

ХІМІЧНА МЕЛІОРАЦІЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРОДУКТУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ МАТОЧНИХ РОЗЧИНІВ ВИРОБНИЦТВА КАПРОЛАКТАМУ ШЛАМОМ ВОДООЧИЩЕННЯ ТЕЦ

О. В. Мазницька, А. В. Пасенко, О. В. Новохатько

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: pasenko2000@ukr.net

Запропонований спосіб утилізації відходів Кременчуцької ТЕЦ і відходів виробництва капролактаму на Черкаському ПАТ «Азот» з отриманням агрономічно цінного продукту. Досліджена можливість використання продукту сумісної нейтралізації відпрацьованих маточних розчинів виробництва капролактаму шламом водоочищення ТЕЦ в якості хімічного меліоранту для відновлення родючості ґрунтів. Екологічна безпека застосування меліоранту перевірена методом біотестування («Ростовий тест»). У роботі наведені результати експериментального біотестування ґрунтів після внесення меліоранту. Проведена статистична обробка даних вимірювання ростових показників тест-об'єктів, визначення сухої та вологої маси проростків. Встановлено поліпшення ростових показників рослин при використанні меліоранту. Уперше досліджена можливість використання продукту сумісної утилізації відходів водоочищення ТЕЦ і маточних розчинів виробництва капролактаму для меліорації кислих ґрунтів. Застосування отриманого продукту дозволить підвищити родючість деградованих ґрунтів, а також розв'язати екологічну проблему накопичення промислових відходів шляхом їх утилізації.

Ключові слова: хімічна меліорація, шлам водоочищення ТЕЦ, капролактаму, відпрацьований маточний розчин, біотестування.

ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОДУКТА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ МАТОЧНЫХ РАСТВОРОВ ПРОИЗВОДСТВА КАПРОЛАКТАМА ШЛАМОМ ВОДООЧИСТКИ ТЭЦ

О. В. Мазницкая, А. В. Пасенко, О. В. Новохатько

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: pasenko2000@ukr.net

Предложен способ утилизации отходов Кременчугской ТЭЦ и отходов производства капролактама на Черкасском ПАО «Азот» с получением агрономически ценного продукта. Исследована возможность использования продукта совместной нейтрализации отработанных маточных растворов производства капролактама шламом водоочистки ТЭЦ в качестве химического мелиоранта для восстановления плодородия почв. Экологическая безопасность применения мелиоранта проверена методом биотестирования («Ростовой тест»). В работе представлены результаты экспериментального биотестирования почв после внесения мелиоранта. Проведена статистическая обработка данных измерения ростовых показателей тест-объектов, определения сухой и влажной массы проростков. Установлено улучшение ростовых показателей растений при использовании мелиоранта. Впервые исследована возможность использования продукта совместной утилизации отходов водоочистки ТЕЦ и маточных растворов производства капролактама для мелиорации кислых почв. Применение полученного продукта позволит повысить плодородие деградированных почв, а также решить экологическую проблему накопления промышленных отходов путем их утилизации.

Ключевые слова: химическая мелиорация, шлам водоочистки ТЭЦ, капролактаму, отработанный маточный раствор, биотестирование.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Особливістю екологічної ситуації в Україні щодо поводження з промисловими відходами є їх концентрування в окремих містах, наприклад, утворення й накопичення промислових відходів у м. Кременчуці становить відповідно 79 % від загального обсягу відходів по Полтавській області. Основними джерелами утворення відходів по області й по Україні є підприємства гірничопромислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного, целюлозно-паперового та агропромислового комплексів. Існує цілий ряд наукових розробок щодо комплексного застосування відходів як цінної сировини [1, 2], закріплення та консервації накопичених відходів на полігонах для запобігання вторинного пилового забруднення атмосферного повітря [3, 4].

Ситуація, що склалася, потребує ефективних цілеспрямованих дій у рамках єдиної державної політики з переробки відходів, активізації роботи місцевих органів влади у цьому напрямку.

