

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОДОБРІВ НА ОСНОВІ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД ОЧИСНИХ СПОРУД м. ОДЕСА

В. І. Крутякова, кандидат економічних наук

ORCID ID: 0000-0002-6578-952X

Н. В. Пиляк, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії

ORCID ID: 0000-0002-5074-4011

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН

В. Є. Дишлюк, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

ORCID ID: 0000-0003-3499-3736

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

О. М. Нікіпелова, доктор хімічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0003-3167-6970

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН

У статті представлено результати застосування нових біодобрив у технологіях вирощування кукурудзи на зерно. Біодобрива – на основі осадів стічних вод (ОСВ) станцій біологічної очистки «Південна» та «Північна» м. Одеса з додаванням соломи озимої пшениці та лушпиння насіння соняшнику. Ефективність застосування біодобрив на основі ОСВ вивчали в польовому досліді на чорноземі звичайному середньогумусному. За результатами польових досліджень встановлено, що застосування нових біодобрив на основі осадів стічних вод станцій біологічної очистки «Південна» та «Північна» м. Одеса у технологіях вирощування кукурудзи впливає на збільшення кількісних характеристик мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, а це, в свою чергу, сприяє підвищенню родючості ґрунту та врожайності кукурудзи на зерно.

Ключові слова: станції біологічної очистки, біоорганічні добрива, ефективність, еколого-трофічні групи мікроорганізмів, ризосфера, родючість ґрунту.

Постановка проблеми. У системі заходів щодо підвищення родючості та врожайності сільськогосподарських культур найважливіше місце займають органічні добрива. Органічні добрива містять біологічно активні речовини, що необхідні для росту і розвитку рослин і мікроорганізмів, які здійснюють постійний біосинтез і мінералізацію органічної речовини.

Але в останні десятиріччя відмічається зниження галузі тваринництва, що відповідно відбилося на зниженні виробництва органічних добрив і, як наслідок, погіршення родючості ґрунтів та зниження продуктивності землеробства.

Дана ситуація поставила за мету пошук нових видів удобрювальних ресурсів. Увагу наукової та технічної спільноти було направлено на місцеві сировинні ресурси, а саме – до осадів стічних вод.

Осади стічних вод є вторинними ресурсами, які можуть бути використані в сучасній біотехнології для отримання добрив [1-14]. Згідно зі звітом Європейської комісії, опублікованим у 2010 р. [10], 39% ОСВ, які виробляються в ЄС,

використовуються у сільському господарстві. Звичайно, основним органічним добривом є гній великої рогатої худоби [15-18], але через відсутність розвинутої галузі тваринництва неможливо забезпечити землеробство необхідними обсягами традиційних органічних добрив. Ця ситуація спонукає до пошуку нових видів місцевих удобрювальних ресурсів.

Аналіз актуальних досліджень. Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми може бути біоконверсія органогенних відходів (осадів стічних вод міських очисних споруд) і в результаті неї отримання доступної органічної сировини (компостів) за участю фосфатмобілізуювальних мікроорганізмів.

В мулових осадах присутні азот, фосфор та інші необхідні для рослинництва мікро- та макроелементи [19], живильні речовини в концентраціях, порівняльних з органічними добривами.

Активні мули містять ряд екологічно важливих мікроорганізмів – *Pseudomonas*, *Bacillus*,

Acinetobacter Bacterium [19]. Концентрація мікроорганізмів в муловій суспензії може досягати 1011 клітин/л, а в муловому осаді – 109 клітин/1 г сухої маси [19].

Крім того, в осадах, які призначено для використання у сільському господарстві, вміст органічної речовини повинен бути не менше 40 %, кількість санітарно-показових мікроорганізмів – не більше 100 клітин/1 г та повинні бути відсутні гельмінти [19].

За загальним вмістом поживних речовин (NPK) ОСВ співставні з традиційними органічними добривами, і можуть підвищувати родючість ґрунтів та позитивно впливати на їх мікробіологічний стан, коригуючи склад мікробних угруповань у корневих сферах рослин [11, 19-21].

