

## РОЗДІЛ 7. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-20>

**Вінюков О. О.**

*доктор сільськогосподарських наук, старший дослідник,  
директор  
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція  
Національної академії аграрних наук України  
м. Покровськ, Донецька область*

**Бондарева О. Б.**

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
учений секретар  
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція  
Національної академії аграрних наук України  
м. Покровськ, Донецька область*

### **БІОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ЯК ЗАСІБ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ**

**Анотація.** *Сучасні технології вирощування зернових колосових культур спрямовані на отримання високих врожайів зерна та екологізацію природокористування. Визначено, при комплексному застосуванні біогумусу та біостимулятора регоплант приріст урожайності зерна до контролю становив 0,66 т/га або 28,8 %, при використанні нових поживних комплексів за вирощування пшениці озимої та ячменю ярого – 1,22 т/га та 1,36 т/га на фоні внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , на орґано-мінеральному фоні – 0,78 т/га та 2,08 т/га, а на орґанічному фоні живлення – 0,43 т/га та 1,60 т/га, що забезпечило високу економічну ефективність. Використання біодобрив у*

*комплексі з біостимуляторами дозволяє до 50 % скоротити обсяги внесення мінеральних добрив.*

### **Вступ**

Сучасне аграрне виробництво спрямоване на екологізацію природокористування на основі розширеного відтворення родючості ґрунту за умов дотримання безпеки довкілля і вирощеної продукції. Зростаюче значення екологізації природокористування в АПК країни і біологізації землеробства зумовлює необхідність мінімалізації витрат хіміко-техногенних ресурсів, що забезпечує зменшення антропогенного навантаження на агроєкосистеми. Зменшення антропогенного навантаження на агросферу з одночасним забезпеченням оптимальної інтенсивності балансу поживних речовин може забезпечуватись впровадженням біологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур.

Технології вирощування зернових колосових культур спрямовані на отримання високих і стабільних врожаїв зерна та передбачають створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, але використання традиційних органічних добрив має вкрай низький рівень, тому практично не забезпечується повернення вносу біогенних елементів і компенсації втрат органічної речовини, що призводить до деградації ґрунтів і агроєкосистеми взагалі.

Аналіз літературних джерел показує, що в теперішній час відбувається зміна фізико-хімічних властивостей ґрунту, що призводить до руйнування структури, порушення його водно-повітряного і органічного складу. Вирішення проблеми керування родючістю ґрунту значною мірою пов'язано з дотриманням оптимального гумусного режиму. Для збереження в ґрунті бездефіцитного балансу гумусу потрібно постійне внесення органічних добрив [1; 2].

Значна кількість досліджень спрямована на використання для відновлення родючості ґрунтів біогумусних органічних добрив, які одержуються промисловою переробкою компостів. Найчастіше використовують біогумус, який отримують за допомогою каліфорнійських черв'яків [3].

Концепція екологізації системи захисту повинна бути складовою частиною технології, а технологія має органічно поєднуватися з вимогами захисту рослин і забезпечити максимальну охорону довкілля [4].

Принципово нові можливості у формуванні продукційного процесу рослин ярих культур відкриває селекція нових сортів та біоінженерія. Інокуляція насіння штамами бактерій, біопрепаратами та біопротекторами відноситься до важливіших резервів подальшого підвищення рівня врожайності.

Використання препаратів азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій в технологіях вирощування зернових культур в сучасних умовах можливе при розробці заходів, що дозволяють поєднувати технологічні операції: інокуляцію насінневого матеріалу із застосуванням мінеральних добрив [5; 6]. Дані інших авторів свідчать про доцільність застосування помірних доз мінеральних добрив, через те, що низький вміст поживних речовин у ґрунті зменшує рівень активності ризосферної мікрофлори [7; 8].

О.Г. Тараріко, О.В. Шерстобоева, В.П. Патики відзначають, що вартість біопрепаратів значно нижча у порівнянні з вартістю добрив. Автори встановили, що використання біопрепаратів азотфіксуючих бактерій дозволяє знизити до мінімуму негативний баланс азоту в ґрунті і тим сприяти підвищенню рівня накопичення гумусу, що, у цілому, буде спрямовано на відновлення родючості ґрунтів України [9].

Встановлено [10; 11], що інокуляція насіння агрономічно цінними мікроорганізмами дозволяє рослинам задовольнятися меншою кількістю азотних і фосфорних добрив. Проте питання щодо впливу біологічних препаратів на ріст і розвиток вторинної кореневої системи рослин вивчені недостатньо, що має науковий інтерес.

Дослідження проводились на дослідному полі Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України. Досліди закладали на спеціальних дослідних ділянках за методикою Б. О. Доспехова [12]. Дослідження проводили у багатofакторних польових дослідах, які закладали систематичним способом. Повторність у дослідах – триразова. Площа облікової ділянки становила 80 м<sup>2</sup>.

Технологія вирощування – загальноприйнята для східної частини Північного Степу, крім поставлених на вивчення питань, та відповідає зональним і регіональним рекомендаціям.

Економічну ефективність елементів технології вирощування розраховували за типовими технологічними картами вирощування зернових культур та «Методичними рекомендаціями оперативного визначення витрат виробництва та формування цін на продукцію сільського господарства і переробної промисловості в умовах

інфляції», які розроблені науковцями Інституту аграрної економіки НААН за цінами 2018 маркетингового року.

Енергетичну ефективність технологій вирощування оцінювали за сукупними витратами енергії, енергетичною цінністю зерна, коефіцієнтом енергетичної ефективності за методиками ДУ Інститут зернових культур НААН.

Статистична обробка, узагальнення і аналіз експериментальних результатів польових і лабораторних дослідів, а також різних спостережень і досліджень проводили за допомогою сучасних методів дисперсійного та кореляційного аналізів на ПК.

### **1. Вплив нових поживних комплексів на ріст і розвиток рослин пшениці озимої**

Використання біопрепаратів створює реальні передумови для суттєвого підвищення врожаю зернових культур з одночасним зменшенням на 25–30 % норм внесення мінеральних добрив [13; 14]. Запобігти цьому можна шляхом пошуку та широкого впровадження у виробництво біологічних систем живлення та захисту рослин, а вивчення ефективності новітніх поживних комплексів та активне залучення їх у виробничий процес має великий науковий та практичний інтерес.

Досліджувались поживні комплекси створенні з урахуванням найнеобхідніших елементів живлення рослин пшениці озимої, які додатково живлять рослини в основні критичні періоди вегетації та фази розвитку, а саме – проростання насіння, фази кушіння та колосіння. Також схема досліду передбачала вивчення хімічного та біологічного захисту посівів. Хімічний захист посівів здійснювався через протруєння насіння Вітавакс 200ФФ (3 л/т) та обприскування посівів інсектицидом Борей (0,1 л/га) і фунгіцидом Фалькон (0,6 л/га), біологічний – через інокуляцію насіння мікробіологічним комплексом (400 г/т).

За різних фонів живлення та поживних комплексів, які використовувалися в досліді, глибина залягання вузла кушіння рослин пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації суттєво варіювала (табл. 1).

На мінеральному фоні живлення найбільше заглиблення вузла кушіння (4,8 см) було відмічене на варіанті застосування хімічного захисту (на контролі вузол кушіння знаходився на 0,9 см ближче до поверхні, відносно варіанту з хімічним захистом). Найменшу глибину залягання вузла кушіння відмічали при використанні другого поживного комплексу: на 1,4 см вище ніж за хімічного захисту посівів та на 0,5 см – порівняно з контрольним варіантом.

