

УДК 606:662.7:504

## **ОТРИМАННЯ ЕФЕКТИВНОГО БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ ЧИСТИХ КУЛЬТУР, ЩО ІЗОЛЬОВАНІ З ВІДХОДІВ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Т. В. ВАСИЛЬЄВА, І. А. БЛАЙДА, Н. Ю. ВАСИЛЬЄВА, Н. П. МІТЯЄВА**

Біотехнологічний науково-навчальний центр

Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

*Відходи енергетики та вугільної промисловості є з одного боку екологічно небезпечною, з іншого боку - промислово важливою за вмістом рідкісних металів сировиною. Біотехнологічні методи найбільш обґрунтовані для її переробки з метою вилучення цінних компонентів і зниження токсичності. Реалізація мікробних біотехнологій можлива у результаті створення ефективного бактеріального препарату на основі накопичення біомаси високоактивних по відношенню до вилуговування рідкісних та важких металів штамів-продуцентів, виділених з досліджуваних субстратів. Вивчення властивостей росту ізолюваних штамів у автотрофних і міксотрофних умовах дозволило рекомендувати для створення бакпрепарату найбільш швидкозростаючий високопродуктивний помірно термофільний штам ацидофільних тіонових бактерій УТФЛv35, який було ізолювано з породних відвалів вуглезбагачення. Створений бактеріальний препарат, який став результатом накопичення біомаси штаму-продуценту УТФЛv35 на оптимізованому поживному середовищі з двовалентним залізом у якості єдиного джерела енергії, мав концентрацію життєздатних клітин бактерій не менше  $(223,6 \pm 3,79) \times 10^8$  –  $(198,7 \pm 5,63) \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup> та оптичну щільність 0,9-1,23. Його використання для вилучення металів з «рідного» субстрату при відпрацьованих оптимальних умовах значно підвищувало ефективність процесу біовилуговування і сприяло скороченню часу контактування фаз у чані.*

**Ключові слова:** бактеріальний препарат, штами-продуценти, біомаса, породні відвали, зола-винос, ацидофільні хемолітотрофні бактерії, активність вилуговування, джерела енергії, фактори росту, германій, йони важких металів.

**Вступ.** Для застосування високопродуктивних штамів бактерій, які цілеспрямовано були виділені з техногенних відходів паливно-енергетичного комплексу України, у біотехнологічних процесах вилучення металів, треба вивчити можливість отримання ефективного бактеріального препарату на основі цих штамів. При цьому треба враховувати такі важливі технологічні аспекти як можливість збільшення об'єму біомаси, прискорення процесу трансформації речовин, оптимізації виходу продуктів мікробного синтезу и т.д.

Дана робота є продовженням попередніх досліджень [1–3], в яких нами було встановлено, що у аборигенній мікробіоті породних відвалів вуглезбагачення ЦЗФ «Червоноградська» ПАТ «Львівська вугільна компанія» та золи-виносу від спалювання суміші викопного вугілля на ДТЕК Ладжинська ТЕС знаходяться переважно представники роду *Acidithiobacillus* як мезофільні, так і помірно термофільні. Слід зазначити, що різні представники роду *Acidithiobacillus* є відносно повільно зростаючими організмами, оскільки використовують для свого росту неенергоємний неорганічний субстрат. Тому підбір умов культивування, що сприяють накопиченню біомаси цих мікроорганізмів на етапі їх нарощування і до внесення до руди, яка вилуговується, дозволив би скоротити час і необхідні для цього процесу матеріальні витрати. Однак отримати концентрований бакпрепарат для інтенсифікації біотехнологічних процесів вилуговування металів досить складно, тому що, наприклад, для отримання 1,0 г сухої біомаси навіть при 100,0 % ККД хемолітотрофні бактерії повинні окиснювати близько 26,0 г двовалентного заліза. Реально ККД тіонових бактерій складає 25,0–30,0 %. Це означає, що для синтезу 1,0 г біомаси бактеріям треба окиснювати близько 100,0 г заліза. Максимально можливий вміст енергетичного субстрату

у середовищі становить не більше  $50,0 \text{ г/дм}^3$ , оскільки при більш високих концентраціях заліза ріст клітин припиняється. Зважаючи, що для біотехнологічних цілей концентрація клітин у бакпрепараті має бути в межах  $10^9\text{--}10^{10} \text{ кл/см}^3$  (0,6–0,7од. оц.), класичні технології вирощування хемолітотрофних бактерій не дозволяють отримати достатню кількість біомаси і, отже, підвищити ефективність процесу вилуговування [4, 5]. Потрібно шукати нові підходи до вирішення цієї проблеми. Було запропоновано метод [6] підвищення концентрації клітин бактерій у бакпрепараті за допомогою способу вирощування, який полягає у поєднанні в одному апараті двох процесів, – мікробіологічного окиснення двовалентного заліза і електрохімічного відновлення  $\text{Fe}^{+3}$  до  $\text{Fe}^{+2}$ , однак він не отримав достатнього застосування.

Використання стандартних поживних середовищ для культивування тіонових бактерій – Летена і Сильвермана-Лундгрема (9К) – не забезпечує значного приросту біомаси; кінцевий вміст клітин упродовж 30–45 днів у бактеріальній суспензії не перевищує  $10^6 \text{ кл/см}^3$  [5]. Тому до стандартних поживних середовищ додають додаткові компоненти. Так, відомо, що для отримання великої кількості біомаси *Thiobacillus ferrooxidans* і використання його для обробки «хвостів» і необроблених руд у мінеральні середовища додають формиат натрію у концентрації 100,0 Мм [7].

Метою роботи стало отримання бактеріального препарату та встановлення його ефективності з точки зору вилуговування як цінних рідкісних, так і важких токсичних металів з високими показниками, на підставі вивчення ростових властивостей відібраних штамів-продуцентів у автотрофних і міксотрофних умовах.