Хоча осади стічних вод міських очисних споруд і характеризуються значним вмістом макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин, проте, рівень їх використання у сільському господарстві нашої країни поки невисокий. Більшість цих відходів заскладовано на мулових майданчиках, частину їх вивозять на звалища, при цьому створюються небезпечні осередки забруднення навколишнього природного середовища та безповоротно втрачаються корисні компоненти, які містяться в осадах.

Для охорони довкілля і раціонального використання осадів міських стічних вод необхідно в кожному конкретному регіоні організувати всебічне вивчення їх хімічного складу, встановити вплив на родючість ґрунтів, врожай і якість сільськогосподарської продукції.

На станціях біологічної очистки (СБО) «Південна» та «Північна» м. Одеса утворюється від 11 до 21 тис. м³/рік рідких осадів, за минулі роки не утилізовано близько 50 тис. т осадів різної вологості.

Мета роботи – визначення ефективності біоактивних добрив на основі осадів стічних вод станцій біологічної очистки «Південна» та «Північна» м. Одеса при вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи на зерно.

Матеріали та методи досліджень. Науково-дослідні роботи проводили на базі Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН.

Осади стічних вод станцій біологічної очистки м. Одеса характеризуються рядом позитивних агрономічних ознак, задовільними санітарно-мікробіологічними показниками, відсутністю фітотоксичності по відношенню до вищих рослин і можуть бути використані для створення на їх основі компостів (біодобрив) для застосування у сільському господарстві [11].

Ефективність застосування біодобрив на основі осадів стічних вод вивчали в польовому досліді на

чорноземі звичайному середньогумусному, який характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 3,67 %; рухомі форми азоту – 14,2 мг/кг; фосфору – 52,4 мг/кг; калію – 601,2 мг/кг; рН (вод.) – 7,4.

Схема досліду: 1 – без удобрення (контроль 1); 2 – осади стічних вод СБО «Південна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га; 3 – осади стічних вод СБО «Північна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га; 4 – компост СБО «Південна» з соломою у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб; 5 – компост СБО «Південна» з лушпинням у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб; 6 – компост СБО «Північна» з соломою у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб; 7 – компост СБО «Північна» з лушпинням у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб.

Культура в досліді: кукурудза на зерно (середньостиглий гібрид ФАО 400). У досліді вивчено ефективність прямої дії експериментальних компостів, отриманих з використанням біотехнологічного методу (компостування ОСВ з наповнювачами та бактеризуванням компостованої маси для підсилення мобілізації фосфору з важкодоступних сполук ОСВ в легкодоступні). Дози внесення нативних ОСВ і компостів на їх основі в ґрунт вирівнювали за вмістом у них загального азоту. Обробіток ґрунту – загальноприйнятий (оранка на глибину 20-25 см, ранньовесняне боронування). Кукурудзу висівали в першій декаді травня при настанні стабільної стійкої температури (понад 10°C). Схема розміщення рослин – 40-45 тис. шт./га.

Для компостування використовували ОСВ СБО м. Одеса після трирічного зберігання їх на мулових майданчиках. Як органічні наповнювачі – солома пшениці озимої і лушпиння насіння соняшнику. Компостування субстратів проводили в ємностях, які містили по 5 кг осаду стічних вод та 5 кг рослинних наповнювачів. До закладки компостованої маси розрахунковим методом визначали співвідношення C:N, яке для нормального розвитку бактерій складає – 25:1.

