

УДК 631.879

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.39>

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ДОПОМОГОЮ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИКІВ

Писаренко П.В. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4915-265X

Самойлік М.С. – д.е.н.,
професор кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-2410-865X

Диченко О.Ю. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-0113-9998

Середа М.С. – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-6151-2144

Жилін О.С. – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0009-0004-4595-7911

У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, що в першу чергу – посилюється антропогенними впливами, наслідками воєнних дій, економічною та енергетичною кризою в країні та актуалізує питання підтримки сталого функціонування агроєкосистем в контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку. Все це обумовлює необхідність пошук нових речовин, що дозволили б обґрунтувати інноваційні екологобезпечні види добрив при мінімальних затратах.

Основною метою даної роботи є визначення можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші супутньо-пластової води (СПВ) та пробіотику. На першому етапі проведено польові дослідження щодо можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику. Встановлено, що найкращою дозою СПВ у даній суміші на посівах кукурудзи є 900 л/га та пробіотик 100 л/га (10% розведення), що дозволило отримати у середньому приріст урожаю за роки досліджень у розмірі 45,9%.

На наступному етапі проведено порівняння екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту: внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%); внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10); внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10); внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га

та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10); внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців.

Обґрунтовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), що дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесенні гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5%.

Ключові слова: кукурудза, супутньо-пластова вода, пробіотик, родючість ґрунту, удобрення, некореневе підживлення.

Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Yu., Sereda M.S., Zhylin O.S. Integrated corn fertilization system using associated formation water and probiotics

In modern agriculture, the ecological conditions for the development of ecosystems are changing significantly, which is primarily exacerbated by anthropogenic influences, the consequences of military actions, the economic and energy crisis in the country and makes the issue of supporting the sustainable functioning of agroecosystems in the context of the biosphere paradigm of social values, which will create the prerequisites for the country's transition to an environmentally friendly development model, a necessity for the search for new substances that would allow us to substantiate innovative environmentally friendly types of fertilizers at minimal cost.

The main goal of this work is to determine the possibility of using innovative fertilizers based on biological methods – a mixture of associated formation water (AWW) and probiotics. At the first stage, field studies were conducted on the possibility of using innovative fertilizers based on biological methods – a mixture of AWW and probiotics. It was found that the best dose of AWW in this mixture on corn crops is 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (10% dilution), which allowed to obtain an average yield increase over the years of research of 45.9%.

At the next stage, a comparison of environmentally friendly corn fertilization technologies was carried out, which allow to improve soil quality: application of manure treated with AWW at a dose of 250 l/t and probiotic at a dose of 100 l/t (10% dilution); application of SPV as the main fertilizer at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10); application of manure treated with SPV at a dose of 250 l/t and probiotic at a dose of 100 l/t (10% dilution), subsequently – application of SPV and probiotic as foliar feeding of corn (at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10); application of SPV as the main fertilizer at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10), subsequently – application of SPV and probiotic as foliar feeding of corn (at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10); application of manure according to standard technology VNTP-APK-09.06, 6 months.

A comprehensive system of corn fertilization using associated layer water and probiotics using this mixture for manure treatment (SPV at a dose of 250 l/t and probiotic at a dose of 100 l/t (1:10)) and as foliar top dressing (at a concentration of 50 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10)) has been substantiated, which allows obtaining a yield increase of 63.4%, while separately when applying manure treated with SPV and probiotic – 46.4%, when applying a mixture of SPV and probiotic as the main fertilizer – 33.5%.

Key words: corn, associated formation water, probiotic, soil fertility, fertilizer, foliar feeding.

