

УДК 633.15:631.51.01:631.8:631.67 (477.7)
DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.37>

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ НА ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ТА ГЛИБИНИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ НА ФОНІ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ЗА ПІВДНЯ УКРАЇНИ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

КОТЕЛЬНИКОВ Д. І. – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0002-8889-8841>

ФГ «ЮКОС і К»

МАЛЯРЧУК В.М. – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0003-1459-0956>

Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Постановка проблеми. В теперішній час значна увага приділяється впливу систем основного обробітку ґрунту, зрошення та удобрення на біологічну активність і режим живлення сільськогосподарських рослин. Пояснюється це різноманітністю й рівнем окультуреності ґрунтів, біологічною активністю орного горизонту і окремих його шарів, умістом у них більшої чи меншої кількості сполук азоту, фосфору та калію, які в землеробстві мають пріоритетне значення [1, 2]. Встановлено, що обробіток ґрунту впливає на розподіл елементів мінерального живлення в оброблюваному шарі, проте з цього питання одержано неоднозначні висновки вченими різних країн. Ґрунтові мікроорганізми вважаються чутливим індикатором стану та якості ґрунтів. У системах землеробства на мікроорганізми, які розташовані в різних шарах ґрунту, суттєво впливає обробіток ґрунту та внесення мінеральних добрив тому дослідження впливу активності ґрунтової мікрофлори на посівах кукурудзи має першочергове значення для отримання високих та стабільних врожаїв [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в природних екосистемах свідчать про те, що підвищення кількості азоту зменшує мікробну біомасу, проте мікроорганізми в ґрунтах штучних агрофітоценозів часто активізуються, розмножуються та поширюються при внесенні мінеральних добрив. Дослідженнями в різних країнах світу встановлено, що обробіток ґрунту безпосередньо впливає на мікробіологічні процеси в ґрунті при вирощуванні різних за біологічними властивостями культур у сівозміні, що потребує комплексного аналізу їх динаміки та активності з точки зору формування сучасних біологізованих систем землеробства [4].

Результатами досліджень впливу біологічної активності на поживний режим і агрофізичні властивості ґрунту при застосуванні різних систем удобрення та обробітку ґрунту в сівозміні на зрошенні доведено, що будь-яка сільськогосподарська культура створює в ґрунтах характерне для неї мікробне угруповання. Тому дуже важливо сформувати мікробний ценоз,

який забезпечує перехід важкодоступних форм поживних речовин у доступні, що покращує поживний режим ґрунту, підвищує врожайність сільськогосподарських культур сівозмін, якість продукції, економічні та енергетичні показники. Мікроорганізми у взаємодії зі сільськогосподарськими культурами забезпечують їх додатковими поживними речовинами, особливо азотом, підвищують стійкість рослин до дефіциту вологи, збільшують вміст органічної речовини в ґрунті [5, 6].

Ученими за напрямками ґрунтознавства та мікробіології доведено, що мікроорганізмам належить виняткова роль у ґрунтових процесах, оскільки під впливом біологічних факторів створюються основні властивості ґрунтів, які відрізняють їх від гірської породи. У кожному окремому шарі орного горизонту мікроорганізми розміщуються нерівномірно. Крім цього, існує загальна тенденція до поступового зниження чисельності мікроорганізмів із заглибленням у ґрунт [7].

Метою досліджень було встановлення впливу різних систем основного обробітку та удобрення на показники біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів на посівах кукурудзи та подальшого його впливу на її врожайність.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проводились протягом 2009-2016 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошувального землеробства НААН України, яка розташована в зоні дії Каховської зрошувальної системи в чотирьохрізній зерно-просапній сівозміні з наступним чергуванням культур: кукурудза на зерно, ячмінь озимий, соя, пшениця озима, та відповідно до вимог загальновищезначених методик і методичних рекомендацій проведення досліджень.