**Матеріали та методи досліджень.** На підставі проведених досліджень, для отримання ефективного бактеріального препарату нами були відібрані помірно термофільні штами ацидофільних тіонових бактерій, які було ізольовано з породних відвалів вуглезбагачення ЦЗФ «Червоноградська» ПАТ «Львівська вугільна компанія» та золи-виносу від спалювання суміші

викопного вугілля на ДТЕК Ладжинська ТЕС, яким відповідно були надані штамові номери УТФЛv35 та УТФЛad25. Вказані культури проявили максимальну здатність до біовилуговування як рідкісних, так і важких металів з субстратів.

Отримання біомаси вибраних штамів здійснювали на стандартному середовищі Летена і Сильвермана-Лундгрема (9К) та оптимізованому поживному середовищу (ОПС), склад якого було визначено з використанням методу математичного моделювання, в автотрофних умовах за наявності в середовищі тільки мінеральної складової і двовалентного заліза у якості єдиного джерела енергії (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Склад середовищ, які використовували для отримання біомаси**

Компонент середовища	Концентрація компонента у середовищі, г/дм <sup>3</sup>	
	9К	ОПС
NH <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3,0	-
KCl	0,1	-
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,5	1,2
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	2,3
MgSO <sub>4</sub>	0,5	0,4
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,01	-
NH <sub>4</sub> Cl	-	0,9
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	12,0	12,0

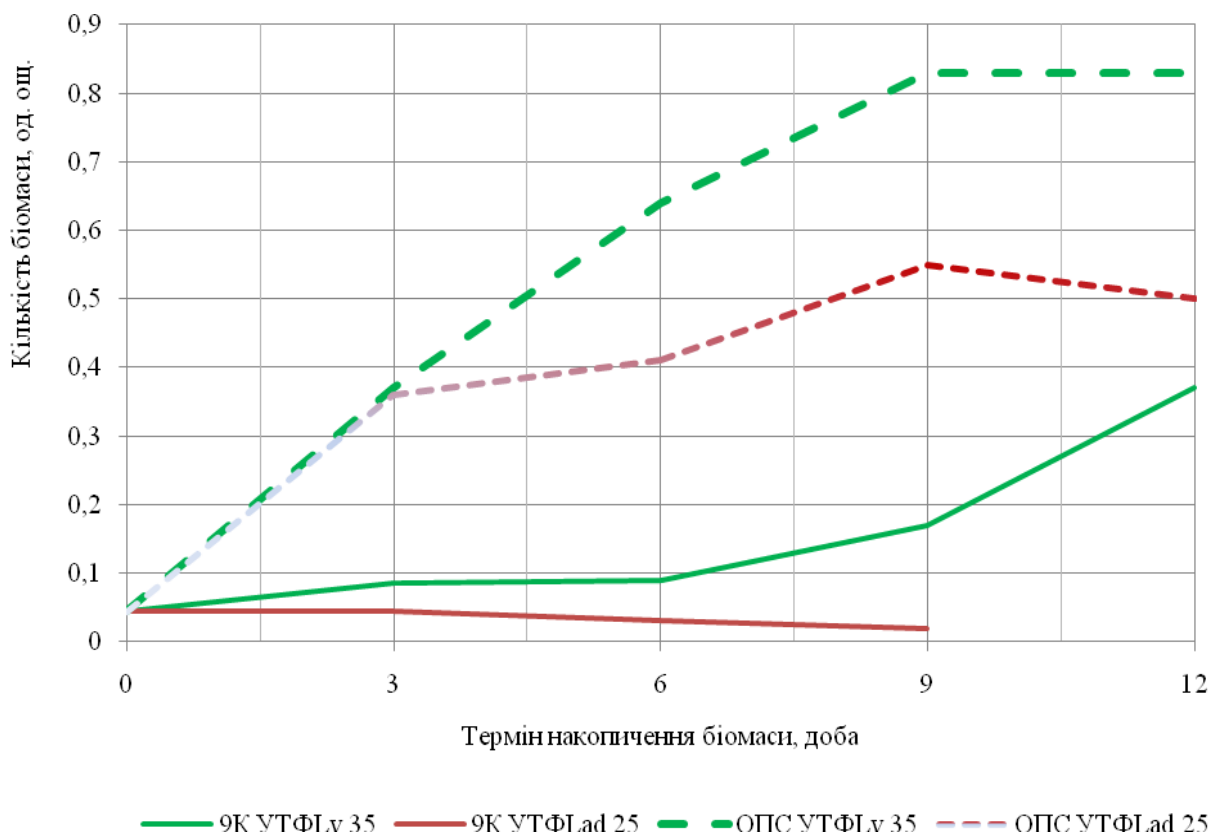
Для збільшення приросту біомаси використовували додаткові фактори росту (ДФР) – дріжджовий екстракт і мелясу у кількості 0,02 %. Значення рН до 1,8–2,2 доводили 1,0 N розчином сірчаної кислоти. Для вивчення динаміки приросту біомаси у колби об'ємом 250,0 см<sup>3</sup> вносили 50,0 см<sup>3</sup> поживного середовища і суспензію досліджуваного штаму у кількості 2,0 % (об.). Культивування проводили за температури 50,0 °С. Кожних 72 години визначали значення оптичної щільності і концентрації двовалентного заліза. Ця частота визначень дозволяє визначити фази росту досліджуваних культур бактерій – початкова або лаг-фаза, експоненціальна або лог-фаза, фаза відмирання.

Спостереження закінчували після зупинки росту культури і накопичення максимуму біомаси. Про величину накопичуваної біомаси судили за величиною оптичної щільності суспензії клітин, яку вимірювали в одиницях оптичної щільності (од. оц.) на спектрофотометрі КФК-2 при 540 нм. Швидкість окислення двовалентного заліза визначали за зміною його концентрації упродовж усього періоду культивування. Динаміку накопичення біомаси бактерій оцінювали з урахуванням їх місця виділення, складу поживного середовища, джерела енергії і додаткових факторів росту. Аналіз розчинів на вміст металів здійснювали із застосуванням атомно-абсорбційної спектроскопії на приладах ААС-1 и С-115ПК Selmi [8].