У ризосферному ґрунті досліджували чисельність мікроорганізмів – представників різних еколого-трофічних груп за загальноприйнятими мікробіологічними методами [22-24]. Застосовували метод посіву розведених суспензій у відповідних розбавленнях на селективні поживні середовища. Досліджували чисельність бактерій, що засвоюють мінеральні сполуки азоту і для стрептоміцетів – на крохмало-аміачному агарі (КАА) [23], чисельність бактерій, що засвоюють органічні сполуки азоту, – на м'ясо-пептонному агарі (МПА) [23] фосфатмобілізувальних бактерій – на середовищі Муромцева [22, 24], мікроскопічні гриби – на середовищі Сабуро [23]. Визначення чисельності спорових форм мікроорганізмів

проводили на МПА + сусло агар (СА) [23]; оліготрофів – на голодному агарі (ГА) [23].

Виклад основного матеріалу. На першому етапі метою наших досліджень стало встановлення за показниками якості і безпеки ОСВ станцій біологічної очистки стічних вод м. Одеси придатності їх для прямого застосування на полях та/або створення компостів на їх основі.

За результатами комплексних досліджень встановлено, що зразки ОСВ містять слідові концентрації окремих пестицидів, які не перевищують граничнодопустимі концентрації (ГДК).

Одними з найнебезпечніших шкідливих речовин в ОСВ є важкі метали. За необхідності

контролювання забруднення ОСВ важкими металами прийнято визначати їх різні форми (валові, кислоторозчинні, обмінні). Це пов'язано з тим, що валовий вміст важких металів не завжди може характеризувати ступінь забруднення ОСВ токсикантами тому, що певна їх частина перебуває у формі недоступних для рослин сполук. Тому ОСВ необхідно оцінювати за вмістом токсикантів у різних формах. У результаті досліджень встановлено, що в ОСВ обох СБО більшість токсикантів перебуває в незначних концентраціях, які не перевищують ГДК і можуть бути необхідні для рослин як мікрокомпоненти, що беруть участь у їхніх фізіологічних і біохімічних процесах (табл.1).

Таблиця 1

Валовий вміст хімічних елементів в ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси

Хімічні елементи	Валовий вміст хімічних елементів, мг/кг сухої речовини		ГДК, мг/кг
	ОСВ з СБО «Південна»	ОСВ з СБО «Північна»	
Мідь	180,8	235,0	1000
Марганець	164,8	143,3	2000
Кобальт	8,1	6,7	100
Кадмій	6,6	5,9	20
Нікель	24,0	31,0	300
Свинець	67,6	44,2	750
Стронцій	138,0	199,0	300
Хром ³⁺	97,5	226,0	750
Цинк	580,0	720,0	2500
Ртуть	-	-	15

Примітка: - ртуті не виявлено.

За результатами санітарно-гігієнічних досліджень ОСВ з обох СБО у них не виявлено гельмінтів і патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонели. Зразки ОСВ, що відібрано на СБО «Південна», за санітарно-бактеріологічними показниками характеризуються як «чисті», тоді як зразки ОСВ з СБО «Північна» близькі до статусу «забруднені», що потребує їх обов'язкового компостування при застосуванні в якості добрив.

Для встановлення рівня техногенного забруднення ОСВ у них визначено параметри питомої активності штучних радіонуклідів з тривалим періодом розпаду, зокрема ¹³⁷Cs. В усіх зразках ОСВ, що досліджували, відмічено сліди техногенної радіоактивності, проте параметри радіологічних показників не перевищували значень фонові радіоактивності ґрунту (чорнозему південного) у районі застосування цих добрив. Значення техногенної радіоактивності в зразках ОСВ відповідає вимогам нормативних документів. Досліджено

фітотоксичність ОСВ щодо тест-культури кукурудзи. Фітотоксичність – це важливий інформативний показник, який доцільно застосовувати при дослідженні ОСВ для встановлення цілісної оцінки їх впливу на угруповання ґрунтових мікроорганізмів та на культурні рослини. Токсичні речовини, що утворюються в тому числі й мікроорганізмами, викликають істотні зміни в хімічному складі рослин, порушують обмін речовин у них, пригнічують проростання насіння, ріст паростків, розвиток рослин. Токсичні форми мікроорганізмів у певній кількості присутні у всіх типах ґрунтів, їх виявлено також в досліджуваних зразках ОСВ. У всіх зразках ОСВ та в контролях (ґрунті – аналог ОСВ, піску – нейтральному середовищі) середній відсоток проростання насіння кукурудзи становив 95-100%. Отже, фітотоксичну активність у зразках ОСВ практично не виявлено, що, вірогідно, обумовлено незначною присутністю в них

токсикантів та фітотоксичних метаболітів мікробного походження.

