

УДК 574.42: 631.618

ОЦІНКА СПОСОБІВ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ НАСИПІВ БОРИСЛАВСЬКОГО ОЗОКЕРИТОВОГО РОДОВИЩА

Г. Клепач*, Г. Кречківська, Л. Іскович, С. Волошанська

*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Шевченка, 23, Дрогобич 82100, Україна
e-mail: pavlishko@yahoo.com*

Проаналізовано способи рекультивації едафотопу нових насипів Бориславського озокеритового родовища (БОР) за фенологічними показниками культивованих рослин (*Lupinus albus* L., *Trifolium hybridum* L., *Dactylis glomerata* L., *Lolium multiflorum westerwoldicum*) і чисельністю мікробіоти. Рекультивацію здійснювали шляхом внесення у підготовлені ділянки едафотопу БОР площею 1 м² різних меліорантів (осадів стічних вод, компосту, перегною чи тирси) у кількості 10, 20 чи 30 л/м², на які висівали культури рослин. За даними 2013 і 2014 рр. встановлено, що найкраща схожість насіння, ріст і розвиток рослин та достовірно висока чисельність мікробіоти були на ділянках із різним вмістом перегною. З'ясовано, що рекультивація едафотопу БОР різним вмістом меліорантів, але не тирсою, сприяє значному збільшенню як продуктивності рослин, так і чисельності мікробіоти на першому році. На другому році продуктивність рослин на більшості ділянок зростає, а чисельність мікробіоти зменшується, але не з різним вмістом перегною: на цих ділянках кількість мікроорганізмів зростає, особливо за культивування *T. hybridum*.

Ключові слова: едафотоп, насипи Бориславського озокеритового родовища, рекультивація, фенологічні показники рослин, мікробіота.

Насипи Бориславського озокеритового родовища (БОР) сформувались упродовж тривалого нераціонального озокеритовидобутку (з 1855 по 1997 р.) та належать до техногенно змінених територій [8], які не можуть бути використані під забудову чи аграрне виробництво. Насипи БОР займають площу понад 20 га, у межах яких виділяють два відмінні великі екотопи: перший (старі насипи), утворений у процесі випарювального способу збагачення руди (насипані до 40-х років ХХ ст.); другий (нові насипи) – у процесі збагачення руди екстракційним способом (насипані після 40-х років) [9]. У складі насипів міститься значна кількість шкідливих і токсичних речовин, вони характеризуються низькою чисельністю й бідним мікробним складом [5]. За даними хімічних аналізів [4], у складі едафотопу нових насипів БОР встановлено низький вміст гумусоподібних 0,9% (для території Передкарпаття вміст гумусу у середньому 2,4%) та біогенних неорганічних речовин (N, K₂O, CaO, P₂O₅) – 26,0 мг/100 г. Вміст техногенних органічних речовин (бітумоїдів А, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (3,4-бензпірен), фенолів) в едафотопі насипів значно перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) [4]. Вміст важких металів (купрум, кобальт, цинк, манган, нікель, плумбум) на досліджуваній території є у межах ГДК [10].

Для покращення агрохімічних умов та біологічного освоєння нових (екстракційних) насипів БОР у 2013 р. нами було апробовано 12 способів рекультивації. Рекультивація включала внесення в едафотоп насипів БОР чотирьох видів меліорантів: осадів стічних вод, компосту, тирси і перегною в різних кількостях (10, 20 і 30 л/м² площі). Для оцін-

ки способів рекультивациі на дослідні ділянки як біоіндикатори були висаджені рослини, дикорослі види яких трапляються у складі фітоценозів територій, прилеглих до насипів БОР. Такими рослинами слугували представники родини Бобові: *Trifolium hybridum* (сорт Передкарпатський-33) і *Lupinus albus* (сорт Либідь) та родини Злакові: *Lolium multiflorum westerwoldicum* (сорт Дрогобицький-2) і *Dactylis glomerata* (сорт Дрогобичанка).

Важливим показником стану агроєкосистем є мікробіота, оскільки вона слугує одним із чинників ґрунтотворного процесу, живлення рослин і фітосанітарного стану [1]. Показано, що чисельний і якісний склад мікроорганізмів покращує продуктивність, сприяє відновленню ґрунтової родючості [6]. Тому нами було проведено аналіз чисельності сапрофітної мікробіоти й загальної кількості клітин мікроорганізмів на рекультивованих едафотопіх насипів БОР. Метою роботи є оцінка ефективності способів рекультивациі едафотопів нових насипів БОР за фенологічними показниками культивованих рослин і зміни чисельності мікробіоти за два роки.

Матеріали та методи

Характеристика об'єкта дослідження. Нові насипи БОР характеризуються дрібнозернистим едафотопом із численними включеннями подрібненого деревного матеріалу та включеннями темно-коричневих залишків озокериту і нафти. Порода відвалів є малопроникна для води, при змочуванні – утворює липку в'язку масу. У складі насипів переважають глинисті матеріали, гіпс, кальцій і магній карбонати [9]. Насипи характеризуються нечисленним мікробним складом [5].