Постановка проблеми. У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, що посилюється антропогенними впливами, наслідками воєнних дій, економічною та енергетичною кризою в країні та актуалізує питання підтримки сталого функціонування агроекосистем контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку. Все це обумовлює необхідність пошук нових речовин, що дозволили б обґрунтувати інноваційні еколого-безпечні види добрив при мінімальних затратах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попередні дослідження науковців дозволили встановити оптимальну дозу використання супутньо-пластової води (СПВ) для покращення якості органічних добрив [1-2]. Також враховуючи

необхідність збільшення органічної речовини в ґрунті, актуалізується питання щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів [3-5]. Зокрема ряд науковців Кравченко Н., Патики М., Писаренко П., Porto de Souza V., Romero-Olivares A. та ін. [6-9] відзначають позитивний вплив пробіотичних препаратів, зокрема на основні бактерії роду *Bacillus*, на покращення активності ґрунтової мікробіоти. У цьому аспекті доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологічнобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води, а також встановлення оптимальних доз їх сумісного використання для обґрунтування екологічнобезпечної системи використання нових видів добрив є актуальним та малодослідженим на сьогодні.

Постановка завдання. Головною метою даної роботи стало дослідити можливість використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику та визначити ефективність використання даної суміші як основного добрива та некореневого підживлення.

Експериментальну частину досліджень проводили протягом 2021-2024 рр. на території Полтавської обл., Миргородського р-н, с. Яреськи (ТОВ «АГРОФІРМА ім. ДОВЖЕНКА»), лабораторні дослідження проводилися у лабораторії агроєкологічного моніторингу Полтавського державного аграрного університету (ПДАУ). Дослідження проводилися у виробничих умовах, вносили супутньо-пластову воду та пробіотик за допомогою машини РЖУ-3,6 під основний обробіток ґрунту.

Супутньо-пластова вода (СПВ) – попутний продукт видобутку нафти. Проблема утилізації великої кількості даних вод є дуже значна, враховуючи те, що неконтрольоване потрапляння великої кількості супутньо-пластової води на землю, призводить до засолення та погіршення агрономічної структури ґрунту, знищення біорізноманіття в природних екосистемах. Пластова вода, що потрапляє на поверхню ґрунту, з однієї сторони у великих обсягах приводить до забруднення довкілля, але у певних контрольованих дозах є джерелом цінних макро- та мікроелементів для ґрунту та рослин [10].

У геологічному відношенні район видобутку супутньо-пластової води (СПВ) відноситься до Дніпровсько-Донецького грабену, розташованому в осьовій частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Полтавський нафтогазодобувний район включає 7 родовищ, що розташовані на території Полтавської, Дніпропетровської та Сумської області: Глинсько-Розбишівське, Решетняківське, Лиманське, Малосорочинське, Радченківське, Суходолівське та Сагайдацьке. У водах даних нафтових родовищ вміст органічних речовин складає 0,5 г/л, іноді сягає 3-3 г/л і, в окремих випадках, навіть 10 г/л [11].

Для проведення даних досліджень було використано супутньо-пластову воду із Глинсько-Розбишівського родовища, якісний та кількісний склад якої досліджено в лабораторії ПДАУ (табл. 1).

Досліджувана СПВ містить до 5% органічних речовин, тобто відноситься до вод із малих їх вмістом. Відповідно даних науковців [12] СПВ відноситься до IV класу небезпеки, тобто мало небезпечні сполуки.

Пробіотичні препарати – це мікроорганізми, що виробляють антибактеріальні речовини та є антагоністами щодо патогенних бактерій і вірусів, наприклад сальмонели, стафілококів, стрептококів, дріжджових грибків. Важливою властивістю даних мікроорганізмів є здатність продукувати антибіотики.

У даному дослідженні використано пробіотичні препарати *Sviteko* (*Sviteco PBP* (склад: комплекс пробіотичних культур *Bacillus subtilis* 10x10⁹ КУО). Виробник

ТОВ «НВП Еко-Країна», с. Терешки, Полтавська обл., Україна), основними мікроорганізмами яких є *Bacillus subtilis*.