**Результати та їх обговорення.** У першій серії експериментів біомасу отримували при культивуванні досліджуваних штамів у автотрофних умовах на стандартному середовищі 9К і оптимальному поживному середовищі з двовалентним залізом у якості єдиного джерела енергії (рис. 1). Згідно отриманих даних, приріст біомаси обох штамів в умовах цього експерименту знаходився у прямій залежності від компонентного складу поживного середовища. На стандартному середовищі 9К впродовж усього терміну спостереження культура УТФ<sub>Lad25</sub> лише зберігала життєздатність. На цьому ж середовищі зростання біомаси УТФ<sub>Lv35</sub> реєстрували тільки на 13 добу. При цьому кількість біомаси не перевищувала 0,37 одиниць оптичної щільності (од. оц.), що є недостатнім для використання в цілях підвищення ефективності бактеріального вилуговування металів.

Використання ОПС забезпечувало високий вихід біомаси, як УТФ<sub>Lad25</sub>, так і УТФ<sub>Lv35</sub>. Кількість біомаси УТФ<sub>Lv35</sub> впродовж 9 діб культивування збільшилася в 18 разів у порівнянні з початковим навантаженням, і складала 0,83 од. оц. Кількість біомаси УТФ<sub>Lad25</sub> була в 1,5 рази меншою і відповідала 0,55 од. оц. Необхідно відмітити, що кількість біомаси УТФ<sub>Lv35</sub>, достатня для біотехнологічних цілей (що відповідало 0,64 од. оц.), була отримана впродовж 6 діб при використанні ОПС. Порівняльний аналіз отриманих результатів дозволяє віднести УТФ<sub>Lv35</sub> до швидкозростаючих

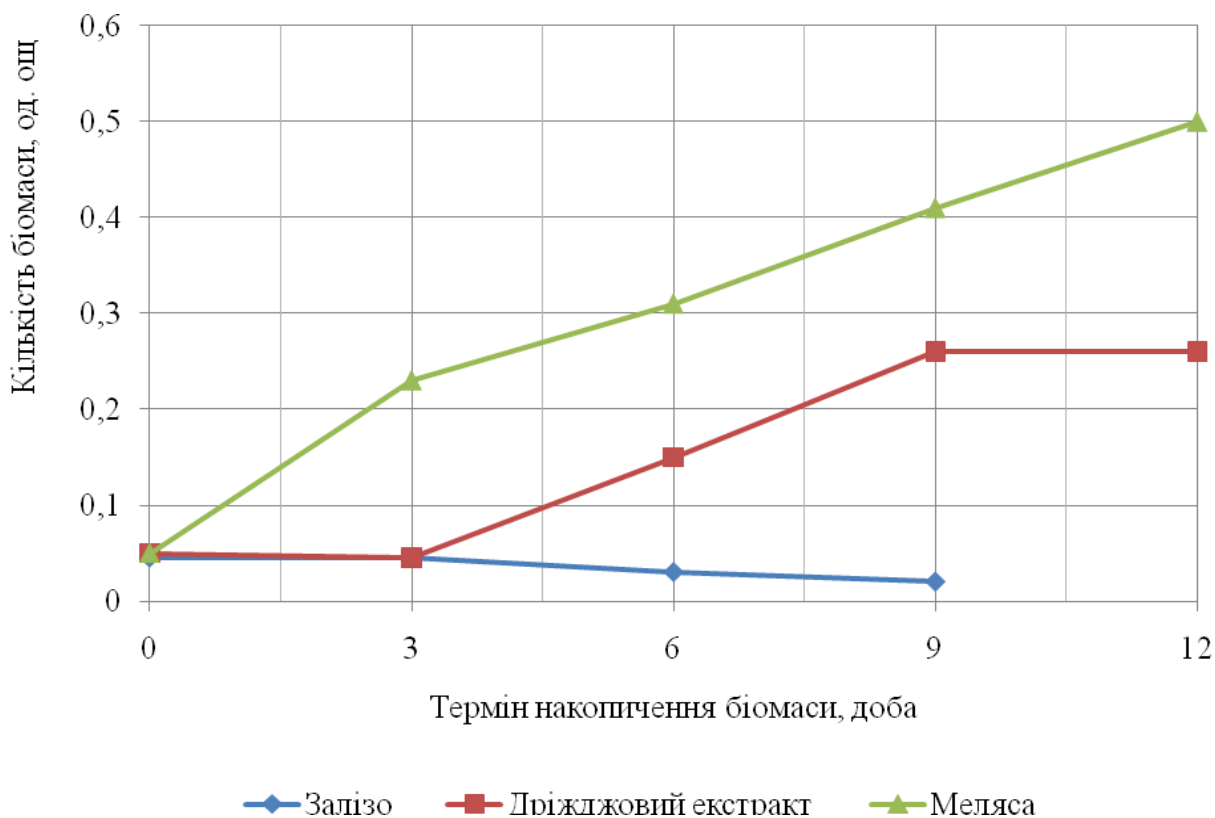
високопродуктивних штамів і рекомендувати його для отримання бакпрепарату з використанням середовища ОПС і двовалентним залізом у якості єдиного джерела енергії.



**Рис. 1. Накопичення біомаси помірно термофільних бактерій УТФЛv35 і УТФЛad25 при культивуванні на середовищах 9К та ОПС**

У наступній серії експериментів була зроблена спроба скорочення періоду росту культур та отримання великої кількості біомаси УТФЛad25 і УТФЛv35 при використанні таких додаткових факторів росту як дріжджовий екстракт і м'яса у концентрації 0,02 %.