Закладання дослідю проводили за загальноприйнятою методикою Б. Доспехова [3]. На території нових насипів БОР було закладено дослідний майданчик площею 672 м², розбитий на 168 ділянок розміром 1x1 м². На ділянки було внесено чотири види меліорантів (10, 20, 30 л/м²), які рівномірно розподіляли по ділянці, перекопували і розпушували. Кожна ділянка була відмежована буферною зоною площею 1 м². Меліорантами слугували осади стічних вод (відходи водоочищення, нагромаджені на очисних спорудах КП “Дрогобичводоканал”), перегній (гранульована суха форма відходів тваринного комплексу), тирса хвойних порід (зібрана із приватного лісопильного підприємства м. Борислав), компост (“відпрацьований” субстрат після вирощування шампінйонів).

На дослідні ділянки (у 3 повторностях) висівали насіння рослин: *Lupinus albus* (сорт Либідь), *Trifolium hybridum* (сорт Передкарпатський-33), *Dactylis glomerata* (сорт Дрогобичанка), *Lolium multiflorum westerwoldicum* (сорт Дрогобицький-2). Контролем слугували ділянки без меліорантів.

Фенологічні спостереження за онтогенезом культур рослин на контрольних і дослідних ділянках проводили у польових умовах за методами Б. А. Доспехова [3]. Упродовж вегетаційних періодів першого і другого року спостерігали за онтогенезом культивованих рослин: фіксували терміни схожості насіння, утворення прикореневої розетки, фази бутонізації, цвітіння (колосіння), дозрівання насіння, старіння і загибель рослин. При переході рослин у фазу цвітіння (бутонізації) проводили вимірювання їх висоти й обчислювали значення середнього арифметичного (М) та стандартну похибку середнього (m). Здійснювали порівняльний аналіз розвитку рослин на едафотопі насипів БОР залежно від внесеного меліоранта і його вмісту.

Матеріалом для дослідження мікробіоти слугували зразки едафотопу, відібрані з рекультивованих ділянок у вересні 2013 і 2014 рр. за умов сухої погоди, згідно з методикою [7]. Зразки едафотопу висушували на скляних пластинах за кімнатної температури до стабільної ваги та зберігали у паперових мішечках [7].

Визначення чисельності сапрофітної мікробіоти здійснювали методом посіву розведених суспензій зразків едафотопу на м'ясо-пептонний агар (МПА) та підрахунком кількості колонієутворювальних одиниць (КУО) [7]. Суспензії дослідних зразків готували таким чином: 1 г наважки сухого едафотопу розтирали у ступці, переносили у стерильну колбу та вносили 100 мл стерильної дистильованої води. Отриману суспензію ($\times 100$) струшували упродовж 5 хв, витримували 30 с і одразу використовували для приготування робочих суспензій ($\times 500\ 000$ і $\times 1\ 000\ 000$).

Визначення загальної кількості мікроорганізмів здійснювали прямим підрахунком клітин на фарбованих (карболовим еритрозином) препаратах під імерсійним об'єктивом мікроскопа (90 \times 15) [7]. Для приготування препарату відбирали 20 мкл робочої суспензії ($\times 100$), яку готували як описано вище. Розраховували кількість клітин мікроорганізмів у дослідних зразках за формулою: $(x \pm 2\sigma_x) \cdot S \cdot n / S_1 \cdot 0,02$, де x – середня кількість клітин, підрахована не менш ніж у 5 полях зору на 5 препаратах зразка, 2 – t-критерій при $P_{0,95}$; σ_x – середнє квадратичне відхилення; S – площа мазка, мкм²; n – розведення зразка; S_1 – площа поля зору; 0,02 – об'єм відібраної суспензії для аналізу, мл.

Визначення рН досліджуваних зразків едафотопу проводили на приладі МІ-1200 (ІПТГ, РФ) у відстояних суспензіях, що містили 10 г зразка у 100 мл дистильованої води.

Статистичний аналіз експериментальних даних. Досліди проводили у трьох повторностях. Для кожної вибірки показників визначали середнє арифметичне, середнє квадратичне відхилення, стандартну похибку середнього (m). Достовірність різниці оцінювали за критерієм Стьюдента.

Результати і їхнє обговорення

Для оцінки проведених способів рекультивациі едафотопу відвалів БОР нами було проведено фенологічні спостереження за схожістю, ростом, розвитком культивованих рослин за два роки. Серед рослин – *D. glomerata* та *L. multiflorum westerwoldicum* – багаторічні нещільнокущові злаки, які широко представлені у різних трав'яних фітоценозах і агроценозах України, та *T. hybridum* і *L. albus* – представники родини Бобових, важливі кормові культури, здатні у симбіозі з бульбочковими бактеріями до азотофіксації [2].

Фенологічні спостереження за культурами рослин на дослідних ділянках, проведені навесні 2013 р., показали достатньо високу схожість їх насіння (від 75–95%) (див. табл. 1).

