

І. С. ТИМЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

М. С. МАЛЬОВАНИЙ, доктор технічних наук

Національний університет “Львівська політехніка”

вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, e-mail: i.s.tymchuk@gmail.com

К. І. ЯЦУХ, кандидат біологічних наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115,

e-mail: k.yatsukh@meta.ua

ВИКОРИСТАННЯ КАПСУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ТИСКУ НА ГРУНТОВУ МІКРОФЛОРУ

Представлено дані щодо впливу різних видів мінеральних добрив на ґрунтову мікрофлору. Дослідження проводили у двох системах: “ґрунт – добриво”, де ми ізолювали погодні фактори впливу на мікроорганізми, і “ґрунт – рослина – добриво”. Їх виконували на трьох найбільш поширених типах ґрунтів у Львівській області: темно-сірих опідзолених, ясно-сірих лісових та дерново-підзолистих. Визначено вплив використання різних видів новостворених капсульованих добрив порівняно із звичайним гранульованим на зміну чисельності загальної і азотфіксуючої мікрофлори ґрунту при внесенні значної кількості поживних речовин.

Ключові слова: ґрунт, мікрофлора, капсульовані добрива, азотфіксатори, нітромофоска, антропогенний тиск.

Вступ. Ґрунтові ресурси землевласники розглядають в основному як джерело і спосіб отримання прибутку. Процеси інтенсифікації сучасного землеробства призвели до значних екологічних проблем, пов'язаних з деградацією ґрунтів [21, 36, 37]. Ґрунт – це живе середовище, яке розвивається за своїми законами.

Сучасний етап розвитку науки про ґрунт потребує ретельного аналізу та ясного розуміння його ролі у функціонуванні природи та нашої цивілізації [17, 22, 30]. Ще більше ста років назад В. В. Докучаєв зазначив, що із всіх стихій природи (царств, компонентів) тільки ґрунт не шкодив людині, а навпаки, слугував джерелом харчування та збереження навколишнього середовища [5].

Без широкого та складного світу ґрунтової біоти немає та не може бути і самого ґрунту, а без ґрунтового покриву не могла б

розвиватися біосфера [4, 34]. Він забезпечує життя рослин та слугує конвеєром для трансформації їх решток. З другого боку, «жива речовина», за висловом академіка В. І. Вернадського, сама створює ґрунт [1].

Одним із найбільш важливих чинників родючості ґрунту є активність мікроорганізмів. Завдяки їх діяльності у ґрунті нагромаджуються поживні речовини (азот, калій, фосфор та ін.) у формі, доступній для рослин [15, 35].

Ґрунтова мікрофлора є невід'ємним компонентом будь-якої агроєкосистеми, вона має потужний ферментативний апарат, виконує різноманітні функції в кругообігу речовин, забезпечуючи її постійне функціонування [6, 13]. Внесення мінеральних добрив значно інтенсифікує мікробіологічні процеси в ґрунті. Це до певних меж можна розглядати як позитивне явище, якщо ставити завдання збільшення врожайності [12].

Однак прагнення отримати максимальну продуктивність, безконтрольне застосування хімічних добрив з порушенням правил агротехніки призводить до перенасичення ґрунтів цими препаратами, а через них – до забруднення водного та повітряного басейнів, зміни хімічного складу рослинної продукції та отримання їжі, шкідливої для здоров'я людини. Особливу увагу слід надавати азотним добривам як найнебезпечнішим для всієї екосистеми [3, 7, 10, 14, 27]. Насамперед, це негативний вплив на мікроорганізми, які беруть участь у трансформації азоту в біосфері та процесах азотфіксації, амоніфікації, нітрифікації, денітрифікації. Збільшення дози добрив зменшує їх чисельність у ґрунті та біомасу [11, 23, 25, 28].

Характер впливу мінеральних добрив на кількість мікрофлори залежить від сумісної дії різних екологічних факторів: типу ґрунту, його вологості та температури, ступеня окультурення, виду культури [26, 31, 32].