Фактор А (основний обробіток ґрунту):

1. Оранка на глибину 28-30 см в системі диференційованого обробітку ґрунту;
2. Дисковий обробіток на глибину 12-14 см в системі мілкого одноглибинного обробітку протягом ротації сівозміни;

3. Чизельний обробіток на 28-30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту;

4. Нульовий обробіток в системі тривалого застосування його в сівозміні з сівбою спеціальними сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Дослідження проводились на фоні трьох органо-мінеральних систем удобрення з різними дозами внесення мінеральних добрив у розрахунок на один гектар сівозмінної площі (Фактор В):

1. Органо-мінеральна з внесенням $N_{120}P_{40}$ + післяжнивні рештки;

2. Органо-мінеральна з внесенням $N_{150}P_{40}$ + післяжнивні рештки;

3. Органо-мінеральна з внесенням $N_{180}P_{40}$ + післяжнивні рештки.

Зрошення проводилося водами Каховської зрошувальної системи, спосіб поливу – дощування, передполивний поріг зволоження підтримувався на рівні 70% НВ у шарі ґрунту 0-50 см. Закладання польових дослідів та проведення польових досліджень виконувалося відповідно до загально визначених

методик та посібників.

ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньо-суглинковий з низькою забезпеченістю азотом та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм. Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами культур сівозміни на рівні 70% НВ в шарі ґрунту 0–50 см.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загально визначені в Україні методики і методичні рекомендації.

Результати досліджень впливу різної глибини та способів основного обробітку ґрунту на показники щільності складення в середньому за 2009-2016 рр. дають змогу стверджувати, що найменша щільність на початку вегетації кукурудзи в шарі ґрунту 0-40 см $1,14 \text{ г/см}^3$ була сформована за чизельного обробітку на 28-30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні. (табл. 1).

Таблиця 1 – Щільність складення темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку, початок вегетації, середнє 2009-2016 рр., г/см^3

Система обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку	Шар ґрунту, см					
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-40	
Диференційована	28-30 (о)	1,03	1,15	1,20	1,25	1,16	
Одноглибинна мілка	12-14 (ч)	1,14	1,32	1,31	1,28	1,26	
Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	0,94	1,16	1,19	1,25	1,14	
Нульова		1,25	1,28	1,32	1,28	1,28	
НІР ₀₅ , г/см^3							0,01

Заміна чизельного обробітку оранкою на 28-30 см в системі диференційованого обробітку збільшило щільність на $0,02 \text{ г/см}^3$, або на 1,8%. Застосування чизельного обробітку на 12-14 см збільшило щільність до $1,26 \text{ г/см}^3$, що фактично більше на 8,6%, водночас максимальними показниками в досліді відзначився варіант нульового обробітку ґрунту $1,28 \text{ г/см}^3$, де показники були вище на 10,3% порівняно з контролем

В кінці вегетації щільність складення збільшилась в середньому на 5,1% порівняно з початковим

етапом вегетації кукурудзи, проте загальна тенденція зберіглася. Найменшим рівнем $1,14 \text{ г/см}^3$ відзначився варіант чизельного розпушення на 28-30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні, що менше контролю на 9,6%. Застосування дискового обробітку на 12-14 см призвело до збільшення щільності до $1,34 \text{ г/см}^3$, що більше на 8,0% порівняно з контролем, а максимальними показниками відзначився варіант нульового обробітку $1,37 \text{ г/см}^3$ що більше контролю на 10,4% (табл.2).

Таблиця 2 – Щільність складення шару ґрунту 0-40 см за різних систем основного обробітку, кінець вегетації, середнє 2009-2016 рр., г/см^3

Система обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку	Шар ґрунту, см					
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-40	
Диференційована	28-30 (о)	1,12	1,24	1,26	1,35	1,24	
Одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,19	1,38	1,45	1,35	1,34	
Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	1,00	1,07	1,16	1,27	1,13	
Нульова		1,25	1,44	1,42	1,38	1,37	
НІР ₀₅ , г/см^3							0,02

Примітка: о-оранка, д-дисковий обробіток, ч-чизельний обробіток.

На початку вегетації кукурудзи найбільші показники накопичення амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів 26,44 та 20,43 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту виявлено за диференційованої системи основного обробітку ґрунту (конт-

роль) не набагато меншими показниками відзначився варіант безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту 26,32 та 20,20 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту (табл. 3).

Таблиця 3. – Чисельність різних груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см під посівами кукурудзи за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення (середнє за 2009-2016 рр.)