Окрім показників, небезпечних для довкілля, в зразках ОСВ та в підстилковому гної ВРХ (варіанти порівняння) визначали агрохімічні показники. В процесі досліджень виявлено, що масова частка органічної речовини в гної ВРХ

превалює, проте вміст загальних форм азоту в ОСВ вищий, ніж в підстилковому гної, тому осаді стічних вод можна використовувати під будь-яку культуру без ризику спричинення азотного голодування рослин на першому періоді їх розвитку (табл.2).

Таблиця 2

Агрохімічні показники досліджуваних субстратів

Варіант досліджу	Суха речовина, %	рН водний	Вміст компонентів в сухій речовині								Співвідношення елементів	
			зола, %	Органічна речовина, %	загальні форми, %			рухомі форми, мг/100 г				
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O		C : N
ОСВ з												
ПДС	63,1	6,5	57,16	11,58	6,20	2,00	0,22	20,50	1,20	0,52	1,5:1	
ПНС	33,45	6,5	54,05	12,52	5,30	1,40	0,63	9,98	3,10	1,50	2,2:1	
Варіант порівняння – підстилковий гній ВРХ	61	7,4	63,15	21,8	1,72	2,5	2,2	-	-	-	10,8:1	

Не виключено, що при застосуванні осадів стічних вод в якості добрива, можуть розвиватися процеси засолення та осолонцювання ґрунту. З метою упередження цих негативних процесів необхідно здійснювати контроль за сольовим складом осадів стічних вод та сольовим режимом ґрунту в районі проведення досліджень. Для оцінки сольового складу ґрунту визначали: рН сольовий, вміст кальцію, магнію, натрію, хлору, сульфатів (SO₄²⁻), гідрокарбонатів (HCO₃⁻), карбонатів (CO₃²⁻).

Встановлено, що ОСВ обох станцій біологічної очистки стоків мають сульфатно-кальцієвий склад солей. У сольовому складі ОСВ серед аніонів переважають сульфати, в меншій мірі – хлор, карбонати взагалі відсутні, а гідрокарбонати – на рівні показників ґрунту. Серед катіонів у сольовому складі ОСВ містяться більші кількості (ніж в ґрунті) кальцію, магнію і натрію. Осаді стічних вод характеризуються широким співвідношенням Ca²⁺/Na⁺, що є важливою позитивною ознакою цих субстратів як меліорантів (табл.3).

Таблиця 3

Хімічний склад водних витяжок ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси і чорнозему південного

Субстрати	Сума солей		Вміст аніонів, мг-екв /100 г осаду				Вміст катіонів, мг-екв / 100 г осаду			Співвідношення Ca ²⁺ /Na ⁺
	Загальна, %	Токсичних, %	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
ОСВ з ПДС	1,82	0,30	-	0,47±0,03	0,53±0,03	26,15±1,4	22,54±1,6	3,69±0,2	0,92±0,06	24,5
ОСВ з ПНС	0,84	0,23	-	0,28±0,01	0,72±0,04	11,58±1,7	9,06±1,54	2,24±0,24	1,28±0,09	7,08
Ґрунт	0,09	0,03	-	0,54±0,01	0,24±0,01	0,51±0,06	0,86±0,02	0,38±0,03	0,04±0,00	0,21

У вбирному комплексі ОСВ обох станцій біологічної очистки стоків превалює кальцій (складає 75-80% від суми увібраних основ), що

також може характеризувати ці субстрати як меліораційний матеріал (табл.4).