Відомо, що мінеральні добрива як джерело живлення, особливо у ґрунтах із високим вмістом органічних речовин, стимулюють діяльність мікроорганізмів [9, 16]. Під впливом добрив рослини розвиваються краще, а їх кореневі екsudати активізують розвиток мікрофлори. Однак така активація за умов надлишку елементів мінерального живлення в ґрунтах, недостатньо забезпечених джерелами вуглецевих сполук, призводить до негативних наслідків. За цих умов мікрофлора сприяє інтенсифікації низки небажаних процесів, зокрема посилює мінералізацію гумусу і, як наслідок, погіршує структуру, зменшує родючість та із використанням органічних сполук корневих тканин може гальмувати розвиток рослин [8, 18].

Особливості формування структури та різноманіття мікроорганізмів ґрунту, яке визначає функціональну спрямованість мікробних процесів в агроценозах, значною мірою залежать від систем землеробства й агротехнічних заходів (внесення органічних і мінеральних добрив, різних систем обробітку ґрунту, застосування регуляторів росту, хімічних і біологічних засобів захисту рослин від хвороб, шкідників і бур'янів, меліорації і зрошення земель), які застосовують при вирощуванні сільськогосподарських культур [19, 20, 24, 29, 33].

Ми дослідили зміну загальної та азотфіксуючої мікрофлори ґрунту під впливом гранульованих та капсульованих мінеральних добрив для перевірки гіпотези про те, що добрива не чинять шкідливого впливу на ґрунтові мікроорганізми.

Матеріали і методи. Виконано два комплекси досліджень впливу добрив на мікроорганізми. У першій серії ми ізолювали погодні фактори в системі “ґрунт – добриво”. Для цього було вибрано 3 типи найбільш поширених ґрунтів у Львівській області: темно-сірі опідзолені, ясно-сірі лісові та дерново-підзолисті.

У кожний тип ґрунту вносили 4 види добрив нормою у перерахунку 1000 кг/га. Зразки витримували в боксі зі сталою температурою 21 °С і відносною вологістю повітря 90 % (рис. 1).

Вологість ґрунту у день відбору зразків підтримували на рівні, який становив: для темно-сірого опідзоленого – 17,2 %, ясно-сірого лісового – 17,6 %, дерново-підзолистого – 12,8 %.

Для виконання другої серії досліджень ми вивчали вплив добрив на мікроорганізми в системі “ґрунт – добриво – рослина”. В них відтворювали режими розпушування та поливу рослин, що практикують у тепличних умовах [2]. Коливання температур були на рівні 15–18 °С. Для цього досліді було відібрано темно-сірий опідзолений ґрунт у горщики для внесення 4 видів добрив нормою у перерахунку 1000 кг/га і насіння крес-салату.



Рис. 1. Зберігання зразків у системі “ґрунт – добриво” (t = 21 °С, вологість повітря – 90 %)

Схема досліду для кожного типу ґрунту передбачала внесення різних видів добрив і включала п'ять варіантів:

- 1) контроль (без добрив);
- 2) гранульоване добриво (нітроамофоска);
- 3) капсульоване добриво № 1 (капсула, 10 %, склад: полістирол, лігнін);
- 4) капсульоване добриво № 2 (капсула, 10 %, склад: полістирол, лігнін, цеоліт);
- 5) капсульоване добриво № 3 (капсула, 10 %, склад: лігнін, цеоліт).

Капсулювання нітроамофоски здійснювали в апараті киплячого шару періодичної дії циліндрично-конічного типу з направляючим циліндром.

Для визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті застосовували метод висівання ґрунтових суспензій на агаризовані поживні середовища: для загальної мікрофлори використовували поживний агар, а для азотфіксувальної – агаризоване середовище Ешбі.

Результати та обговорення. Отримані результати в системі “ґрунт – добриво”, наведені на рис. 2 і 3, в табл. 1, свідчать про позитивний вплив добрив на мікробіологічну активність ґрунтів.

