spongiochloris* — 4 види (*Spongiochloris excentrica* Starr, *gigantea* Bischoff et Bold, *S. minor* Chantanchat et Bold, *S. typica* Trainor et Mac Lean), *Bracteacoccus* — 6 видів (*Bracteacoccus cohaerens* Bischoff et Bold, *B. aerius*, *B. aggregatus*, *B. minor* (Chodat) Petrova, *B. sp.*, *B. medionucleatus* Bischoff et Bold), *Myrmecia* — 4 види (*Myrmecia astigmatica*, *M. bisecta* Reisingl, *M. incisa* Reisingl, *M. irregularis* (B. Petersen) Ettl et Gärtner).

Заростання промислових відвалів відбувається поетапно [35]. На першому етапі формується угруповання з одноклітинних зелених і жовто-зелених (переважно види *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Eustigmatos*, *Botrydiopsis*), ця стадія відповідає аерофітону. На другому етапі з'являються азотфіксуючі водорості — види *Nostoc*, іноді одночасно розвиваються види *Phormidium*, цей етап відповідає епілітофітону — угрупованню, яке відіграє важливу роль

у накопиченні органічної речовини й азоту на гірських породах. Третій етап розпочинається із внесення в ценоз зелених нитчаток і відповідає примітивному едафону. Поява діатомових означає формування едафону — ценозу ґрунтових водоростей. Поселення зелених нитчаток, звичайно, збігається із поселенням вищих рослин на відвалі [36; 37]. Заростання териконів вугільних шахт вищими зеленими рослинами відбувається через 30–40 років після відсіпки [36].

На досліджуваних відвалах порід найбільш широко представлені водорості з відділу *Chlorophyta* — 36 видів і *Cyanophyta* — 15 видів. Вони займають 45% і 18,8% від загальної кількості видів (рис. 2).

Заростання відвалів залізорудних родовищ відбувається за типом первинних сукцесій. На молодих відвалах розвиваються ценози зелених водоростей, у подальшому вони поповнюються жовто-зеленими діатомовими і синьозеленими водоростями [19]. Діатомові водорості є джерелом детриту та розчинної органічної речовини [13]. Аналіз видового складу ґрунтових водоростей досліджуваних породних

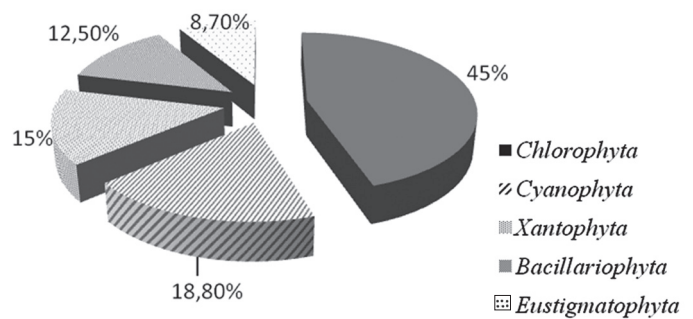


Рис. 3. Загальне співвідношення кількості видів ґрунтових водоростей породних відвалів вугільних шахт Донбасу

відвалів вугільних шахт дає змогу визначити особливості їх заростання (рис. 3).

У відвалах шахт «Південно-Донбаська-1» і «Південно-Донбаська-3» переважають зелені (по 6 видів) і жовто-зелені (по 4–5 видів). У середньо- і старого віку відвалах частка синьозелених водоростей хоча і не переважає, проте значно збільшилась за рахунок зменшення частки жовто-зелених водоростей. Таким чином, наші результати підтверджують висновки