Таблиця 4

Параметри поглинальної здатності і склад обмінних основ ОСВ станцій біологічної очистки стоків м. Одеси і чорнозему південного

Види субстратів	Вміст обмінних катіонів, мекв / 100 г субстрату / % від суми			
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	сума
ОСВ з СБО «Південна»	39,5±1,0/80	8,83±0,3/18	1,16±0,009/2	49,50±1,21/100
ОСВ з СБО «Північна»	29,42±2,05/75	7,50±0,9/19	2,29±0,12/6	39,21±2,04/100
Ґрунт (варіант порівняння)	16,33±0,22/67	7,75±0,9/32	0,32±0,01/1	24,41±0,72/100

Далі, метою нашої роботи було розроблення способів компостування осадів стічних вод за участю активного штаму з фосфатмобілізувальними властивостями, а також дослідження в компостах динаміки розвитку таких груп мікроорганізмів: бактерій, що засвоюють переважно мінеральні та органічні сполуки азоту, стрептоміцетів, грибів, фосфатмобілізувальних та спорових мікроорганізмів.

Одержані результати чисельності мікроорганізмів, що належать до різних екологічних груп, свідчать, що компости на основі осадів стічних вод є субстратом, який сприяє розвитку фосфатмобілізаторів, амоніфікаторів і бактерій, які утилізують мінеральний азот. Разом з тим, у компостах відмічено посилений розвиток представників інших груп мікроорганізмів, які оптимізують мінеральне живлення рослин. Оскільки компости на основі осадів стічних вод будуть використовувати на полях у нормах, рекомендованих для традиційного органічного добрива, можливо передбачити, що їх застосування буде сприяти процесам гумусоутворення та підвищення родючості ґрунтів.

Далі було проведено дослідження ефективності прямої дії лабораторної партії експериментальних добрив (компостів) на основі ОСВ в польовому досліді з кукурудзою. У зв'язку з цим, нами було проведено дослід, в якому показники ефективності нового біодобрива на основі осадів стічних вод порівнювали з показниками ефективності контрольних варіантів (без удобрення та нативних ОСВ).

Досліджували чисельність мікробних угруповань з різним таксономічним статусом в ризосфері кукурудзи. Кількісний склад мікроорганізмів фізіологічних груп є невід'ємною характеристикою аналізу функціонування

мікробіоти ґрунту і використовується як діагностичний показник при оцінці його екологічного стану та проведенні мікробіологічного моніторингу. Разом з цим, кількість мікроорганізмів різних екологічних груп в ґрунті визначає його родючість.

Мікробіологічні дослідження ризосфери кукурудзи показали, що співвідношення та чисельність мікроорганізмів різних фізіологічних груп обумовлено фенофазою внесених органічних і мінеральних добрив. Так, на фазі 100% схожості кукурудзи чисельність мікробіоти у ризосфері була найнижчою, що пов'язано з інтенсивністю продукування кореневих ексудатів рослинами. Кількість мікроорганізмів, які використовують органічні сполуки азоту, була досить високою та становила від 44,6 млн КУО/г до 120,00 млн КУО/г ґрунту. При цьому найбільшу чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів (120,00 млн КУО/г) було виявлено при застосуванні компостів на основі осадів стічних вод, що свідчить про активізацію мікробіоти у чорноземі звичайному середньогумусному за умов наявності в ньому поживного субстрату у вигляді органічної речовини (біодобрив).

Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот і беруть участь у розкладанні рослинних і тваринних решток у ґрунті та мінералізації гумусу, була незначною у всіх варіантах досліді – від 0,01 до 0,1 млн КУО/г ґрунту.

Кількісний склад мікроорганізмів оліготрофної групи, які функціонують в умовах незначного вмісту доступних вуглецевмісних сполук у ґрунтового розчині, також був незначним, що вказує на достатню кількість поживних речовин у ґрунтового розчині. Висока чисельність оліготрофів і мікроорганізмів, що

використовують мінеральний азот, вказує на прискорення інтенсивності мінералізаційних процесів органічної речовини ґрунту та порушення трофічних зв'язків. В нашому випадку мінеральний азот не витрачається на процеси метаболізму мікроорганізмів та зміну трофічних зв'язків.