Таблиця 1

**Стан рослин пшениці озимої сорту Краплина на час припинення осінньої вегетації (середнє за 2015–2018 рр.)**

Варіант	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущіння, см	Коефіцієнт кущіння	Кількість вторинних коренів, шт.	Вміст цукрів у рослинах, %
<b>Фон 1 – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub></b>					
Контроль	17,1	3,9	1,1	0,5	30,01
Хімічний захист посівів	15,6	4,8	1,4	0,9	40,54
Біологічний захист посівів	15,5	3,6	1,3	0,3	32,58
Комплекс 1*	12,7	3,9	1,3	0,5	35,72
Комплекс 2**	12,2	3,4	1,2	0,7	33,47
Комплекс 3***	14,8	3,8	1,5	1,2	40,62
НІР <sub>05</sub>	0,1–0,6	0,3–0,9	0,02–0,05	0,01–0,03	1,3–2,1
<b>Фон 2 – N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)</b>					
Контроль	14,7	4,4	1,3	0	34,08
Хімічний захист посівів	15,0	4,9	1,8	0,8	42,49
Біологічний захист посівів	12,0	3,4	1,2	0,9	24,17
Комплекс 1*	12,3	3,5	1,9	1,0	30,23
Комплекс 2**	12,3	3,3	2,0	1,0	32,78
Комплекс 3***	13,7	3,3	2,1	1,4	33,42
НІР <sub>05</sub>	0,4–0,7	0,1–0,3	0,09–0,10	0,01–0,05	1,0–1,3
<b>Фон 3 – біогумус (250 кг/га)</b>					
Контроль	15,1	4,9	1,0	0,1	32,93
Хімічний захист посівів	16,8	5,1	1,2	0,8	42,59
Біологічний захист посівів	13,1	4,4	1,0	0,6	33,26
Комплекс 1*	13,0	4,6	1,2	0,9	24,38
Комплекс 2**	13,0	4,2	1,1	0,8	25,01
Комплекс 3***	13,8	4,6	1,4	1,1	26,47
НІР <sub>05</sub> для: варіанту дослідження	0,5–0,6	0,1–0,4	0,01–0,03	0,02–0,04	1,3–1,6
фону живлення	0,1–0,3	0,3–0,5	0,01–0,02	0,06–0,08	0,9–1,1
взаємодії	0,8–0,9	0,6–0,7	0,04–0,05	0,11–0,12	1,9–2,1

**Примітка:** \*Обробка насіння препаратом Rost-Forte (0,5 л/га) у суміші з комплексом амінокислот, обприскування рослин у фазах кущіння та колосіння сумішшю препаратів Rost-концентрат 15.7.7. (1 л/га) + комплекс амінокислот + Хелатин (2 л/га) + мікробіологічний комплекс (400 г/га).

\*\*Обробка насіння препаратом Айдар (1 л/т), обприскування рослин у фазах кущіння та колосіння сумішшю препарат Айдар (2 л/га) та мікробіологічний комплекс (400 г/га).

\*\*\*Обробка насіння препаратом Сизам (250 г/т) у суміші з мікробіологічним комплексом, обприскування рослин у фазі кущіння сумішшю препарат Сизам (250 г/га) та мікробіологічний комплекс (400 г/га).

Подібна закономірність заглиблення вузла кущіння порівняно з іншими варіантами на контролі та хімічному захисту посівів простежувалася й на інших фонах живлення. Однак наймілкіше залягання вузла кущіння відносно всіх варіантів було при використанні комплексів 2 та 3 на органо-мінеральному фоні живлення (3,3 см).

Коефіцієнт кущіння та кількість вторинних коренів суттєво відрізнялися між варіантами відносно фонів живлення, однак найвищими вони були при використанні поживного комплексу 3 незалежно від фону живлення. Так, на мінеральному фоні ці показники перевищили контроль на 0,4 та 0,7 шт.; на органо-мінеральному фоні – на 0,8 та 1,4 шт.; на органічному фоні живлення – на 0,4 та 1,0 шт., відповідно.

Порівнюючи розвиток рослин пшениці озимої залежно від фону живлення було встановлено, що на час припинення осінньої вегетації найкращі біометричні показники мали рослини, де використовувався органо-мінеральний фон живлення.

Що стосується вмісту цукрів у рослинах, то незалежно від фону живлення та обробок кількість вуглеводів була достатньою для доброї перезимівлі рослин, але найбільшою вона була при використанні хімічного захисту посівів пшениці озимої.

Наприкінці фази кущіння проводився відбір рослин для біометричного аналізу. Виявлено, що на мінеральному фоні живлення найбільший приріст значень показників рослин відносно контролю було при використанні поживного комплексу 3 (табл. 2). Так, коефіцієнт кущіння перевищив контрольний варіант на 0,3, а кількість вторинних коренів – на 1,1 шт.

На органо-мінеральному фоні живлення найбільш істотне підвищення коефіцієнта кущіння порівняно з контролем було отримано при використанні комплексів 1 та 3. Так, цей показник збільшився на 0,3 та 0,5, відповідно.

Кількість вторинних коренів була вищою за контрольний варіант на 1,0 шт. при використанні поживного комплексу 3.

На органічному фоні живлення були отримані більш вирівняні рослини за розвитком. Так, при використанні хімічного захисту посівів, комплексу 2 та комплексу 3 отримано однакові коефіцієнти кущіння (2,8). На цих же варіантах найбільшою була і кількість вторинних коренів – 1,6 шт.; 1,7шт. та 1,8шт., відповідно.

Рослини у варіантах досліджу, де використовували поживний комплекс 1 та біологічний захист посівів, сформували кількість

вторинних коренів, яка була нижчою за контроль на 0,2 шт. та 0,5 шт. відповідно.

Таблиця 2  
**Стан рослин пшениці озимої сорту Краплина наприкінці фази  
 кущіння (середнє за 2015–2018 рр.)**

Варіант	Висота рослин, см	Коефіцієнт кущіння	Коефіцієнт вторинних коренів
1	2	3	4
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>			
Контроль	41,4	3,9	2,3
Хімічний захист посівів	45,2	3,2	2,6
Біологічний захист посівів	41,3	3,6	2,4
Комплекс 1*	38,7	3,3	2,0
Комплекс 2**	40,8	2,8	2,0
Комплекс 3***	43,6	4,2	3,4

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)			
Контроль	40,8	3,3	1,9
Хімічний захист посівів	39,8	3,2	1,7
Біологічний захист посівів	37,5	3,2	2,0
Комплекс 1*	39,0	3,6	2,1
Комплекс 2**	40,6	3,4	2,4
Комплекс 3***	41,3	3,8	2,9
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)			
Контроль	43,8	3,0	1,5
Хімічний захист посівів	38,9	2,8	1,6
Біологічний захист посівів	35,2	2,0	1,0
Комплекс 1*	37,0	2,4	1,3
Комплекс 2**	41,5	2,8	1,7
Комплекс 3***	38,2	2,8	1,8

При порівнянні трьох фонів живлення між собою було встановлено, що на формування біометричних показників найбільше вплинули мінеральний та органо-мінеральний фони живлення (табл. 3).

Жоден із представлених варіантів не забезпечив достовірного збільшення коефіцієнта загального кущіння порівняно з контролем на мінеральному фоні живлення, окрім хімічного та біологічного захисту посівів.

Таблиця 3

**Біометричні показники рослин пшениці озимої сорту  
Краплина на початку фази колосіння  
(середнє за 2015-2018 рр.)**

Варіант	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>		Коефіцієнт кущіння	
		загальна	продук- тивна	загаль- ний	продук- тивний
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>					
Контроль	56,2	565,5	477,5	1,73	1,46
Хімічний захист посівів	70,0	555,5	464,0	2,07	1,72
Біологічний захист посівів	69,6	572,0	451,0	1,76	1,39
Комплекс 1*	71,1	570,5	473,5	1,71	1,42
Комплекс 2**	70,4	618,0	487,0	1,73	1,36
Комплекс 3***	69,4	645,5	540,0	1,72	1,44
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)					
Контроль	67,5	543,0	431,0	1,72	1,37
Хімічний захист посівів	69,8	545,0	489,0	1,97	1,55
Біологічний захист посівів	68,7	555,0	424,0	1,89	1,44
Комплекс 1*	70,0	616,0	487,5	1,94	1,53
Комплекс 2**	69,2	657,5	520,0	2,13	1,68
Комплекс 3***	69,2	596,0	456,0	1,84	1,41
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)					
Контроль	66,7	541,0	424,0	1,83	1,44
Хімічний захист посівів	69,8	508,0	432,0	1,85	1,58
Біологічний захист посівів	69,2	568,5	425,0	1,67	1,25
Комплекс 1*	68,0	558,0	443,5	1,77	1,40
Комплекс 2**	69,0	584,0	469,0	1,62	1,30
Комплекс 3***	68,2	570,0	427,5	1,86	1,39

При застосуванні органо-мінерального фону живлення у всіх варіантах коефіцієнти загального та продуктивного кущіння були вищими за контрольний варіант, але найкращими ці показники були за використання комплексу 2 (2,13 та 1,68, відповідно, що на 0,41 та на 0,31 вище за контроль). На органічному фоні живлення лише один варіант перевищив контроль за коефіцієнтом загального кущіння – комплекс 3 (+0,03), а за коефіцієнтом продуктивного кущіння – варіант із хімічним захистом посівів (+0,14).

