

ЯЧМІНЬ ЯРИЙ: ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОЩУВАННЯ

Коваленко О. А.

ВСТУП

Успішна праця землероба полягає перш за все у отриманні сталої продуктивності сільськогосподарських культур та збереженні родючості ґрунту – найважливішого й унікального природного ресурсу, основного засобу виробництва і основи життєдіяльності усього живого на Землі. Саме від родючості ґрунту та умов господарювання залежить не лише кількість вирощеного врожаю, а й показники його якості, стан екологічного середовища тощо. Разом з тим, за сучасних умов землеробської галузі України, виникає нагальна потреба у відновленні природних екосистем, збереженні їх біологічної рівноваги на рівні, який гарантуватиме стабільність навколишнього середовища, захист земель від деградації, ерозійних процесів та втрати родючості^{1,2}.

Удобрення ґрунтів забезпечує повернення поживних речовин в ґрунт й сприяє отриманню високих врожаїв сільськогосподарських культур. Використання сидеральних добрив поліпшує механічний склад ґрунтів, що також позитивно відображається на формуванні сталих показників продуктивності рослин. Крім того, сидерати насичують ґрунт мікро- та макроелементами, наприклад, азотом, що дозволяє заощадити кошти за рахунок скорочення норм внесення мінеральних добрив.

Систематичне внесення мінеральних добрив має свої негативні наслідки: зниження суми ввібраних основ та ступеню насиченості поглинаючого комплексу ґрунту, підвищення гідролітичної кислотності ґрунту, підвищення вмісту рухомого алюмінію, зниження вмісту обмінного кальцію і магнію.

Окрім того використання тільки мінеральних добрив, особливо в підвищених дозах, призводить до зменшення чисельності ґрунтових мікроорганізмів, збіднення видового складу мікрофлори, зниженню рівня біологічної активності ґрунту. Тому одним із шляхів, що

¹ Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.

² Калініченко О. В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Облік і фінанси*. 2016. № 2. С. 150-155.

дозволяють компенсувати негативні сторони застосування мінеральних добрив, є препарати органічного походження^{3, 4, 5}.

Зважаючи на це метою нашої роботи було дослідити вплив та ефективність препарату Біокомплекс-БТУ-р на продуктивність ячменю ярого сорту Сталкер, який є пластичним і здатним формувати сталу продуктивність з меншою залежністю від погодно-кліматичних умов року⁶.

Значні можливості відкриває використання екологічно чистих біологічних препаратів, які сприяють підвищенню стійкості до несприятливих умов і фітопатогенів, підвищенню урожайності і покращенню якості зерна (Азотофіт, Біокомплекс-БТУ-р, Органік-баланс). Позитивна ознака біопрепаратів – це те, що вони не мають канцерогенної, тетрагенної та кумулятивної дії їх основою є мікроорганізми, які виділені з природних об'єктів⁷.

1. Динаміка процесів росту й розвитку ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів

Ріст та розвиток рослини говорить про її потенціал на отримання майбутнього рівня урожайності. Добре розвинена рослина може розкритися в більш повній мірі відносно свого біологічного потенціалу. Тож, забезпечення усіх факторів життєво необхідних для реалізації програми «максимум» як однієї рослини так і посіву в цілому головне завдання сільськогосподарського виробника різних форм власності.

У результаті проведених досліджень встановлено вплив застосування добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами на висоту рослин ячменю ярого сорту Сталкер⁸.

³ Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.

⁴ Калініченко О. В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Облік і фінанси*. № 2. 2016. С. 150-155.

⁵ Гамаюнова В. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій : кол. моногр.*; за ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайки, І. О. Яснолюба. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232-342.

⁶ Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.

⁷ Гамаюнова В. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. (2018). Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій : кол. моногр.*; за ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайки, І. О. Яснолюба. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», С. 232-342.

⁸ Застосування біопрепаратів в технології вирощування зернових культур за умов природного зволоження та зрошення зони Південного Степу України : наук.-практ. реком. / О. А. Коваленко та ін. Миколаїв : МНАУ, 2019. 55 с.

В середньому за три роки досліджень (2015-2017) висота рослин ячменю ярого варіювала в межах 81,5–101,5 см залежно від досліджуваних факторів (Табл. 1).

Визначено, що застосування мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) сприяло зростанню досліджуваного показника до 95,9 см, що на 17,7 % більше, ніж контроль (без добрив)^{9,10}. Внесення мінеральних добрив у поєднанні з сидератом збільшило висоту рослин до 96,1 см або на 17,9 % відповідно.

Таблиця 1

Висота рослин ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2015-2017 рр.), см

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрєння (фактор А)			Середнє по фактору В	Середнє (фактор С)
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{15}$	$N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат		
Контроль – обробка посівів водою (фактор С)					
Контроль (вода 10 л/т)	81,5	95,9	96,1	91,2	92,9
Азотофіт	82,7	96,6	97,4	92,2	
Біокомплекс-БТУ-р	83,4	98,2	98,6	93,4	
Органік-баланс	84,1	99,8	100,3	94,7	
Середнє	82,9	97,6	98,1	92,9	
Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)					
Контроль (вода 10 л/т)	83,2	96,6	96,8	92,2	94,0
Азотофіт	84,6	97,5	97,9	93,3	
Біокомплекс-БТУ-р	84,9	99,8	99,3	94,7	
Органік-баланс	85,7	100,4	101,5	95,9	
Середнє	84,6	98,6	98,9	94,0	
Середнє (фактор А)	83,8	98,1	98,5	93,5	
HP_{05} за фактором А – 2,85 – 3,71; за фактором АВ – 4,11-4,67; за фактором АВС – 5,03-5,58 HP_{05} за фактором В – 1,13 – 1,63; за фактором ВС – 3,42-3,72; HP_{05} за фактором С – 2,44 – 3,05; за фактором АС – 3,80-4,25;					