Система основного обробітку ґрунту (А)	Удобрення (В)	Кількість в 1 г абсолютно сухого ґрунту			
		амоніфікуючі, млн шт.	олігонітрофільні, млн шт.	нітрифікуючі, тис.шт.	целюлозоруйнуючі, тис.шт
Початок вегетації					
Диференційована		26,44	20,43	8,66	2,62
Мілка одноглибинна		24,66	18,34	7,21	2,32
Різноглибинна безполицева		26,32	20,20	8,65	2,62
Нульовий обробіток		20,54	15,91	7,09	2,24
Кінець вегетації					
Диференційована	N ₁₂₀ P ₄₀	26,68	21,12	10,68	2,32
	N ₁₅₀ P ₄₀	22,81	20,19	9,54	2,18
	N ₁₈₀ P ₄₀	21,20	18,45	9,22	2,16
Мілка одноглибинна	N ₁₂₀ P ₄₀	20,74	17,41	9,35	2,19
	N ₁₅₀ P ₄₀	19,63	16,55	9,14	2,14
	N ₁₈₀ P ₄₀	16,28	16,47	8,12	2,08
Різноглибинна безполицева	N ₉₀ P ₄₀	25,62	20,94	10,54	2,29
	N ₁₀₅ P ₄₀	21,78	19,82	9,64	2,18
	N ₁₂₀ P ₄₀	18,19	18,13	9,18	2,11
Нульовий обробіток	N ₉₀ P ₄₀	18,20	16,52	9,01	2,14
	N ₁₀₅ P ₄₀	17,59	15,34	8,92	2,12
	N ₁₂₀ P ₄₀	16,22	15,10	8,44	2,01

Водночас зменшення глибини обробітку до 12-14 см в системі постійного мілкого обробітку ґрунту призвело до зменшення даних показників в середньому на 7,3% та 11,3%, а найменші показники в досліді спостерігались за нульового обробітку ґрунту 20,54 та 15,91 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту відповідно.

Також слід відзначити вплив системи основного обробітку ґрунту на активність олігонітрофільних та целюлозоруйнівних бактерій. Так, за різноглибинного безполицевого обробітку вони були на рівні контролю 8,66 та 2,62 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту. Заміна глибокого обробітку мілким розпушуванням призвело до зменшення накопичення на 12,6-16,2%. Найменші ж показники 7,09 та 2,24 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту виявились за нульового обробітку ґрунту

В кінці вегетації кукурудзи спостерігалось зниження показників активності ґрунтової біоти, але загальна тенденція зберіглася. Так, найбільшими показниками в досліді накопичення амоніфікуючої та олігонітрофільної біоти виявилось за безполицевого різноглибинного розпушування, де показники залежно від системи удобрення коливались в межах 18,19-25,62 та 18,13-20,94 млн шт. в 1 г

абсолютно сухого ґрунту, що фактично було на одному рівні з контрольним диференційованим обробітком ґрунту. Зменшення глибини обробітку призвело до зменшення кількості мікроорганізмів відповідно на 15,7 та 17,2%. Найменші показники вмісту амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів, які залежно від систем удобрення коливались в межах 16,22-18,20 та 15,34-16,52 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту відповідно було отримано за варіанту сівби в безпосередньо необроблений ґрунт.

Водночас встановлено, що кількість нітрифікуючих та целюлозоруйнівних бактерій за безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту він був найбільшим 9,18-10,54 та 2,29-2,18 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, що фактично на одному рівні з контролем. Застосування мілкого обробітку ґрунту в сівозміні призвело до зменшення цих показників в середньому на 10,2 та 12,4% відповідно, а використання нульового обробітку ґрунту призвело до найменших результатів в досліді 2,01-2,14 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

За системи удобрення N₁₂₀P₄₀ кількість амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроор-