При порівнянні трьох фонів живлення, можна зробити висновок, що найбільший ефект від поживних комплексів було отримано при вико-



ристанні органо-мінерального фону. Тобто, на органо-мінеральному фоні живлення були отримані коефіцієнти загального та продуктивного кушіння, які суттєво перевищили контрольний варіант.

При вивченні впливу застосування агротехнічних заходів вирощування, передбачених різними варіантами дослідів на показники структури врожайності пшениці озимої, було встановлено, що на мінеральному та органо-мінеральному фонах живлення (комплекс 3), було досягнуто поліпшення елементів структури врожайності відносно контролю щодо всіх показників. Довжина колосу збільшилась порівняно з контролем на 1,5 та 1,1 см; кількість зерен у колосі – на 0,9 та 2,0 шт., а маса 1000 зерен – на 3,02 та 1,15 г, відповідно (табл. 4).

Таблиця 4

**Показники структури врожайності пшениці озимої сорту Краплина (середнє за 2015–2018 рр.)**

Варіант	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
1	2	3	4	5
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>				
Контроль	8,3	27,0	35,21	691,3
Хімічний захист посівів	8,9	27,5	37,62	721,1
Біологічний захист посівів	8,5	27,3	37,20	719,0
Комплекс 1*	9,2	27,8	38,06	728,3
Комплекс 2**	9,4	27,7	37,88	743,4
Комплекс 3***	9,8	27,9	38,23	751,4
НІР <sub>0,5</sub>	0,03–0,10	0,05–0,12	0,5–1,4	1,7–2,4
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)				
Контроль	8,0	26,4	40,08	701,1
Хімічний захист посівів	7,9	27,4	33,88	724,4
Біологічний захист посівів	8,4	27,5	41,34	736,1
Комплекс 1*	8,4	27,8	33,35	728,3
Комплекс 2**	8,3	28,0	34,07	730,5
Комплекс 3***	9,1	28,4	41,23	745,6
НІР <sub>0,5</sub>	0,02–0,09	0,1–0,4	0,01–0,07	1,5–2,2
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)				
Контроль	7,5	26,2	38,62	686,6
Хімічний захист посівів	7,8	26,4	37,09	698,4
Біологічний захист посівів	8,0	26,7	37,28	683,1

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5
Комплекс 1*	8,3	26,8	37,02	700,2
Комплекс 2**	8,5	26,6	34,87	705,7
Комплекс 3***	8,5	27,1	40,74	711,4
НІР <sub>05</sub> для: варіанту досліду	0,1-0,2	0,1-0,2	2,12-2,18	4,4-5,1
фону живлення	0,1-0,2	0,1-0,3	2,28-2,34	6,3-6,7
взаємодії	0,2-0,3	0,2-0,4	2,62-2,74	8,1-8,3

На органічному фоні живлення найдовше колосся (8,5 см) було при використанні поживних комплексів 2 та 3, що перевищило контрольний варіант на 1,0 см. Кількість зерен у колосі та натура зерна більшими були при застосуванні комплексу 3 (+0,9 та +24,8 г/л, відповідно). Найбільша маса 1000 зерен була отримана у варіанті з використанням поживного комплексу 3 (+2,12 г відносно контролю).

При порівнянні впливу фонів живлення на показники структури врожайності було встановлено, що мінеральний фон живлення сприяв збільшенню довжини колоса, маси 1000 зерен та натури зерна, а органо-мінеральний фон забезпечив найбільшу озерненість колоса.

У таблиці 5 представлена залежність рівня врожайності зерна пшениці озимої від запропонованих поживних комплексів відповідно фону живлення.

На мінеральному фоні живлення, в середньому за роки проведення досліджень, використання комплексу 3 забезпечило найвищу прибавку врожайності порівняно з контролем (1,22 т/га, або 48,0 %). Найменший приріст врожайності був при застосуванні біологічного захисту посівів (0,04 т/га, або 1,6 %).

На органо-мінеральному фоні живлення також продуктивнішими були рослини, оброблені комплексом 3 (+0,78 т/га, або 30,5 % порівняно з контролем). Проте, не у всіх варіантів цього фону живлення відзначена достовірна прибавка врожайності зерна до контролю. Так, застосування хімічного захисту посівів та комплексу 1 сприяло зниженню рівня зернової продуктивності порівняно з контролем на 0,02 т/га (-0,78 %) та 0,04 т/га (-1,56 %), відповідно.

На органічному фоні живлення всі запропоновані поживні комплекси сприяли прибавці врожайності зерна. Істотніше підвищення рівня зернової продуктивності відносно контролю забезпечив комплекс 3 (+0,43 т/га, або 18,8 %). Найменшою прибавка (0,06 т/га до контролю) була при використанні комплексу 2.

Таблиця 5

**Урожайність зерна пшениці озимої (середнє за 2015–2018 рр.)**

Варіант	Урожайність зерна, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>			
Контроль	4,54	–	–
Хімічний захист посівів	4,80	0,26	10,2
Біологічний захист посівів	4,58	0,04	1,6
Комплекс 1*	5,01	0,47	18,5
Комплекс 2**	5,11	0,57	22,4
Комплекс 3***	5,76	1,22	48,0
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)			
Контроль	4,56	–	–
Хімічний захист посівів	4,54	-0,02	-0,78
Біологічний захист посівів	4,82	0,26	10,2
Комплекс 1*	4,52	-0,04	-1,56
Комплекс 2**	4,96	0,40	15,6
Комплекс 3***	5,34	0,78	30,5
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)			
Контроль	4,29	–	–
Хімічний захист посівів	4,23	-0,06	-2,6
Біологічний захист посівів	4,23	-0,06	-2,6
Комплекс 1*	4,40	0,11	4,8
Комплекс 2**	4,35	0,06	2,6
Комплекс 3***	4,72	0,43	18,8
NIP <sub>05</sub> , т/га для: фону живлення – 0,02–0,07; варіанту обробок – 0,07–0,11; взаємодія – 0,10–0,19			

Взагалі рівень урожайності зерна залежав більшою мірою від фону живлення, зокрема на мінеральному фоні рослинами пшениці озимої був сформований найвищий рівень урожайності і дещо нижчий на органо-мінеральному фоні. Хоча в цілому ступінь розвитку рослин протягом вегетації та формування рослинами врожайності зерна при використанні запропонованих поживних комплексів свідчить про правильність вибраного напрямку досліджень.

Розрахунок економічної ефективності (табл. 6) вирощування пшениці озимої підтверджує, що незалежно від фону живлення застосування запропонованих елементів доцільне при вирощуванні даної культури.