Таблиця 1

Хімічний склад СПВ із Глинсько-Розбишівського родовища*

Показник	Одиниці вимірювання	Методика вимірювання	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Усереднені дані
Макросклад супутньо-пластових вод, макрокомпоненти, г/дм³						
Температура	°C	МВВ 081/12-0311-06	+16	+14	+16	+15
pH	-	ДСТУ 4077-2001	8,9	8,8	8,9	8,8
Na+K	г/дм ³	ДСТУ ISO 9964-3:2015	50,1	50,2	47,7	49,3
Ca ²⁺	г/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	10,2	11,1	11,5	10,9
Mg ²⁺	г/дм ³		0,9	1,1	1,0	1,0
Cl ⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9297:2007	97,5	94,7	102,5	98,2
SO ₄ ²⁻	г/дм ³	ГОСТ 4389-72	7,5	6,7	7,2	7,1
HCO ₃ ⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9963-1:2007	0,89	0,90	1,10	0,96
Мікросклад супутньо-пластових вод, мг/дм³						
Літій	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	3,9	3,9	3,9	3,9
Стронцій	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	58,5	45,1	38,1	47,2
Хром	мг/дм ³	ДСТУ ISO 18412:2017	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Кобальт	мг/дм ³	МУ 31-14/06	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007
Цинк	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,027	0,025	0,028	0,026
Нікель	мг/дм ³	ДСТУ 7150:2010	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Свинець	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,001	0,001	0,001	0,001
Ртуть	мг/дм ³	ДСТУ EN 1483:2013	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Мідь	мг/дм ³	ГОСТ 4388-72	0,014	0,018	0,015	0,015
Кадмій	мг/дм ³	ДСТУ ISO 15586:2012	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Бром	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	578,2	581,3	581,9	580,4
Йод	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	12,11	12,75	11,75	12,20
Магній	мг/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	124,5	120,8	122,5	122,60
Миш'як	мг/дм ³	ГОСТ 4152-89	0,003	0,004	0,004	0,004
Бор	мг/дм ³	ГОСТ 31949-2012	2,09	2,05	2,05	2,04
Органічна речовина, %						
Вміст нафто-вуглеводнів	%	ДСТУ ISO 9377-2:2015 ПНД Ф 14.1:2.4.5-95	3-5			

Bacillus subtilis («сінна паличка») – це грампозитивна, спороутворювальна факультативна аеробна ґрунтова бактерія розмірами 3-5x0,6 мікрон. Доведено, що штами *B. subtilis* зовсім не шкідливі для людини та тварин [13].

Протягом років досліджень повторність в дослідях була трьох-чотирикратною, а розміщення ділянок рендомізоване. На початкових етапах наших досліджень площа ділянок складала 100-150 м². При установленні розміру ділянки враховували особливості агротехніки рослин, ширину міжряддя, густоту стояння та інше. Для кукурудзи достатньо 60 рослин на ділянці. Для досить точного досліду площа облікової ділянки має бути 500-100 м².

Математичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою кореляційного та регресійного аналізу. Достовірність розрахованих параметрів визначали за допомогою *t*-критерію Стюдента на рівні значимості 0,05.

Виклад основного матеріалу дослідження. На першому етапі проведено польові дослідження щодо можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику з урахуванням попередніх досліджень [2]. Дослідження проводилися у виробничих умовах, вносили супутньо-пластову воду та пробіотик за допомогою машини РЖУ-3,6 під основний обробіток ґрунту.

Яке зазначалося раніше, до складу СПВ входить велика кількість хімічних елементів у тому числі макро- та мікроелементи, пробіотики (зокрема за рахунок вмісту бактерій роду *Bacillus*) дозволяють знизити вміст патогенних мікроорганізмів та сприяти розвитку необхідних для рослин мікроценозів. Польові дослідження щодо комплексного застосування суміші пробіотику (100 л/га, 10% розведення, відповідно попередніх досліджень [1]) та СПВ (при нормах внесення 900-2400 л/га) на посівах кукурудзи як основного добрива проводили протягом 2021-2024 рр. (рис. 1).