Чисельність бактерій, що трансформують органічні сполуки фосфору, була найвищою у варіанті за внесення біоорганічних добрив.

Чисельність спороутворювальних мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації органічної речовини ґрунту, була високою у всіх варіантах дослідження, окрім контрольних варіантів 1 та 3. Дослідження чисельності спорових підтвердили припущення, що біодобрива на основі осадів стічних вод сприятливі для розвитку спорових мікроорганізмів, оскільки в їх складі є необхідні вуглецеві субстрати та зв'язані сполуки азоту.

Чисельність мікроскопічних грибів в контрольних варіантах та при застосуванні нових видів біодобрив суттєво не відрізнялася між собою. У той же час, за внесення нових добрив слід відмітити збільшення чисельності мікроскопічних грибів, що пояснюється надходженням додаткової органічної речовини з компостами в ризосферу кукурудзи.

У фазу викидання волоті в ризосфері кукурудзи відбувалися зміни чисельності мікроорганізмів фізіологічних груп, що визначають направленість мікробіологічних процесів ґрунту. Так, чисельність мікробіоти, що використовує органічний і мінеральний азот, фосфатмобілізувальних та спороутворювальних

мікроорганізмів, – зростала. Це пояснюється тим, що у період активної вегетації рослин активізується ґрунтова мікробіота, що впливає на інтенсифікацію процесів трансформації органічної речовини.

Встановлено, що кількісний склад мікроорганізмів усіх досліджуваних фізіологічних груп у фазі повної стиглості кукурудзи зростав за рахунок акумуляції органічної речовини, яка легко засвоюється у верхньому шарі ґрунту.

Дані польових досліджень встановили, що застосування біодобрив на основі осадів стічних вод у технологіях вирощування кукурудзи впливає на збільшення кількісних характеристик мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, а це, в свою чергу, покращує ріст і розвиток рослин. Саме ця обставина забезпечує приріст урожайності (табл.5).

Серед значної кількості господарсько важливих ознак кукурудзи, які мають значний вплив на формування фактичної та потенційної врожайності, не останнє місце займають такі показники, як «кількість рядів зерен», «кількість зерен у ряду», «довжина качана» тощо. Так, розміри качанів, що утворювались на рослинах, під дією різних форм удобрення були різні. Параметр структури «довжина качана» рахувалася тільки озерна його частина, яка коливалася в межах 15,7...23,0 см в досліджуваних варіантах. Найменшу довжину качана було сформовано у варіанті без добрив – 15,7 см, найбільшу – 23 см при застосуванні біодобрив.

Таблиця 5

Ефективність вирощування кукурудзи при різному удобренні

Варіанти дослідження	Урожайність, т/га			Середнє значення	Приріст до контролю, %
	2017 р.	2018 р.	2019 р.		
Без удобрення (контроль)	3,8	6,8	3,0	4,5	–
ОСВ нативні ПДС	3,9	8,4	3,5	5,2	15,5
ОСВ нативні ПНС	4,5	8,6	3,4	5,5	22,2
Компост ПДС + солома + штаб	5,1	9,1	3,8	6,0	33,3
Компост ПДС + лушпиння + штаб	5,0	9,3	3,8	6,0	33,3
Компост ПНС + солома + штаб	4,9	11,4	3,9	6,7	48,8
Компост ПНС + лушпиння + штаб	4,8	11,8	3,8	6,8	51,1

Примітка: ПДС–СБО «Південна»; ПНС–СБО «Північна»

Одним із важливих показників структури врожаю, які в найбільшій мірі є передумовою створення високої врожайності зерна, є маса зерна, яке формується на качані. Встановлено, що найбільшу масу зерна рослини формували при

застосуванні досліджуваних біодобрив – 285г, найменшу у варіанті без добрив – 195г.