Таблиця 6

**Економічна та біоенергетична ефективність вирощування  
пшениці озимої залежно від фону живлення та поживного  
комплексу (2011–2018 рр.)**

Показники	Варіанти дослідів					
	Конт- роль	Хіміч- ний захист посівів	Біоло- гічний захист посівів	Комп- лекс 1	Комп- лекс 2	Комп- лекс 3
Фон – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>						
Урожайність, т/га	4,54	4,80	4,58	5,01	5,11	5,76
Виробничі витрати, грн/га	8504	9739	8626	10135	9907	9892
Собівартість 1 т зерна, грн	1873	2029	1883	2023	1939	1717
Чистий дохід, грн: на 1 га	11737	11861	11984	12410	13088	16028
на 1 т	2585	2471	2617	2477	2561	2783
Рівень рентабельності, %	138,0	121,8	138,9	122,5	132,1	162,0
Затрати сукупної енергії, МДж/га	12474	12970	12560	14830	14486	13930
Енергоємність 1 т зерна, МДж	2748	2702	2742	2960	2835	2418
Коефіцієнт енергетичної ефективності	5,99	6,09	6,00	5,56	5,80	6,80
Фон – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)						
Урожайність, т/га	4,56	4,54	4,82	4,52	4,96	5,34
Виробничі витрати, грн/га	8479	9558	8724	9826	9788	9623
Собівартість 1 т зерна, грн	1860	2105	1810	2174	1973	1802
Чистий дохід, грн: на 1 га	11851	10872	12966	10514	12532	14407
на 1 т	2599	2395	2690	2326	2527	2698
Рівень рентабельності, %	139,8	113,7	148,6	107,0	128,0	149,7
Затрати сукупної енергії, МДж/га	12167	12429	12435	14098	14036	13257
Енергоємність 1 т зерна, МДж	2668	2738	2580	3119	2830	2483
Коефіцієнт енергетичної ефективності	6,17	6,01	6,38	5,27	5,81	6,63
Фон – Біогумус (250 кг/га)						
Урожайність, т/га	4,29	4,23	4,23	4,40	4,35	4,72
Виробничі витрати, грн/га	7438	8495	7505	8869	8557	8387
Собівартість 1 т зерна, грн	1734	2008	1774	2016	1967	1777
Чистий дохід, грн: на 1 га	10794	10364	11354	10748	10837	12656
на 1 т	2516	2450	2684	2443	2491	2681
Рівень рентабельності, %	145,1	122,0	151,3	121,2	126,6	150,9
Затрати сукупної енергії, МДж/га	11104	11333	11106	13160	12691	11903
Енергоємність 1 т зерна, МДж	2588	2679	2626	2991	2917	2522
Коефіцієнт енергетичної ефективності	6,36	6,14	6,27	5,50	5,64	6,52

Найкращі показники серед представлених варіантів, незалежно від фону живлення, забезпечив поживний комплекс 3.

Серед фонів живлення найбільш ефективними виявились мінеральний та органо-мінеральний забезпечивши рівень рентабельності вищий за контроль від 9,9 % (органо-мінеральний фон) до 24 % (мінеральний фон). Органічний фон живлення через низький рівень продуктивності рослин мав найнижчі економічні показники: собівартість 1 т зерна склала 1734 грн, а найвищий рівень рентабельності 150,9 %, що лише на 5,8 % вище за контрольний варіант. Проте, якщо б продукція рослинництва, отримана за використання елементів органічної технології вирощування, мала статус органічної продукції та відповідну ціну, то показники економічної ефективності виглядали б зовсім по іншому.

Найнижчі затрати сукупної енергії, при порівнянні фонів живлення, були при використанні органічного фону. Що стосовно поживних комплексів, які вивчались, то найменші затрати сукупної енергії було отримано при використанні комплексу 3. Так, на мінеральному фоні живлення затрати сукупної енергії склали 13930 МДж, на органо-мінеральному – 13257 МДж, на органічному фоні живлення – 11903 МДж.

Найвищі коефіцієнти енергетичної ефективності були отримані при застосуванні також поживного комплексу 3: на мінеральному фоні живлення – 6,80; на органо-мінеральному фоні живлення – 6,63; на органічному – 6,52.

Розрахунок економічної та біоенергетичної ефективності використання нових поживних комплексів на різних фонах живлення переконливо свідчить про значну перевагу запропонованих елементів над контрольним варіантом. Залежно від фону живлення ефективність застосування поживних комплексів була різною. Найвищі показники були отримані на органо-мінеральному фоні. Поєднання поживних комплексів з органо-мінеральним фоном дозволяє знизити матеріальні витрати на вирощування пшениці озимої з одночасним підвищенням рівня рентабельності виробництва продукції.

## **2. Вплив внесення органічних добрив та біостимуляторів росту на ріст і розвиток рослин ячменю ярого**

Гострий дефіцит традиційних органічних добрив можна компенсувати залученням поновлюваних джерел в енергетичний баланс

аграрної галузі. Безперервна потреба у високоякісних органічних добривах може бути забезпечена шляхом утилізації біомаси. Переробка біомаси (органічних сільськогосподарських відходів) метановим бродінням дає змогу отримувати біогаз, що містить близько 70 % метану і незаражені органічні добрива. Біодобрива, що отримані при бродінні в біогазових установках без підстилкової гнойової біомаси ВРХ, за своїми фізико-хімічними та токсичними показниками можуть бути використаними у біологічному землеробстві. Використання біогумусу забезпечує більш повне використання біологічних факторів, високий рівень рециркуляції біогенних елементів, покращення екологічного стану територій.

Важливим елементом сучасних ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур є застосування нових видів біостимуляторів, які підвищують ефективність використання мінеральних добрив, покращуючи умови живлення рослин та їх урожайність. Використання цих препаратів дозволяє значно скоротити обсяги внесення традиційних мінеральних добрив, що зменшує втрати елементів живлення рослин та унеможливорює забруднення навколишнього середовища.

По варіантах досліду під передпосівну культивування внесений біогумус із біогазової установки по переробці свинячого гною (Біогумус-1) і гранульований біогумус, що одержано при біотехнологічній переробці осаду стічних вод вермикомпостуванням (Біогумус-2). Норма внесення Біогумусу-1 (вміст органічної речовини (91–94 %), а також поживних речовин азот загальний – 1,8–2,0 %, фосфор загальний – 1,5–1,8 %, калій загальний – 0,3–0,6 %) становила 500 кг/га, Біогумус-2 (вміст органічної речовини в перерахунку на вуглець – 12,34 %; масова частка азоту – 1,08 %; фосфору – 1,64; калію – 1,21 %) було внесено нормою 250 кг/га. Біогумус обох видів вносили кожний окремо і разом з мінеральними добривами в дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  і  $N_{15}P_{15}K_{15}$ .

Схема досліду також включала обприскування посівів у фазі кушіння біостимуляторами Регоплант (50 мл/га) і Стимпо (20 мл/га).

Регулятор росту Стимпо – новітній композиційний препарат біологічного походження, в основу дії якого покладено синергічний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і продуктів життєдіяльності бактерій *Streptomyces Avermetilis* – аверсектину. До складу препарату входять ненасичені кислоти C11–C28, вуглеводи (глюкоза, рибоза, галактоза), близько 15 амінокислот,

мікроелементи – іони К, Мп, Mg, Fe, Cu, аналоги натуральних фітогормонів типу цитокиніну і ауксин, біогенні мікроелементи, поліненасичені жирні кислоти, відповідальні за утворення фітонцидів і фітоалексинів, а також аверсектін.

Регоплант – біостимулятор рослин із серії композиційних препаратів, у основу дії якого покладено синергічний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і аверсектину. Збалансована композиція біологічно активних сполук-аналогів фітогормонів, амінокислот, жирних кислот, олігосахаридів, хітозану і мікроелементів, а також біозахистних з'єднань.

Результати фенологічних спостережень свідчать про позитивний вплив заходів, що досліджувались, на ріст та розвиток рослин. У фазі куціння проводився біометричний аналіз рослин на даному етапі (табл. 7).

На посівах ячменю ярого при застосуванні тільки біогумусу обох видів висота рослин була нижчою за варіант, де використовувались мінеральні добрива (+7,0 см до контролю), але була більшою за контрольний варіант на 3,3–3,6 см. При сумісному використанні біогумусу та N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> рослини були вищими за контрольний варіант на 5,1–5,3 см.