Застосування бактеріальних препаратів для передпосівної обробки насіння (фактор В) призводило до збільшення висоти рослин ячменю ярого в усіх варіантах від 81,5 до 84,1 см, що на 1,5 % (Азотофіт), 2,3 % (Біокомплекс-БТУ-р) та 3,2 % (Органік-баланс) більше порівняно з контролем.

⁹ Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators / A. Panfilova and other. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17 (2), P. 608-620.

¹⁰ А. с. № 78446. Застосування інноваційних комплексних технологій живлення польових культур у сівозмінах зони Степу України» за 2017 рік : літературно-письмовий твір науково-технічного характеру / В. В. Гамаюнова та ін.; заявл. 19.04.2018.

Встановлено позитивний вплив позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс – БТУ-р (фактор С) на висоту рослин ячменю ярого, яка збільшувалася на 0,5-1,9 см або 0,5-2,3% залежно від передпосівної обробки насіння біопрепаратами та фону живлення.

Найкраще відзивалися на позакореневе підживлення рослини ячменю ярого у контрольному варіанті (без добрив) з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Азотофіт. Висота рослин при цьому становила 84,6 см, що на 2,3 % більше, ніж контроль. У варіантах з внесенням добрив найбільший вплив позакореневого підживлення на висоту рослин мала передпосівна обробка насіння препаратом Біокомплекс – БТУ-р, що на 1,6 % перевищило контроль (обробка водою).

Найменший вплив на ріст рослин за фактором С (позакореневе підживлення) мав варіант з фоном живлення $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат, що лише на 0,5-1,2 % перевищило контроль (обробка водою).

Найвищі рослини (84,1-101,5 см) досліджуваної культури були сформовані у варіантах із передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс, що на 3,2-1,2 % більше за контроль (обробка водою).

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено прямий сильний зв'язок між висотою та урожайністю зерна рослин ячменю ярого. Коефіцієнт детермінації при цьому перевищував 0,9: 0,904 у варіанті без добрив до 0,923 у варіанті із застосування добрив у поєднанні з сидератом.

Проведеними розрахунками встановлено, що тіснота зв'язку між висотою рослин та урожайністю зерна є дещо вищою у варіантах як без удобрення, так і з удобренням без позакореневого підживлення (рис. 1).

Таку взаємозалежність можна описати наступним рівнянням: висота (у) $y = 13,03x^2 - 87,99x + 245,0$, де x – урожайність зерна. Таку залежність можна пояснити тим, що зі збільшенням розмірів рослини посилюється конкуренція за фактори життя і в першу чергу за освітлення. Зі збільшенням висоти та кількості бічних стебел, збільшується і кількість поживних речовин, які надходять у рослину, що й призводить до підвищення урожайності рослин ячменю ярого.

Кореляційно-регресійний аналіз між урожайністю зерна та висотою рослин у варіантах з передпосівною обробкою насіння біопрепаратами показує прямий сильний зв'язок ($r = 0,891-0,909$) (рис. 2).

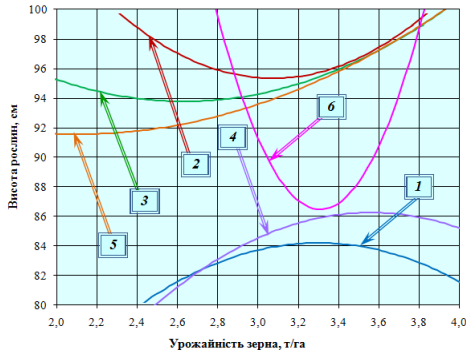


Рис. 1. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та висотою рослин ячменю ярого, середнє за 2015–2017 рр.

Примітка: Без позакореневого підживлення: 1 – Без добрив: $y = -5,53x^2 + 36,51x + 23,87$; $R^2 = 0,897$; 2 – $N_{45}P_{45}K_{15}$: $y = 7,776x^2 - 48,94x + 172,5$; $R^2 = 0,903$; 3 – $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат: $y = 3,876x^2 - 20,38x + 120,5$; $R^2 = 0,904$; Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р: 4 – Без добрив: $y = -5,199x^2 + 37,01x + 20,00$; $R^2 = 0,911$; 5 – $N_{45}P_{45}K_{15}$: $y = 2,668x^2 - 11,27x + 103,3$; $R^2 = 0,904$; 6 – $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат: $y = 13,03x^2 - 87,99x + 245,0$; $R^2 = 0,923$.