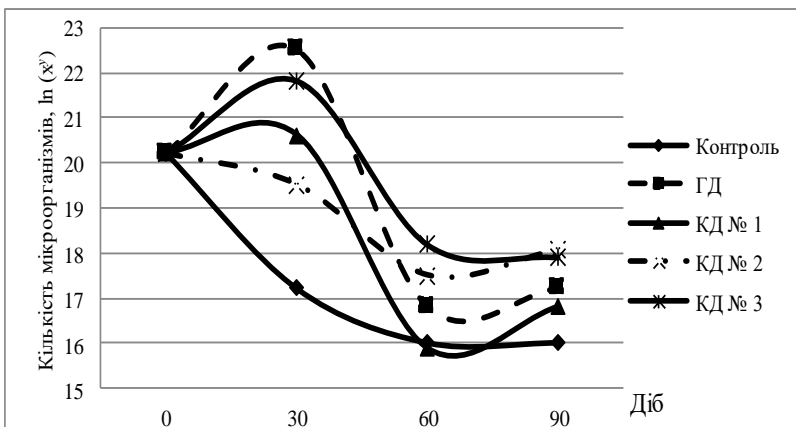


Рис. 2. Логарифмічна залежність зміни загальної чисельності мікрофлори ясно-сірого лісового ґрунту в системі “ґрунт – добриво”

У ясно-сірому лісовому ґрунті в системі “ґрунт – добриво” просте гранульоване добриво спричиняє значне коливання кількості мікроорганізмів – від 6×10^9 до 2×10^7 КУО/1 г ґрунту впродовж 30 діб. Найкраще за цих умов проявило себе капсульоване добриво № 2, яке вивільняло елементи живлення стабільно і не спричиняло різких змін чисельності мікрофлори. Крім цього, на 90-ту добу у вказаному варіанті встановлено найбільшу кількість мікроорганізмів – 2×10^7 КУО/1 г ґрунту (рис. 2).

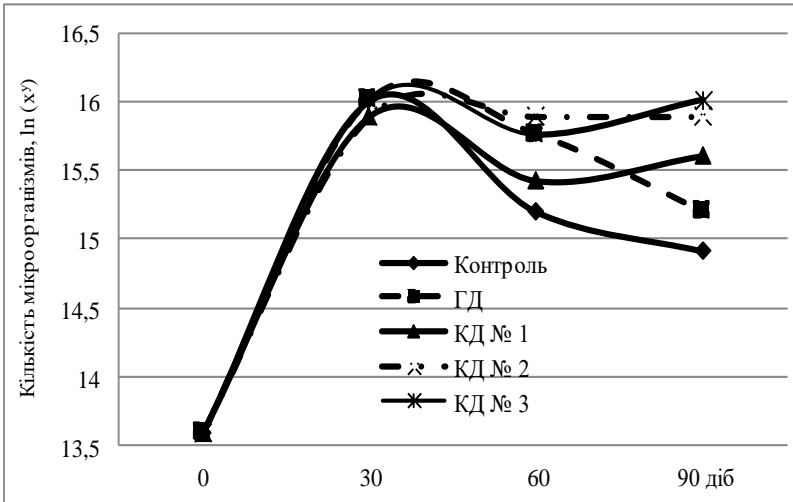


Рис. 3. Логарифмічна залежність зміни чисельності азотфіксувальної мікрофлори ясно-сірого лісового ґрунту в системі “ґрунт – добриво”

У ясно-сірому лісовому ґрунті в системі “ґрунт – добриво” на початковому етапі протягом 30 діб у всіх варіантах значно збільшилася кількість азотфіксуючої мікрофлори, проте на 90-ту добу найкраще проявили себе варіанти з капсульованим добривом № 3 і № 2, в яких виявлено найбільшу її чисельність – відповідно 9×10^6 і 8×10^6 КУО/1 г ґрунту, тоді як у вказаній фазі на варіанті з гранульованим добривом відзначено кількість мікроорганізмів 4×10^6 КУО/1 г ґрунту, а на контролі вона становила 3×10^6 КУО/1 г ґрунту (рис. 3).