Подальші спостереження за розвитком рослин показали, що через 1,5–2 тижні після сходів насіння (незалежно від вмісту внесеного меліоранта) формувалася фаза розетки у *L. albus* і *T. hybridum* та фаза кущіння у *D. glomerata* і *L. multiflorum* (табл. 1). Фазу бутонізації у *L. albus* і *T. hybridum* спостерігали на 30–35-й день (після сходів насіння), перехід у фазу цвітіння – на 35–50-й день. Фазу виходу в трубку, яка характерна для *D. glomerata* і *L. multiflorum*, у цей період не спостерігали. Слід зазначити, що фаза бутонізації настала тільки у 30–35% від загальної кількості рослин, решта 65–70% загинули. На контрольній ділянці та ділянках із компостом і тирсою спостерігали пожовтіння нижніх листків у *L. albus* і *T. hybridum* та верхівок листових пластинок у *D. glomerata* і *L. multiflorum*, яке прогресувало та призводило до поступової загибелі рослин. Одразу після цвітіння загинули рослини культур *L. albus*, а *D. glomerata* і *L. multiflorum* – у кінці серпня, і тільки особини *T. hybridum* продовжувала вегетувати до середини жовтня.

Проведені вимірювання висоти рослин у фазі цвітіння (див. табл. 2) показали, що найнижчими були рослини із контрольних і ділянок з різним вмістом тирси, вищими – із ділянок, що містили компост і осади стічних вод, а найвищими – з ділянок, що містили перегній. Слід зазначити, що на ділянках зі збільшеним вмісту перегною рослини усіх культур характеризувалися зростаючими показниками росту.

Таблиця 1

Фенологічні спостереження за розвитком рослин на рекультивованих ділянках нових
насіпів БОР різними видами меліорантів (за 2013 р.)

Фаза розвитку	Тривалість фази				
	Контроль	Осади стічних вод	Компост	Тирса	Перегної
<i>Lupinus albus</i>					
Сходи	27.05–30.05	24.05–27.05	26.05–28.05	27.05–30.05	22.05–24.05
Схожість насіння	90–95%	90–95%	90–95%	85–90%	90–95%
Прикоренева розетка	10.06–13.06	07.06–10.06	09.06–12.06	11.06–14.06	04.06–06.05
Бутонізація	30.06–03.07	25.06–28.06	27.06–30.06	01.07–4.07	23.06–25.06
Цвітіння	05.07–17.07	30.06–17.07	02.07–15.07	06.07–18.07	28.06–28.07
Фаза сизих бобів	–	–	–	–	–
Дозрівання бобів	–	–	–	–	–
Старіння рослин, загибель	17.07–25.07	17.07–25.07	15.07–23.07	18.07–25.07	20.07–27.07
<i>Trifolium hybridum</i>					
Сходи	25.05–28.05	23.05–26.05	24.05–27.05	26.05–30.05	22.05–24.05
Схожість насіння	70–75%	70–85%	70–75%	65–75%	70–95%
Прикоренева розетка	08.06–11.06	06.06–09.06	07.06–10.06	09.06–12.06	02.06–05.06
Бутонізація	28.06–19.07	26.06–15.07	27.06–15.07	30.06–09.07	22.06–22.07
Цвітіння	03.07–20.07	29.06–18.07	30.06–17.07	05.06–16.07	27.06–29.07
Побуріння головок	05.08–25.07	02.08–20.08	02.08–19.08	07.08–17.08	30.07–02.09
Дозрівання насіння	–	–	–	–	–
Старіння рослин, загибель	10.10–15.11.	10.10–15.11.	10.10–15.11.	10.10–15.11.	10.10–15.11.
<i>Dactylis glomerata</i>					
Сходи	29.05–02.06	28.05–30.05	29.05–02.06	30.05–05.06	27.05–28.05
Схожість насіння	70–75%	70–85%	75–75%	70–75%	85–95%
Кушніння	10.06–14.06	06.06–10.06	10.06–14.06	11.06–14.06	03.06–05.06
Вихід у трубку	–	–	–	–	–
Колосіння	–	–	–	–	–
Дозрівання насіння	–	–	–	–	–
Старіння рослин, загибель	15.08–30.08	15.08–30.08	15.08–30.08	15.08–30.08	15.08–30.08
<i>Lolium multiflorum westerwoldicum</i>					
Сходи	29.05–02.06	28.05–30.05	29.05–03.06	30.05–06.06	27.05–27.05
Схожість насіння	70–75%	80–85%	75–80%	70–75%	85–90%
Кушніння	10.06–14.06	06.06–11.06	10.06–15.06	11.06–14.06	03.06–05.06
Вихід у трубку	–	–	–	–	–
Дозрівання насіння	–	–	–	–	–
Колосіння	–	–	–	–	–
Старіння рослин, загибель	15.08–30.08	15.08–30.08	15.08–30.08	15.08–30.08	15.08–30.08

Отже, результати фенологічних досліджень за ростом і розвитком рослин, проведених у 2013 р., показали, що найвищими показниками характеризувалися рослини, вирощені на ділянках із перегноєм, нижчими – на ділянках зі стічними водами, а на ділянках із компостом і тирсою вони були близькими до контрольних значень.

Фенологічні дослідження за проростанням рослин, проведені навесні 2014 р., показали (див. табл. 3), що рослини на більшості ділянок зійшли, за винятком *L. albus* (повна загибель). На контрольних ділянках і ділянках із вмістом тирси 10 л/м² проросли тільки рослини *T. hybridum*. Низьке проростання усіх рослин було відмічено на ділянках з компостом (35–55%) і осадами стічних вод (30–55%), краще – на ділянках з перегноєм (80–100%). У середині квітня на дослідні ділянки із зазначеними меліорантами була пересіяна культура *L. albus*, у якій через 1,5–2 тижні сформувалася фаза розетки.