Ефективним шляхом вирішення екологічної проблеми щодо зменшення обсягів накопичення на полігонах промислових відходів різних виробництв є розробка технологій їх утилізації з отриманням

господарсько-цінних продуктів та вторинної сировини для подальшого застосування в інших виробничих галузях [5–8].

Тому метою роботи є дослідження можливості використання продукту нейтралізації відпрацьованих маточних розчинів виробництва капролактаму на Черкаському ПАТ «Азот» шламом водоочищення Кременчуцької ТЕЦ в якості меліоранта кислих деградованих ґрунтів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Відпрацьовані маточні розчини виробництва капролактаму Черкаського ПАТ «Азот» містять 38–42% за масою амоній сульфату.

Але за рахунок гідролізу цей розчин має сильно-кислу реакцію ($\text{pH} = 4,3$) і непридатний для використання у якості меліоранту. Для його використання необхідна нейтралізація. Нами запропоновано для нейтралізації використовувати шламу хімводоочищення ТЕЦ, що містить карбонат кальцію та інші лужні компоненти, які здатні нейтралізувати сульфатну кислоту, що утворюється при гідролізі амоній сульфату.

Оскільки при гідролізі утворюється амоніак, то використовувати стехіометричні співвідношення для визначення кількості шламу водоочищення

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

ТЕЦ, необхідно для нейтралізації, неможливо. Розрахунок необхідного співвідношення для досягнення рН=7 дав 49,7 г шламу водоочищення ТЕЦ на 1 дм³ відпрацьованого маточного розчину. Саме ця суміш після розведення і використовувалась в досліді.

Продукт нейтралізації являє собою розчин амоній сульфату, амоніаку та кальцій сульфату з домішками. Також присутній осад, що на 93% складається з гіпсу.

Для визначення можливості меліорації з використанням продукту нейтралізації проводилось біотестування за методом «Ростовий тест» [9].

Відбір проб ґрунтів здійснювався у Козельщинському районі Полтавської області на територіях з умовами ґрунтоутворення, що сприяють формуванню

кислих ґрунтів (рис. 1). Проби ґрунтів з орного шару глибиною 0,25 – 0,30 см відбиралися згідно ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб». Об'єднана проба кожного ґрунту складалася з 5-ти точкових проб. Відібрані проби ґрунтів висушували при кімнатній температурі з отриманням повітряно-сухого ґрунту. Середня проба кожного зразка ґрунту формувалася методом квартування. Для проведення аналізу кислотності ґрунтів, лабораторних досліджень з хімічної меліорації та біотестування з ґрунту видаляли «скелет» з отриманням фракції «дрібно-зему» згідно ДСТУ ISO 11464-2001 «Якість ґрунту. Попередня обробка зразків для фізико-хімічного аналізу», ДСТУ ISO 10381-6-2001 «Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 6. Наставови щодо відбору, обробки та зберігання ґрунту».