Дослідженнями, виконаними на трьох типах ґрунтів у системі “ґрунт – добриво” (табл. 1), в усіх варіантах з добривом на 30-ту добу встановлено, що загальна кількість мікроорганізмів була вищою і

становила $3 \times 10^8 - 2 \times 10^{10}$, а на контролі – $2 \times 10^7 - 3 \times 10^7$ КУО на 1 г ґрунту.

Зміна чисельності мікроорганізмів у системі “ґрунт – добриво”, КУО/1 г ґрунту

№	Варіант	Загальна мікрофлора				Азотфіксувальна мікрофлора			
		0 діб	30 діб	60 діб	90 діб	0 діб	30 діб	60 діб	90 діб
1	Контроль	4×10^8	4×10^7	8×10^6	7×10^6	3×10^5	5×10^6	9×10^6	7×10^6
	ГД		9×10^9	3×10^7	5×10^7		9×10^6	9×10^6	7×10^6
	КД № 1		5×10^9	9×10^6	4×10^7		4×10^6	7×10^6	4×10^6
	КД № 2		6×10^9	2×10^7	3×10^7		6×10^6	6×10^6	9×10^6
	КД № 3		9×10^9	9×10^6	9×10^6		7×10^6	9×10^6	8×10^6
2	Контроль	6×10^8	3×10^7	9×10^6	9×10^6	8×10^5	9×10^6	4×10^6	3×10^6
	ГД		6×10^9	2×10^7	3×10^7		9×10^6	7×10^6	4×10^6
	КД № 1		9×10^8	8×10^6	2×10^7		8×10^6	5×10^6	6×10^6
	КД № 2		3×10^8	4×10^7	7×10^7		8×10^6	8×10^6	8×10^6
	КД № 3		3×10^9	8×10^7	6×10^7		9×10^6	7×10^6	9×10^6
3	Контроль	2×10^{10}	2×10^7	6×10^6	8×10^6	7×10^5	9×10^6	9×10^6	8×10^6
	ГД		8×10^9	4×10^7	5×10^7		7×10^6	3×10^6	3×10^6
	КД № 1		6×10^8	4×10^6	7×10^7		7×10^6	5×10^6	7×10^6
	КД № 2		7×10^8	2×10^7	2×10^8		8×10^6	8×10^6	6×10^6
	КД № 3		2×10^{10}	4×10^7	7×10^7		9×10^6	4×10^6	8×10^6

Примітка. 1 – темно-сірий опідзолений ґрунт, 2 – ясно-сірий лісовий ґрунт, 3 – дерново-підзолистий ґрунт.

На 90-ту добу досліджень встановлено, що загальна кількість мікроорганізмів у варіантах з капсульованими добривами на всіх типах ґрунтів становила $9 \times 10^6 - 2 \times 10^8$ і була значно вищою, ніж на контролі ($7 \times 10^6 - 9 \times 10^6$ КУО на 1 г ґрунту).

Кількість азотфіксуючої мікрофлори майже не змінювалася за час проведення дослідю. Наприклад, на 90-ту добу в варіантах з капсульованим добривом вона становила $4 \times 10^6 - 9 \times 10^6$ КУО на 1 г ґрунту, а на контролі – $3 \times 10^6 - 8 \times 10^6$ КУО на 1 г ґрунту.

Результати дослідження, виконані у системі “ґрунт – добриво – рослина”, наведено на рис. 4, 5. Вони свідчать про те, що на початковому етапі в усіх варіантах відбулося зменшення загальної чисельності мікрофлори ґрунту, тільки у варіанті з капсульованим добривом № 3 її кількість збільшилася від 3×10^8 до 7×10^8 КУО/1 г ґрунту. На 60-ту добу дослідю чисельність загальної мікрофлори

грунту в контролі і у варіанті з гранульованим добривом зменшилася до 5×10^6 і 9×10^6 КУО/1 г ґрунту.