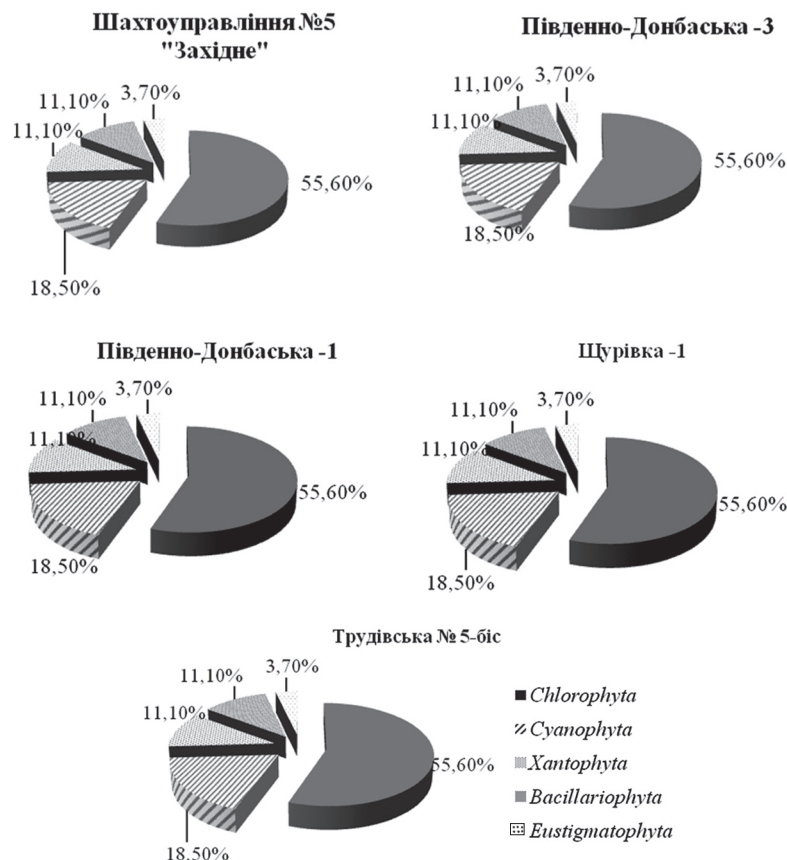


Рис. 4. Структура альгофлори породних відвалів вугільних шахт Донбасу

інших дослідників [8; 21]. Альгофлора відвалів формується за рахунок занесення діаспор і вегетуючих водоростей з навколишньої території і під дією зонально-географічних умов. У результаті при заростанні відвалів формуються альгоугруповання, типові для цих природних ландшафтів. Також відвали характеризуються рядом факторів, які є несприятливі для життя багатьох водоростей: низькою вологістю (у зв'язку із малим вмістом фракції фізичної глини), сильною інсоляцією, специфічним хімічним складом.

У таких умовах розвиваються в основному стійкі до екстремальних факторів одноклітинні зелені водорості, що відносяться за класифікацією Е. Штини [38] до Ch-життєвої форми. Така життєва форма об'єднує одноклітинні та колоніальні зелені і частково жовто-зелені ґрунтові водорості. Ch-форма не має ніяких морфологічних особливостей до переважання несприятливих умов, але відрізняється лабільністю живлення і стійкістю протопласта. Розвиток водоростей передуює поселенню вищих рослин і є початковим етапом в схемі синергізму рослинності на чисто мінеральному субстраті.

### ВИСНОВКИ

Отже, визначення гранулометричних фракцій 0–20 см шару породних відвалів шахт показує потенційне збільшення з віком відвалу дрібних фракцій і зменшення фракції каміння від 84% на відвалі шахти «Південно-Донбась-

ка-3» до 48,7% на відвалі шахти «Щурівка-1». За вмістом дрібні фракції майже досягають показника фракції каміння у відвалі шахтоуправління № 5 «Західне» (45,4% і 54,6%), і переважають у відвалі шахти «Щурівка-1» — (48,7% і 51,3%). Частка мулистої фракції не висока, у всіх відвалах і не перевищує 1%, що вказує на початок процесу структуроутворення.

Забезпеченість породи досліджуваних відвалів азотом є дуже низькою, рухомим фосфором — дуже низька і низька («Щурівка-1» та шахтоуправління № 5 «Західне»), обмінним калієм — дуже висока (>18).

Унаслідок досліджень на поверхні відвалів нами виявлено 80 видів водоростей з 5 відділів, 6 класів, 17 порядків, 31 родини, 45 родів. Найменше представлені водорості з відділу *Eustigmatophyta* — 7 видів (8,7%), трохи більше — водорості з відділу *Bacillariophyta* — 10 видів (12,5%) і *Xanthophyta* — 12 видів (15,0%). У породних відвалах структура водоростевих угруповань наближається до структури фонових ґрунтів, де на частку синьозелених водоростей припадає 50 видів (39,1%), зелених — 40 (31,3%), жовто-зелених — 20 (15,6%), діатомових — 14 (10,9%), еустигматових — 4 (3,1%). Із родин домінували *Bracteacoccaceae* і *Phormodiaceae*.

