

УДК: 631.461

**Тимчук І. С., аспірант, Мальований М. С., д.т.н., професор** (Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів),  
**Пристай М. В.** (Відділення фізичної хімії, Львів), **Носко В. Л., к.с.-г.н., доц.** (Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани)

## **ВПЛИВ КАПСУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА МІКРОФЛОРУ ҐРУНТУ**

**Проведено дослідження впливу капсульованих мінеральних добрив на загальну і азотфіксуючу мікрофлору ґрунту. Дослідження проводили в двох системах: “ґрунт – добриво” і “ґрунт – добриво – рослина”. Результати показали, що у всіх варіантах добриво не пригнічувало мікрофлору ґрунту.**

**Ключові слова:** капсульовані мінеральні добрива, мікрофлора, азотфіксатори.

**Вступ.** Сьогодні ґрунтові ресурси розглядають в основному як джерело і спосіб отримання прибутку. Сучасне інтенсивне землеробство призвело до серйозних екологічних проблем, пов'язаних з деградацією ґрунтів і виснаженням їх родючості. Ґрунт – це живе середовище, яке розвивається за своїми законами.

Одним з найбільш важливих чинників родючості ґрунту є активність мікроорганізмів. Завдяки їх діяльності у ґрунті накопичуються поживні речовини (азот, калій, фосфор та ін.) у формі, доступній для рослин.

Застосування мінеральних добрив у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, як правило, підвищує біологічну активність ґрунту. Однак, прогнозування їх дії не може здійснюватися без врахування направленості ґрунтових біологічних процесів.

Відомо, що мінеральні добрива як джерело живлення, особливо у ґрунтах із високим вмістом органічних речовин, стимулюють діяльність мікроорганізмів. Під впливом добрив рослини розвиваються краще, а їх кореневі екsudати активізують розвиток ґрунтової мікрофлори. Однак, така активація за надлишку елементів мінерального живлення в ґрунтах, недостатньо забезпечених джерелами вуглецевих сполук, призводить до негативних наслідків. За цих умов мікрофлора сприяє інтенсифікації низки небажаних процесів, у т.ч. посиленню мі-

нералізації гумусу і, як наслідок, погіршує структуру, знижує родючість та, використовуючи органічні сполуки кореневих тканин, може гальмувати розвиток рослин [1].

**Об'єкти та методика досліджень.** Проведені польові дослідження, ціллю яких було випробовування створених нами капсульованих мінеральних добрив, показали хороші результати – прибавка до урожаю різних культур становила від 17,1 до 31,6% [2, 3]. У зв'язку з цим ми запланували здійснити перевірку впливу нових видів добрив на ґрунтову мікрофлору.

Об'єктом досліджень було вивчення залежності зміни мікрофлори ґрунту під впливом гранульованих та капсульованих мінеральних добрив та перевірка гіпотези, що добрива не чинять шкоди мікрофлорі ґрунту.

Були проведені два комплекси досліджень. У першому комплексі досліджень впливу добрив на мікроорганізми були ізольовані погодні фактори в системі “ґрунт – добриво”. Для цього було вибрано 3 види найбільш поширених ґрунтів у Львівській області: темно-сірі опідзолені, ясно-сірі опідзолені та дерново-підзолисті. В кожному типі ґрунту вносилося 4 види добрив з нормою 1000 кг/га. Зразки зберігались в боксі зі сталюю температурою – 21 °С та відносною вологістю повітря – 85%. Вологість ґрунту підтримувалась на рівні вологості в день відбору зразків. Вона становила для темно-сірого опідзоленого ґрунту – 17,2%, ясно-сірого опідзоленого – 17,6% і для дерново-підзолистого – 12,8%.

Під час проведення другого комплексу досліджень вивчався вплив добрив на мікроорганізми в системі “ґрунт – добриво – рослина”. В дослідженнях відтворювались режими розрихлення та поливу рослин, що практикується в тепличних господарствах [4]. Температурний режим коливався в діапазоні 15-18 °С. Для цього було відібрано темно-сірий опідзолений ґрунт в горщики, в які було внесено 4 види добрива з нормою 1000 кг/га та насіння крес-салату.

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

- контроль (без добрив);
- (ГД) – гранульоване добриво – нітроамофоска;
- (КД № 1) – капсульоване добриво № 1 – капсульована нітроамофоска (20% масових складала капсула, склад якої – полістирол-лігнін);
- (КД № 2) – капсульоване добриво № 2 – капсульована нітроамофоска (20% масових складала капсула, склад якої – полістирол-лігнін - цеоліт);

- (КД № 3) – капсульоване добриво № 3 – капсульована нітроамофоска (20% масових складала капсула, склад якої – лігнін - цеоліт).