Таблиця 7

**Біометричні показники рослин ячменю ярого сорту Аверс у фазі куціння (середнє за 2011–2015 рр.)**

Варіант досліджу	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>	Коеф. куціння
Контроль – без добрив	34,5	860	1,86
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	41,5	1210	2,75
Біогумус-1	38,1	965	2,18
Біогумус-2	37,8	945	2,19
Біогумус-1+N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	39,6	1168	2,66
Біогумус-2 +N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	39,8	1150	2,68

Найбільший коефіцієнт куціння ячменю ярого (2,75) отримали за мінерального фону живлення. Застосування біогумусу з половиною нормою мінеральних добрив забезпечило близькі значення коефіцієнта куціння (2,68) до варіанту з N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>. Тільки органічний фон живлення дав дещо нижчий результат. Коефіцієнт куціння в цих варіантах був на 0,33 більшим за контроль.

Результати дослідів показали, що найкраще впливали на біометричні показники мінеральний та органо-мінеральний фони живлення.

У ячменю ярого сорту Аверс коефіцієнт кущіння та коефіцієнт продуктивного кущіння при використанні органічного добрива в різних варіантах обробок збільшилися порівняно з контролем без добрив. Так, найбільший, показник коефіцієнта загального кущіння було отримано при внесенні мінеральних добрив (2,67), він перевищив контроль на 0,93 (табл. 8).

Таблиця 8

**Біометричні показники ячменю ярого сорту Аверс на початку фази воскової стиглості (середнє за 2011–2015 рр.)**

Варіант	Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>		Коефіцієнт кущіння	
	загальна	продуктивна	загальний	продуктивний
Контроль – без добрив	764	422	1,74	0,96
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1171	614	2,67	1,40
Біогумус-1	921	512	2,14	1,19
Біогумус-2	918	465	2,17	1,10
Біогумус-1+ N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	1117	589	2,54	1,34
Біогумус-2 + N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	1106	562	2,56	1,30
Біогумус-1+ Стимпо	993	551	2,29	1,27
Біогумус-2+ Стимпо	978	561	2,25	1,29
Біогумус-1+ Реоплант	989	539	2,33	1,27
Біогумус-2+ Реоплант	980	542	2,26	1,25
Біогумус-1+ N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Стимпо	1141	599	2,59	1,36
Біогумус-1+N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Реоплант	1155	630	2,64	1,44
Біогумус-2+ N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Стимпо	1120	577	2,60	1,34
Біогумус-2+ N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Реоплант	1129	595	2,60	1,37



Коефіцієнт продуктивного кущіння виявився найбільшим (1,44) на варіанті, де посіви оброблялись біостимулятором Регоплант на органо-мінеральному фоні – Біогумус-1 з дозою мінерального добрива  $N_{15}P_{15}K_{15}$ . Застосування цього регулятора росту рослин зумовило підвищення коефіцієнтів загального і продуктивного кущіння порівняно з контролем та мінеральним фоном живлення.

Застосування органічних добрив і біостимуляторів суттєво вплинуло на показники структури врожаю. Так, за внесення добрив у ґрунт висота рослин була більшою за контроль на 2,3–5,2 см. У варіантах з обприскуванням посівів у фазі кущіння на фоні внесення органічних добрив у ґрунт рослини були вищими ніж у інших варіантах досліду, їх висота становила 59,9–62,8 см і перевищувала контроль на 3,1–6,0 см.

Найбільше значення показника довжина колосу (+1,2 см порівняно з контролем) відмічали при використанні Регопланту при обприскуванні посівів на фоні внесення Біогумусу-1 з половинною дозою добрив, а також за внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (табл. 9).

Кількість зерен у колосі перевищила контроль у всіх варіантах досліду. Найбільші значення цей показник мав на фонах  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та біогумусу і  $N_{15}P_{15}K_{15}$  з додатковим обприскуванням посівів біостимуляторами Регоплант і Стимпо. На цих варіантах прибавка порівняно з контролем становила 1,8–2,5 шт. зерен.

Маса 1000 зерен була більшою за контроль на всіх варіантах досліду. Це збільшення було від 0,7 г до 2,7 г порівняно з контролем. Максимальною (44,6 г) маса 1000 зерен була за сумісного використання Біогумусу-1 з  $N_{15}P_{15}K_{15}$ . Обприскування посівів біостимуляторами Регоплант і Стимпо на фоні внесення в ґрунт біогумусу також призвело до суттєвого збільшення цього показника на 1,0–2,0 г, відносно контролю. Таким чином, аналіз показників структури врожаю ячменю ярого показав, що застосування біогумусу дозволяє зменшити дозу використання мінеральних добрив.

Найбільша прибавка врожаю зерна 0,73 т/га (31,7 %) порівняно з контролем була отримана на варіанті, де застосовували тільки мінеральну систему живлення  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . За рахунок внесення половинної дози мінеральних добрив разом з Біогумусом-1 і Біогумусом-2 одержали додатковий приріст врожаю 0,54 т/га (23,65 %) і 0,47 т/га (20,3 %) відповідно.

Таблиця 9

**Показники структури врожаю ячменю ярого сорту Аверс  
при застосуванні добрив і біостимуляторів  
(середнє за 2011–2015 рр.)**

Варіант досліджу	Висота рослин, см	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
Контроль – без добрив	56,8	6,3	12,5	41,9	556,2
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	62,1	7,5	14,7	44,5	583,7
Біогумус-1	58,6	6,9	13,3	42,9	569,3
Біогумус-2	59,1	6,7	13,0	42,6	568,0
Біогумус-1 + N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	60,1	7,2	14,2	43,8	580,3
Біогумус-2 + N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	60,5	6,7	14,0	43,2	579,4
Біогумус-1 + Стимпо	60,2	7,0	13,9	43,0	569,5
Біогумус-2 + Стимпо	59,9	6,8	13,9	42,9	567,9
Біогумус-1 + Реоплант	60,8	7,0	13,6	43,9	573,0
Біогумус-2 + Реоплант	59,9	7,0	13,7	43,9	580,0
Біогумус-1 + N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Стимпо	61,9	7,4	14,7	44,2	579,5
Біогумус-1+ N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Реоплант	62,8	7,5	15,0	44,6	581,7
Біогумус-2+ N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Стимпо	60,9	7,1	14,3	43,7	571,0
Біогумус-2+ N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Реоплант	62,0	7,1	14,9	44,0	569,5
НІР <sub>0,5</sub>	1,7–1,9	0,10–0,12	0,1–0,4	0,2–0,6	5,3–6,7

Обприскування рослин ячменю ярого біостимуляторами на фоні органо-мінеральної системи живлення забезпечило одержання додаткового врожаю порівняно з контролем.

Найвищою прибавка була за використання біостимулятора Реоплант і становила 0,66 т/га або 28,8 % відносно контролю.

Таким чином, застосування біогумусу різного походження дає змогу скоротити витрати мінеральних добрив, тим самим зменшити антропогенне навантаження на агроландшафти при збереженні рівня врожайності.

### 3. Ефективність застосування нових поживних комплексів та їх вплив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого

Одним із напрямків досліджень було створення поживних комплексів на основі отриманих багаторічних експериментальних даних, які б могли задовільнити вимоги рослин у поживних речовинах в основні етапи онтогенезу.

У фазі кушіння проводився відбір рослин ячменю ярого для проведення біометричного аналізу розвитку культур на даному етапі (табл. 10).