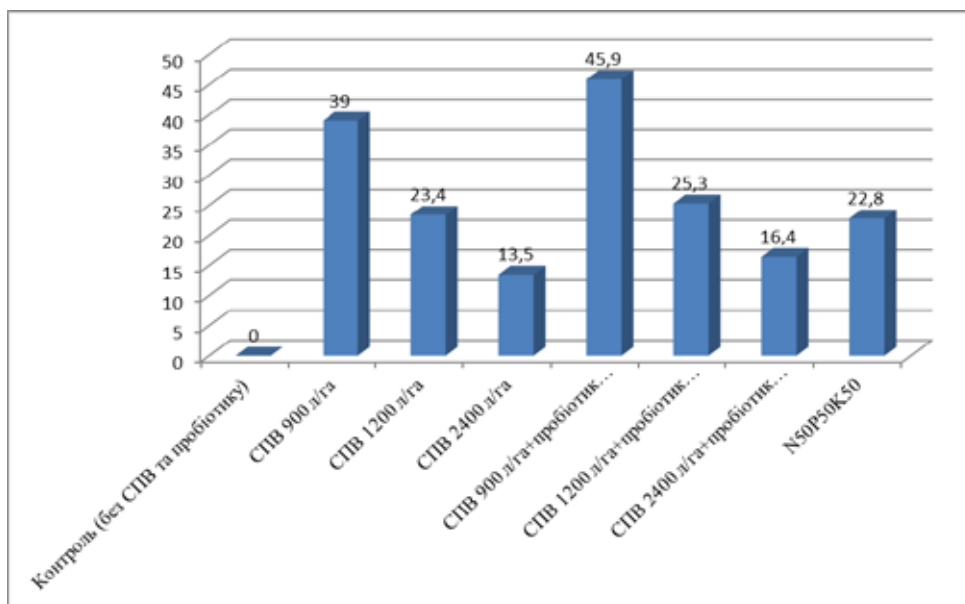


Рис. 1. Приріст урожаю кукурудзи (%) при комплексному використанні пробіотику 100 л/га, 10% розведення та різних концентраціях СПВ (середнє за роки досліджень)

Встановлено, що найкращою дозою СПВ у даній суміші на посівах кукурудзи також є 900 л/га та пробіотик 100 л/га (10% розведення), що дозволило отримати усереднену приріст урожаю за роки досліджень у розмірі 45,9% (рис. 1). При цьому внесення суміші СПВ різної концентрації та пробіотику на посівах кукурудзи призводить до значного підвищення урожайності. Так використання норми внесення СПВ 900, 1200 та 2400 л/га підвищило урожайність на 19,3, 11,6 та 6,7 ц/га (на 39,0%, 23,4% та 13,5% відповідно, у порівнянні з контролем), рис. 2.