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

Капсула кожного виду добрив № 1-3 складається із частинки “базового” добрива, оточеного ексцентрично розміщеною оболонкою з різним складом (рисунок).

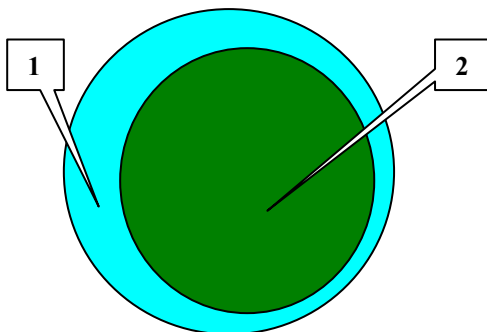


Рисунок. Модель частинки добрива пролонгованої дії:  
1 – оболонка із природного дисперсного мінералу;  
2 – частинка “базового” мінерального добрива

Для визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті застосовували метод посіву ґрунтових суспензій на агаризовані поживні середовища. Для цього 1 г ґрунту вносили у колбу зі 100 мл стерильної водопровідної води та збовтували впродовж 10 хв. Після осадження частинок ґрунту (через 30 сек.) 1 мл суспензії переносили в пробірку з 9 мл стерильної водопровідної води. Добре перемішували та 1 мл суспензії переносили в 2-у пробірку з 9 мл стерильної води і так далі. Потім 0,1 мл водної суспензії з кожної пробірки наносили на поверхню чашки Петрі з поживним середовищем і добре розтирали шпателем. Чашки Петрі ставили у термостат за температури 30 °С на 7 діб. Після чого рахували кількість колоній із врахуванням розведення [5]. Для визначення чисельності загальної мікрофлори використовували поживний агар, а для азотфіксуючої мікрофлори – агаризоване середовище Ешбі такого складу (г/л): маніт – 20;  $K_2HPO_4$  – 0,2;  $MgSO_4 \times 7H_2O$  – 0,2; NaCl – 0,2;

$K_2SO_4 - 0,1$ ;  $CaCO_3 - 5$ ; агар – 20.

**Результати досліджень.** Отримані дані в системі “грунт – добриво” подані в табл. 1, вони свідчать про позитивний вплив добрив на мікробіологічну активність ґрунтів. В контролі у всіх варіантах загальна кількість мікроорганізмів за 30 днів зменшується від  $4 \times 10^8 - 2 \times 10^{10}$  до 20-40 млн КУО на 1 г, а у варіантах з капсульованим добривом коливається від 300 млн до  $2 \times 10^{10}$  КУО на 1 г ґрунту.

Загальна кількість мікроорганізмів у контролі за 90 днів зменшується з  $4 \times 10^8 - 2 \times 10^{10}$  до 6-8 млн КУО на 1 г ґрунту, тоді як у варіантах з добривами їх кількість після 90 днів становила 20-200 млн КУО на 1 г ґрунту. Зокрема зафіксовано збільшення кількості азотфіксаторів з 300-800 тис. до 8-9 млн КУО на 1 г ґрунту.

Таблиця 1

Зміна чисельності мікроорганізмів в системі “грунт – добриво”

№	Варіант	Загальна мікрофлора, КУО/1г ґрунту				Азотфіксувальна мікрофлора, КУО/1 г ґрунту			
		0 діб	30 діб	60 діб	90 діб	0 діб	30 діб	60 діб	90 діб
1	Контроль	$4 \times 10^8$	$4 \times 10^7$	$8 \times 10^6$	$7 \times 10^6$	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	$7 \times 10^6$
	ГД		$9 \times 10^9$	$3 \times 10^7$	$5 \times 10^7$		$9 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	$7 \times 10^6$
	КД №1		$5 \times 10^9$	$9 \times 10^6$	$4 \times 10^7$		$4 \times 10^6$	$7 \times 10^6$	$4 \times 10^6$
	КД №2		$6 \times 10^9$	$2 \times 10^7$	$3 \times 10^7$		$6 \times 10^6$	$6 \times 10^6$	$9 \times 10^6$
	КД №3		$9 \times 10^9$	$9 \times 10^6$	$9 \times 10^6$		$7 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	$8 \times 10^6$
2	Контроль	$6 \times 10^8$	$3 \times 10^7$	$9 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	$8 \times 10^5$	$9 \times 10^6$	$4 \times 10^6$	$3 \times 10^6$
	ГД		$6 \times 10^9$	$2 \times 10^7$	$3 \times 10^7$		$9 \times 10^6$	$7 \times 10^6$	$4 \times 10^6$
	КД №1		$9 \times 10^8$	$8 \times 10^6$	$2 \times 10^7$		$8 \times 10^6$	$5 \times 10^6$	$6 \times 10^6$
	КД №2		$3 \times 10^8$	$4 \times 10^7$	$7 \times 10^7$		$8 \times 10^6$	$8 \times 10^6$	$8 \times 10^6$
	КД №3		$3 \times 10^9$	$8 \times 10^7$	$6 \times 10^7$		$9 \times 10^6$	$7 \times 10^6$	$9 \times 10^6$
3	Контроль	$2 \times 10^{10}$	$2 \times 10^7$	$6 \times 10^6$	$8 \times 10^6$	$7 \times 10^5$	$9 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	$8 \times 10^6$
	ГД		$8 \times 10^9$	$4 \times 10^7$	$5 \times 10^7$		$7 \times 10^6$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^6$
	КД №1		$6 \times 10^8$	$4 \times 10^6$	$7 \times 10^7$		$7 \times 10^6$	$5 \times 10^6$	$7 \times 10^6$
	КД №2		$7 \times 10^8$	$2 \times 10^7$	$2 \times 10^8$		$8 \times 10^6$	$8 \times 10^6$	$6 \times 10^6$
	КД №3		$2 \times 10^{10}$	$4 \times 10^7$	$7 \times 10^7$		$9 \times 10^6$	$4 \times 10^6$	$8 \times 10^6$