Домінування представників *Chlorophyta* і *Cyanophyta* вказує на степовий процес ґрунтоутворення. Їм властива висока стійкість до несприятливих умов існування.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мала гірнича енциклопедія: 1т. /за ред. В.С. Білецького. Донецьк: Східний видавничий дім, 2013. 1936 с.
2. Проведение работ по инвентаризации источников выбросов (породных отвалов: отчет НИР); ЗАО Технологический парк «Углемаш», 2004. 701 с.
3. Попович В.В., Піндер В.Ф. Особливості проведення гірничотехнічного етапу рекультивациі териконів у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Вісник ЛДУ БЖД*. № 14. 2016. С. 93–101. doi: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh\\_2016\\_14\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2016_14_12).
4. Лисецкий Ф.Н., Голуцов П.В., Кухарук Н.С., Чепелев О.А. Экологические аспекты воспроизводства почвенно-растительного покрова в нарушенных горнодобывающей промышленностью ландшафтах. *Electronic scientific journal «Investigated in Russia»*. 2007. P. 2233–2250. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/217.pdf>
5. Стеревська Л.В. Рекультивация земель. Київ: Урожай, 1977. 125 с.
6. Певзнер М.Е., Костовейцый В.П. Экология горного производства. Москва: Недра, 1990. 253 с.
7. Томаков П.И. Экология и охрана природы при открытых горных работах. Москва: МГУ, 1994. 418 с.
8. Кабиров Р.Р. Участие почвенных водорослей в процессах формирования растительного покрова на отвалах Канско-Ачинского угольного месторождения (КАТЕК). *Экология*. 1997. № 3. С. 218–228.
9. Шушцева М.Г. Динамика биомассы почвенных водорослей в лесных рекультивационных экосистемах Южного Кузбасса. *Ботан. журнал*. 1988. Т. 73. № 10. С. 1417–1423.
10. Rahmonov O., Szytczyk A. Relations between vegetation and soil in initial succession phases in post-sand excavations. *Ecology*. 2010. Vol. 29. No. 4. p. 412–429. Doi: [https://doi.org/10.4149/ekol\\_2010\\_04\\_412](https://doi.org/10.4149/ekol_2010_04_412)
11. Негруцкий С.Ф. Физиология и биохимия низших растений. Київ: Вища школа, 1990. 192 с.
12. Мальцева И.А. Почвенные водоросли как один из дополнительных факторов генерации почвенных процессов в лесных рекультивационных системах Западного Донбасса. *Грунтознавство*. 2001. № 1–2. Т. 1. С. 81–86.