Додавання до мінерального середовища 9К дріжджового екстракту або м'яса не забезпечувало скорочення часу зростання біомаси УТФЛad25 (рис. 2). При цьому приріст біомаси зазначеного штаму тривав протягом 9 діб, так само як і при культивуванні у автотрофних умовах (рис. 1).

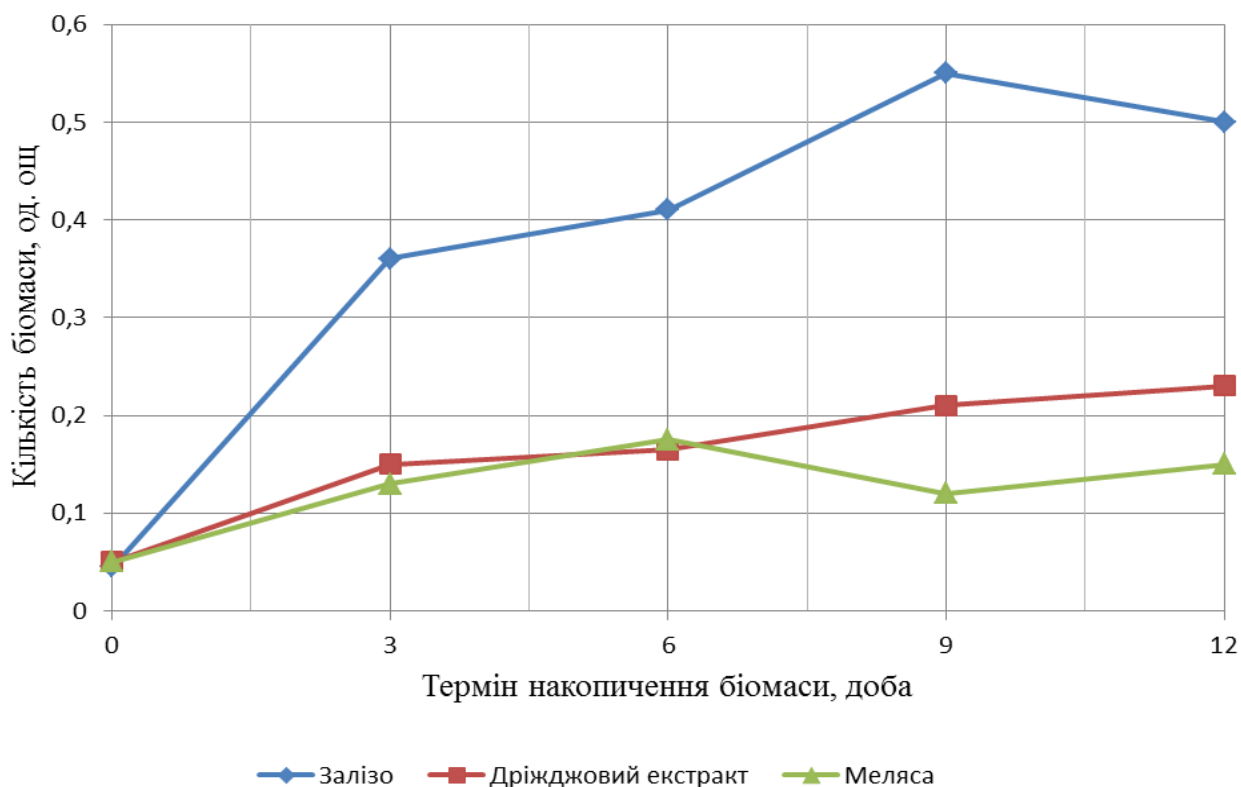


**Рис. 2. Накопичення біомаси УТФLad25 на середовищі 9К з додатковими факторами росту**

Внесення до середовища 9К ДФР не призводило до значного збільшення біомаси; показники оптичної щільності відповідали 0,41 і 0,26 од. опт. при використанні м'яси і дріжджового екстракту, відповідно. Це є недостатнім для підвищення ефективності вилучення металів у процесах бактеріального вилуговування. Введення до мінерального середовища ОПС додаткових факторів росту пригнічувало процес росту клітин УТФLad25 (рис. 3).

При культивуванні УТФLad25 на ОПС, незалежно від додаткового джерела енергії, що використовували, приріст біомаси досліджуваного штаму був у 3,2 і 2,6 рази менше ніж при рості у автотрофних умовах (рис. 3).

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що відібраний помірно термофільний штам УТФLad25 є повільно зростаючою культурою, яка не дає великого приросту біомаси при культивуванні у різних умовах і не може бути використаний для отримання бакпрепарату.