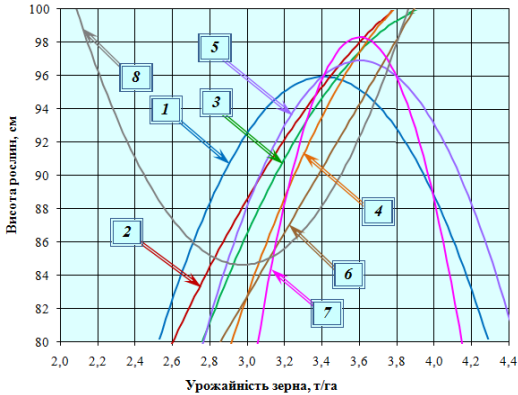


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та висотою рослин ячменю ярого (середнє за 2015–2017 рр.):

Примітка: Без позакореневого підживлення: 1 – Контроль: $y = -21,08x^2 + 145,1x - 153,8$; $R^2 = 0,894$; 2 – Азотофіт: $y = -6,044x^2 + 56,48x - 27,62$; $R^2 = 0,907$; 3 – Біокомплекс-БТУ-р: $y = -11,38x^2 + 94,92x - 97,27$; $R^2 = 0,902$; 4 – Органік-баланс: $y = -13,41x^2 + 117,4x - 153,9$; $R^2 = 0,999$; Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р: 5 – Контроль: $y = -24,28x^2 + 174,9x - 218,2$; $R^2 = 0,891$; 6 – Азотофіт: $y = 0,229x^2 + 18,31x + 27,21$; $R^2 = 0,912$; 7 – Біокомплекс-БТУ-р: $y = -73,15x^2 + 535,3x - 877,7$; $R^2 = 0,898$; 8 – Органік-баланс: $y = 20,20x^2 - 123,9x + 274,4$; $R^2 = 0,909$.

Виявлені нами залежності, наведені у формі регресійних рівнянь, засвідчили істотний вплив досліджуваних факторів на формування висоти та урожайності зерна ячменю ярого.

Отже, результати кореляційного аналізу свідчать про позитивні кореляції урожайності зерна з висотою рослин ячменю ярого.

Графічне відображення залежності урожайності зерна ячменю (x) від висоти рослин (y), а також рівняння регресії між досліджуваними чинниками відображене на рисунку 3.

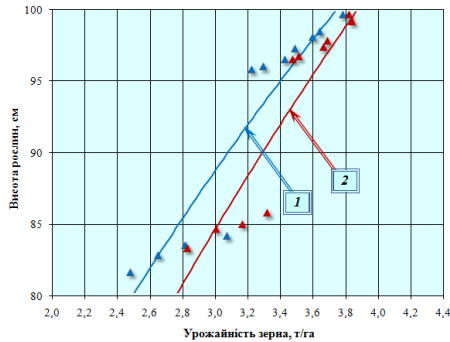


Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та висотою рослин ячменю ярого (середнє за 2015–2017 рр.):

Примітка: 1 – Без позакореневого підживлення: $y = -1,848x^2 + 28,49x + 17,85$; $R^2 = 0,894$; 2 – Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р: $y = -1,599x^2 + 29,21x + 11,03$; $R^2 = 0,896$.

Більш тісним ($R^2 = 0,896$) є зв'язок між урожайністю зерна та висотою рослин у варіанті з позакореневим підживленням біопрепаратом.

Отже, для формування висоти рослин ячменю ярого сорту Сталкер 101,5 см оптимальним є фон живлення $N_{45}P_{45}K_{15}$ у поєднанні з сидератом, передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом Органік-баланс та позакореневе підживлення посівів бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р^{11,12}.

¹¹ Коваленко О. А., Ковбель А.І. Позакореневе внесення добрив, що містять фосфати, на початкових фазах розвитку злакових культур. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 19. С. 25.

¹² Коваленко О. А., Корхова М. М., Хоменко А. К. Застосування ґрунтових та ендоефітних мікроорганізмів при використанні сидеральних культур за вирощування ячменю ярого в зоні Степу України. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку* : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 7 черв. 2019 р. / М-во аграр. політики та прод. України ; Укр. ін-т експертизи сортів рослин, 2019. 266 с.

За роки досліджень площа листкової поверхні стебла 1-го порядку рослин ячменю ярого сорту Сталкер коливалася в межах 62,07-90,54 см² залежно від досліджуваних факторів (Табл. 2).

Аналізуючи вплив фону живлення на формування площі листкової поверхні стебла 1-го порядку рослин ячменю ярого, можна виділити варіант із внесенням мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₁₅ у поєднанні з сидератом, за якого сформувався найбільш потужний асиміляційний апарат – від 81,26 см² (контроль) до 90,54 см² у варіанті з передпосівною обробкою насіння та позакореневим підживленням посівів біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р, що на 30,9-32,8 % більше, ніж у варіанті без внесення добрив.

Таблиця 2

Площа листкової поверхні стебла 1-го порядку рослин ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2015-2017 рр.), см²

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрення (фактор А)				± до контролю		Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат	Середнє	см ²	%	
Контроль – обробка посівів водою (фактор С)							
Контроль (вода 10л/т)	62,07	77,40	81,26	73,58	-	-	76,53
Азотофіт	65,31	79,27	83,27	75,95	2,37	3,23	
Біокомплекс-БТУ-р	67,06	81,56	85,59	78,07	4,49	6,11	
Органік-баланс	67,69	82,16	85,76	78,54	4,96	6,74	
Середнє	65,53	80,10	83,97	76,53	2,96	4,02	
Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)							
Контроль (вода 10л/т)	62,38	81,39	88,52	77,43	-	-	79,72
Азотофіт	65,44	82,27	89,66	79,12	1,69	2,19	
Біокомплекс-БТУ-р	68,18	82,83	90,54	80,52	3,09	3,99	
Органік-баланс	70,90	84,21	90,37	81,83	4,40	5,68	
Середнє	66,73	82,68	89,77	79,72	2,29	2,96	
Середнє (фактор А)	66,13	81,39	86,87	78,13	2,63	3,49	
НР ₀₅ за фактором А – 2,53 – 2,82; за фактором АВ – 3,92-4,46; за фактором АВС – 5,99-6,31 НР ₀₅ за фактором В – 2,11 – 2,47; за фактором ВС – 2,75-3,13; НР ₀₅ за фактором С – 1,74 – 1,98; за фактором АС – 3,44-4,08;							

Результати кореляційно-регресійного аналізу побудовані на даних високої прямої залежності врожайності зерна від площі листкової поверхні головного стебла ячменю ярого (рис. 4).