Таблиця 10

#### Стан рослин ячменю ярого сорту Східний у фазі кушіння залежно від поживного комплексу та фону живлення (середнє за 2014–2018 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>	Кількість вузл. коренів, шт./м <sup>2</sup>	Коеф. кушіння	Кількість вузлових коренів, шт.
1	2	3	4	5	6
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>					
Контроль	37,6	1010	419	2,24	0,93
Хімічний захист посівів	40,3	1123	475	2,50	1,06
Біологічний захист посівів	40,5	1121	571	2,49	1,27
Комплекс 1*	43,9	1199	559	2,66	1,24
Комплекс 2**	44,3	1255	567	2,79	1,26
Комплекс 3***	44,5	1301	569	2,89	1,26
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)					
Контроль	39,3	1006	398	2,24	0,88
Хімічний захист посівів	43,3	1117	442	2,48	0,98
Біологічний захист посівів	41,1	1215	433	2,70	0,96
Комплекс 1*	47,4	1267	477	2,82	1,06
Комплекс 2**	45,4	1356	526	3,01	1,17
Комплекс 3***	46,4	1341	548	2,98	1,23
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)					
Контроль	37,6	971	331	2,16	0,74
Хімічний захист посівів	39,1	987	393	2,19	0,87

Закінчення таблиці 10

1	2	3	4	5	6
Біологічний захист посівів	38,7	979	435	2,18	0,97
Комплекс 1*	39,9	1118	453	2,48	1,01
Комплекс 2**	38,4	1121	445	2,49	0,99
Комплекс 3***	40,0	1115	478	2,48	1,06

**Примітка:** \*Обробка насіння препаратом Rost-Forte (0,5 л/га) у суміші з комплексом амінокислот, обприскування рослин у фазах кушіння та колосіння сумішшю препаратів Rost-концентрат 15.7.7. (1 л/га) + комплекс амінокислот + Хелатин (2 л/га) + мікробіологічний комплекс (400 г/га).

\*\*Обробка насіння препаратом Айдар (1 л/т), обприскування рослин у фазах кушіння та колосіння сумішшю препарат Айдар (2 л/га) та мікробіологічного комплексу (400 г/га).

\*\*\*Обробка насіння препаратом Сизам (250 г/т) у суміші з мікробіологічним комплексом, обприскування рослин у фазі кушіння сумішшю препарату Сизам (250 г/га) та мікробіологічного комплексу (400 г/га).

Встановлено, що на мінеральному фоні живлення найбільше підвищення біометричних показників порівняно з контролем відмічається при застосуванні нових поживних комплексів. Так, найвищі рослини були отримані при використанні поживного комплексу 3 (+ 6,9 см порівняно з контролем). Також на цьому варіанті була найбільшою кількістю продуктивних стебел, і, як наслідок, коефіцієнт продуктивного кушіння, який перевищив контрольний варіант на 0,65.

Застосування поживних комплексів при вирощуванні ячменю ярого на мінеральному фоні живлення сприяло підвищенню кількості вторинних коренів порівняно з контролем від 0,31 шт. до 0,33 шт. та порівняно з хімічним захистом посівів – від 0,18 шт. до 0,20 шт.

На орґано-мінеральному фоні живлення найвищими рослини були при застосуванні поживного комплексу 1 (прибавка до контролю склала 8,1 см). Кількість стебел найбільшою була за поживного комплексу 2 (+350 шт./м<sup>2</sup> порівняно з контролем). Використання поживних комплексів на орґано-мінеральному фоні також стимулювало більш інтенсивний розвиток вторинної кореневої системи збільшивши кількість вузлових коренів порівняно з контролем від 79 шт./м<sup>2</sup> (поживний комплекс 1) до 140 шт./м<sup>2</sup> (поживний комплекс 3).

На орґанічному фоні живлення найбільше підвищення коефіцієнта кушіння було отримано при застосуванні поживного

комплексу 2. Найбільша кількість вторинних коренів (+147 шт./м<sup>2</sup> порівняно з контролем) та найвищі рослини (+2,4 см до контролю) були у варіанті використання поживного комплексу 3.

При порівнянні трьох фонів живлення між собою було встановлено, що найкращий вплив на біометричні показники мали мінеральний та орґано-мінеральний фони.

Найвище зростання коефіцієнта загального куцїння порівняно з контролем на мінеральному фоні живлення було відмічено при застосуванні мікробіологічних препаратів – +0,41 порівняно з контролем (табл. 11).

Таблиця 11

**Густина стеблостою рослин ячменю ярого сорту Східний у фазі повної стиглості, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант	Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>		Коеф. куцїння	
	загальна	продуктивна	загальний	продуктивний
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>				
Контроль	1007,5	563,0	2,24	1,25
Хімічний захист посівів	1185,0	651,5	2,63	1,45
Біологічний захист посівів	1193,5	661,0	2,65	1,47
Комплекс 1*	1146,0	584,0	2,55	1,30
Комплекс 2**	1171,0	628,0	2,60	1,40
Комплекс 3***	1169,0	654,0	2,60	1,45
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)				
Контроль	998,5	430,5	2,22	0,96
Хімічний захист посівів	1177,5	603,0	2,62	1,34
Біологічний захист посівів	1150,0	586,0	2,56	1,30
Комплекс 1*	1190,0	526,0	2,64	1,17
Комплекс 2**	1164,0	661,5	2,59	1,47
Комплекс 3***	1173,0	647,7	2,61	1,44
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)				
Контроль	804,0	432,5	1,79	0,96
Хімічний захист посівів	978,5	495,0	2,17	1,10
Біологічний захист посівів	921,0	533,5	2,05	1,19
Комплекс 1*	967,0	588,5	2,15	1,31
Комплекс 2**	992,5	571,0	2,21	1,27
Комплекс 3***	997,8	579,0	2,22	1,29

Що стосовно коефіцієнта продуктивного кущіння, то всі варіанти, які вивчалися, сприяли збільшенню цього показника порівняно з контролем. Найбільше зростання було відмічено при застосуванні мікробіологічних препаратів для стимуляції ростових процесів та захисту рослин від шкідників та хвороб.

Найменше зростання коефіцієнтів загального та продуктивного кущіння порівняно з контролем на мінеральному фоні живлення відмічали при використанні поживного комплексу 1 (+0,31 та +0,05, відповідно).

На орґано-мінеральному фоні застосування поживного комплексу 1 сприяло збільшенню загальної кількості стебел порівняно з контролем на 174,5 шт./м<sup>2</sup>. Це найкращий варіант на даному фоні. А найбільшу кількість продуктивних стебел було сформовано рослинами при використанні поживного комплексу 2 (+231 шт./м<sup>2</sup> порівняно з контролем).

На органічному фоні при використанні поживних комплексів було відмічено збільшення коефіцієнтів, як загального, так і продуктивного кущіння, порівняно з контролем. Найвищий коефіцієнт загального кущіння був отриманий на варіанті застосування поживного комплексу 3 (2,22), а коефіцієнт продуктивного кущіння – поживного комплексу 1 (1,31).

Порівнюючи три фони живлення, можна зробити висновок, що найбільший вплив поживних комплексів, що вивчались, був при використанні органічного фону. Тобто, на цьому фоні були отримані найвищі прирости коефіцієнтів загального та продуктивного кущіння порівняно з контролем.

У процесі дослідження впливу поживних комплексів на показники структури врожайності ячменю ярого сорту Східний було встановлено, що на мінеральному фоні живлення найкращі результати були отримані при застосуванні поживного комплексу 3 – довжина колосу збільшилась порівняно з контролем на 1,7 см, кількість зерен у колосі – на 2,1 шт., маса 1000 зерен – на 2,8 г (табл. 12).

На орґано-мінеральному фоні спостерігалася подібна ситуація, а органічний фон живлення сприяв отриманню найкращих показників структури врожайності при застосуванні поживного комплексу 2. Так, довжина колоса збільшилась порівняно з контролем на 2,4 см, кількість зерен у колосі – на 2,4 шт., маса 1000 зерен – на 2,9 г.