Маса 1000 зерен, як показник крупності зерна, що формується на качанах, також варіювала під впливом різних форм удобрення. Відмічено, що при вирощуванні кукурудзи вагомість зерна була

найвищою – 460 г при застосуванні біодобрив за участю фосфатмобілізувальних мікроорганізмів.

Так, при визначенні ефективності лабораторної партії компостів, враховуючи вищенаведені дані, встановлено, що застосування компостів за участю фосфатмобілізувальних мікроорганізмів підвищує урожайність кукурудзи на зерно.

За результатами розрахунків за три роки досліджень – урожайність кукурудзи на зерно, продуктивність культури зростає при застосуванні всіх видів добрив, що досліджували. Але найвищі показники урожайності культури забезпечило застосування біодобрив на основі осадів стічних вод за участю фосфатмобілізувальних мікроорганізмів, при якому підвищується урожайність кукурудзи на 33,3%

(біодобриво на основі осаду стічних вод станції біологічної очистки «Південна») та на 48,8%, 51,1% (біодобриво на основі осаду стічних вод станції біологічної очистки «Північна»).

Висновки. Застосування біодобрив на основі осадів стічних вод очисних споруд м. Одеса є потужним чинником надходження органічної сировини, що сприяє активізації ґрунтової мікробіоти, від якої залежать родючість ґрунтів та урожайність сільськогосподарських культур. Можна прогнозувати, що застосування біоорганічних добрив у технологіях вирощування кукурудзи сприятиме збільшенню чисельності мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, що, в свою чергу, має забезпечити підвищення родючості ґрунту та врожайності кукурудзи на зерно.

Список використаних джерел:

1. Дишлюк В.Є. Агроекологічний стан і рівень родючості темно-каштанового ґрунту в післядії окультурення осадами стічних вод міських очисних споруд. *Вісник ХНАУ*. 2004. № 6. С. 326–333.
2. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод: [монография]. М.: Стройиздат, 1988. 256 с.
3. Nikovskaya G.N., Kalinichenko K.V. Biotechnology of utilization of municipal wastewater sediments. *Biotechnologia Acta*. 2014. vol. 7. P. 21-32.
4. Lucrezia Lamastra, Nicoleta Alina Susiu, Marco Tresian Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants contents and potential use as fertilizer. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2018. № 5(1). P. 1-6.
5. Гаврилюк В.А., Бортнік А.М., Августинович М.Б. Ефективність використання осаду стічних вод як добрив на дерново-підзолистих ґрунтах. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 65-71.
6. Constantinescu L. Fertilizing agricultural fields with the sludge resulted from sewage water treatment stations. *Res. J. Agricult.* 2008. 40(2). P. 41-44.
7. Городній М.М. Проблеми використання осадів стічних вод для виробництва добрив. *Вісник аграрної науки* 2013. №9. С. 45-50.
8. Сюта Я., Васяк Г. Принципы естественного использования осадков сточных вод. *Международ. с.-х. журн.* 1983. № 2. С. 48-53.
9. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Чеботько К.О. та ін. Використання осадів стічних вод у сільському господарстві. К.: ВГПЦ «Київ. ун-т», 1997. 103 с.
10. Milieu Ltd, WRc, Risk and Policy Analyst Ltd (RPA). Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on Land. Final Report, Part III: Project Interim Reports; 2010. DG ENV, G.4/ETU/2008/0076.
11. Дишлюк В.Є., Пиляк Н.В., Лобан Л.Л. Агроекологічна характеристика та оцінка придатності осадів стічних вод очисних споруд м. Одеси на добриво. *Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. Чернігів*, 2017. Вип. 26. С. 55–62.
12. Алексеев Ю.В., Рабинович Г.Б., Аллилува Т.Н. Осадки сточных вод в качестве удобрения. *Химия в сельском хозяйстве*. 1986. 12. С. 27-30.
13. Мерзляя Г.Е., Галимова В.А., Савельев И.Б. и др. Использование ОСВ на удобрение. *Химизация сельского хозяйства*. 1991. № 10. С. 36-40.
14. Сергиенко Л.И., Семенов Б.С., Моисеенко Н.А. и др. Агроекологические особенности применения осадков сточных вод в качестве удобрений. *Аграрная наука*. 1993. № 6. С. 29-30.
15. Бульо В.С., Сорочинський В.В. Вплив гною, сидератів і соломи на гумусний стан ґрунту і відтворення його родючості. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2000. Вип. 42. С. 14-18.
16. Заришняк А. С., Цвей Я. П., Іваніна В. В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах. Київ : Аграрна наука, 2015. 208 с.
17. Іваніна В. В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах. Київ : Компринт, 2016. 328 с.
18. Качмар О.І., Вавринович О.В., Щерба М.М. Вплив систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах західного регіону України. *Землеробство*. 2015. С. 38-46.
19. Евилевич А. З., Евилевич М. А. Утилизация осадков сточных вод. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд. 1988. 248 с.
20. Покровская С. Ф., Касатиков. В. А. Использование осадка городских сточных вод в сельском хозяйстве. М.: ВНИИТЭИагропром, 1987. 60 с.
21. Лопушняк В. І., Грицуляк Г. М. Вплив осаду стічних вод на агрохімічні властивості дерново-підзолистих ґрунтів Прикарпаття. Теоретичні і практичні аспекти розвитку агропромислового виробництва та сільських територій : мат. Міжнар. наук.-практ. форуму (21-24 вересня 2011 року). Львів, 2011. С. 69 –73.
22. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / В.В. Волкогон, О.В. Надкринична, Л.М. Токмакова та ін.// за наук. ред. В.В. Волкогона. Інститут сільськогосподарської мікробіології, Чернігів, 2010. С. 308–382.
23. Теппер Е.З., Шильникова В., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1979. 215 с.