Встановлено, що без добрив як у варіанті без позакореневого підживлення біопрепаратами, так і з ним кореляційна залежність була вищою, яка описується рівнянням лінійної регресії: $y = -22,13x^2 + 138,0x - 147,4$ та $y = 0,079x^2 + 17,19x + 12,73$ відповідно (рис. 5).

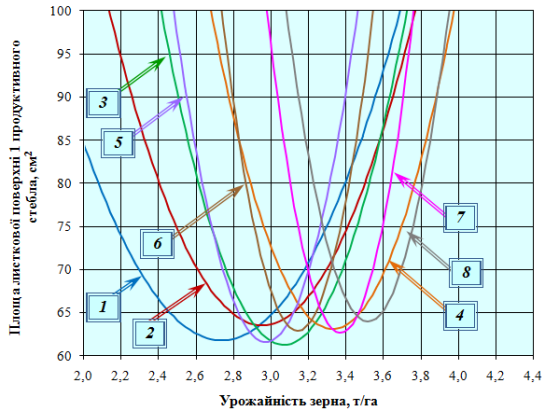


Рис. 4. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та площею листової поверхні І продуктивного стебла ячменю ярого, (середнє за 2015–2017 рр.)

Примітка: Без позакореневого підживлення: 1 – Контроль: $y = 42,67x^2 - 232,9x + 379,3$; $R^2 = 0,994$; 2 – Азотофіт: $y = 58,9x^2 - 353,8x + 593,9$; $R^2 = 0,989$; 3 – Біокомплекс-БТУ-р: $y = 101,1x^2 - 653,7x + 1114$; $R^2 = 0,987$; 4 – Органік-баланс: $y = 93,68x^2 - 642,6x + 1164$; $R^2 = 0,990$; *Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р:* 5 – Контроль: $y = 221,0x^2 - 1368,х + 2168$; $R^2 = 0,977$; 6 – Азотофіт: $y = 512,8x^2 - 3405,х + 5671$; $R^2 = 0,962$; 7 – Біокомплекс-БТУ-р: $y = 549,4x^2 - 3823x + 6669$; $R^2 = 0,949$; 8 – Органік-баланс: $y = 279,1x^2 - 2013,х + 3681$; $R^2 = 0,963$.

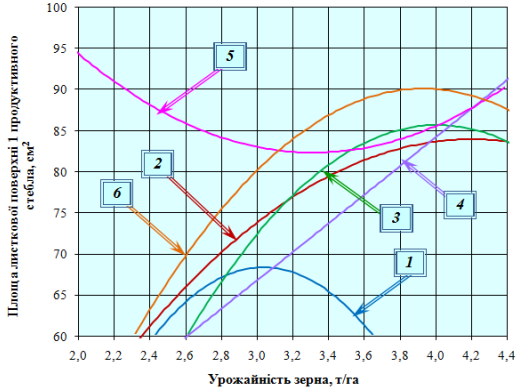


Рис. 5. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та площею листової поверхні І продуктивного стебла ячменю ярого(середнє за 2015–2017 рр.):

Примітка: Без позакореневого підживлення: 1 – Без добрив: $y = -22,13x^2 + 138,0x - 147,4$; $R^2 = 0,999$; 2 – $N_{45}P_{45}K_{15}$: $y = -7,685x^2 + 64,65x - 52,92$; $R^2 = 0,977$; 3 – $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат: $y = -13,92x^2 + 111,3x - 136,7$; $R^2 = 0,963$; *Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р:* 4 – Без добрив: $y = 0,079x^2 + 17,19x + 12,73$; $R^2 = 0,999$; 5 – $N_{45}P_{45}K_{15}$: $y = 7,133x^2 - 47,42x + 160,0$; $R^2 = 0,984$; 6 – $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат: $y = -12,21x^2 + 95,87x - 97,64$; $R^2 = 0,980$.

Коефіцієнт детермінації (R^2) в обох варіантах становив 0,909, тобто існує сильний кореляційний зв'язок.

Визначено що між урожайністю зерна та площею листової поверхні головного стебла рослин ячменю ярого сильніший зв'язок спостерігається у варіанті з позакореневим підживленням біопрепаратом (рис. 6).

Визначено, що листовий індекс посівів ячменю ярого сорту Сталкер у середньому за роки досліджень коливався від 2,93 (контроль) до 5,16 у варіанті з фоном живлення $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат, передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс та позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р (табл. 3)¹³.

Передпосівна обробка насіння бактеріальними препаратами сприяла збільшенню листового індексу посівів ячменю ярого до 4,04-4,59 в середньому по фактору А, що на 6,0-12,0 % більше, ніж контроль¹⁴.