Таблиця 12

**Показники структури урожайності зерна ячменю ярого сорту  
Східний (середнє за 2014–2018 рр.)**

Варіант	Висота рослин, см	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>					
Контроль	59,6	8,4	13,0	43,1	586,0
Хімічний захист посівів	62,1	8,9	13,6	44,9	586,7
Біологічний захист посівів	63,5	9,0	13,9	45,7	587,4
Комплекс 1*	63,6	9,8	14,7	45,5	587,3
Комплекс 2**	63,4	9,9	14,9	45,4	589,5
Комплекс 3***	64,3	10,1	15,1	45,9	588,4
НІР <sub>0,5</sub>	0,2–0,5	0,3–0,6	0,7–0,9	0,5–0,9	0,7–1,5
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)					
Контроль	60,9	8,0	12,5	42,1	579,5
Хімічний захист посівів	63,1	9,3	12,9	43,4	581,7
Біологічний захист посівів	62,5	9,7	13,5	44,4	579,5
Комплекс 1*	63,2	10,1	14,7	44,9	581,3
Комплекс 2**	62,9	10,7	13,9	44,7	565,1
Комплекс 3***	63,6	11,0	14,9	45,0	573,0
НІР <sub>0,5</sub>	0,6–0,9	0,1–0,4	0,6–0,9	0,3–0,5	0,4–1,3
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)					
Контроль	58,0	7,5	12,1	41,9	556,2
Хімічний захист посівів	61,8	8,7	13,9	42,2	588,7
Біологічний захист посівів	61,5	8,9	13,7	43,5	567,9
Комплекс 1*	62,7	9,5	14,0	44,5	571,0
Комплекс 2**	62,2	9,9	14,5	44,8	562,4
Комплекс 3***	62,8	9,7	13,9	44,2	569,5
НІР <sub>0,5</sub> для: варіанту досліду	0,7–0,9	0,1–0,2	0,1–0,2	1,3–1,4	1,7–1,9
фону живлення	0,5–0,6	0,1–0,2	0,1–0,2	1,0–1,1	2,6–3,1
взаємодії	1,0–1,2	0,2–0,3	0,2–0,3	1,6–1,8	3,7–4,2

При порівнянні двох варіантів захисту рослин від шкідників та хвороб, було встановлено, що незалежно від фону живлення найкращих показників структури врожайності було досягнуто при використанні біологічного захисту посівів (застосування мікробіологічних препаратів для інокуляції насіння та обприскування посівів). Так, на мінеральному фоні живлення при біологічному захисті посівів довжина колоса була більшою за варіант хімічного захисту на 0,1 см, зерен у колосі було більше на 0,3 шт., а маса 1000 зерен збільшилась на 0,8 г.

На орґано-мінеральному фоні живлення біологічний захист посівів забезпечив видовження колосу порівняно з хімічним захистом на 0,4 см, кількість зерен у колосі збільшилась на 0,6 шт., а маса 1000 зерен – на 1 г.

Порівняння фонів живлення демонструє, що при використанні мінерального фону були отримані найвищі показники структури врожайності, незалежно від варіантів, що вивчалися. А органічний та орґано-мінеральний фони сприяли отриманню найвищих показників структури врожайності порівняно з контролем.

Таким чином, одержаний на основі польових досліджень експериментальний матеріал, дає змогу стверджувати, що застосування поживних комплексів забезпечує необхідний стартовий ефект на початковому етапі розвитку рослин, сприяє підвищенню продуктивності та урожайності ячменю ярого.

При визначенні ефективності вказаних комплексів на рівень врожайності зерна ячменю ярого сорту Східний встановлено, що використання поживного комплексу 3 на мінеральному фоні живлення забезпечило прибавку врожайності зерна 1,37 т/га, або 51,9 %, порівняно з контролем (табл. 13).

Орґано-мінеральний фон живлення у поєднанні з поживним комплексом 3 сприяв отриманню приросту врожайності 2,08 т/га до контролю. На органічному фоні живлення найвищу прибавку врожайності (1,60 т/га) забезпечило використання поживного комплексу 1.

Взагалі можна зробити висновок, що застосування нових поживних комплексів у поєднанні з органічним та орґано-мінеральним фоном живлення сприяє доброму росту та розвитку рослин протягом вегетації, що в свою чергу, забезпечує формування кращих показників структури врожайності, а як наслідок, і врожайності ячменю ярого сорту Східний в умовах східної частини Північного Степу.



Таблиця 13

**Урожайність зерна ячменю ярого (середнє за 2014–2018 рр.)**

Варіант	Урожайність, т/га	Прибавка урожаю	
		т/га	%
Фон 1 – N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>			
Контроль	2,63	–	–
Хімічний захист посівів	3,01	0,43	16,16
Біологічний захист посівів	3,81	1,18	44,68
Комплекс 1	3,46	0,83	31,56
Комплекс 2	3,71	1,08	41,06
Комплекс 3	3,99	1,36	51,90
Фон 2 – N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + біогумус (250 кг/га)			
Контроль	1,78	–	–
Хімічний захист посівів	2,88	1,10	61,80
Біологічний захист посівів	3,04	1,26	70,79
Комплекс 1	3,01	1,23	69,10
Комплекс 2	3,61	1,83	102,81
Комплекс 3	3,86	2,08	116,85
Фон 3 – біогумус (250 кг/га)			
Контроль	1,65	–	–
Хімічний захист посівів	2,43	0,78	47,27
Біологічний захист посівів	2,68	1,03	62,42
Комплекс 1	3,25	1,60	96,97
Комплекс 2	3,21	1,56	94,55
Комплекс 3	3,05	1,40	84,85
НІР <sub>05</sub> , т/га для факторів: А – 0,09–0,13, В – 0,11–0,17; АВ – 0,18–1,29			

Аналіз економічної ефективності використання поживних комплексів на мінеральному фоні живлення показав значну роль запропонованих варіантів для підвищення рівня рентабельності виробництва ячменю ярого (табл. 14). Так, на цьому фоні живлення, з використанням поживного комплексу 3, рівень рентабельності становив 107,4 %, це найвищий показник серед інших поживних комплексів та другий після біологічного захисту посівів (116,1 %). Собівартість 1 т зерна цього варіанту була 2130 грн. Проте, на мінеральному фоні живлення ми отримали найвищі витрати сукупної енергії, які склали від 9895 МДж до 12603 МДж на 1 га. Коефіцієнт енергетичної ефективності підвищувався при застосуванні поживних комплексів від 0,15 до 1,31, порівняно з контролем.

Таблиця 14

**Економічна та біоенергетична ефективність вирощування  
ячменю ярого залежно від фону живлення та поживного  
комплексу (середнє за 2014–2018 рр.)**

Показники	Варіанти дослідів					
	Контроль	Хімічний захист посівів	Біологічний захист посівів	Комплекс 1	Комплекс 2	Комплекс 3
Фон – N30P30K30						
Урожайність, т/га	2,63	3,01	3,81	3,46	3,71	3,99
Виробничі витрати, грн/га	7003	8260	7786	8859	8730	8497
Собівартість 1 т зерна, грн	2663	2744	2044	2560	2353	2130
Чистий дохід, грн: на 1 га	4613	5034	9041	6423	7656	9126
на 1 т	1754	1672	2373	1856	2064	2287
Рівень рентабельності, %	65,9	60,9	116,1	72,5	87,7	107,4
Затрати сукупної енергії, МДж/га	9895	10503	11009	12603	12403	11559
Енергоємність 1 т зерна, МДж	3762	3489	2889	3643	3343	2897
Коефіцієнт енергетичної ефективності	4,37	4,71	5,69	4,52	4,92	5,68
Фон – N15P15K15 + біогумус (250 кг/га)						
Урожайність, т/га	1,78	2,88	3,04	3,01	3,61	3,86
Виробничі витрати, грн/га	6731	8418	7563	8826	8906	8655
Собівартість 1 т зерна, грн	3782	2923	2488	2932	2467	2242
Чистий дохід, грн: на 1 га	1131	4302	5864	4468	7038	8393
на 1 т	635	1494	1929	1484	1950	2174
Рівень рентабельності, %	16,8	51,1	77,5	50,6	79,0	97,0
Затрати сукупної енергії, МДж/га	9111	10373	10298	12183	12300	11429
Енергоємність 1 т зерна, МДж	5119	3602	3387	4047	3407	2961
Коефіцієнт енергетичної ефективності	3,21	4,57	4,86	4,06	4,83	5,56
Фон – біогумус (250 кг/га)						
Урожайність, т/га	1,65	2,43	2,68	3,25	3,21	3,05
Виробничі витрати, грн/га	5888	7384	6582	8204	7902	7406
Собівартість 1 т зерна, грн	3568	3039	2456	2524	2462	2428
Чистий дохід, грн: на 1 га	1399	3348	5254	6150	6276	6065
на 1 т	848	1378	1961	1892	1955	1988
Рівень рентабельності, %	23,8	45,3	79,8	75,0	79,4	81,9
Затрати сукупної енергії, МДж/га	8278	9249	9255	11686	11222	9978
Енергоємність 1 т зерна, МДж	5017	3806	3454	3596	3496	3272
Коефіцієнт енергетичної ефективності	3,28	4,32	4,76	4,58	4,71	5,03

На орґано-мінеральному фоні поживний комплекс 3 також забезпечив найвищі показники економічної ефективності. Так, собівартість 1 т зерна склала 2242 грн, чистий прибуток – 8393,0 грн/га, рівень рентабельності – 97,0 %, що на 80,2 % перевищує контрольний варіант. Енергоємність 1 т зерна при використанні поживних комплексів на цьому фоні живлення знижувалась порівняно з контролем від 1072 МДж до 2158 МДж. Коефіцієнт енергетичної ефективності найвищий був при застосуванні поживного комплексу 3 (5,56).