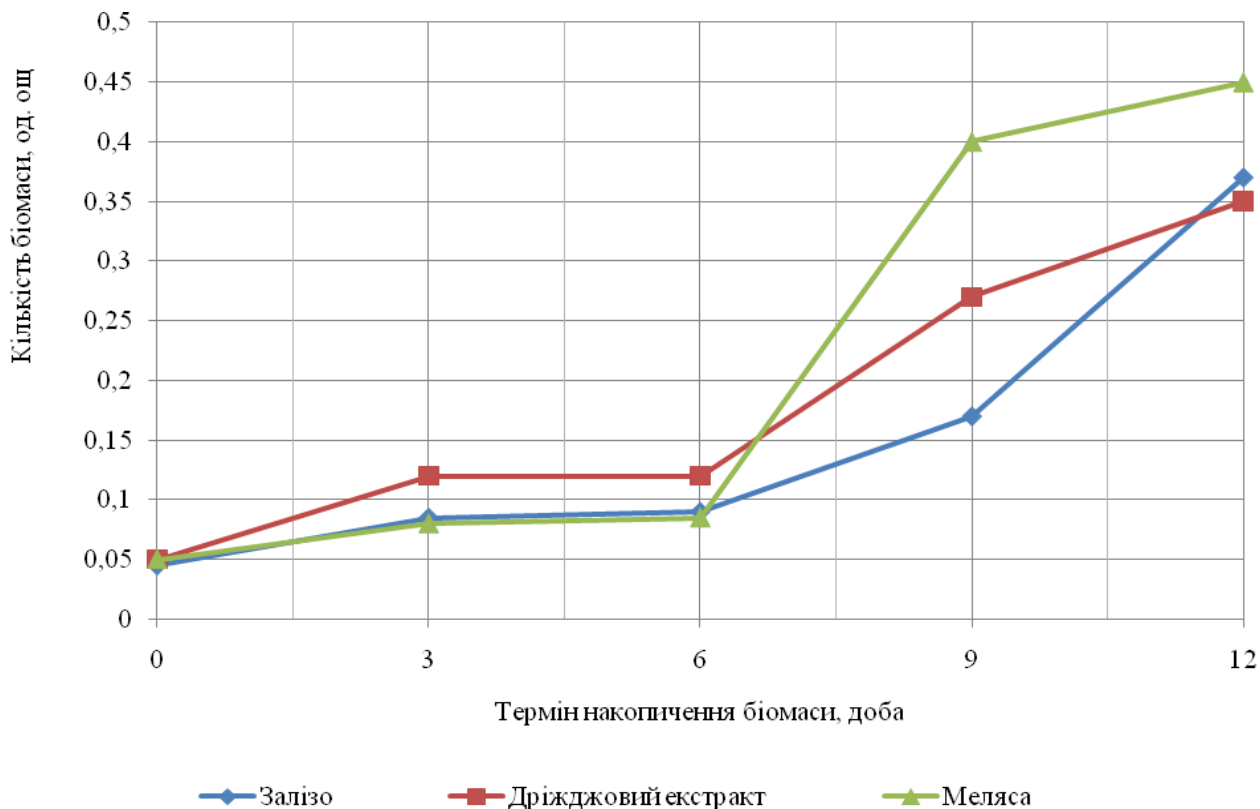
**Рис. 3. Накопичення біомаси УТФLad25 на ОПС з додатковими факторами росту**

Додавання до мінерального фону середовища 9К дріжджового екстракту практично не впливало на приріст біомаси УТФLv35 (рис. 4). У присутності меляси відзначено збільшення у 2,4 рази кількості біомаси, але тільки у віддалені терміни культивування – на 9 добу.

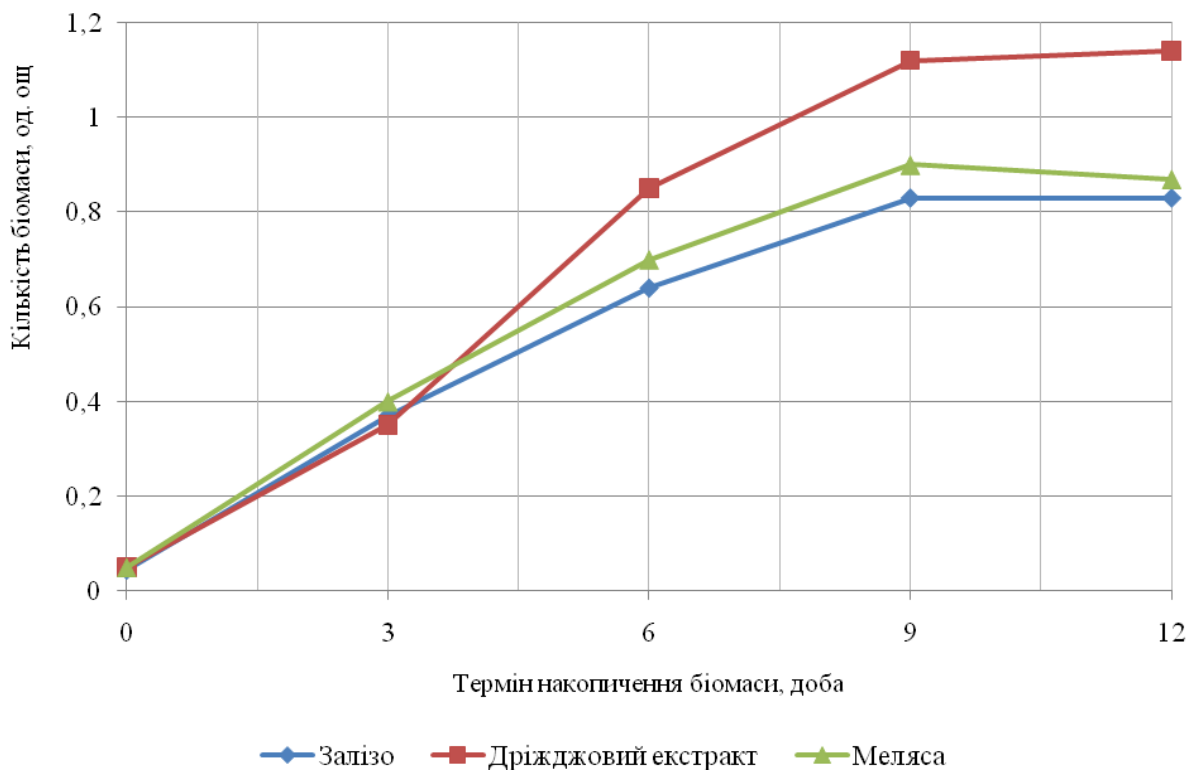
При використанні для накопичення біомаси УТФLv35 ОПС і меляси збільшення кількості біомаси не реєстрували (рис. 5). У той же час при культивуванні УТФLv35 у присутності дріжджового екстракту кількість біомаси була у 1,2–1,4 рази більшою, ніж при культивуванні у автотрофних умовах (рис. 1).