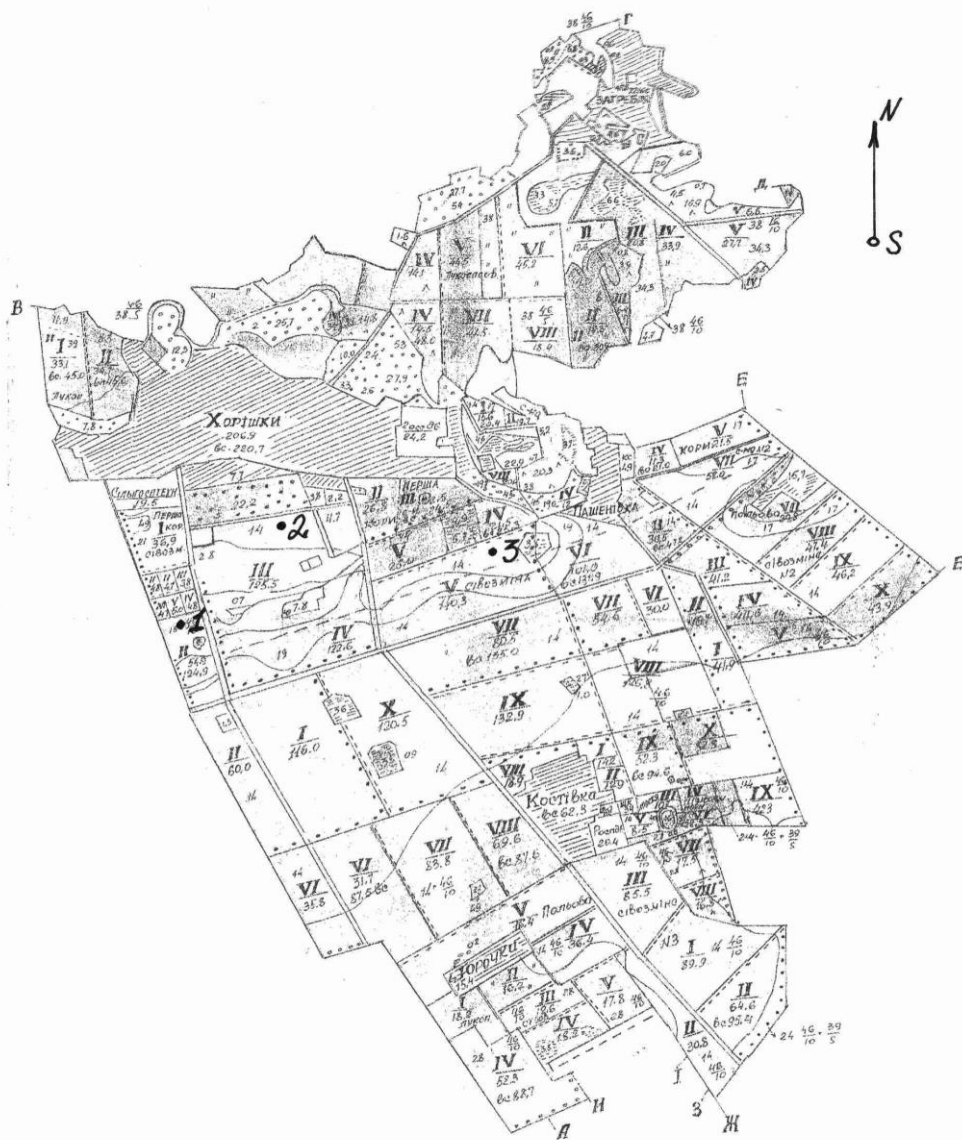


Рисунок 1 – Карта ґрунтів частини землекористування Козельщинського району Полтавської області:

• – місце відбору проби ґрунту та її номер

За результатами попереднього аналізу ґрунтів було встановлено, що гідролітична кислотність проб ґрунтів становить:

- ґрунт № 1 – 5,30 мг-екв/100г ґрунту;
- ґрунт № 2 – 3,53 мг-екв/100г ґрунту;

– ґрунт № 3 – 4,70 мг-екв/100г ґрунту.

Згідно отриманих даних досліджувані ґрунти потребують першочергової хімічної меліорації незалежно від зони географічного розташування.

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

Далі у 33 пластикові ємності на 200 см³ вносили по 100 г зразків повітряно-сухого ґрунту і висівали в кожну ємність 15 пророслих насінин жита посівного (*Secale cereale*). Зволожували до 70 % від насичення. Це 20 см³ рідини на 100 г зразка. Для цього використовували дистильовану воду, частково замінюючи її розведеним продуктом нейтралізації. Кількість доданого Нітрогену складала 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 мг N/кг ґрунту.

За контроль брали ґрунт, зволожений тільки дистильованою водою.

Проростки утримувались в наступних умовах: щоденно протягом 14-ти годин (з 6-00 до 20-00) підтримувалось постійне освітлення. Дослід тривав 17 днів. Велись спостереження за такими показниками:

- динаміка росту паростків і довжина надземної частини паростків та їх приріст (щодобово);
- загальна кількість пророслого насіння (на кінець експерименту).