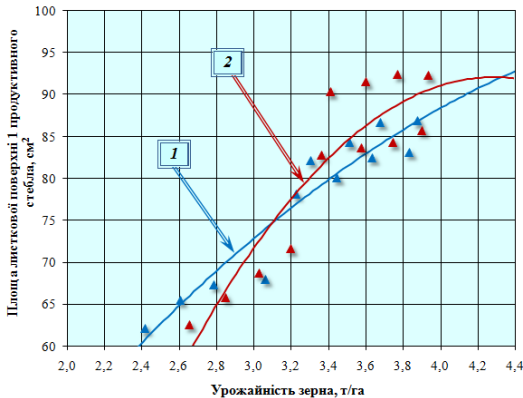


Рис. 6. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та площею листової поверхні головного стебла ячменю ярого, середнє за 2015–2017 рр.

Примітка: 1 – Без позакореневого підживлення: $y = -3,811x^2 + 43,78x - 27,45$; $R^2 = 0,907$; 2 – Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р: $y = -14,59x^2 + 125,5x - 179,6$; $R^2 = 0,941$.

¹³ Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.

¹⁴ Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.

Встановлено, що позакореневе підживлення бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р підвищує листковий індекс посівів на 6,1 % (4,35) порівняно з контролем – обробка посівів водою (4,10) в середньому по фактору С.

Розраховані нами поліноміальні кореляційно-регресійні залежності між листковим індексом та урожайністю зерна ячменю ярого показали, що в усіх варіантах, які були взяті на дослідження, існує сильний зв'язок (рис. 7 – 8)¹⁵.

Таблиця 3

Листковий індекс посівів ячменю ярого залежно від залежності від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, (середнє за 2015-2017 рр.)

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрення (фактор А)				± до контролю	Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат	Середнє		
Контроль – обробка посівів водою (фактор С)						
Контроль (вода 10л/т)	2,93	4,11	4,38	3,81	-	4,10
Азотофіт	3,22	4,32	4,58	4,04	0,23	
Біокомплекс-БТУ-р	3,38	4,51	4,75	4,21	0,41	
Органік-баланс	3,52	4,65	4,88	4,35	0,54	
Середнє	3,26	4,40	4,65	4,10	0,30	
Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)						
Контроль (вода 10л/т)	3,15	4,37	4,78	4,10	-	4,35
Азотофіт	3,39	4,50	4,94	4,28	0,18	
Біокомплекс-БТУ-р	3,60	4,63	5,07	4,43	0,33	
Органік-баланс	3,80	4,80	5,16	4,59	0,49	
Середнє	3,49	4,58	4,99	4,35	0,25	
Середнє (фактор А)	3,37	4,49	4,82	4,23	0,27	
НІР ₀₅ за фактором А – 0,21-0,33; за фактором АВ – 0,34-0,46; за фактором АВС – 0,50-0,63/ НІР ₀₅ за фактором В – 0,17-0,25; за фактором АВ – 0,28-0,32; НІР ₀₅ за фактором С – 0,16-0,21; за фактором АС – 0,31-0,39;						

Виходячи з нашої моделі, коефіцієнт детермінації (R^2) коливається в межах від 0,892 до 0,998 по варіантах з удобренням і від 0,881 до 0,995 по варіантам з передпосівною обробкою насіння біопрепаратами. Тобто урожайність зерна ячменю ярого на 88-99% залежать від його листкового індексу.

Визначено, що більшу залежність між урожайністю та листковим індексом посівів ячменю ярого ($R^2 = 0,995$) встановлено у контрольному варіанті – без передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення біопрепаратами.

¹⁵ Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.

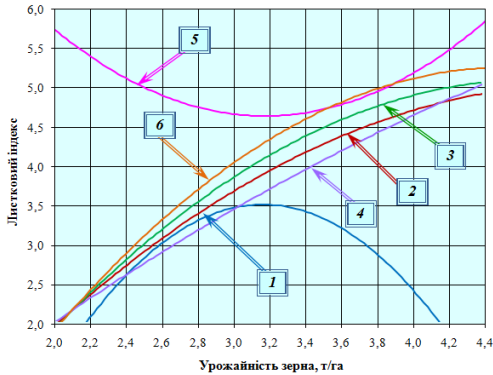


Рис. 7. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та листковим індексом посівів ячменю ярого (середнє за 2015–2017 рр.)

Примітка: Без позакореневого підживлення: 1 – Без добрив: $y = -1,492x^2 + 9,664x - 12,12$; $R^2 = 0,989$; 2 – $N_{45}P_{45}K_{15}$: $y = -0,358x^2 + 3,588x - 3,875$; $R^2 = 0,998$; 3 – $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат: $y = -0,481x^2 + 4,509x - 5,401$; $R^2 = 0,997$; Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р: 4 – Без добрив: $y = -0,130x^2 + 2,157x - 1,936$; $R^2 = 0,892$; 5 – $N_{45}P_{45}K_{15}$: $y = 0,809x^2 - 5,129x + 12,42$; $R^2 = 0,909$; 6 – $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат: $y = -0,536x^2 + 4,845x - 5,627$; $R^2 = 0,898$.