13. *Shtina, E.A., Gollerbach, M.M.* Экология почвенных водорослей. Москва: Наука, 1976. 143 с.
14. Rahmonov, O. Processes of overgrowing in the Błędów Desert (Southern Poland). University of Silesia: Faculty of Earth Sciences Publishing, 1999. 71 p.
15. West N.E. Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semi-arid regions. *Advances in Ecological Research*. 1990. V.20. P. 197–223. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0065-2504\(08\)60055-0](https://doi.org/10.1016/s0065-2504(08)60055-0)
16. Jayne Belnap, Kimball Harper, Steven Warren. Surface disturbance of cryptobiotic soil crusts: Nitrogenase activity, chlorophyll content, and chlorophyll degradation. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 1994 V. P. 1–8. doi: <https://doi.org/10.1080/15324989309381373>
17. Evans, R.D., Lange, O.L. Biological soil crusts and ecosystem nitrogen and carbon dynamics. Biological soil crusts: Structure, function, and management. *Ecological Studies*. 2003. V. 150. P. 263–279. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8_20)
18. Eldridge, D.J. Biological soil crusts and water relations in Australian Deserts. Biological soil crusts: Structure, function, and management. *Ecological Studies*. 2003. V. 150. P. 315–325. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8_23)
19. Кабилов Р.Р., Гайсина Л.А. Показатели продуктивности почвенных водорослей в наземных экосистемах. *Почвоведение*. М.: Наука. 2009. № 9. С. 1475–1480. Doi: [https://www.researchgate.net/publication/272375903\\_1480](https://www.researchgate.net/publication/272375903_1480)
20. Чубук Н.Н. Экологическая характеристика сообществ почвенных водорослей городских экосистем: сб. материалов III Международной конференции «Актуальные проблемы современной альгологии», Харьков, (19–2 апреля). 2005. С. 177–178.
21. Jainendra Pathak, Haseen Ahmed, Prashant R. Singh, Shailendra P. Singh, Donat-P. Häder, Rajeshwar P. Sinha. Mechanisms of Photoprotection in Cyanobacteria *Cyanobacteria From Basic Science to Applications*. 2019. P. 145–171. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814667-5.00007-6>
22. Lingui Xue, Yong Zhang, Tengguo Zhang, Lizhe An, Xunling Wang. Effects of Enhanced Ultraviolet-B Radiation on Algae and Cyanobacteria. 2005. *Critical Reviews in Microbiology*. V. 31 is. 2 P. 79–89. doi: <https://doi.org/10.1080/10408410590921727>
23. Бучинский И.Е. Климат Украины в прошлом, настоящем и будущем. Киев: Госсельхозиздат, 1963. 308 с.
24. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зелёные водоросли (*Chlorophyta; Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). Ботанический институт им. В.М. Комарова РАН СПб, Наука, 1998. 350 с.
25. Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М. та ін. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). Київ: Фітосоціол. центр, 2001. 300 с.
26. Кондратьева Н.В. Синьозелені водорості. — *Суанопфита*. Ч. 2. Клас гормогонієві — *Hormogoniophyceae*. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 1. Київ: Наукова думка, 1968. 524 с.
27. Кондратьева Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П. Синьозелені водорості. — *Суанопфита* Ч. 1. Клас хроококові — *Chroococcophyceae*. Клас хамесифонові — *Chamaesiphonophyceae*. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Київ: Наукова думка, 1984. 388 с.
28. Матвієнко О.М., Догадіна Т.В. Жовто-зелені водорості *Xanthophyta* (Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 10. Київ: Наукова думка, 1978. 512 с.
29. Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Зелёные водоросли. Класс Улотриксковые. Порядок Улотриксковые. *Chlorophyta, Ulotrichophyceae, Ulotrichales* (Определитель пресноводных водорослей СССР, Вып. 10. Ленинград, 1986. 360 с.
30. Приходькова Л.П. Сине-зелёные водоросли степной зоны Украины; Киев: Наукова думка, 1992. 218 с.
31. Штина Э.А., Неганова Л.Б., Шушужева М.Г., Ланина Р.И. Задачи и методы изучения водорослей, развивающихся на промышленных отвалах. Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов; Москва: Наука, 1978. С. 73–88.
32. Зубов А.О. Екологічна небезпека породних вугільних відвалів у агроландшафтах. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 12. Doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013>.
33. Медведев В.В., Лактионова Т.Н. Гранулометрический состав почв Украины (генетический, экологический и агрономический аспекты); Харьков: Апостроф, 2011. 292 с.
34. Щербина В.В., Мальцева И.А. Изменение биоразнообразия сине-зеленых водоростей в условиях антропогенного воздействия. *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. 2012. Вып 7. С. 270–274. doi: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-bioraznoobraziya-sinezelenyh-vodorosley-v-usloviyah-antropogennogo-vozdeystviya>
35. Тарчевский В.В., Штина Э.А. Развитие водорослей на промышленных отвалах. Современное состояние и перспективы изучения почвенных водорослей в СССР: тр. межвуз. конф.; Киров, 1967. С. 146–150.
36. Сафонова Г.С., Рева С.В. Заселення вищими рослинами залізорудних відвалів Кривбасу. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. 2009. Вип. 17, т. 2. С. 87–94. Doi: <http://oajj.net/articles/2014/773-1400614201.pdf> [in Ukrainian].

37. Чайка М., Мальцева І. Структура та екологічні особливості альгофлори породних ґрунтів вугільних відвалів Донецької області. *Вісник Львівського університету*. Серія географічна. 2013. Вип. 44. С. 379–387 doi :<http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2013.44.1246>
38. Штина, Э.А., Неганова, Л.Б., Ельшина, Т.А. Особенности почвенной альгофлоры в условиях техногенного загрязнения. *Почвоведение*. 1985. № 10. С. 97–107.