Результати статистичної обробки даних вимірювань, усереднених для кожної кількості доданого Нітрогену наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Середні довжини надземних частин за різних концентрацій внесеного Нітрогену, мм

Концентрація доданого Нітрогену	Середня довжина надземної частини та її похибка									
	Доба пророщування									
	4	7	8	9	10	11	14	15	17	
0	18,5±1,4	73,1±3,4	93,4±4,6	108,6±5,5	118,9±7,4	135,1±7,5	154,6±4	159±3,8	164,1±4,9	
50	15,9±1,1	59,4±5,4	85,3±5	97,3±4,6	119,5±4,7	128,9±4,5	162,6±4,2	162,8±5,5	180,8±5,1	
100	15,3±2,3	63,5±10,4	88,7±10,5	105,5±9,5	121,7±9,8	141±8,6	170,4±5,9		190,2±3,9	
150	14,7±0,7	66,1±2,5	88,2±2,9	111,6±3,5	133,8±4	147,3±4,7	170,3±4,9		184,6±5,5	
200	14,4±1,4	58,3±4,9	81,8±3,5	107,7±4,2	124,2±4,5	143,8±4,6	167,9±4,4		181,4±3,6	
250	15±1,5	81,9±3,8	100,4±5,1	123,5±4,8	133,2±6,9	149,1±5,7	175,6±5,9		195,5±5,7	
300	11,9±0,7	48,1±5,1	73±6,2	105,5±5,7	112,4±6,5	128,5±7,4	150,8±5,4		176,3±7,3	
350	15,1±1,2	51,3±5,9	83,7±5,2	104,5±5,9	116,1±7,6	134,2±7,6	148,9±8,3		165,1±7,5	
400	11,6±1	40,9±3,7	53,1±5,3	66,6±6,1	70,8±7,1	83,1±6,7	119,3±8,6		140,8±10,8	
450	11,4±1,4	30,4±6,9	36,1±9,8	42,4±9	42,5±9,3	36,6±8,9	36,7±7,7		51±11,3	
500	9,7±1,5	16,2±4,2	21,6±5,7	25,2±6,6	25±7	24,4±8,2	34,8±13,2			

Як помітно, спочатку (на 4 день) найбільш розвинена надземна частина в контролі, але з часом точка перегину між спадом і збільшенням розміру наблизилась до неї і вже на 14 день в пробі з концентрацією доданого Нітрогену 50 мг/кг розмір надземної частини був більший, ніж у контролі. Це пов'язано з тим, що спочатку рослини розвивались за рахунок поживних речовин насінини, а згодом нестача елементів живлення (Нітрогену, Сульфору)

в субстраті негативно вплинула на ріст рослин. Через 17 днів рослини було звільнено з ґрунту. Результат статистичної обробки отриманих при цьому даних наведено на рис. 2.

Рослини було зважено для визначення вологості маси, а після висушування була визначена суха маса. Результати статистичної обробки даних вимірювань наведено на рис. 3 (для вологості маси) та рис. 4 (для сухої маси).