Отримані результати свідчать, що до основи бакпрепарату може бути покладено виділений штам УТФLv35. Ця культура у короткий час (6–9 діб) на ОПС з двовалентним залізом спроможна накопичувати таку кількість біомаси, яку можна використовувати для підвищення ефективності процесів біотехнологічного вилучення металів. Використання додаткових факторів росту



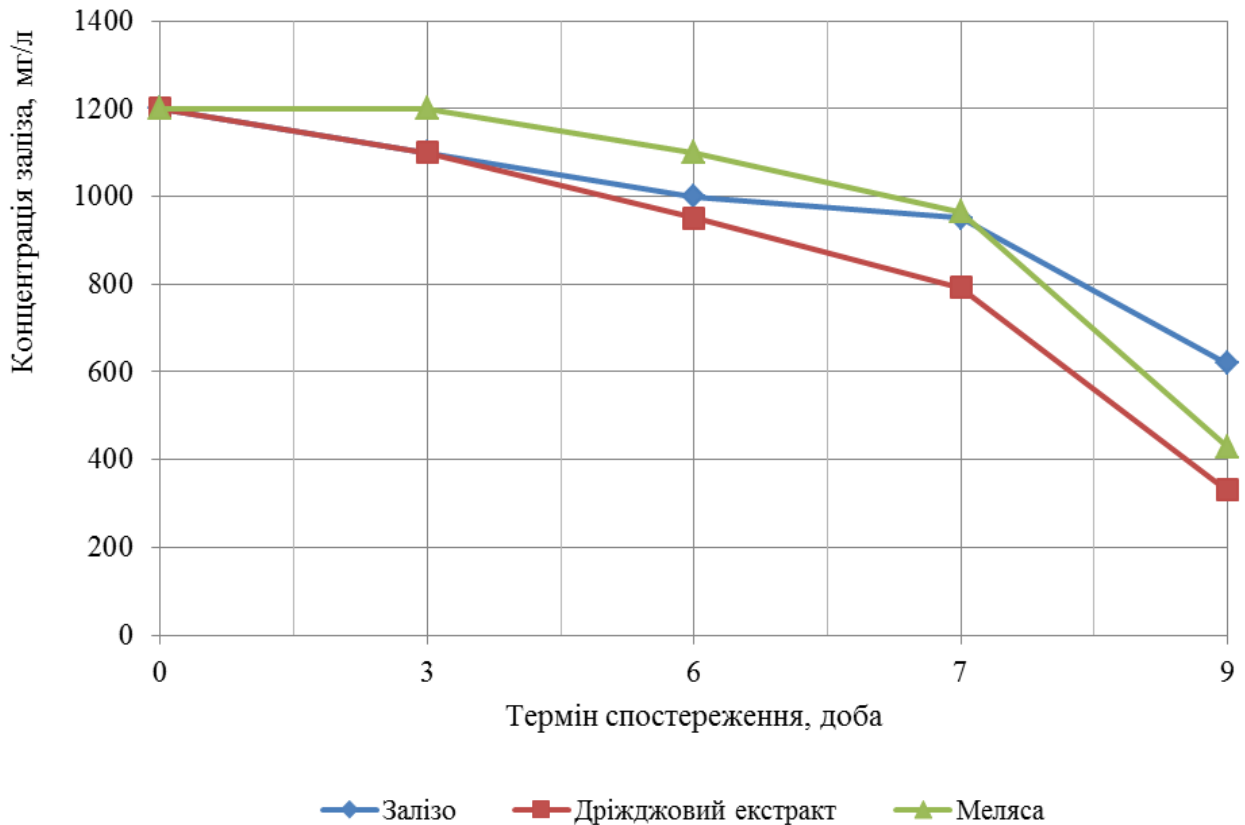


**Рис. 4. Накопичення біомаси УТФЛv35 на середовищі 9К з додатковими факторами росту**



**Рис. 5. Накопичення біомаси УТФЛv35 на ОПС з додатковими факторами росту**

у даному випадку не є обов'язковим, оскільки підвищує трудові затрати і собівартість кінцевих продуктів. Про активність штамму УТФЛv35 можна судити не тільки за кількістю біомаси, а і за відзначеним зниженням концентрації енергетичного субстрату (окиснення заліза) (рис. 6).



**Рис. 6. Окиснення заліза штамом УТФЛv35 на ОПС з додатковими факторами росту**

Як видно з представлених результатів, характер кривих окиснення двовалентного заліза штамом УТФЛv35 при вирощуванні на ОПВ з двовалентним залізом у якості єдиного джерела енергії та у присутності додаткових факторів росту практично співпадає (рис. 1, 6). Порівняльний аналіз результатів приросту біомаси і окиснення двовалентного заліза свідчить, що активне окиснення заліза УТФЛv35 починається у кінці фази активного росту при переході культури у стаціонарну фазу і при максимальних показниках оптичної щільності (табл. 2).

Таблиця 2

### Ступінь окиснення Fe<sup>+2</sup> штамом УТФЛv35

Середовище	Джерело енергії	ДФР (0,02 %)	Термін початку окиснення заліза, доба	Кількість біомаси, од. оц.	Ступінь окиснення Fe <sup>+2</sup> , %
ОПС	Fe <sup>+2</sup>	-	6	0,64	48,18
		Меляса	6	0,85	64,45
		ДЕ	6	0,73	72,72

Ступінь окиснення заліза при вирощуванні досліджуваного штаму на ОПС в автотрофних умовах не перевищувала 48,18 %. Використання меляси і дріжджового екстракту у концентрації 0,02 % сприяло не тільки збільшенню приросту біомаси, але й посиленню окислювальної активності УТФЛv35. Зниження концентрації двовалентного заліза в умовах даного експерименту досягало 64,45 і 72,72 % відповідно.

Таким чином, для отримання високоефективного бактеріального препарату для вилуговування рідкісних і важких металів з техногенних субстратів ми рекомендуємо наступні умови: основа препарату – штам УТФЛv35, середовище – ОПС з двовалентним залізом у якості єдиного джерела енергії. Це дозволяє отримати достатню кількість активної біомаси (0,67–0,83 од.оц.) за короткий термін культивування (6–9 діб), що є цілком задовільним для її використання з метою підвищення ефективності процесів бактеріального вилуговування металів з техногенних відходів.