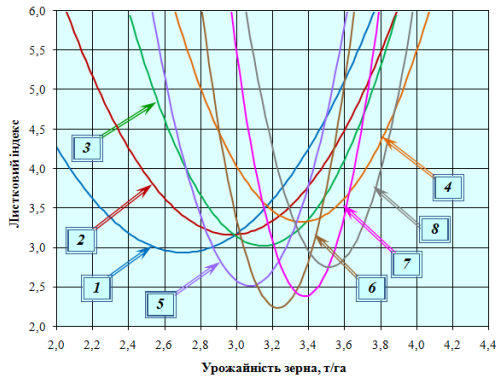


Рис. 8. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та листковим індексом посівів ячменю ярого, (середнє за 2015–2017 рр.)

Примітка: Без позакореневого підживлення: 1 – Контроль: $y = 2,800x^2 - 15,04x + 23,12$; $R^2 = 0,995$; 2 – Азотофіт: $y = 3,519x^2 - 20,79x + 33,83$; $R^2 = 0,993$; 3 – Біокомплекс-БТУ-р: $y = 5,595x^2 - 35,74x + 60,09$; $R^2 = 0,993$; 4 – Органік-баланс: $y = 5,588x^2 - 37,95x + 67,72$; $R^2 = 0,994$; Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р: 5 – Контроль: $y = 12,40x^2 - 76,60x + 120,7$; $R^2 = 0,981$; 6 – Азотофіт: $y = 30,28x^2 - 200,9x + 333,9$; $R^2 = 0,988$; 7 – Біокомплекс-БТУ-р: $y = 30,89x^2 - 214,6x + 373,7$; $R^2 = 0,984$; 8 – Органік-баланс: $y = 15,77x^2 - 113,4x + 206,5$; $R^2 = 0,986$.

У варіанті з позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р та без підживлення тиснота зв'язку між урожайністю зерна та листковим індексом посівів ячменю ярого теж характеризується як висока $R^2 = 0,904$; $R^2 = 0,953$ (рис. 9).

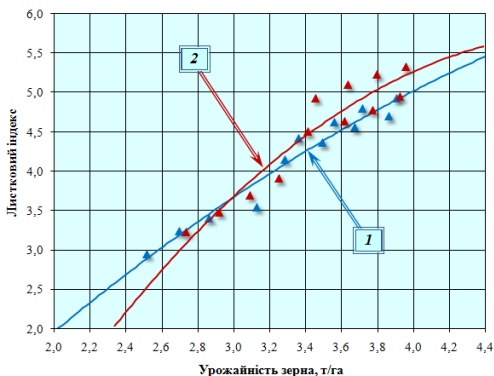


Рис. 9. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна та листковим індексом посівів ячменю ярого (середнє за 2015–2017 рр.)

Примітка: 1 – Без позакореневого підживлення: $y = -0,197x^2 + 2,791x - 3,061$; $R^2 = 0,904$; 2 – Позакореневе підживлення Біокомплекс-БТУ-р: $y = -0,597x^2 + 5,875x - 8,871$; $R^2 = 0,953$.

Отже, більший листковий індекс (5,16) сформовано у варіантах з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) у поєднанні з сидератом, передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс та позакореневим підживленням посівів бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р.

2. Елементи структури врожаю та урожайність зерна ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів

За результатами проведених досліджень встановлено позитивний вплив варіантів удобрення на формування продуктивного стеблостою рослин ячменю ярого. Так, в середньому за 2015-2017 рр. більшу кількість продуктивних стебел рослин ячменю ярого (553 шт./м²) сформовано у варіанті з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) у поєднанні з сидератом, що в середньому на 56 шт./м² більше, ніж у контрольному варіанті – без добрив (Табл. 4).

Максимальну кількість продуктивних стебел рослин ячменю ярого (569 шт./м²) отримано у варіанті з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) у поєднанні з сидератом та передпосівної обробки насіння біопрепаратом Органік-баланс, що на 30 шт./м² більше, ніж контроль (обробка насіння водою).

Таблиця 4

**Вплив удобрення, обробки насіння та посівів біопрепаратами
на показники елементів структури та якість насіння ячменю ярого
сорту Сталкер (середнє за 2015-2017 рр.)**

Обробка насіння (фактор В)	Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	Коефіцієнт продуктивного кушення	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з колосу, г	Натура зерна, г
1	2	3	4	5	6	7
Без добрив (фактор А)						
Контроль (фактор В)	$\frac{472*}{505}$	$\frac{2,09}{2,19}$	$\frac{12,05}{12,03}$	$\frac{45,9}{46,9}$	$\frac{0,553}{0,564}$	$\frac{645}{650}$
Азотофіт	$\frac{493}{518}$	$\frac{2,15}{2,21}$	$\frac{12,23}{12,35}$	$\frac{46,1}{47,2}$	$\frac{0,564}{0,583}$	$\frac{655}{654}$
Біокомплекс-БТУ-р	$\frac{504}{528}$	$\frac{2,17}{2,27}$	$\frac{12,57}{12,71}$	$\frac{46,4}{47,4}$	$\frac{0,583}{0,602}$	$\frac{658}{658}$
Органік-баланс	$\frac{520}{536}$	$\frac{2,24}{2,32}$	$\frac{13,19}{13,19}$	$\frac{46,5}{47,1}$	$\frac{0,613}{0,621}$	$\frac{660}{661}$
Середнє (фактор В)	$\frac{497}{522}$	$\frac{2,16}{2,25}$	$\frac{12,54}{12,58}$	$\frac{46,2}{47,2}$	$\frac{0,579}{0,593}$	$\frac{655}{656}$
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)						
Контроль	$\frac{531}{537}$	$\frac{2,27}{2,31}$	$\frac{12,63}{12,93}$	$\frac{49,8}{50,1}$	$\frac{0,629}{0,648}$	$\frac{651}{652}$
Азотофіт	$\frac{545}{547}$	$\frac{2,35}{2,36}$	$\frac{12,99}{13,44}$	$\frac{50,0}{49,9}$	$\frac{0,650}{0,671}$	$\frac{659}{660}$
Біокомплекс-БТУ-р	$\frac{553}{559}$	$\frac{2,41}{2,42}$	$\frac{13,53}{13,80}$	$\frac{49,6}{49,5}$	$\frac{0,671}{0,683}$	$\frac{662}{667}$
Органік-баланс	$\frac{566}{570}$	$\frac{2,46}{2,49}$	$\frac{13,88}{14,12}$	$\frac{49,5}{49,2}$	$\frac{0,687}{0,695}$	$\frac{665}{671}$
Середнє (фактор В)	$\frac{549}{553}$	$\frac{2,37}{2,40}$	$\frac{13,27}{13,57}$	$\frac{49,7}{49,7}$	$\frac{0,660}{0,674}$	$\frac{659}{663}$