Таблиця 2

Висота рослин (за 2013 р.) на рекультивованих ділянках нових насипів БОР

Меліоранти і їх вміст, л/м ² площі ділянки	Висота рослин, см			
	<i>Trifolium hybridum</i>	<i>Lupinus albus</i>	<i>Lolium multiflorum westerwoldicum</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
контроль	6,0±0,30	17,3±0,87	4,1±0,20	7,5±0,37
0	6,0±0,30	17,2±0,86	4,2±0,21	7,4±0,37
10	7,1±0,36	17,8±0,88	6,3±0,31	8,5±0,42
20	7,8±0,38	18,1±0,90	7,6±0,33	9,6±0,48
30	8,4±0,42	20,6±1,03	9,4±0,46	11,4±0,57
0	6,1±0,35	17,3±0,87	4,1±0,20	7,5±0,37
10	7,0±0,35	23,0±1,15	7,3±0,36	7,5±0,37
20	7,2±0,36	25,1±1,25	9,5±0,47	8,3±0,41
30	8,0±0,40	27,3±1,36	10,0±0,50	11,0±0,55
0	4,5±0,22	21,3±1,06	4,1±0,20	4,3±0,21
10	4,3±0,21	21,8±1,08	4,5±0,22	4,5±0,22
20	4,6±0,23	21,9±1,9	4,8±0,24	4,4±0,23
30	4,5±0,22	21,0±1,00	4,6±0,23	4,3±0,22
0	10,0±0,50	17,0±0,85	6,2±0,31	7,5±0,37
10	17,1±0,86	21,1±1,01	8,4±0,42	8,2±0,41
20	24,5±1,23	22,0±1,10	9,7±0,43	9,5±0,47
30	28,7±1,44	23,4±1,16	11,0±0,55	13,0±0,65

Таблиця 3

Фенологічні спостереження за розвитком рослин на рекультивованих ділянках нових насипів БОР різними видами меліорантів (за 2014 р.)

Фази розвитку	Контроль	Осади стічних вод	Компост	Тирса	Перегній
<i>Trifolium hybridum</i>					
Проростання	15.03–20.03	15.03–20.03	15.03–20.03	15.03–20.03	15.03–20.03
Прикоренева розетка	04.04–15.04	04.04–15.04	04.04–15.04	04.04–15.04	04.04–15.04
Бутонізація	25.05–03.06	25.05–03.06	22.05–01.06	22.05–01.06	25.05–03.06
Цвітіння	03.06–20.06	03.06–18.06	02.05–17.06	02.05–16.06	03.06–29.06
Побуріння головок	18.06–25.06	15.06–28.06	15.06–28.06	17.06–30.06	17.06–12.07
Дозрівання насіння	01.07–15.07	01.07–15.07	01.07–15.07	01.07–15.07	01.07–25.07
Старіння рослин, загибель	01.10–25.10	01.10–25.10	01.10–25.10	01.10–25.10	01.10–25.10
<i>Dactylis glomerata</i>					
Сходи	15.03–20.03	15.03–20.03	15.03–20.03	–	15.03–20.03
Кущіння	04.04–15.04	04.04–15.04	04.04–15.04	–	04.04–15.04
Вихід у трубку	20.04–25.04	20.04–25.04	20.04–25.04	–	20.04–25.04
Колосіння	05.05–12.05	05.05–12.05	05.05–12.05	–	05.05–12.05
Дозрівання насіння	01.06–10.06	01.06–10.06	01.06–10.06	–	01.06–10.06
Старіння рослин, загибель	01.07–20.07	01.07–20.07	01.07–20.07	–	01.07–20.07
<i>Lolium multiflorum westerwoldicum</i>					
Сходи	15.03–20.03	15.03–20.03	15.03–20.03	–	15.03–20.03
Кущіння	04.04–15.04	04.04–15.04	04.04–15.04	–	04.04–15.04
Вихід у трубку	20.04–25.04	20.04–25.04	20.04–25.04	–	20.04–25.04
Колосіння	05.05–15.05	05.05–15.05	05.05–15.05	–	05.05–15.05
Дозрівання насіння	01.06–10.06	01.06–10.06	01.06–10.06	–	01.06–10.06
Старіння рослин, загибель	01.07–20.07	01.07–20.07	01.07–20.07	–	01.07–20.07
<i>Lupinus albus</i>					
Сходи	27.05–30.05	24.05–27.05	26.05–28.05	27.05–30.05	22.05–24.05
Прикоренева розетка	10.06–13.06	07.06–10.06	09.06–12.06	11.06–14.06	04.06–06.05
Бутонізація	30.06–03.07	25.06–28.06	27.06–30.06	01.07–04.07	23.06–25.06
Цвітіння	05.07–17.07	30.06–17.07	02.07–15.07	06.07–18.07	28.06–28.07
Фаза сизих бобів	–	–	–	–	–
Дозрівання бобів	–	–	–	–	–
Старіння рослин, загибель	17.07–25.07	17.07–25.07	15.07–23.07	18.07–25.07	20.07–27.07

Проведені фенологічні дослідження у 2014 р. за розвитком рослин показали, що через 1,5–2 тижні, як і у 2013 р., після проростання рослин формувалася фаза розетки у *T. hybridum* та фаза кущіння у *D. glomerata* і *L. multiflorum* (табл. 3). Фаза – вихід у трубку для *D. glomerata* і *L. multiflorum* настала для 50–70% від усіх рослин, яка перейшла у фазу цвітіння та дозрівання насіння. У фазу бутонізації вступило 70–100% від усіх рослин *T. hybridum*, які перейшли у фазу цвітіння та дозрівання насіння (див. табл. 3).