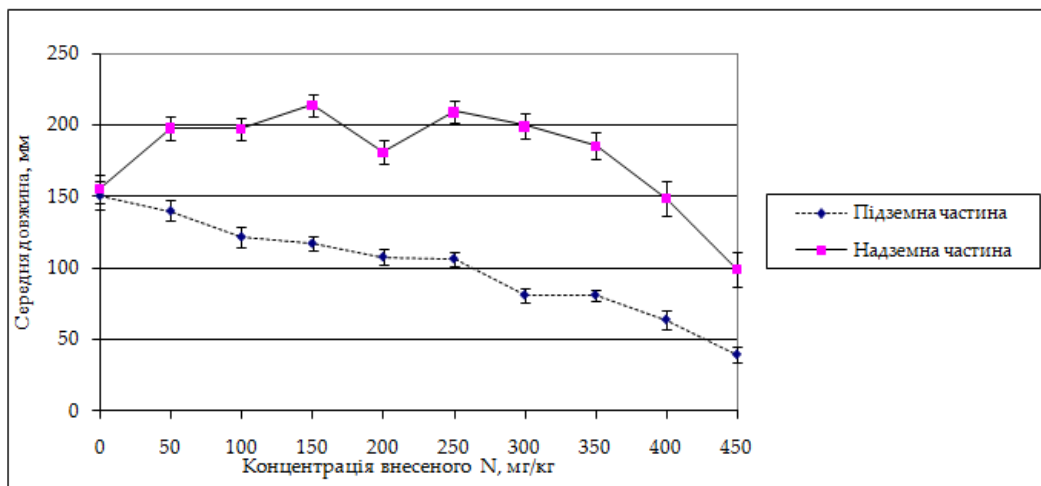


Рисунок 2 – Середні довжини надземної та підземної частин рослин при різних концентраціях внесеного Нітрогену

Як видно з рис. 2, довжини надземної частини в пробах з концентрацією доданого Нітрогену від 50 до 350 мг/кг значно перевищує такі величини порівняно з пробами, до яких додавання нітрогеновмісних відходів не проводилося. Довжина кореневої системи помітно зменшується при підвищенні концентрації доданого Нітрогену. На нашу думку, це пов'язано з тим, що зі збільшенням кількості досту-

пних елементів мінерального живлення рослинам легше їх засвоювати. Найбільш розвинена надземна частина при концентраціях внесеного Нітрогену 150 мг/кг ґрунту. При концентрації 200 мг/кг ростові показники гірші ніж при 150 мг/кг та 250 мг/кг, але різниця з пробою 250 мг/кг не достовірна.

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

Починаючи з концентрації доданого Нітрогену 300 мг/кг починається зменшення розміру надземної частини, тобто проявляється фітотоксичний ефект

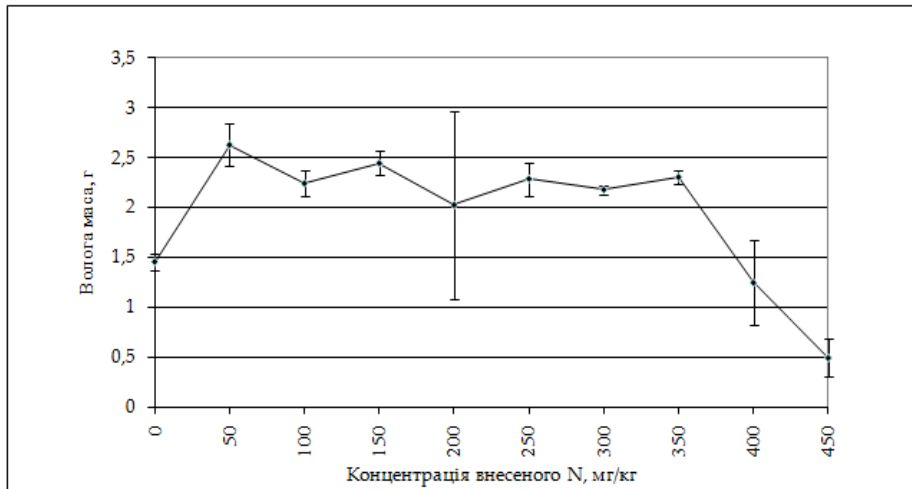


Рисунок 3 – Волога маса рослин при різних концентраціях внесеного Нітрогену

Як видно з рис. 3, волога маса в пробах з концентрацією доданого Нітрогену від 50 до 350 мг/кг значно перевищує такі величини порівняно з пробами, до яких додавання нітрогеновмісних відходів не

проводилося. Починаючи з концентрації внесеного Нітрогену 400 мг/кг волога маса починає різко зменшуватись, тобто проявляється фітотоксичний ефект.