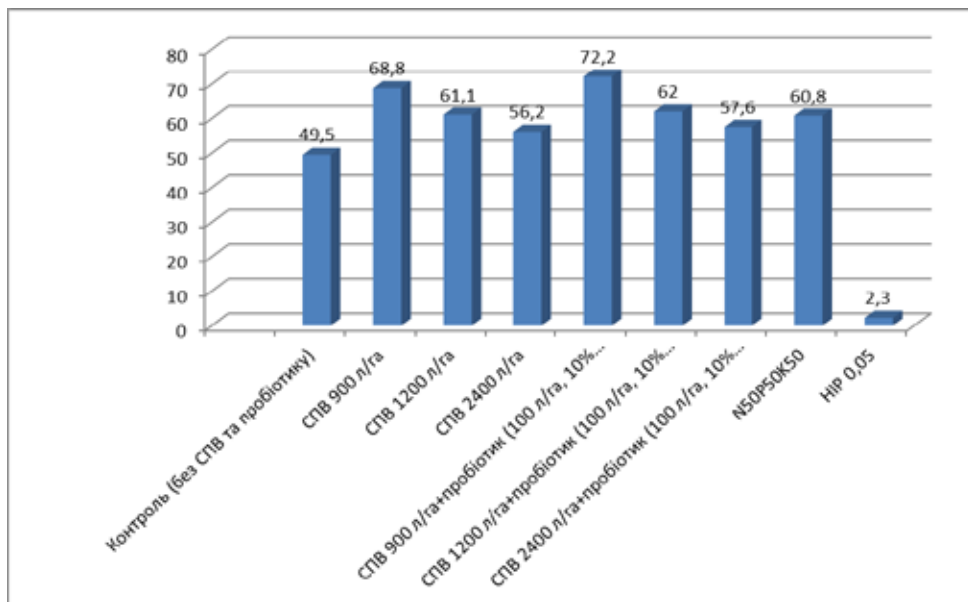


Рис. 2. Середня урожайність кукурудзи, ц/га, при комплексному використанні пробіотику 100 л/га, 10% розведення та різних концентраціях СПВ (середнє за роки досліджень)

Але комплексне використання даних концентрацій СПВ (900 л/га, 1200 та 2400 л/га) з пробіотиком (100 л/га, 10% розведення) дозволило підвищити урожайність до 22,7 ц/га, 12,5 та 8,1 ц/га (на 45,9%, 25,3% та 16,4% відповідно, у порівнянні з контролем). Використання мінеральних добрив $N_{50}P_{50}K_{50}$ дозволило підвищити урожайність на 11,3 ц/га, тобто на 22,8% у порівнянні з контролем, що дещо нижче (на 23,1%) у порівнянні з найкращим варіантом – СПВ дозою 900 л/га та пробіотик дозою 100 л/га (10% розведення).

Таким чином, найкращий ефект отримано при використанні суміші СПВ дозою 900 л/га та пробіотику (дозою 100 л/га, 10% розведення) у якості основного добрива.

На наступному етапі проведено порівняння екологічнобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту (таблиця 2):

- внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), з урахуванням попередніх досліджень [1-2];

- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);

- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);

- внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців [14].

Таким чином, комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесення гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику

як основного добрива лише 33,5%. Внесення суміші СПВ та пробіотику як основного добрива разом із некореневим підживленням дає вищий приріст урожаю ніж у варіантах 2 та 3 – 52,9%, але все ж менше ніж у варіанті 4 на 10,5% (рис. 3).

Таблиця 2

**Порівняння екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи,
які дозволяють покращити якість ґрунту**

Варіанти дослідів	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
Варіант 1. Контроль (без СПВ та пробіотику).	54,1	-	-
Варіант 2. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%)	79,2	25,1	46,4
Варіант 3. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)	72,2	18,1	33,5
Варіант 4. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	88,4	34,3	63,4
Варіант 5. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	82,7	28,6	52,9
Варіант 6. Внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців	62,3	8,2	15,2
НІР 0,05	2,4		