Таблиця 4

Висота рослин (за 2014 р.) на рекультивованих ділянках нових насипів БОР

Меліоранти і їх вміст (у л/м ² площі ділянки)	Висота рослин, см			
	<i>Trifolium hybridum</i>	<i>Lupinus albus</i>	<i>Lolium multiflorum westerwoldicum</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
Контроль	10,1±0,50	–	23,3±1,15	39,8±2,00
Стічні води	0	10,0±0,50	23,2±1,15	48,9±2,50
	10	12,4±0,60	24,4±1,20	54,9±2,75
	20	15,3±0,75	25,0±1,25	59,8±3,00
	30	19,2±0,90	25,1±1,25	60,0±3,00
Компост	0	09,9±0,50	23,2±1,15	39,7±2,00
	10	10,1±0,50	22,9±1,15	59,8±3,00
	20	10,0±0,50	23,1±1,15	50,1±2,50
	30	8,4±0,40	23,1±1,15	50,0±2,50
Тирса	0	8,9±0,45	22,9±1,15	40,2±2,00
	10	6,1±0,30	–	–
	20	–	–	–
	30	–	–	–
Перегній	0	10,2±0,50	25,3±1,15	45,3±2,25
	10	40,3±2,00	35,1±1,75	64,9±3,25
	20	49,6±2,50	37,1±1,87	64,6±3,25
	30	49,9±2,50	40,3±2,00	65,1±3,25

Аналогічно, як і в 2013 р., на дослідних ділянках під час цвітіння *L. albus*, спостерігалося пожовтіння нижніх листків і верхівок листових пластинок і поступова загибель більшості рослин. У злакових культур процеси старіння спостерігалися на початку липня. У рослин *T. hybridum* вегетаційний період завершувався формуванням зрілого насіння, а молоді рослини, які проростали з нього, вегетували до перших заморозків.

Проведені вимірювання висоти культур рослин другого року показали (див. табл. 4), що найвищі показники характерні для рослин, вирощених на ділянках із різним вмістом перегною. До того ж на дослідних ділянках із різним вмістом перегною, осадів стічних вод і компосту, але не з тирсою, показники висоти рослин другого року є достовірно вищими за показники першого року, що свідчить про придатність проведених способів рекультивациі.

Дослідження чисельності мікробіоти. Для оцінки способів рекультивациі едафотопу насипів БОР нами було проведено аналіз чисельності сапрофітної мікробіоти і загальної кількості мікроорганізмів за два роки. Оскільки рН середовища визначає чисельний та видовий склад мікробіоти, то ми вимірювали рН зразків, відібраних з рекультивованих ділянок едафотопу. Встановлено, що їх рН є слабо кислим (6,0±0,5) і не залежить від виду та кількості внесеного меліоранта. До того ж така кислотність середовища є сприятливою для нейтрофілів, серед яких – більшість сапрофітів [7].

Як бачимо з рис. 1, рекультивациа едафотопу насипів БОР різними кількостями осадів стічних вод (A_1) веде до збільшення чисельності КУО сапрофітної мікробіоти (див. рис. 1, А) у 10–35 разів, однаково й загальної кількості мікроорганізмів (див. рис. 1, Б), особливо за культивування на цих ділянках культур *T. hybridum* (C_2) і *D. glomerata* (C_3). Менша чисельність мікробіоти відмічена на ділянках з рослинами *L. albus* (C_1) і *L. multiflo-*

rum westerwoldicum (C_4). На другий рік чисельність мікробіоти знижується у всіх варіантах досліджу та стає близькою до контрольних значень. Зауважимо, що висока чисельність мікробіоти спостерігалася на контрольних ($A_0B_0C_2$) ділянках за культивування на них *T. hybridum*, особливо на першому році.