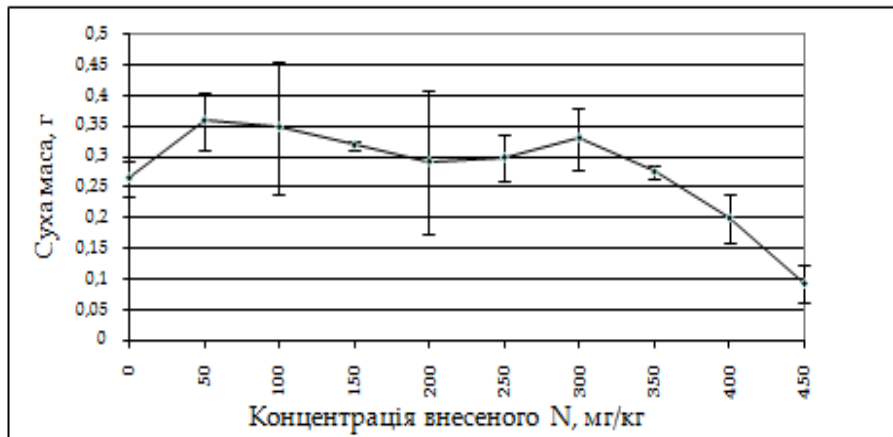


Рисунок 4 – Суха маса рослин при різних концентраціях внесеного Нітрогену

Як видно з рис. 4, суха маса в пробах з концентрацією доданого Нітрогену від 50 до 350 мг/кг значно перевищує такі величини порівняно з пробами, до яких додавання нітрогеновмісних відходів не проводилося. Починаючи з 350 мг/кг суха маса починає зменшуватись, тобто проявляється фітотоксичний ефект.

Для визначення достовірності різниці між довжиною надземних і підземних частин використовуємо критерій Стьюдента, який розраховуємо за формулою:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)\sigma_1^2 + (N_2 - 1)\sigma_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \quad (1)$$

де \bar{x}_1 та \bar{x}_2 – середні значення параметрів в пробах;

σ_1^2 та σ_2^2 – дисперсії значень параметру в пробах;

N_1 та N_2 – кількості проростків у пробах.

Критичне значення двовибіркового критерію Стьюдента для кількості ступенів свободи $f = 12 + 12 - 2 = 20$ (найменше значення) при ступені значущості $\alpha = 0,05$, складає $t_{кр} = 2,086$. Результати розрахунків наведено в табл. 2 і 3.

Як видно з табл. 2, довжини надземних частин достовірно відрізняються від таких для контролю в пробах, де концентрації доданого Нітрогену складають від 50 до 350 мг/кг (в більшу сторону), 450 мг/кг (в меншу сторону) та незначно там, де 400 мг/кг.

З табл. 3 видно, що розміри підземної частини достовірно відрізняються від контролю при всіх концентраціях.

Таблиця 2 – Критерії Стьюдента для довжин надземних частин для пар дослідів

Концентрації доданого N, мг/кг ґрунту	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
0	0	3,304	3,446	4,751	2,010	4,399	3,298	2,271	0,439	3,565
50	3,304	0	0,050	1,380	1,464	0,972	0,092	0,953	3,452	6,187
100	3,446	0,050	0	1,455	1,428	1,054	0,142	1,014	3,347	7,326
150	4,751	1,380	1,455	0	2,908	0,424	1,236	2,308	4,673	7,753
200	2,010	1,464	1,428	2,908	0	2,505	1,502	0,381	2,252	5,367
250	4,399	0,972	1,054	0,424	2,505	0	0,845	1,946	4,344	7,545
300	3,298	0,092	0,142	1,236	1,502	0,845	0	1,022	3,377	6,221
350	2,271	0,953	1,014	2,308	0,381	1,946	1,022	0	2,353	5,786
400	0,439	3,452	3,347	4,673	2,252	4,344	3,377	2,353	0	2,576
450	3,565	6,187	7,326	7,753	5,367	7,545	6,221	5,786	2,576	0