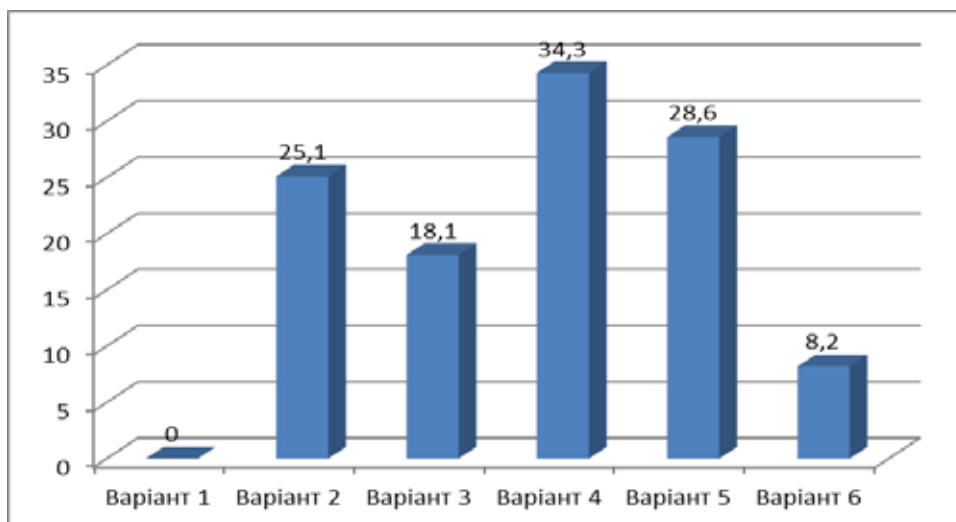


Рис. 3. Приріст урожаю кукурудзи при використанні екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту

Висновки і пропозиції. У роботі обґрунтовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення ґною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), що дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесення ґною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pisarenko P.V., Samoilik M.S., Taranenko A.O., Tsova Yu. A. Improvement of technology of obtaining high quality of organic fertilizers with the use of associated layer water and probiotics. *Scientific journals of Vinnitsa national agrarian university. Agriculture and forestry*. 2022. № 24. P. 192–202. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1-14.
2. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Dychenko O., Shpyrna V., Lastovka V., Husinsky D., Zhylin O. Using of probiotics and associated formation water as a basic fertiliser. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. № 26(5). P. 301–309.
3. Pysarenko, P., Samoilik, M., Taranenko, A., Tsova, Y., Sereda, M. Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agroecosis. *Agrarteadus*. 2021. Vol.32(2), p. 303–306. doi: 10.15159/jas.21.41.
4. Karnchanawong S., Nissakla S. Effects of microbial inoculation on composting of household organic waste using passive aeration bin. *Int J Recycl Org Waste Agricult*. 2014. Vol. 3. № 4. P. 113–119.
5. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Жилін О.С., Шпирна В.Г. Наукові засади використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води в контексті сталого функціонування агроєкосистем: монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 317 с.
6. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Тараненко А.О. Агроєкологічні особливості дії природних розсолів та мінералів на ґрунтові мікроорганізми. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 157–164.
7. Patyka V., Huliaieva H., Tokovenko I. Вплив штучної інокуляції штамами фітопатогенних мікроорганізмів, виділених з різних джерел на фізіолого-біохімічні параметри рослин *Galega orientalis*. *ScienceRise: Biological Science*. 2019. № 4 (19), P. 10–16.
8. Porto de Souza V., Marcela G., L., Rodrigues C., Cândido C. Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS Microbiology*. 2017. № 3 (3). P. 629–648. doi: 10.3934/microbiol.2017.3.629.
9. Romero-Olivares A., Allison S., Treseder K. Soil microbes and their response to experimental warming over time: A meta-analysis of field studies. *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. № 107. P. 32–40. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.12.026.
10. Пати́ка В.П., Писаренко П.В. Мінералізована вода. Характер дії на сільськогосподарські рослини і бур'яни. *Захист рослин*. 2002. № 12. С. 12–18.
11. Рева М.А. Супутньо-пластова вода в Східному нафтогазоносному регіоні України як джерело небезпеки або цінний ресурс. *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2016. № 1. С. 81–85.
12. Pysarenko P., Samojlik M., Taranenko A., Bybyk Y. Effect of probiotic treatment on the microbiological activity of ukrainian typical black soil. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2024. P. 1–5. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10263>.
13. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Tsova Y., Kalinichenko A. Ecotoxicological assessment of mineralized stratum water as an environmentally friendly substitute for agrochemicals. *Agronomy Research*. 2022 Vol. 20. № 4. P. 785–792. doi.org/10.15159/AR.22.045.
14. ВНТП-АПК-09.06. Системи видалення, обробки, підготовки та використання ґною. Наказ Міністерство аграрної політики та продовольства України від 01.02.2006 р. № 29.