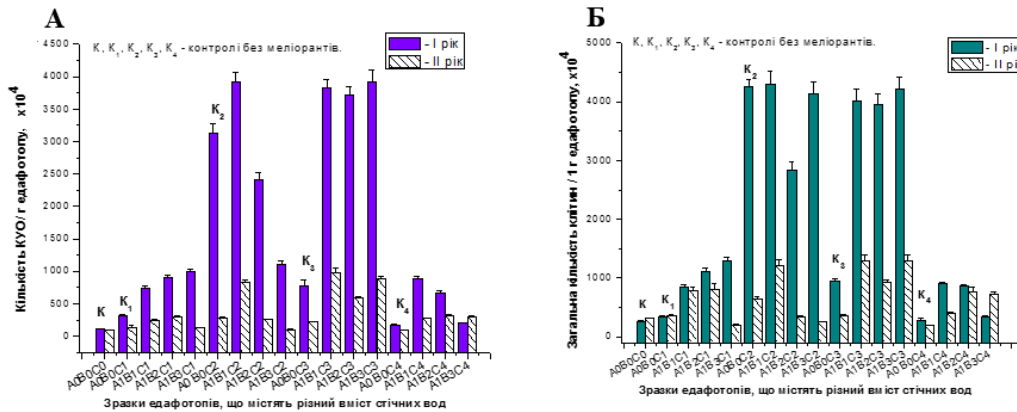


Рис. 1. Чисельність сапрофітної (А) і загальної (Б) мікробіоти в едафотопі нових насипів БОР за різного вмісту осадів стічних вод A_1 ($B_0 - 0 \text{ л/м}^2$; $B_1 - 10 \text{ л/м}^2$; $B_2 - 20 \text{ л/м}^2$; $B_3 - 30 \text{ л/м}^2$; $C_1 - L. albus$, $C_2 - T. hybridum$, $C_3 - D. glomerata$, $C_4 - L. multiflorum westerwoldicum$).

Рекультивация едафотопу насипів БОР різними кількостями компосту (A_2) (див. рис. 2) також сприяє значному зростанню чисельності мікробіоти на більшості дослідних ділянок. Зокрема, на першому році суттєве збільшення чисельності (у 20–30 разів) відмічено на ділянках з *L. albus* та *T. hybridum*, трохи менше (у 2–5 разів) – на ділянках з *D. glomerata* і *L. multiflorum westerwoldicum*, порівняно з контролем. Проте на другому році чисельність мікробіоти знижується у 2–4 рази для всіх варіантів досліджу, на противагу варіантам з *L. multiflorum*, для яких, навпаки, відмічено зростання чисельності мікробіоти у 5–10 разів.

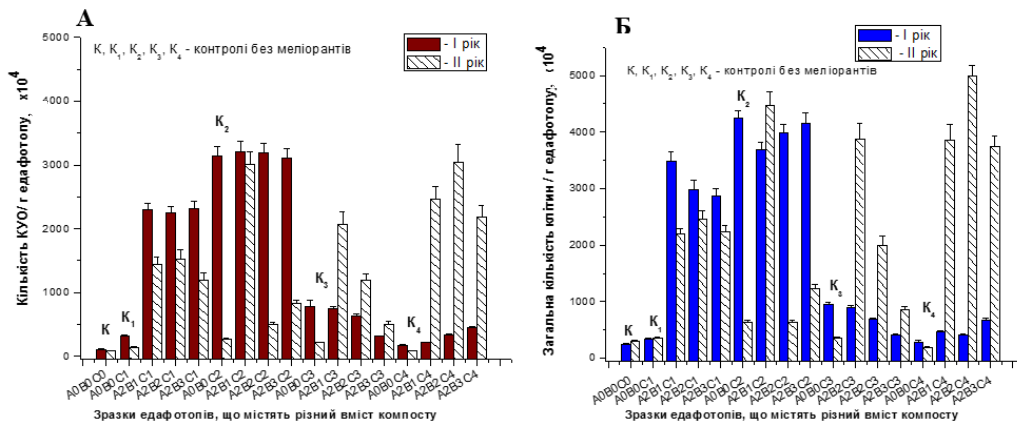


Рис. 2. Чисельність сапрофітної (А) і загальної (Б) мікробіоти в едафотопі нових насипів БОР за різного вмісту компосту A_2 ($B_0 - 0 \text{ л/м}^2$; $B_1 - 10 \text{ л/м}^2$; $B_2 - 20 \text{ л/м}^2$; $B_3 - 30 \text{ л/м}^2$; $C_1 - L. albus$, $C_2 - T. hybridum$, $C_3 - D. glomerata$, $C_4 - L. multiflorum westerwoldicum$).

Рекультивация едафотопу насипів БОР різними кількостями тирси (A_3) (рис. 3) сприяє незначному, порівняно з іншими способами рекультивации, зростанню чисельності мікробіоти. Як бачимо, на першому році на ділянках з *D. glomerata* і *L. multiflorum* її чисель-

ність лише в 1,1–2 рази, а із *L. albus* та *T. hybridum* – у 3–7 разів є вищою за контроль. На другий рік на ділянках з *T. hybridum*, *D. glomerata* і *L. multiflorum* спостерігали незначне збільшення чисельності мікробіоти порівняно з контролем і показниками першого року, але не на ділянках із *L. albus*.

Рекультивация едафотопу насипів БОР різними кількостями перегною (A_4) (див. рис. 4) також сприяє зростанню чисельності мікробіоти. На першому році чисельність мікроорганізмів зростає у 3–5 разів на ділянках з *L. albus* і *D. glomerata* й у 5–10 разів – на ділянках з *T. hybridum* і *D. glomerata*. На другий рік, порівняно з контролем і показниками першого року, у більшості варіантів дослідження спостерігалася позитивна тенденція до збільшення чисельності мікроорганізмів, але не на ділянках із *L. albus*.