ганізмів коливалась в межах 18,20-26,68 та 16,52-21,12 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, залежно від системи основного обробітку ґрунту, відповідно. Збільшення удобрення до N₁₅₀P₄₀ зменшило ці показники в середньому на 11,5% та 5,6%, а використання дози до N₁₈₀P₄₀ призвело до найменшої кількості даних мікроорганізмів, які залежно від системи основного обробітку ґрунту коливались в межах 21,20-16,22 та 18,45-15,10 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Найбільша кількість нітрифікуючих та целюлозоройнівних, залежно від системи основного обробітку ґрунту спостерігалась за системи удоб-

рення N₁₂₀P₄₀ 9,01-10,68 та 2,14-2,32 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, збільшення дози до N₁₅₀P₄₀ призвело до зменшення цих показників в середньому на 6,2% та 3,7% відповідно, а використання N₁₈₀P₄₀ призвело до найменших показників в досліді 8,44-9,22 та 2,01-2,16 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, залежно від системи основного обробітку, відповідно.

Встановлено, що в середньому за 2009-2016 роки досліджень за оранки на 28–30 см в системі диференційованого обробітку ґрунту продуктивність сформувалась на рівні 10,40 т/га в середньому по фактору А. (табл. 4).

Таблиця 4 – Урожайність зерна кукурудзи залежно від основного обробітку ґрунту та удобрення (середнє за 2009-2016 рр.), т/га.

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку ґрунту (А)	Система удобрення (В)			Середнє по фактору А
		N ₁₂₀ P ₄₀	N ₁₅₀ P ₄₀	N ₁₈₀ P ₄₀	
Диференційована	28-30 (о)	9,89	10,44	10,87	10,40
Мілка одноглибинна	12-14 (д)	9,65	10,29	10,75	10,23
Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	10,22	10,74	11,44	10,80
Нульовий обробіток		8,84	9,14	9,34	9,11
Середнє по фактору В		9,65	10,15	10,60	
	НІР₀₅(А)	0,33	НІР₀₅(В)	0,24	

Примітка: о-оранка, ч-чизелювання

За мілкою чизельного обробітку урожайність була меншою на 0,18 т/га, а сівба культури в попередньо необроблений ґрунт привела до істотного недобору 1,29 т/га урожаю при НІР₀₅ 0,33т/га, що в середньому складало 14,2%. Найкращі умови для формування врожаю кукурудзи склалися за проведення глибокого чизельного обробітку ґрунту, де порівняно з контролем (оранкою) приріст урожаю в середньому становив 0,4 т/га, або в середньому на 3,8% Також, слід відзначити, що кукурудза позитивно відкликається на підвищення норм внесення азотних добрив. Так, на варіанті N₁₂₀P₄₀ врожайність коливалась в межах 8,84-10,22 т/га. Підвищення дози азотних добрив до N₁₅₀ призвело до збільшення врожайності в середньому на 9%. Максимальний рівень врожайності 10,60 т/га було отримано за використання дози добрив N₁₈₀, що в середньому вище за контроль на 9,8%. Максимальним рівнем врожайності в досліді 11,44 т/га відзначився варіант безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту на фоні норми добрив N₁₈₀P₄₀

Висновки:

1. Дослідженнями встановлено, що найменша щільність на початку вегетації кукурудзи в шарі ґрунту 0-40 см 1,14 г/см³ була сформована за чизельного обробітку на 28-30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні. Застосування чизельного обробітку на 12-14 см збільшило щільність до 1,26 г/см³, що фактично більше на 8,6%, водночас максимальними показниками в досліді відзначився варіант нульового обробітку ґрунту 1,28 г/см³, де показники були вище на 10,3% порівняно з контролем.

2. Найбільші показники накопичення амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів 26,44 та 20,43 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту виявлено за диференційованої системи

основного обробітку ґрунту (контроль) не набагато меншими показниками відзначився варіант безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту 26,32 та 20,20 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а найменші показники в досліді спостерігались за нульового обробітку ґрунту 20,54 та 15,91 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту відповідно.