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	<u>539</u> 540	<u>2,30</u> 2,33	<u>12,65</u> 12,93	<u>50,0</u> 50,4	<u>0,663</u> 0,652	<u>653</u> 654
Азотофіт	<u>550</u> 551	<u>2,37</u> 2,40	<u>13,17</u> 13,29	<u>49,7</u> 50,4	<u>0,655</u> 0,670	<u>657</u> 660
Біокомплекс-БТУ-р	<u>555</u> 560	<u>2,41</u> 2,43	<u>13,65</u> 13,82	<u>49,5</u> 49,6	<u>0,676</u> 0,685	<u>661</u> 665
Органік-баланс	<u>569</u> 571	<u>2,45</u> 2,49	<u>14,01</u> 14,15	<u>49,3</u> 49,4	<u>0,691</u> 0,699	<u>668</u> 671
Середнє (фактор В)	<u>553</u> 556	<u>2,38</u> 2,41	<u>13,38</u> 13,53	<u>49,6</u> 50,0	<u>0,664</u> 0,677	<u>660</u> 663
Середнє (фактор А)	<u>533</u> 544	<u>2,31</u> 2,35	<u>13,06</u> 13,23	<u>48,5</u> 48,9	<u>0,634</u> 0,648	<u>658</u> 660

*Примітка: фактор С: чисельник – обробка посівів водою; знаменник – позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р

Максимальну кількість продуктивних стебел рослин ячменю ярого (569 шт./м²) отримано у варіанті з внесенням мінеральних добрив (N₄₅P₄₅K₁₅) у поєднанні з сидератом та передпосівної обробки насіння біопрепаратом Органік-баланс, що на 30 шт./м² більше, ніж контроль (обробка насіння водою). Коефіцієнт продуктивного кушення в середньому за роки досліджень (2015-2017 рр.) коливався від 2,09 у контрольному варіанті без добрив та передпосівної обробки насіння біопрепаратами (фактор А і В) до 2,46 у варіанті з внесенням добрив (N₄₅P₄₅K₁₅) та передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс¹⁶.

Різниця у формуванні продуктивної кущистості рослин ячменю ярого була мінімальною у варіантах з внесенням мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₁₅ та N₄₅P₄₅K₁₅ + сидерат.

Кількість зерен в колосі варіювала від 22,1 до 24,0 шт./колос залежно від досліджуваних факторів і більшою сформувалася у варіанті з внесенням добрив N₄₅P₄₅K₁₅ + сидерат та передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс, що на 3,4% перевищило контроль (без добрив) та на 0,4 %, ніж у варіанті N₄₅P₄₅K₁₅ .

¹⁶ Коваленко О.А., Полянчиков С.П., Ковбель А.І. Позакореневе внесення добрив, що містять фосфіти, на початкових фазах розвитку злакових культур. *Зерно*. 2013. № 10 (91). С. 127.

Визначено неістотний вплив передпосівної обробки насіння на масу 1000 зерен досліджуваними препаративними формами.

Визначено вплив внесення добрив та передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами на формування натури зерна ячменю ярого. Так, вищу натуру зерна досліджуваної культури (665 та 668) сформовано у варіантах з внесенням добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) та ($N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат) та передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс відповідно, що на 0,8 та 1,21 % відповідно більше, ніж контроль.

У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив позакореневих підживлень на основні елементи структури врожаю та якість зерна ячменю ярого^{17, 18, 19}. Так, у варіанті з позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р, кількість продуктивних стебел рослин ячменю ярого коливалася в межах 505-571 шт./м², що на 7,0-0,4 % більше, ніж без підживлення (Табл. 4).

Максимальну величину даного показника (571 шт./м²) було сформовано у варіанті з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) у поєднанні з сидератом та передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс. Найвищий коефіцієнт продуктивного кущення (2,49) відмічено у варіантах за аналогічних умов.

Більшою озерненістю колоса сформувалися рослини ячменю ярого у варіанті з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс – 23,4 шт./колос (без добрив); 23,9 шт./колос ($N_{45}P_{45}K_{15}$) та 23,9 шт./колос ($N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат), що на 2,6; 2,1 та 1,7 % більше, ніж контроль (передпосівна обробка насіння водою).