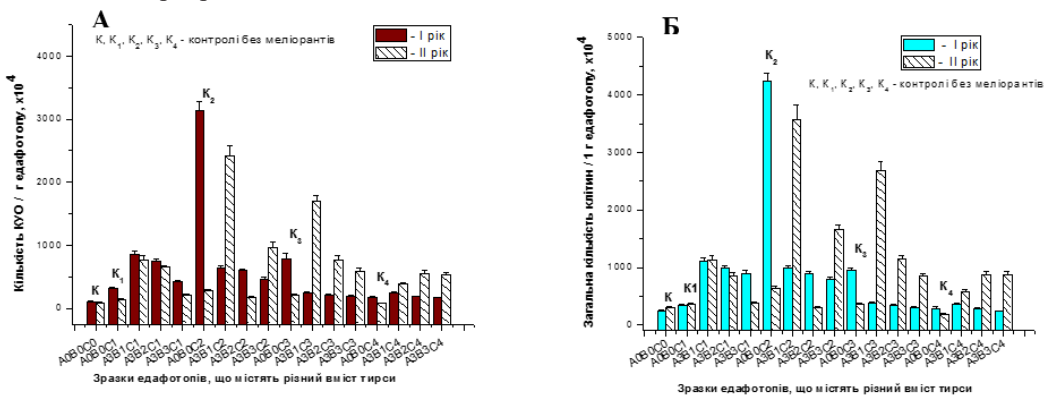


Рис. 3. Чисельність сапрофітної (А) і загальної (Б) мікробіоти в едафотопі нових насипів БОР за різного вмісту тирси A_3 ($B_0 - 0 \text{ л/м}^2$; $B_1 - 10 \text{ л/м}^2$; $B_2 - 20 \text{ л/м}^2$; $B_3 - 30 \text{ л/м}^2$; $C_1 - L. albus$, $C_2 - T. hybridum$, $C_3 - D. glomerata$, $C_4 - L. multiflorum westerwoldicum$).

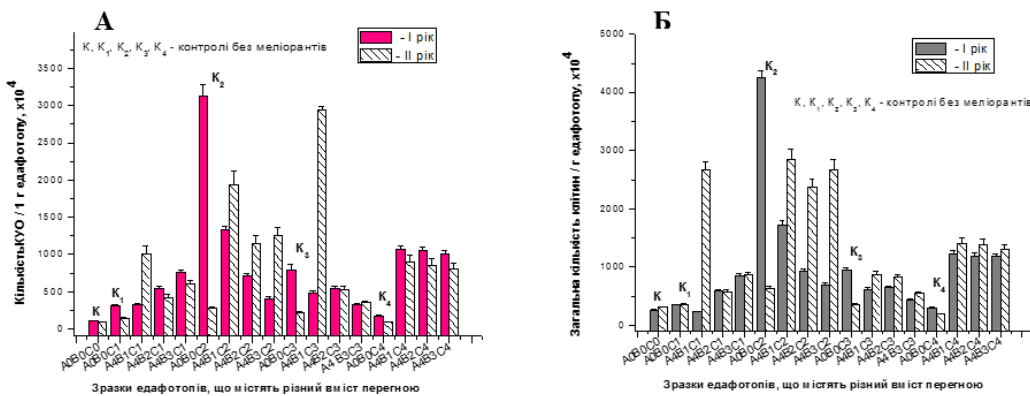


Рис. 4. Чисельність сапрофітної (А) і загальної (Б) мікробіоти в едафотопі нових насипів БОР за різного вмісту перегною A_4 ($B_0 - 0 \text{ л/м}^2$; $B_1 - 10 \text{ л/м}^2$; $B_2 - 20 \text{ л/м}^2$; $B_3 - 30 \text{ л/м}^2$; $C_1 - L. albus$; $C_2 - T. hybridum$; $C_3 - D. glomerata$; $C_4 - L. multiflorum westerwoldicum$).

У результаті проведених нами досліджень із визначення чисельності мікроорганізмів у рекультивованих едафотопі насипів БОР встановлено, що різний вміст осадів стічних вод, компост і перегній ведуть до зростання чисельності мікробіоти лише на першому році, тоді як на другому – її чисельність на більшості дослідних ділянок значно знижується, але не на ділянках із різним вмістом перегною: на них кількість мікроорганізмів є такою ж або збільшується, особливо за культивування *T. hybridum*. Тимчасове зростання чисельнос-

ті мікроорганізмів на першому році може бути пояснене, по-перше, внесенням численної мікробіоти у ділянки едафотопів разом із цим меліорантом, і, по-друге, високим вмістом у його складі легкозасвоюваних органічних речовин. Останні й оптимізують трофічні умови едафотопу БОР, що сприяє розмноженню мікробіоти та збільшенню її чисельності упродовж першого року. На ділянках із тирсою спостерігали незначне збільшення чисельності мікробіоти на першому і другому році, що можна пояснити низьким вмістом органічних речовин у складі тирси, доступних для живлення мікроорганізмів. Целюлоза, якої є близько 50% у тирсі, а також лігнін і геміцелюлози, характеризуються повільністю процесів розщеплення, що є лімітуючим чинником збільшення чисельності мікробіоти едафотопу.

Встановлено, що рекультивация едафотопів нових насипів БОР різними кількостями (10, 20 і 30 л/м²) перегною забезпечує кращий ріст, розвиток і схожість культивованих рослин і сприяє зростанню чисельності сапрофітної мікробіоти й загальної кількості мікроорганізмів, а тому може розцінюватись як оптимальний спосіб рекультивации з числа нами досліджених.