Таблиця 3 – Критерії Стьюдента для довжин підземних частин для пар дослідів

Концентрації доданого N, мг/кг ґрунту	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
0	0	0,901	2,403	3,312	4,177	4,269	6,654	6,288	7,303	7,797
50	0,901	0	1,707	2,549	3,549	3,672	6,362	5,855	7,257	7,765
100	2,403	1,707	0	0,561	1,689	1,827	4,866	5,121	6,056	8,089
150	3,312	2,549	0,561	0	1,339	1,513	5,081	5,265	6,572	8,859
200	4,177	3,549	1,689	1,339	0	0,191	3,696	3,829	5,325	7,660
250	4,269	3,672	1,827	1,513	0,191	0	3,449	3,543	5,079	7,319
300	6,654	6,362	4,866	5,081	3,696	3,449	0	0	2,068	4,694
350	6,288	5,855	5,121	5,265	3,829	3,543	0	0	2,150	6,343
400	7,303	7,257	6,056	6,572	5,325	5,079	2,068	2,150	0	2,379
450	7,797	7,765	8,089	8,859	7,660	7,319	4,694	6,343	2,379	0

ВИСНОВКИ.

1. Внесення продукту нейтралізації відпрацьованих маточних розчинів виробництва капролактаму на Черкаському ПАТ «Азот» шламом водоочищення ТЕЦ в концентраціях: в перерахунку на Нітроген від 50 до 350 мг/кг ґрунту призводить до посилення ростових процесів.

2. Максимум розміру надземної частини постерігається при концентрації внесеного Нітрогену 150 мг/кг ґрунту. Довжина кореневої системи зі збільшенням концентрації внесеного Нітрогену монотонно зменшується внаслідок того, що лімітуючі елементи живлення (Нітроген і Сульфур) стають доступнішими.

3. При концентраціях внесеного Нітрогену від 400 мг/кг виявляється фітотоксична дія запропонованого меліоранту., що проявляється у зменшенні довжини надземних частин рослин, вологості та сухої маси.

4. Можливо використання продукту сумісної нейтралізації відпрацьованих маточних розчинів виробництва капролактаму на Черкаському ПАТ «Азот» та шламу хімоводоочищення Кременчуцької ТЕЦ в якості меліоранту кислих ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глазко И.Л., Леванова С.В., Дружинина Ю.А. Методы химической ремедиации в процессах переработки многотоннажных отходов производств

капролактама и изопрена. Создание промышленных кластеров. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – 201 с.

2. Зюман Б.В., Пасенко А.В. Павлюченко Н.В. Перспективи утилізації сульфатнокислого елюату – відходу хімоводопідготовки ТЕЦ // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 3 (74). – С. 138–141.

3. Мазницька О.В., Александрова Т.В., Орел В.І. Вплив пилового навантаження гірничозбагачувальних підприємств на довкілля та можливі шляхи його усунення // Нові технології. – Кременчук: КУЕІТУ, 2010. – № 3(29). – С. 153–157.

4. Мазницька О.В., Педько Н. А., Орел В. І. Способи вирішення проблеми закріплення рослинністю відвалів гірських порід // Нові технології. – Кременчук: КУЕІТУ, 2011. – № 1(31). – С. 124–127.

5. Пасенко, А. В. Экологический аспект схем обращения с отходами водоочистки теплоэлектростанций // Экологична безпека. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 2/2012 (14). – С. 29–32.

6. Шафоростова М.Н., Хохлова А.Л. Перспективные технологии утилизации отходов предприятий теплоэнергетики // Проблемы экологии. – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – № 1–2. – С. 117–122.

7. Пасенко А.В. Шлам водоочищення теплоелектростанцій як кальційвмісний наповнювач у вироб-

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

ництві будматеріалів // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 3 (80). – С. 160–165.

8. Пасенко А.В., Сакун О.А., Никифорова О.О., Дуднік О.В., Каминіна М.Ю. Біологічна активність ґрунтів при агрохімічній меліорації нетрадиційними добривами // Екологічна безпека. – Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип. 2/2016 (22). – С. 97–101.

9. Горова А.І. Методичні рекомендації 2.2.12-141-2007. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів [Текст] / А.І. Горова, С.А. Риженко, Т.В. Скворцова та ін.; відп. ред. А.М. Пономаренко, С.А. Омельчук; Видання офіційне. – К.: Головне базове видавництво МОЗ України, 2007. – 36 с.