На органічному фоні найкраще себе проявив поживний комплекс 3. Рівень рентабельності при застосуванні цього комплексу склав 81,9 %, собівартість 1 т зерна знизилась порівняно з контролем на 1140 грн.

На цьому ж варіанті, також, було отримано найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, який перевищив контроль по фону на 1,75.

На органічному фоні живлення порівняно з іншими були також отримані найнижчі показники затрат сукупної енергії серед інших фонів.

Аналіз результатів демонструє цілковиту перевагу поживних комплексів над контролем та варіантом, де застосовувалися пестициди незалежно від фону живлення. Тому, можна зробити висновок, що нові поживні комплекси це універсальний засіб, який гарантовано забезпечить високий рівень доцільності вирощування ячменю ярого, особливо, в гостропосушливих регіонах східної частини Північного Степу.

### **Висновки**

Впровадження нових поживних комплексів у технології вирощування пшениці озимої сприяло доброму розвитку рослин протягом всієї вегетації та дозволило сформувати врожайність, яка значно перевищила контрольний варіант. Найкращі показники серед представлених варіантів, незалежно від фону живлення, забезпечив поживний комплекс 3 (обробка насіння препаратом Сизам (250 г/т) у суміші з мікробіологічним комплексом, обприскування рослин у фазі куціння сумішшю препарат Сизам (250 г/га) та мікробіологічний комплекс (400 г/га)). Так, на мінеральному ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ), орґано-мінеральному ( $N_{15}P_{15}K_{15}$  + біогумус (250 кг/га)) та органічному (біогумус – 250 кг/га) фонах живлення, в середньому за роки проведення досліджень, використання комплексу 3 забезпечило

приріст врожайності зерна порівняно з контролем склав 1,22 т/га (48,0 %); 0,78 т/га (30,5 %) та 0,43 т/га (16,9 %) відповідно.

Розрахунок економічної та біоенергетичної ефективності використання нових поживних комплексів на різних фонах живлення при вирощування пшениці озимої свідчить про значну перевагу запропонованих елементів над контрольним варіантом. Найвищі коефіцієнти енергетичної ефективності були отримані при застосуванні також поживного комплексу 3: на мінеральному фоні живлення – 6,80; на органо-мінеральному фоні живлення – 6,63; на органічному – 6,52.

Використання елементів біологізації в технології вирощування ячменю ярого суттєво впливає на ріст, розвиток рослин та формування врожайності зерна культури. Так, комплексне застосування Біогумусу-1 (250 кг/га) та біостимулятора Регоплант забезпечило врожайність зерна 2,95 т/га, приріст до контролю становив 0,66 т/га або 28,8 %.

Комплексне застосування біогумусу з біостимуляторами природного походження Регоплан та Стимпо дозволяє до 50 % скоротити обсяги внесення традиційних мінеральних добрив, що зменшує ризик забруднення навколишнього середовища при збереженні рівня зернової продуктивності.

Використання нових поживних комплексів при вирощуванні ячменю ярого сприяло доброму розвитку рослин протягом всієї вегетації та дозволило сформувати на всіх фонах живлення врожайність, яка значно перевищила контроль: на фоні внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  прибавка урожаю порівняно з контролем склала 1,36 т/га, на органо-мінеральному фоні ( $N_{15}P_{15}K_{15}$  + біогумус, 250 кг/га) – 2,08 т/га, а на органічному фоні живлення (біогумус, 250 кг/га) – 1,60 т/га.

Розрахунок економічної ефективності використання поживних комплексів продемонстрував значну перевагу запропонованих варіантів у підвищенні рівня рентабельності виробництва зерна ячменю ярого. Найкращі економічні показники та коефіцієнт енергетичної ефективності на всіх фонах живлення були за використання поживного комплексу 3 (обробка насіння препаратом Сизам (250 г/т) у суміші з мікробіологічним комплексом, обприскування рослин у фазі куцїння сумішню препаратом Сизам (250 г/га) та мікробіологічного комплексу (400 г/га)).

### Список використаних джерел:

1. Гордецька С. П. Особливості формування високопродуктивних агрофітоценозів зернових колосових культур. *Наукові основи ведення зернового господарства*. Київ : Урожай, 1994. С. 54–70.
2. Лопачев Н. А., Наумкин В. Н., Петров В. А. Теоретические основы биологизации земледелия. *Агрехимический вестник*. 1998. № 5–6. С. 32–33.
3. Игонин А. М. Черви – гумус – урожай. *Достижения науки и техники АПК*. 2004. № 4. С. 2–3.
4. Прищепа И. А. Применение смесей пестицидов и регуляторов роста на посевах зерновых колосовых культур. *Агрехимия*. 1998. № 8. С. 74–89.
5. Михайловская Н. А., Волкова Н. Д. Диазотрофная бактериализация как перспективный биотехнологический приём при возделывании ячменя. *Проблемы питания растений и использования удобрений в современных условиях* : материалы межд. науч.-прак. конф. Жодино. 2000. С. 351–352.
6. Патица В. П., Гармашов В. В., Калініченко А. В. Морфофізіологічні дослідження впливу біопрепаратів азотфіксувальних бактерій на формування елементів продуктивності озимої пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2004. Вып. 36. № 3. С. 239–248.
7. Волкогон В. В. Приёмы регулирования активности ассоциативной азотфиксации. *Бюл. ІСГМ. УААН*. 1997. № 1. С. 17–19.
8. Патица В. П., Татаріко Ю. О., Мельничук Т. М. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосфоромобілізуєчих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин: Рекомендації. Київ : Аграрна наука. 2000. 36 с.
9. Тараріко О. Г., Шерстобоева О. В., Патица В. П. Концепція і наукове обґрунтування основних напрямків удосконалення систем випуску і реалізації мікробіологічних препаратів для сільськогосподарського виробництва. *Мікробіологічний журнал*. 1997. 59. № 4. С. 102–108.
10. Щербатий О. А., Лепеха О. П. Використання мікроорганізмів для підвищення продуктивності ячменю. *Матеріали всеук. наук.-прак конф. молодих вчених і спеціалістів*. Дніпропетровськ. 2002. С. 32.
11. Нові штами мікроорганізмів для підвищення ефективності землеробства. *Розробки виробництву*. Київ : Аграр. Наука, 1999. С. 98.

12. Доспехов Б. А. Методика опытного дела. Москва : Колос, 1985. 336 с.

13. Погорілько М. А., Граб Т. О., Усманова Т. О., Хаїтова Н. О. Виробництво та застосування біологічних препаратів на основі азотфіксуючих бактерій – необхідна умова оптимізації агроєкосистем. *Сталий розвиток агроєкологічних систем в умовах обмеженого ресурсного забезпечення*: Матеріали наук.-метод. конф. Київ. 1998. С. 128–129.

14. Шерстобоева Е. В., Дудинова И. А., Шерстобоев Н. К. Биопрепараты азотфиксирующих бактерий: проблемы и перспективы применения. *Мікробіологічний журнал*. 1997. Вип. 59, № 4. С. 109–117.