Робота виконана в рамках проекту технічної допомоги Європейського союзу «Інтеграція наукових середовищ польсько-української прикордонної території» (реєстраційний номер IPBU.03.01.00-18-629/11-00).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бойко Н. В.* Роль ґрунтової мікрофлори у забезпеченні екологічної стійкості та родючості ґрунтів // Вісн. ун-ту водного господарства та природокористування. 2009. Вип. 3. № 47. С. 84–89.
2. *Волкогон В. В.* Азотфіксуючі мікроорганізми корневої зони і насипів злакових трав // Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіології. 1999. № 4. С. 6–11.
3. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. *Кречківська Г. В.* Екосистеми відвалів Бориславського озокеритового родовища: характеристика, біота, рекультивация: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровськ, 2013. 20 с.
5. *Кречківська Г. В., Царик Й. В.* Дослідження ґрунтових мікроорганізмів на шахтних відвалах Бориславського озокеритового родовища // Вісн. Одес. ун-ту. Сер. біол. 2011. Вип. 6. С. 55–61.
6. *Мишустин Е. Н.* Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 342 с.
7. Практикум по микробиологии / под ред. Н.С. Егорова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 56–76.
8. *Тарнавський А. Б., Сухач Ю. Г.* Техногенно-екологічна обстановка у місті Бориславі // <http://www.google.com.ua>.
9. *Цайтлер М. Й., Скробач Т. Б., Сеньків В. М.* Особливості рекультивации насипів озокеритовидобутку Бориславщини // Наук. вісник НЛТУ України. 2003. Вип. 20.3. С. 47–51.
10. *Якимів М. М., Заклінський О. П., Лучин М. Д.* Просторова неоднорідність вмісту важких металів у ґрунтах Івано-Франківщини // Агроекол. журнал. 2008. № 4. С. 54–58.

Стаття: надійшла до редакції 31.03.15

доопрацьована 18.09.15

прийнята до друку 30.10.15

ESTIMATION OF DUMPS OF BORYSLAV OZOCERITE DEPOSIT RECULTIVATION METHODS

H. Klepach, G. Krechkivska, L. Iskovych, S. Woloszanska

*Ivan Franko State Pedagogical University of Drogobych
33, Shevchenko St., Drogobych 82100, Ukraine
e-mail: pavlishko@yahoo.com*

The authors analysed the methods of recultivating edaphotop of new dumps of Boryslav ozocerite deposit (BOD) according to phenological indicators of cultivated plants (*Lupinus albus* L., *Trifolium hybridum* L., *Dactylis glomerata* L., *Lolium multiflorum westerwoldicum*) and to the number of microbiota. Recultivation was carried out by applying BOD's edaphotop into prepared plots with the area of 1 m² of different ameliorators (and namely, sewage sludge, compost, humus or sawdust) in an amount of 10 l/m², 20 l/m² or 30 l/m², on which culture plants were seeded. According to the data of 2013 and 2014 it was ascertained that there was the best seed germination, plant growth and development, an authentically high number of microbiota in plots with different contents of humus. It was established that recultivation of BOD's edaphotop contributes to significant increase in plant productivity as well as microbiota number in the first year with different contents of ameliorators but not sawdust. In the second year plant productivity increases in the most of plots and microbiota number decreases but not with different humus contents, in these plots the number of microorganisms increases, especially when cultivated with *T. hybridum*.

Keywords: edaphotop, dumps of Boryslav ozocerite deposit, recultivation, phenological indicators of plants, microbiota.

ОЦЕНКА СПОСОБОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ БОРИСЛАВСКОГО ОЗОКЕРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Г. Клепач, Г. Кречківська, Л. Іскович, С. Волошанська

*Дрогобычский государственный педагогический университет
имени Ивана Франко
ул. Шевченко, 23, Дрогобыч 82100, Украина
e-mail: pavlishko@yahoo.com*

Проанализированы способы рекультивации эдафотопы новых отвалов Бориславского озокеритового месторождения (БОР) по фенологическим показателям культивируемых растений (*Lupinus albus* L., *Trifolium hybridum* L., *Dactylis glomerata* L., *Lolium multiflorum westerwoldicum*) и численностью микробиоты. Рекультивацию осуществляли путем внесения в подготовленные участки площадью 1 м² эдафотопы БОР различных мелиорантов (осадков сточных вод, компоста, перегноя или опилок) в количестве 10, 20 или 30 л/м², на которые высевали культуры растений. По данным 2013 и 2014 годов установлено, что лучшая всхожесть семян, рост и развитие растений и достоверно высокая численность микробиоты были на участках с различным содержанием перегноя. Определено, что рекультивация эдафотопы БОР различным содержанием мелиорантов, но не опилками, способствует значительному увеличению как продуктивности растений, так и численности микробиоты на первом году. На втором году продуктивность растений на большинстве участков возрастала, а численность микробиоты уменьшалась, но не с различным содержанием перегноя: на этих участках количество микроорганизмов увеличивалось, особенно при культивировании *T. hybridum*.

Ключевые слова: эдафотоп, отвалы Бориславского озокеритового месторождения, рекультивация, фенологические показатели растений, микробиота.