Отриманий бактеріальний препарат, який є результатом накопичення біомаси штаму-продуценту УТФЛv35 на оптимізованому поживному середовищі з двовалентним залізом за допомогою напівпромислового ферментеру BioFlo 415 (New Brunswick Scientific), представляє собою рідину жовтого або лимонного кольору з концентрацією життєздатних клітин бактерій не менше  $(223,6 \pm 3,79) \times 10^8$  –  $(198,7 \pm 5,63) \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>, з оптичною щільністю 0,9–1,23.

Для встановлення окиснювальної активності бактеріального препарату по відношенню до вилучення рідкісних і важких металів з досліджуваних

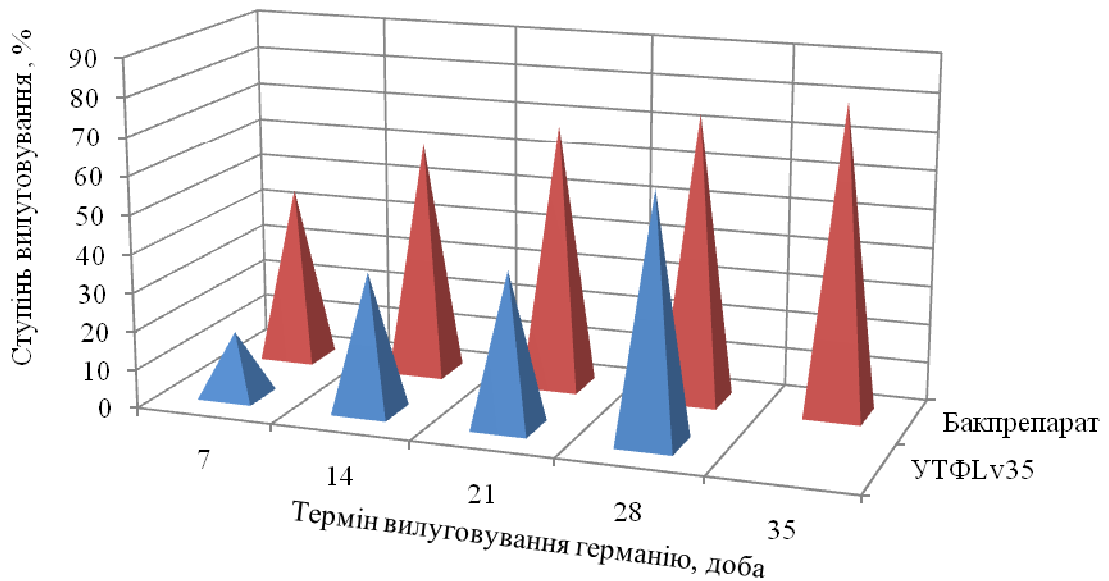
техногенних відходів і здатності додатково активувати окиснювальну дію аборигенної мікробіоти ми використали цей бакпрепарат для біовилуговування породних відвалів ЦЗФ «Червоноградська» та золи-виносу ДТЕК Ладизинська ТЕС. Процес біовилуговування проводили, дотримуючись основних встановлених оптимальних параметрів: співвідношення твердої і рідкої фаз Т:Р = 1:10, у якості вилуговуючого розчину використовували ОПС, рН  $\leq 1,8$ ,  $t=30,0$  °С, тривалість 28–35 діб. Бакпрепарат вводили у кількості 10,0 % (об.) до 0,2–0,25 од. ош. у середовищі. За результатами досліджень, які приведені в табл. 3, встановлено, що застосування бакпрепарату, основою якого слугував штам УТФЛv35, забезпечувало підвищення ступеня вилучення всіх металів з породних відвалів порівняно з використанням штаму УТФЛv35, а також сприяло скороченню часу біовилуговування (рис. 7).

Таблиця 3

**Ступінь вилучення металів УТФЛv35 і бакпрепаратом  
з породних відвалів ЦЗФ за 28 діб**

Бактеріальна культура	Ступінь вилучення металів, %						
	Ge	Ga	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
УТФЛv25	63,34	58,3	29,5	18,32	$\geq 98,9$	16,7	75,4
Бакпрепарат	80,2	82,5	45,9	59,3	35,9	28,9	82,5

Ця тенденція була характерною для всіх вилуговуваних металів як цінних рідкісних галію і германію, так і токсичних важких кадмію, свинцю, цинку і міді.