24. Андreyuk K.I., Iutynska G.O., Antypchuk A.V. та ін. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. 240 с.

В. И. Крутякова, Н. В. Пиляк, В. Е. Дишлюк, Е. М. Никипелова. Эффективность применения биоудобрений на основе осадков сточных вод очистных сооружений г. Одесса

В статье представлены результаты применения новых биоудобрений в технологиях выращивания кукурузы. Биоудобрения – на основе осадков сточных вод станций биологической очистки «Южная» и «Северная» г. Одесса с добавлением соломы озимой пшеницы и лузги семечек подсолнечника. Эффективность применения биоудобрений на основе ОСВ изучали в полевом опыте на черноземе обычном среднегумусном. По результатам полевых исследований установлено, что применение новых биоудобрений влияет на повышение плодородия почвы и урожайность кукурузы на зерно.

Ключевые слова: станции биологической очистки, биоорганические удобрения, эффективность, эколого-трофические группы микроорганизмов, ризосфера, плодородие почвы.

V. Krutyakova, N. Pyliak, V. Dyshliuk, O. Nikipelova. Efficiency of application of biofertilizers on the basis of sewage sludge of treatment facilities of Odessa

The article presents the results of the application of new biofertilizers in the technology of growing corn for grain. Biofertilizers – on the basis of sewage sludge of biological treatment plants «Southern» and «Northern» of Odesa with the addition of winter wheat straw and sunflower seed husk. The effectiveness of the application of biofertilizers based on sewage sludges was studied in a field experiment on black soil ordinary medium humus. According to the results of field research it is established that the use of new biofertilizers based on sewage sludge of biological treatment plants «Southern» and «Northern» of Odesa in corn cultivation technologies increases the quantitative characteristics of microorganisms of different ecological and trophic groups, which, in turn, helps to increase soil fertility and corn yield for grain.

Keywords: biological treatment plants, bioorganic fertilizers, efficiency, ecological and trophic groups of microorganisms, rhizosphere, soil fertility.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License