### BIOINDICATION «ZERO-MOMENT» SOIL FORMATION

Bulygin S.,  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: s.bulygin@ukr.net; ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-1525-595X](https://orcid.org/0000-0002-1525-595X)

Vitvitsky S.,  
candidate of agricultural sciences  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: slavavit@ukr.net; ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-6856-3817](https://orcid.org/0000-0002-6856-3817)

Kucher L.,  
candidate of agricultural sciences,  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: lora\_kucher@ukr.net; ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-7211-693X](https://orcid.org/0000-0002-7211-693X)

Antonyuk D.,  
graduate student, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
(Kyiv, Ukraine)  
e-mail: dmitry@antonyuk.org; ORCID ID: [orcid.org/0000-0002-5554-5724](https://orcid.org/0000-0002-5554-5724)

Chayka M.,  
Doctor of Agricultural Sciences,  
Kharkiv State Agrarian University named after V.V. Dokuchaeva

*The aim of the study was to determine the «zero moment» in terms of particle size distribution of different age rock dumps of Donbass mines, their nutritional regime, overgrowth of soil algae. To determine the species composition of soil algae, early samples were taken from 5 different age rock dumps of the following mines: «Pivdenno-Donbaska-1», «Pivdenno-Donbaska-3» (rock storage not more than 45 years); mine management № 5 «Zakhidne», «Trudivska» № 5-bis, «Shchurivka-1» (storage for over 100 years). The species composition of soil algae and their quantitative accounting were determined according to the determinants and methods generally accepted in soil and algological studies: microscopy of freshly selected soil and culture methods, of which cup cultures with agglomeration glasses on agar medium were preferred. Types of algae were determined by domestic and foreign determinants, life forms — by the classification of E. Shtyna, systematic structure — by the system of I. Kostikov. Agrochemical indicators of the breed were determined by: pH of water — DSTU 26483-85; humus — DSTU 26213-91; nitrate nitrogen — DSTU 4729; mobile phosphorus, exchangeable potassium — DSTU 4115-2002; particle size distribution — DSTU 4730: 2007. Determination of granulometric fractions of 0-20 cm layer of waste heaps of mines shows a potential increase with age of the heap of small fractions and a decrease in the fraction of stones from 84% on the heap of the mine «Pivdenno-Donbaska -3» to 48,7% on the heap «Shchurivka-1». In terms of content, small fractions almost reach the stone fraction in the dump of the mine management № 5 «Zakhidne» (45,4% and 54,6%), and predominate in the dump of the mine «Schurivka-1». The share of mu-leaf fraction is not high in all dumps and does not exceed 1%, which indicates the beginning of the process of structure formation. The supply of rock of the studied dumps with nitrogen is very low, the mobile phosphorus is very low and low («Shchurivka-1» and mine management № 5 «Zakhidne»), exchangeable potassium is very low (<20). On the surface of the dumps we found 80 species of algae from 5 divisions, 6 classes, 17 orders, 31 families, 45 genera. The least represented algae from the department of Eustigmatophyta — 7 species (8,7%), slightly more — algae from the department of Bacillariophyta — 10 species (12,5%) and Xanthophyta — 12 species (15,0%). In waste heaps, the structure of algal groups is close to the structure of background soils, where the share of blue-green algae is 50 species (39,1%), green — 40 (31,3%), yellow-green — 20 (15,6%), diatoms — 14 (10,9%), eustigmats — 4 (3,1%). Bracteococcaceae and Phormidiaceae dominated the families. The dominance of Chlorophyta and Cyanophyta indicates a steppe process of soil formation. They are characterized by high resistance to adverse living conditions. The appearance of algae in the mineral rock is the beginning of soil formation.*