**Рис. 7. Вилучення германію з породних відвалів ЦЗФ культурою УТФЛv35 і бакпрепаратом**

Результати, які отримані з використанням бакпрепарату для вилуговування металів із золи-виносу Ладижинської ТЕС, свідчать про необхідність його попередньої адаптації до нових техногенних субстратів.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, основним результатом проведеного етапу роботи було отримання високоактивного бактеріального препарату на основі штаму УТФЛv35, виділеного з аборигенної асоціації мікроорганізмів техногенного субстрату породних відвалів ЦЗФ «Червоноградська». Його використання для вилучення металів з «рідного» субстрату при відпрацьованих оптимальних умовах значно підвищувало ефективність процесу біовилуговування і сприяло скороченню часу контактування фаз в чані. Ступінь вилучення металів в розчин при біовилуговуванні породних відвалів ЦЗФ «Червоноградська» становила, %: Ge – 80,2; Ga – 82,5; Cu – 45,9; Cd – 82,5; Pb – 28,9; Zn – 59,3; Ni – 35,9. Отримані результати є основою для створення біотехнології переробки відвалів вуглезбагачення Львівсько-Волинського вугільного басейну з метою їх знешкодження та отримання цінного рідкіснометалевого продукту.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Состав и выщелачивающая активность микробиоценоза техногенных отходов энергетики [Электронный ресурс] / [Блайда И. А., Васильева Т. В., Слюсаренко Л. И. и др.] // Проблеми екологічної біотехнології. – 2013. – № 1. – Режим доступу: <http://jrnl.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/4592>
2. Блайда І. А. Особливості співтовариства хемолітотрофних бактерій відходів вуглезбагачення [Електронний ресурс] / І. А. Блайда // Проблеми екологічної біотехнології. – 2014. – № 1. – Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/6658>
3. Васильєва Т. В. Різноманітність співтовариств мікроорганізмів у техногенних екосистемах паливно-енергетичного комплексу України [Електронний ресурс] / Т. В. Васильєва // Проблеми екологічної біотехнології. – 2014. – № 1. – Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/6660>
4. Каравайко Г. И. Роль микроорганизмов в выщелачивании металлов из руд / Каравайко Г. И., Кузнецов С. И., Голомзик Э. И. – М.: Наука, 1972. – 248 с.
5. Биоготехнология металлов: практическое руководство / [Каравайко Г. И., Росси Дж., Агате А. и др.] – М.: Центр Международных проектов ГКНТ СССР, 1989. – 375 с.
6. Ohamura N. Electrochemical Regeneration of Fe (III) to Support Growth on Anaerobic Iron Respiration / Ohamura N., Matsumoto N., Sasaki K. // Appl. Environ. Microbiol. – 2002. – Vol.68(1). – P. 405–407.
7. Патент РФ №2099412, С12М1/00, С22В3/18. Способ культивирования и способ извлечения не менее одного металла из труднообогатимой руды / Пронк Я. Т., Ван Дейкен Й. П., Бос П., Куенен Й. Г.; заявитель и патентообладатель: Технише Университейт Делфт. – № 5011882/13; заявл. 05.05.1992; опубл. 20.12.1997.

8. Хавезов И. Атомно-абсорбционный анализ / Хавезов И., Цалев Д. – Л.: Химия, 1983. – 144 с.

**ПОЛУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА НА  
ОСНОВЕ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ ОТХОДОВ  
ЭНЕРГЕТИКИ И УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Т. В. ВАСИЛЬЕВА, И. А. БЛАЙДА, Н. Ю. ВАСИЛЬЕВА, Н. П. МИТЯЕВА**

*Биотехнологический научно-учебный центр*

*Одесского национального университета имени И. И. Мечникова*

*Отходы энергетики и угольной промышленности являются с одной стороны экологически опасным, с другой стороны – промышленно значимым с точки зрения содержания редких металлов сырьем. Биотехнологические методы наиболее обоснованы для его переработки с целью извлечения ценных компонентов и снижения токсичности. Реализация микробных биотехнологий возможна в результате создания эффективного бактериального препарата на основе накопления биомассы высокоактивных по отношению к выщелачиванию редких и тяжелых металлов штаммов-продуцентов, выделенных из исследуемых субстратов. Изучение ростовых свойств изолированных штаммов в автотрофных и миксотрофных условиях позволило рекомендовать для создания бакпрепарата самый быстрорастущий высокопроизводительный умеренно термофильный штамм ацидофильных тионовых бактерий УТФLv35, который был изолирован из породных отвалов углеобогащения. Созданный бактериальный препарат, который стал результатом накопления биомассы штамма-продуцента УТФLv35 на оптимизированной питательной среде с двухвалентным железом в качестве единственного источника энергии, имел концентрацию жизнеспособных клеток бактерий не менее  $(223,6 \pm 3,79) \times 10^8 - (198,7 \pm 5,63) \times 10^9$  КОЕ/см<sup>3</sup> и оптическую плотность 0,9–1,23. Его использование для извлечения металлов из «родного» субстрата при отработанных оптимальных условиях значительно повышало эффективность процесса биовыщелачивания и способствовало сокращению времени контакта фаз в чане.*

**Ключевые слова:** бактериальный препарат, штаммы-продуценты, биомасса, породные отвалы, зола-вынос, ацидофильные хемолитотрофные бактерии, активность выщелачивания, источники энергии, факторы роста, германий, ионы тяжелых металлов.

**OBTAINING EFFECTIVE BACTERIAL PREPARATIONS  
BASED ON THE PURE CULTURES, THAT ISOLATED  
FROM WASTES OF ENERGY AND COAL INDUSTRY**

**T. V. VASYLEVA, I. A. BLAYDA, N. YU. VASYLEVA, N. P. MITIAIEVA**

*Biotechnological centre of I. I. Mechnikov Odessa National University*

*The wastes of energy and coal industry are on the one hand as environmentally hazardous, on the other hand – commercial significance, in terms of content of rare metals raw materials. Biotechnological methods are most justified for its processing to recover valuable components and reduce toxicity. Implementation of microbial biotechnology possible by creating an effective bacterial drug based on high biomass accumulation strains producers isolated from the studied substrates, which have high activity in relation to the leaching of heavy and rare metals. The study of the properties of isolated strains grown in autotrophic and mixotrophic conditions allowed to recommend for create bacterial drug most fast-growing high-moderately thermophilic strain of acidophilus thiobacteria UTFLv35, which was isolated from coal tailing. Created bacterial drug that is a result of the accumulation of biomass strain-producers UTFLv35 on established optimized nutrient medium with ferrous iron as the sole energy source, had a concentration of viable bacterial cells at least  $(223,6 \pm 3,79) \times 10^8 - (198,7 \pm 5.63) \times 10^9$  CFU/cm<sup>3</sup> and optical density 0,9–1,23. Its use for the extraction of metals from "native" substrate waste at optimum conditions significantly increased the efficiency of bioleaching and to cut the time of contact phase in the tank.*

**Keywords:** *bacterial drug, strains-producers, biomass, coal tailing, fly-ash, chemolithotrophic acidophilic bacteria, leaching activity, energy sources, growth factors, germanium, heavy metal ions.*