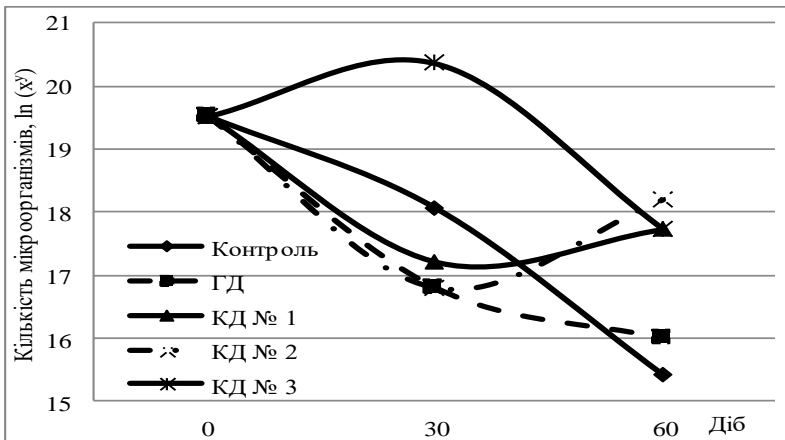


Рис. 4. Логарифмічна залежність зміни загальної чисельності мікрофлори ґрунту в системі “ґрунт – добриво – рослина”

На варіантах з капсульованим добривом № 2 і № 1 вона збільшилася і становила відповідно 8×10^7 і 5×10^7 КУО/1 г ґрунту (рис. 4). На варіанті з капсульованим добривом № 3 чисельність загальної мікрофлори ґрунту знизилася до 5×10^7 КУО/1 г ґрунту.

Таким чином, у цьому досліді найкраще проявило себе застосування капсульованого добрива № 2, де забезпечено найбільше зростання загальної чисельності мікрофлори ґрунту в системі “ґрунт – добриво – рослина”.

Нашими дослідженнями встановлено, що кількість азотфіксуєної мікрофлори ґрунту в системі “ґрунт – добриво – рослина” в усіх варіантах була практично на одному рівні, за винятком варіанта з капсульованим добривом № 3 (рис. 5). Тут встановлено у 10 разі більшу чисельність азотфіксуєної мікрофлори порівняно до контролю та інших варіантів.

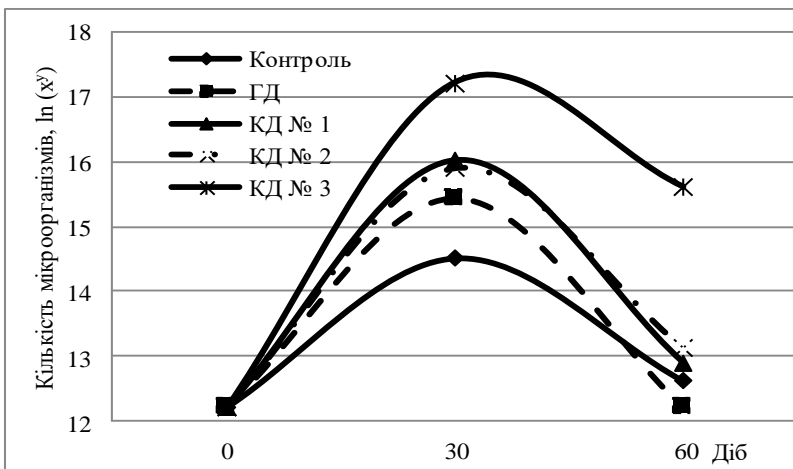


Рис. 5. Логарифмічна залежність зміни чисельності азотфіксуючої мікрофлори ґрунту в системі “ґрунт – добриво – рослина”