3. Найкращі умови для формування врожаю кукурудзи склалися за проведення глибокого чизельного обробітку ґрунту, де порівняно з контролем (оранкою) приріст урожаю в середньому становив 0,4 т/га, або на 3,8%. За мілкою дискового обробітку зменшилась на 0,18 т/га, а сівба культури в попередньо необроблений ґрунт привела до істотного недобору 1,29 т/га урожаю при НІР₀₅ 0,33т/га, що в середньому складало 14,2%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Vozhehova R. A., Maliarchuk M. P., Biliaieva I. M., Maliarchuk A. S., Tomnytskyi A. V., Lykhovyd P. V., Kozurev V. V. The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2019. 27(2). P. 125–130. doi: 10.15421/011917 <https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/981/942>
2. Малярчук М. П., Писаренко П. В., Мішукова Л. С., Малярчук А. С., Котельников Д. І., Нижегородко В. М. Ефективність мінімізованих способів основного обробітку і сівби в попередньо-необроблений ґрунт при вирощуванні кукурудзи на зрошуваних землях. *Зрошуване землеробство*, 2013. № 59. С. 36-38
3. Коваленко О. В. Удосконалення технології вирощування озимого ячменю в північному Степу України : автореф. ... канд. с.-г. наук : 06.00.09

«Рослинництво». Дніпропетровськ, 1997. 20 с.

4. Тимофеев М. М., Винюков О. О., Бондарева О. Б. Стратегія формування сталих агробіогеоценозів. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 1. С. 164–170.

5. Марковська О. Є. Динаміка чисельності мікроорганізмів у темно-каштановому ґрунті за різних систем основного обробітку та удобрення в сівозміні на зрошенні. *Agrology*. 2018. 1(3). DOI: 10.32819/2617-6106.2018.13009

6. Марковська О. Є. Мікробний ценоз ґрунту під посівами сої залежно від агротехнічних заходів у сівозміні в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 291–297. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.37>

7. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія. Херсон: Айлант, 2013. 410 с.

REFERENCES:

1. Vozhehova, R.A., Maliarchuk, M.P., Biliaieva, I.M., Maliarchuk, A.S., Tomnytskyi, A.V., Lykhovyd, P.V., Kozyrev, V.V. (2019). The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*. 27(2). 125–130. doi: 10.15421/011917

<https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/981/942> [in English].

2. Maliarchuk, M.P., Pisarenko, P.V., & Myshukova, L.S., Maliarchuk, A.S., Kotelnikov, D.I., Nizheholenko, V.M. (2013). Efektyvnist minimizovanykh sposobiv osnovnogo obrobittu i sivby v poperedno-neobroblyeni grunt pry vyroshchuvanni kukurudzy na zroshuvanykh zemliakh [Efficiency of the minimized methods of basic till and sowing in preliminary-untilled

soil at growing of corn on the irrigated lands]. *Zroshuvane zemlerobstvo - Irrigated agriculture*, 59, 36-38 [in Ukrainian].

3. Kovalenko, O.V. (1997). Udoskonalennia tekhnolohii vyroshchuvannia ozymoho yachmeniu v pivnichnomu Stepu Ukrainy [An improvement of technology of growing of winter-annual barley is in north Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].

4. Tymofieiev, M.M., Bondareva, O.B., & Viniukov, O.O. (2016) Stratehiia formuvannia stalykh ahrobieotsenoziv [Strategy of forming of permanent agrobiocenosis]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia - Balanced nature use*, 1, 1, 79–85 [in Ukrainian].

5. Markov'ska, O.E. (2018). Dinamika chisel'nosti mikroorganizmiv u temno-kashtanovomu r'runti za riznih sistem osnovnogo obrobittu ta udobrennna v sivozmini na zroshenni [Dynamics of quantity of microorganisms in dark-chestnut soil at the different systems of basic till and fertilizer in a crop rotation on irrigation]. *Agrology*. 1(3). DOI: 10.32819/2617-6106.2018.13009

6. Markov'ska, O.E. (2018). Mikrobnij cenoz r'runtu pid posivami soї zalezno vid agrotekhnichnih zahodiv u sivozmini v umovah pivdnia Ukraїni [Microbial cenosis of soil under sowing of soy depending on agrotechnical measures in a crop rotation in the conditions of south of Ukraine]. *Tavrijs'kij naukovij visnik - Tavrian scientific announcer*, 105, 291–297. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.3> [in Ukrainian].

7. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., & Holoborod'ko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyy analiz rezul'tativ pol'ovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson: Aylant [in Ukrainian].