**Keywords:** algae flora, waste heaps, granulometric fractions, successions, soil formation.

## REFERENCES

1. *Mala hirnycha entsyklopediia [Small mining encyclopedia]*. (2013). 1t. za red. V.S. Biletskoho. Donetsk: Skhidnyi vydavnychiy dim, 1936 s. [in Ukrainian].
2. *Provedenie rabot po inventarizatsii istochnikov vyibrosov (porodnih otvalov: otchet NIR) [Carrying out of works on inventory of sources of emissions (waste heaps: the report of Research). works]*. (2004). ZAO Tehnologicheskiiy park «Uglemash», 701 s. [in Russian].
3. Popovych, V.V. Pinder, V.F. (2016). Osoblyvosti provedennia hirnychotekhnichnoho etapu re-kultyvatsii terykoniv u mezhakh Lvivsko-Volynskoho vuhilnoho baseinu [Features of the mining stage of re-cultivation of heaps within the Lviv-Volyn coal basin]. *Visnyk LDU BZhD*. 14. 93–101. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh\\_2016\\_14\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2016_14_12) [in Ukrainian].
4. Lisiecki, F.N., Goleusov, P.V., Kuharuk N.S., Chepelev O.A. (2007). Ekologicheskie aspekty vosproizvodstva pochvenno-rastitelnogo pokrova v narushennyih gornodobyivayushey promyshlennos-tyu landshaftah [Ecological aspects of soil and vegetation reproduction in landscapes disturbed by the mining industry]. *Electronic scientific journal «Investigated in Russia»*. P. 2233–2250. <http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2005/217.pdf> [in Russian].
5. Yeterevska, L.V. (1977). *Rekultyvatsiia zemel [Land reclamation]*. Kyiv: Urozhai, 125s. [in Ukrainian].
6. Pevzner, M.E., Kostovetsiy, V.P. (1990). *Ekologiya gornogo proizvodstva [Ecology of mining]*. Moskva: Nedra, 253 s. [in Russian].
7. Tomakov, P.I. (1994). *Ekologiya i ohrana prirody pri otkrytyih gorniyh rabotah [Ecology and nature protection in opencast mining]*. Moskva: MGU, 418 s. [in Russian].
8. Kabirov, R.R. (1997). Uchastie pochvennyih vodorosley v protsessah formirovaniya rasti-telnogo pokrova na otvalah Kansko-Achinskogo ugolnogo mestorozhdeniya (KATEK) [Participation of soil algae in the processes of vegetation formation on the dumps of the Kansk-Achinsk coal field (KATEK)]. *Ekologiya*, 3. 218–228. [in Russian].
9. Shushueva, M.G. (1988). Dinamika biomassyi pochvennyih vodorosley v lesnyih rekultiva-tсионnyih ekosistemah yuzhnogo Kuzbassa [Dynamics of soil algae biomass in forest reclamation ecosystems of the southern Kuzbass]. *Botan. zhurnal.*, 73, 10, 1417–1423 [in Russian].
10. Rahmonov, O., Szymczyk, A. (2010). Relations between vegetation and soil in initial succession phases inpost-sand excavations [Relations between vegetation and soil in initial succession phases inpost-sand excavations]. *Ecology*, 29, 4, 412–429. [https://doi.org/10.4149/ekol\\_2010\\_04\\_412](https://doi.org/10.4149/ekol_2010_04_412)
11. Negrutskiy, S.F. (1990). *Fiziologiya i biokhimiya nizshih rasteniy [Physiology and biochemistry of lower plants]*. Kyiv: Vischa shkola, 192 s. [in Russian].
12. Maltseva, I.A. (2001). Pochvennyie vodorosli kak odin iz dopolnitelnyih faktorov ge-neratsii pochvennyih protsessov v lesnyih rekultivatsionnyih sistemah Zapadnogo Donbassa [Soil algae as one of the additional factors in the generation of soil processes in the forest reclamation systems of the Western Donbass]. *Gruntoznavstvo*, 1–2, 1, 81–86 [in Russian].
13. Shtina, E.A., Gollerbach, M.M. (1976). *Ekologiya pochvennyih vodorosley [Ecology of soil algae]*. Moskva: Nauka. 143 s. [in Russian].
14. Rahmonov, O. (1999). Processes of overgrowing in the Błędów Desert (Southern Poland). University of Silesia: Faculty of Earth Sciences Publishing. 71 p. [in English].
15. West, N.E. Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semi-arid regions. *Advances in Ecological Research*. 1990. V. 20. P. 197–223. [https://doi.org/10.1016/s0065-2504\(08\)60055-0](https://doi.org/10.1016/s0065-2504(08)60055-0) [in English].
16. Jayne Belnap, Kimball Harper, Steven Warren. Surface disturbance of cryptobiotic soil crusts: Nitrogenase activity, chlorophyll content, and chlorophyll degradation. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 1994 V. P. 1–8. <https://doi.org/10.1080/15324989309381373> [in English].
17. Evans, R.D., Lange, O.L. Biological soil crusts and ecosystem nitrogen and carbon dynamics. Biological soil crusts: Structure, function, and management. *Ecological Studies*. 2003. V. 150. P. 263–279. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8_20) [in English].
18. Eldridge, D.J. Biological soil crusts and water relations in Australian Deserts. Biological soil crusts: Structure, function, and management. *Ecological Studies*. 2003. V. 150. P. 315–325. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8_23) [in English].
19. Kabirov R.R., Gaysina L.A. (2009). *Pokazateli produktivnosti pochvennyih vodorosley v nazemnyih ekosistemah. [Indicators of soil algae productivity in terrestrial ecosystems]*. Pochvovedenie. M.: Nauka, 9. 1475–1480. [https://www.researchgate.net/publication/272375903\\_Kabirov\\_RR\\_Gaysina\\_LA\\_Pokazateli\\_produkktivnosti\\_pocvennyih\\_vodoroslej\\_v\\_nazemnyih\\_ekosistemah\\_Pocvovedenie\\_2009\\_No\\_12\\_S\\_1475-1480](https://www.researchgate.net/publication/272375903_Kabirov_RR_Gaysina_LA_Pokazateli_produkktivnosti_pocvennyih_vodoroslej_v_nazemnyih_ekosistemah_Pocvovedenie_2009_No_12_S_1475-1480) [in Russian].
20. Chubuk, N.N. (2005). Ekologicheskaya harakteristika soobschestv pochvennyih vodorosley gorod-skih ekosistem [Ecological characteristics of soil algae communities of urban ecosystems]: *Sb. materia-*