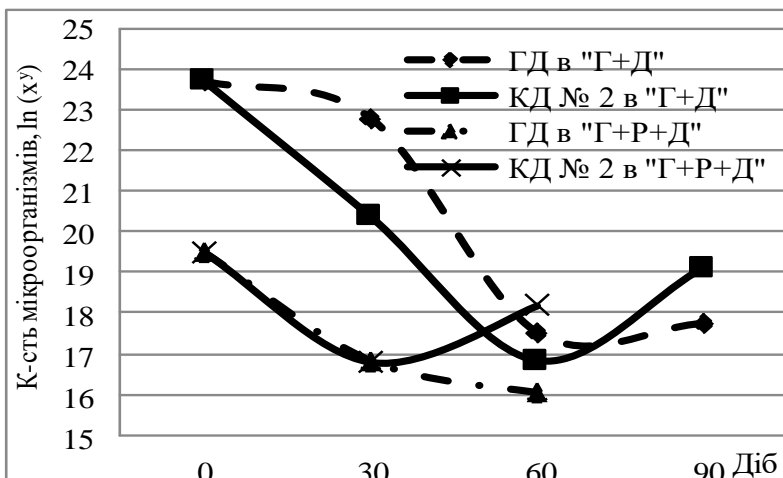


Рис. 6. Логарифмічна залежність зміни загальної чисельності мікрофлори ґрунту в двох системах

Капсульоване добриво № 3 після 30 діб експозиції проявило високий ефект як за загальною кількістю мікроорганізмів, так і азотфіксуючої мікрофлори. Це, можливо, зумовлено тим, що до складу оболонки капсули входить 45 % гідролізного лігніну, який є поширеною природною сполукою і активізує розвиток мікроорганізмів. Результати у варіантах з іншими добривами були близькими до контролю.

Після 60 діб кількість загальної мікрофлори в усіх варіантах застосування капсульованих добрив була вищою, ніж на контролі.

Чисельність азотфіксуючих мікроорганізмів тільки у варіанті з капсульованим добривом № 3 була вищою порівняно з контролем. В інших варіантах дослідження відхилення було незначним.

Дані щодо впливу застосування у варіантах капсульованого добрива № 2 на зміну загальної чисельності мікрофлори наведено на рис. 6. На початок експозиції вона зменшується, але пізніше значно збільшується порівняно з варіантом з простим гранульованим добривом, у якому чисельність загальної мікрофлори ґрунту зменшується впродовж дослідження.

У варіанті з капсульованим добривом № 3 встановлено його сприятливіший вплив на кількість азотфіксуючих мікроорганізмів ґрунту у двох дослідних системах порівняно з простим гранульованим добривом (рис. 7).

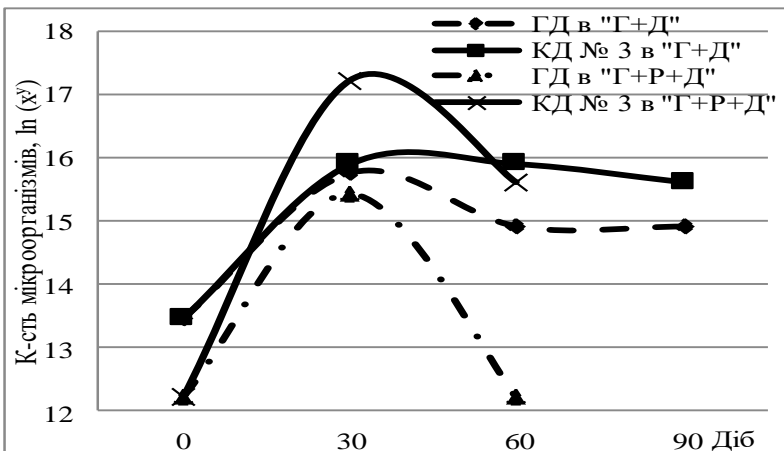


Рис. 7. Логарифмічна залежність зміни чисельності азотфіксувальної мікрофлори ґрунту в двох системах

Висновки. Підвищена норма внесення капсульованих мінеральних добрив, яка становила у розрахунку 1000 кг/га, не завдала шкоди загальній і азотфіксуючій мікрофлорі ґрунту та позитивно вплинула на кількість мікроорганізмів в окремих варіантах, зокрема у варіанті з капсульованим добривом № 2, у якому встановлено більший вплив на зміну загальної чисельності мікрофлори ґрунту у двох досліджуваних системах. У варіанті з капсульованим добривом № 3 відзначено найкращі умови для розвитку азотфіксуючої мікрофлори ґрунту у двох системах дослідження.