WITH THE USE OF THE PRODUCT OF NEUTRALIZATION OF MOTHER LIQUORS FROM CAPROLACTAM PRODUCTION BY A THERMAL POWER STATION'S WATER TREATMENT SLUDGE

O. Maznytska, A. Pasenko, O. Novokhatko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: pasenko2000@ukr.net

Purpose. To explore the possibility of using the product of joint neutralization of waste mother liquors from caprolactam production at Cherkassy Public Company "Azot" by Kremenchuk thermal power station's water treatment sludge as a meliorant of acidic soils. **Methodology.** By using the method of neutralization, a meliorant based on the wastes of caprolactam production and a power station's water treatment sludge has been obtained, and environmental safety of its application has been checked by the method of biotesting («Growth test»). **Results.** There are presented the results of statistical processing of the data on the measurement of test objects' growth parameters, and determining of wet and dry weight of the seedlings obtained during biotesting the soil mixed with the product of joint neutralization of waste mother liquors from caprolactam production and a power station's water treatment sludge. **Originality.** For the first time there is shown the possibility of using the product of joint neutralization of waste mother liquors from caprolactam production by a thermal power station's water treatment sludge as a meliorant for acidic soils. **Practical value.** Application of the product of joint neutralization of waste mother liquors from caprolactam production by a thermal power station's water treatment sludge allows to increase the fertility of degraded soils, as well as to solve the problem of ecological safety of the industrial waste accumulation and recycling. *References 6, tables 3, figures 4.*

Key words: chemical melioration, sludge waste of water treatment in thermal power plants, caprolactam, waste mother liquor, biotesting.

REFERENCES

1. Glazko, I. L., Levanova, S. V., Druzhini-na, Yu. A., (2014). *Metody himicheskoy remidiacii v processah pererabotki mnogotonnazhnyh othodov proizvodstv kaprolaktama i izoprena. Sozdanie promyshlennykh klasterov* [Methods of chemical remediation in the process of processing large-tonnage waste products of caprolactam and isoprene. Creation of industrial clusters], Samara State Technical University, Samara, Russia.

2. Zyuman, B. V., Pasenko, A. V., Pavlyuchenko, N. V., (2012). "Prospects of the sulphate eluate utilization as a chemical water treatment waste at thermal power plant", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 3, no. 74, pp. 138–141.

3. Maznytska, O. V., Alexandrova, T. V., Orel, V. I., (2010). "Influence of the dustborne loading of ore mining and processing enterprises on an environment and the ways of his removal are possible", *New technologies*, vol. 3, no. 29, pp. 153–157.

4. Maznytska, O. V., Ped'ko, N. A., Orel, V. I., (2011). "The methods of decision of problem of fixing of dumps of mountain breeds by plants", *New technologies*, vol. 1, no. 31, pp. 124–127.

5. Pasenko, A. V., (2012). "Ecological aspect of charts of handling wastes of water treatment in thermal power plant", *Ecological safety*, vol. 2, no. 14, pp. 29–32.

6. Shaforostova, M. N., Khokhlova, A. L., (2010). "Advanced technology for utilization of thermal power plant wastes", *Ecological problems*, iss. 1–2, pp. 117–122.

7. Pasenko, A. V., (2013). "Sewage sludge of thermal power plants as a calciferous filler in construction materials production", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 3, no. 80, pp. 160–165.

8. Pasenko, A. V., Sakun, O. A., Nykyfорова, O. O., Dudnik, O. V., Kamynina, M. Yu., (2016). "Biological activity of the soil by agricultural chemical reclamation while using non-traditional (alternative) fertilizers", *Ecological safety*, vol. 2, no. 22, pp. 97–101.

9. Horova, A. I., Ryzhenko, S. A., Skvortsova, T. V. et al., (2007). *Metodychni rekomendatsiyi 2.2.12-141-2007. Obstezhennya ta rayonuвання території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів* [Methodical recommendations 2.2.12-141-2007. Survey and zoning of the degree of influence of anthropogenic factors on the state of environmental objects using cytogenetic methods], Responsible editors Ponomarenko, A. M., Omelchuk, S.A., The main basic publishing house of the Ministry of Health of Ukraine, Kiev, Ukraine.