- lov III Mezhdunarodnoy konferentsii «Aktualnyie pro-blemyi sovremennoy algologii», Harkov, (19–22 aprelya). S. 177–178. [in Russian].
21. Jainendra Pathak, Haseen Ahmed, Prashant R. Singh, Shailendra P. Singh, Donat-P. Häder, Rajeshwar P. Sinha. (2019). Mechanisms of Photoprotection in Cyanobacteria Cyanobacteria From Basic Science to Applications. P. 145–171. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814667-5.00007-6> [in English].
  22. Lingui Xue, Yong Zhang, Tengguo Zhang, Lizhe An, Xunling Wang. Effects of Enhanced Ultraviolet-B Radiation on Algae and Cyanobacteria. 2005. *Critical Reviews in Microbiology*, 31, 2, 79–89. <https://doi.org/10.1080/10408410590921727> [in English].
  23. Buchinskiy, I.E. (1963). *Klimat Ukrainyi v proshlom, nastoyaschem i buduschem [Climate of Ukraine in the past, present and future]*. Kyiv: Gosselhozizdat, 308 s. [in Russian].
  24. Andreeva, V.M. (1998). *Pochvennyie i aerofilnyie zelyonyie vodorosli (Chlorophyta; Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales) [Climate of Ukraine in the past, present and future]*. Botanicheskiy institut im. V.M. Komarova RAN SPb, Nauka. 350 s. [in Russian].
  25. Kostikov, I.Iu., Romanenko, P.O., Demchenko, E.M. et al. (2001). *Vodorosti gruntiv Ukrainy (istoriia ta metody doslidzhennia, sistema, konspekt flory) [Algae of soils of Ukraine (history and research methods, system, summary of flora)]*; Kyiv: Fitosotsiol. tsentr. 300 s. [in Ukrainian].
  26. Kondratieva, N.V. (1968). *Synozeleni vodorosti — Cyanophyta [Blue-green algae — Cyanophyta]*. Ch. 2. Klas hormohoniievi — Hormogoniopheceae. Vyznachnyk prisnovodnykh vodorostei Ukrainskoi RSR. Vyp. 1. Kyiv: Naukova dumka. 524 s. [in Ukrainian].
  27. Kondratieva, N.V., Kovalenko, O.V., Prykhodkova, L. P. (1984). *Synozeleni vodorosti — Cyanophyta [Blue-green algae. — Cyanophyta]*. Ch. 1. Klas khrokokovi — Chroococcophyceae. Klas khamesyfonovi — Chamaesiphonophyceae. Vyznachnyk prisnovodnykh vodorostei Ukrainskoi RSR. Vyp. Kyiv: Naukova dumka. 388 s. [in Ukrainian].
  28. Matviienko, O.M., Dohadina, T.V. (1978). *Zhovto-zeleni vodorosti Xantophyta (Vyznachnyk prisnovodnykh vodorostei Ukrainskoi RSR. [Yellow-green algae Xantophyta (Determinant of freshwater algae of the Ukrainian SSR)]*. 10. Kyiv: Naukova dumka. 512 s. [in Ukrainian].
  29. Moshkova, N.A., Gollerbah, M.M. (1986). *Zelyonyie vodorosli. Klass Ulotriksovyie. Poryadok Ulotriksovyie. Chlorophyta, Ulotrichophyceae, Ulotrichales. [Green algae. Ulotrix class. In order Ulotrix. Chlorophyta, Ulotrichophyceae, Ulotrichales]*. (Opredelitel presnovodnykh vodorosley SSSR, 10. Leningrad. 360 s. [in Russian].
  30. Prihodkova, L. P. (1992). *Sinezelyonyie vodorosli stepnoy zonyi Ukrainyi [Blue-green algae of the steppe zone of Ukraine]*. Kyiv: Naukova dumka. 218 s. [in Russian].
  31. Shtina, E.A., Neganova, L.B., Shushueva M.G., Lanina R.I. (1978). *Zadachi i metody izuche-niya vodorosley, razvivayuschihysya na promyshlennykh otvalah. [Tasks and methods of studying algae growing on industrial dumps]*. Programma i metodika izucheniya tehnogennykh biogeotsenozov; Moskva: Nauka. S. 73–88 [in Russian].
  32. Zubov, A.O. (2019). Ekolohichna nebezpeka porodnykh vuhilnykh vidvaliv u ahrolandshaftakh [Ecological danger of waste coal heaps in agrolandscapes]. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 12. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013> [in Ukrainian].