Список використаної літератури

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / [В. П. Патики та ін.] ; за ред. В. П. Патики. – К. : Основа, 2005. – 300 с.
2. Агрохимическая лаборатория овощевода / [Н. М. Глунцов и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 191 с.
3. Забруднення навколишнього природного середовища хімічно активним азотом із сільськогосподарських джерел: проблеми та шляхи розв'язання / Л. І. Моклячук, С. М. Лукін, Н. П. Козлова, М. М. Марткоплішвілі // Агроекологічний журнал. – 2014. – № 1. – С. 13–20.
4. Звягинцев Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
5. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроecosистеми / Іван Кирилович Курдиш. – К. : Наук. думка, 2010. – 253 с.
6. Курдиш І. К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів / І. К. Курдиш // Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб. – 2009. – Вип. 9. – С. 7–32.
7. Моклячук Л. І. Втрати азоту у сільському господарстві України / Л. І. Моклячук, В. О. Пінчук, М. М. Марткоплішвілі // Агроекологічний журнал. – 2013. – № 3. – С. 19–23.
8. Монастырский О. А. Токсикообразующие грибы и микотоксины / О. А. Монастырский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 11. – С. 18–19.
9. Нагурський О. А. Капсульовані мінеральні добрива. Кінетика вивільнення компонентів із полідисперсних сумішей / О. А. Нагурський // Хімічна промисловість України. – 2012. – № 3 (110). – С. 69–73.
10. Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроecosистемах / Борис Семенович Носко. – Х. : ННЦ “Інститут

грунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського”, 2013. – 128 с.

11. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов / [С. Я. Коць, С. К. Береговенко, Е. В. Кириченко, Н. Н. Мельникова]. – К. : Наук. думка, 2007. – 316 с.

12. Пармінська Л. М. Патогенна мікрофлора ґрунту: вплив систем удобрення пшениці озимої на її видовий склад у короткоротаційних сівозмінах / Л. М. Пармінська // Карантин і захист рослин. – 2012. – № 11. – С. 1–3.

13. Фосфатмобилизирующие микроорганизмы – антагонисты фитопатогенов / И. А. Дунайцев [и др.] // Микол. и фитопатол. – 2008. – Т. 42, № 3. – С. 264–267.

14. Цикл азоту в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи / Т. Б. Мільотенко, О. В. Шерстобоева, В. В. Волклгон, О. М. Бердніков // Агроекологічний журнал. – 2013. – № 3. – С. 88–94.

15. Шевченко І. П. Вплив способів обробітку і добрив на стан мікробного ценозу та фітотоксичні властивості чорнозему типового еродованого / І. П. Шевченко, Ю. О. Драч, С. В. Яценко // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 10. – С. 12–15.

16. Adesemoye A. O. Enhanced plant nutrient use efficiency with PGPR and AMF in an integrated nutrient management system / Adesemoye A. O., Torbert H. A., Kloepper J. W. // Microbiol. – 2008. – Vol. 54. – P. 876–886.

17. Assesment of bacterial community structure in soil by polymerase chain reaction and denaturing gradient gel electrophoresis / Gelsomino A., Keijzer-Wolters A., Cacco G., van Elsas J. // Microbial. methods. – 1999. – Vol. 38, № 1/2. – P. 1–15.

18. Bakker P. Induced systemic resistance by fluorescent Pseudomonas / Bakker P., Pieterse C., van Loon L. // Phytopathol. – 2007. – Vol. 97. – P. 239–243.

19. Barea J. Influence of arbuscular-mycorrhizal fungi, Rhizobium meliloti strains and PGPR inoculation on the growth of Medicago arborea used as model legume for revegetation and biological reactivation in semi-arid Mediterranean area / Barea J., Azcon R., Vandenegro M. // Plant Growth Regul. – 2001. – Vol. 34. – P. 233–240.