Примітки. 1 – темно-сірий опідзолений ґрунт; 2 – ясно-сірий опідзолений ґрунт; 3 – дерново-підзолистий ґрунт

Кількість азотфіксуючих мікроорганізмів майже не змінювалась від початку внесення добрив, наприклад, кількість азотфіксаторів після 90 днів на контролі становила 3-8 млн КУО на 1 г ґрунту, а в варіантах з капсульованим добривом 4-9 млн КУО на 1 г ґрунту.

Результати проведених досліджень системи “грунт – добриво – рослина” подані в табл. 2.

Таблиця 2

Зміна чисельності мікроорганізмів в системі  
“грунт – добриво – рослина”

Варіант	Загальна мікрофлора, КУО/1г ґрунту			Азотфіксувальна мікрофлора, КУО/1г ґрунту		
	0 діб	30 діб	60 діб	0 діб	30 діб	60 діб
Контроль	$3 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$
ГД		$2 \cdot 10^7$	$9 \cdot 10^6$		$5 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5$
КД №1		$3 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^7$		$9 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$
КД №2		$2 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^7$		$8 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^5$
КД №3		$7 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^7$		$3 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$

Добрі результати після 30 днів показало капсульоване добриво № 3, як щодо загальної кількості мікроорганізмів, так і щодо азотфікуючої мікрофлори. Це може бути зумовлено тим, що в складі оболонки капсули міститься 45% гідролізного лігніну, який є поширеною природною сполукою, здатною активізувати розвиток мікроорганізмів. Варіанти з іншими добривами не сильно відрізнялись від контролю.

Після 60 днів кількість загальної мікрофлори у всіх видах капсульованих добрив була вищою, ніж у контролі. Кількість азотфікуючої мікрофлори у всіх варіантах не сильно відрізнялась від контролю, тільки в варіанті з капсульованим добривом № 3 вона була вищою.

Дослідження процесу вивільнення елементів в системі “грунт – добриво – рослина” подані в табл. 3.

Таблиця 3

Вивільнення елементів живлення в системі  
“грунт – добриво – рослина”

Варіант	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг ґрунту			K <sub>2</sub> O, мг/кг ґрунту			NO <sub>2</sub> , мг/кг ґрунту		
	0 діб	30 діб	60 діб	0 діб	30 діб	60 діб	0 діб	30 діб	60 діб
Контроль	144	154	128	55	51	40	123	134	113,2
ГД		244	153		132	52		143	117,6
КД №1		227	177		97	48		140	148,4
КД №2		227	163		96	65		140	128,8
КД №3		233	177		103	55		137	125,1

Приведені дані свідчать про те, що на початкових етапах процесу гранульоване добриво вивільняє більшу кількість елементів жив-

лення. Так, у варіанті з гранульованим добривом на 30-ту добу досліджу:  $P_2O_5$  вивільнилося на 11-16 мг/кг ґрунту більше, ніж в капсульованих добривах;  $K_2O$  – на 29-36 мг/кг ґрунту більше, ніж в капсульованих добривах; вивільнена кількість  $NO_2$  не дуже відрізнялася і становила 3-6 мг/кг ґрунту.

Після 60-ти діб кількість вивільнених елементів живлення значно змінилася у всіх варіантах капсульованих добрив і становила більшу кількість, ніж в простому гранульованому добриві. Так, у варіантах з капсульованими добривами на 60-у добу досліджу:  $P_2O_5$  вивільнилося на 10-24 мг/кг ґрунту більше;  $K_2O$  – на 3-13 мг/кг ґрунту більше; кількість  $NO_2$  – на 8-31 мг/кг ґрунту більше, ніж в гранульованому добриві.