  33. Medvedev, V.V., Laktionova, T.N. (2011). *Granulometricheskii sostav pochv Ukrainyi (geneticheskii, ekologicheskii i agronomicheskii aspekty) [Granulometric composition of soils of Ukraine (genetic, ecological and agronomic aspects)]*; Harkov: Apostrof. 292 s. [in Russian].
  34. Scherbina, V.V., Maltseva, I.A. (2012). *Izmenenie bioraznoobraziya sinezelenykh vodorostey v usloviyah antropogennogo vozdeystviya. [Changes in the biodiversity of blue-green algae under conditions of anthropogenic impact]. Ekosistemyi, ih optimizatsiya i ohrana, 7, 270–274. <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-bioraznoobraziya-sinezelenykh-vodorosley-v-usloviyah-antropogennogo-vozdeystviya> [in Russian]*.
  35. Tarchevskiy, V.V., Shtina, E.A. (1976). *Razvitie vodorosley na promyshlennykh otvalah. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy izucheniya pochvennykh vodorosley v SSSR [Development of algae on industrial dumps. Current state and prospects for the study of soil algae in the USSR]*: tr. mezhvuz. konf.; Kirov. S. 146–150 [in Russian].
  36. Safonova, H.S., Reva, S.V. (2009). *Zaselennia vyshchymy roslinamy zalizorudnykh vidvaliv Kryvbasu [Settlement of iron ore dumps of Kryvbas by higher plants]*. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Biolo-hiia. Ekolo-hiia*. 17, 2, 87–94. <http://oaji.net/articles/2014/773-1400614201.pdf> [in Ukrainian].
  37. Chaika, M., Maltseva, I. (2013). *Struktura ta ekolohichni osoblyvosti alhoflory porodnykh gruntiv vuhilnykh vidvaliv Donetskoi oblasti. [Structure and ecological features of algae flora of rocky soils of coal heaps of Donetsk region]*. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii heohrafichna*. 44, 379–387 <http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2013.44.1246> [in Ukrainian].
  38. Shtina, E.A., Neganova, L.B., Elshina, T.A. (1985). *Osobennosti pochvennoy algoflory v usloviyah tehnogennogo zagryazneniya [Features of soil algoflora in the conditions of technogenic pollution]*. *Pochvovedenie*, 10, 97–107 [in Russian].

**Відомості про авторів**

**Булигін Сергій Юрійович** — доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна; e-mail: s.bulygin@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-1525-595X>);

**Вітвіцький Станіслав Валерійович** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент; Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна e-mail: slavavit@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-6856-3817>);

**Кучер Лариса Іванівна** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент ; Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна e-mail: lora\_kucher@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7211-693X>);

**Антонюк Дмитро Олегович** — аспірант; Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна e-mail: dmitry@antonyuk.org; ORCID ID: <https://orcid.org/0002-5554-5724>);

**Чайка Микола Іванович** — доктор сільськогосподарських наук, доцент, Харківський державний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва.

## Новини

### Новини

## Новини • Новини • Новини

22 липня було прийнято постанову, що затверджує Правила утримання та збереження полезахисних лісових смуг, розташованих на землях сільськогосподарського призначення. Дана постанова ва вносить зміни до Типового договору оренди землі, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 3 березня 2004 р. № 220, в частині визначення умов щодо утримання та збереження таких смуг і забезпечення виконання ними функцій агролісотехнічної меліорації.