20. Bhattacharjee R. Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertiliser for non-legumes: prospects and challenges / Bhattacharjee R., Singh A., Mukhopadhyay S. // Microbiol. Biotechnol. – 2008. – Vol. 80. – P. 199–209.

21. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*Punica granatum L.*) in Indian Thar Desert / Aseri G. [et al.] // Scientia

Horticulturae. – 2008. – Vol. 117. – P. 130–135.

22. Effect of above-ground plant species composition and diversity of soil-borne microorganisms / Kowalchuk G. A. [et al.] // *Antonie van Leevenhoek*. – 2002. – Vol. 81 (154). – P. 509–520.

23. Effects of nitrogen fertilizer and wheat straw application on CH₄ and N₂O emissions from a paddy rice field / Ma J. [et al.] // *Soil Res.* – 2007. – Vol. 45. – P. 359–367.

24. Egamberdiyeva D. The effect of plant growth-promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils / Egamberdiyeva D. // *Appl. Soil Ecol.* – 2007. – Vol. 36. – P. 184–189.

25. Elcosa E. Influence of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on the nodulation, plant growth, and yield of chickpea / Elcosa E., Kantar F., Sahin F. // *Plant Nutr.* – 2008. – Vol. 31. – P. 157–171.

26. Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period / L. Bouwman [et al.] // *PNAS.* – 2013. – Vol. 210, № 52. – P. 20882–20887.

27. Galichechi S. Nitrogen fertilizer the effects on growing potato / S. Galichechi, M. Gashti // *Journal of Biology and today's world.* – 2013. – Vol. 2. – P. 335–338.

28. Greenhouse gas emissions from two soils receiving nitrogen fertilizer and swine manure slurry / Jarecki M. [et al.] // *Environ Qual.* – 2008. – Vol. 37. – P. 1432–1438.

29. Hargreaves J. Are compost teas an effective nutrient amendment in the cultivation of strawberries? Soil and plant tissue effects / Hargreaves J., Adl A., Warman P. // *Sci. Food Agric.* – 2009. – Vol. 89. – P. 390–397.

30. Kumar V. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under green house conditions / Kumar V., Behl R., Narula N. // *Microbiol. Res.* – 2001. – Vol. 156, N 1. – P. 87–93.

31. Mathematical modeling of continuous formation of multilayer humic-mineral solid composites / Y. Kornienko, R. Sachok, V. Rayda, O. Tsepka // *Chemistry & Chemical Technology.* – 2009. – Vol. 4. – P. 335–338.

32. Plant growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi modify alleviation biochemical mechanisms in water-stressed plants / Kohler J., Hernandez J., Caravaca F., Roldan A. // *Function Plant Biol.* – 2008. – Vol. 35. – P. 141–151.

33. Promotion of plant growth by bacterial ACC deaminase

- / Glick B. [et al.] // *Critical Rev. Plant Sci.* – 2007. – Vol. 26. – P. 227–242.
34. Regulated mass transfer through polymeric capsules / Gumnitsky Y., Lyuta O., Sabadash V., Venger L. // *Inżyniera chemiczna – procesy i aparaty : materiały konferencyjne XIX Ogólnopolska konferencja Inżynierii Chemicznej i Procesowej*, Rzeszów, 22–25.10.2007. – Rzeszów : Oficyna Wydawn. Politechn., 2007. – P. 179–183.
35. Rudresh D. Tricalcium phosphate solubilising abilities of *Trichoderma* ssp. in relation to P uptake and growth and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.) / Rudresh D., Shivaprakash M., Prasad R. // *Microbiol.* – 2005. – № 51. – P. 217–222.
36. Soil quality – soil condition – production stability / Birkás M., Dexter A., Kalmár T., Bottlik L. // *Cereal Research Communications.* – 2006. – Vol. 34, № 1. – P. 135–138.
37. The use of compost extract as foliar spray nutrient source and botanical insecticide in *Telfairia occidentalis* / Akanbi W. [et al.] // *Agric. Sci.* – 2007. – Vol. 3. – P. 642–652.

Отримано 01.09.2017