Такий характер вивільнення елементів живлення із різних типів добрив можна пояснити тим, що на початкових етапах гранульоване добриво швидше розчинилося і вивільнило велику кількість поживних елементів, які не всі зразу були засвоєні дослідними рослинами. Надмірна їх кількість вивелася системою поливу за межі кореневої системи рослин, а в капсульованих добривах процес вивільнення тривав повільніше, що забезпечило краще засвоєння елементів живлення.

Визначався також вплив добрив на зміну рН ґрунту (табл. 4). Нами відмічено, що на 30 добу у варіантах з капсульованими добривами зміна рН ґрунту в порівнянні з гранульованим добривом була меншою і становила 0,1-0,2. На 60-ту добу досліджу рН ґрунту у всіх варіантах вирівнявся під впливом життєдіяльності рослин.

Таблиця 4

Зміна рН ґрунту в системі “ґрунт – добриво – рослина”

Варіант	рН ґрунту через		
	0 діб	30 діб	60 діб
Контроль	5,38	5,5	6,44
ГД		5,0	6,47
КД №1		5,1	6,5
КД №2		5,2	6,46
КД №3		5,2	6,41

**Висновки.** На основі проведених досліджень можемо зробити висновки, що підвищена норма внесення капсульованих мінеральних добрив, яка становила 1000 кг/га, не завдала шкоди загальній та азотфіксуючій мікрофлорі ґрунту і позитивно вплинула на кількість мікроорганізмів в окремих варіантах. З досліджених варіантів в системі “ґрунт – добриво – рослина” слід відмітити варіант з капсульованим добривом № 3, який забезпечив найкращі умови для розвитку мікрофлори

грунту. В системі “грунт – добриво – рослина” в процесі дослідження вивільнення елементів живлення відмічено чіткої пролонгуючий ефект капсульованих добрив, що забезпечує краще живлення рослин і призводить до зменшення впливу добрив на зміну рН ґрунту.

1. Звягинцев Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 445 с. 2. Тимчук І. С. Вплив капсульованих мінеральних добрив на продуктивність ярого ячменю / І. С. Тимчук, М. С. Мальований // Сільський господар. – Львів, 2014. – № 5-6. – С. 32–35. 3. Тимчук І. С. Вплив капсульованих мінеральних добрив на продуктивність сої / І. С. Тимчук, М. С. Мальований // Сільський господар – Львів, 2014. – № 7-8. – С. 16–19. 4. Агрохимическое обслуживание защищенного грунта и пути его улучшения / Глунцов Н. М., Ежов Д. И., Дмитриева Л. В. и др. // Применение удобрений и питание овощных культур в защищенном грунте. – М., 1975. – С. 3–12. 5. Сеги Й. Методи ґрунтової мікробіології / Сеги Й. – М. : Колос, 1983. – 296 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Клименко М. О. (НУБГП)

---

**Tymchuk I. S., Post-graduate Student, Malovanyi M. S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor** (National University "Lviv Polytechnic", Lviv), **Prystai M. V., Nosko V. L., Candidate of Agricultural Sciences** (Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Berezhany Agrotechnical Institute”, Berezhany)

## **CAPSULATED MINERAL FERTILIZERS IMPACT ON MICROFLORA OF SOIL**

**Experiments of the impact capsulated mineral fertilizers on general and nitrogen-fixing microflora of soil were investigated. Experiments were done in two systems: “soil – fertilizer” and “soil – fertilizer – plant”. The results of these experiments showed that fertilizers didn't impair the microflora of soil in all variants.**

**Keywords:** capsulated mineral fertilizer, microflora, nitrogen detent.

---

**Тымчук І. С., аспірант, Мальований М. С., д.т.н., професор** (Національний університет “Львівська політехніка”, г. Львів), **Пристай М. В.** (Отделение физической химии, г. Львов), **Носко В. Л., к.с.-х.н., доц.** (Обособленное подразделение Национального университета биоресурсов и природопользования

Украины «Бережанский агротехнический институт, г. Бережаны)

### **ВЛИЯНИЕ КАПСУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ**

**Проведено исследование влияния капсулированных минеральных удобрений на общую и азотфиксирующую микрофлору почвы. Исследования проводили в двух системах: "почва - удобрение" и "почва - удобрение - растение". Результаты показали, что во всех вариантах удобрение не подавляло микрофлору почвы.**

***Ключевые слова:* капсулированные минеральные удобрения, микрофлора, азотфиксаторы.**

---