Встановлено, що позакореневе підживлення рослин ячменю ярого біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р неістотно впливала на формування маси 1000 зерен і коливалася від 46,9 г (контроль за факторами А і В) до 50,4 г ($N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат – фактор А) у варіанті з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Азотофіт та у контрольному (фактор В).

Визначено вплив внесення добрив та передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами на формування натури зерна ячменю

¹⁷ Буняк Н., Волкогон В. Мікробні препарати для сільськогосподарських культур. *Аграрний тиждень. Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/analtika/tehnology/13835-mkrobn-preparat-dlya-slskogospodarskih-kultur.html> (дата звернення: 07.09.2021).

¹⁸ Сьпников Д.М. Біотехнологія мікроорганізмів азотфіксаторів і перспективи застосування препаратів на їх основі. *Біотехнологія*. 2012. Т. 5. Т. 4. С. 4-45.

¹⁹ Найдюнова О. Біопрепарати та родючість. Мікробіологічні препарати здатні підвищити ефективність органічного землеробства, необхідно лише правильно їх підібрати для конкретної культури. *The Ukrainian FARMER*. 2013. № 10. С. 34-36.

ярого^{20,21,22,23}. Так, вищу натуру зерна досліджуваної культури (671) сформовано у варіантах з внесенням добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) та ($N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат) та передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс, що на 2,9 та 2,6 % відповідно більше, ніж контроль.

У результаті проведених досліджень визначено істотний вплив досліджуваних факторів на урожайність зерна ячменю сорту Сталкер (Табл. 5).

Так, більшу урожайності зерна ячменю ярого (3,42-3,99 т/га) в середньому за 2015-2017 рр. сформовано у варіанті з внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат (фактор А) з позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р, що відповідно на 0,04-0,03 т/га більше, ніж у варіанті з внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$; на 0,67-0,66 т/га більше за контроль (без добрив) та на 0,91-0,06 т/га більше, ніж у варіантах без позакореневого підживлення (Табл. 4 – 5).

Встановлено, що на формування урожайності зерна ячменю ярого сорту Сталкер у середньому за три роки дослідження (2015-2017) без застосування позакореневого підживлення біопрепаратом мали більш позитивний вплив внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$ у поєднанні з сидератом і передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс, урожайність при цьому становила 3,93 т/га. У варіанті з передпосівною обробкою насіння бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р за аналогічного удобрення сформовано урожайність зерна у межах 3,75 т/га, а у варіанті з препаратом Азотофіт – 3,60 т/га, що на 0,15 т/га або на 4,0 % менше^{24,25}.

²⁰ Буняк Н., Волкогон В. Мікробні препарати для сільськогосподарських культур. *Аграрний тиждень. Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/analtika/tehnology/13835-mkrobn-preparati-dlya-slsgospodarskih-kultur.html> (дата звернення: 07.09.2021).

²¹ Сытников Д.М. Биотехнология микроорганизмов азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе. *Биотехнология*. 2012. Т. 5. Т. 4. С. 4-45.

²² Найдюнова О. Біопрепарати та родючість. Мікробіологічні препарати здатні підвищити ефективність органічного землеробства, необхідно лише правильно їх підібрати для конкретної культури. *The Ukrainian FARMER*. 2013. № 10. С. 34-36.

²³ Спосіб використання біопрепаратів при вирощуванні ячменю озимого : пат. UA129161 : A01C1/08 (2006.01) № 129169. заявл. 10.04.2018 ; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20.

²⁴ Коваленко О. А., Баранов А. Е., Алейнік Т. В., Михайленко М. А. Вплив регуляторів росту та бактеріальних препаратів на продуктивність ячменю ярого в умовах Південного Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали II Всеукр. інтернет-конф., Кам'янець-Подільський, 15 трав. 2019 р., / М-во аграр. політики та прод. України ; Подільський державний агротехнічний університет ; Миколаївський національний аграрний університет. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 70-72.

²⁵ Коваленко О. А., Киндилевич А. Д., Федюк В. І. Вплив рістрегулюючих речовин на продуктивність ячменю ярого за вирощування у ФГ «Аякс» Веселинівського району Миколаївської області. *Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни* : матеріали доп. 28-ї студ. наук.-теорет. конф., Миколаїв, 23-25 бер. 2016 р. Миколаїв : МНАУ, 2016. С. 37-39.

Таблиця 5

**Урожайність зерна ячменю ярого залежно від удобрення,
передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення
біопрепаратами (середнє за 2015-2017 рр.)**

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Урожайність, т/га							
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє за 2015-2017 рр.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє за 2015-2017 рр.
Без позакореневого підживлення (фактор С)					Позакореневе підживлення біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р			
Без добрив (фактор А)								
Контроль (Обробка водою 10 л/т)	2,56	2,62	2,65	2,61	2,78	2,88	2,91	2,85
Азотофіт	2,72	2,80	2,82	2,78	2,94	3,05	3,08	3,02
Біокомплекс-БТУ-р	2,90	2,95	2,96	2,94	3,07	3,21	3,26	3,18
Органік-баланс	3,11	3,21	3,24	3,19	3,22	3,36	3,42	3,33
Середнє по фактору В	2,82	2,90	2,92	2,88	3,00	3,13	3,17	3,10
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)								
Контроль (Обробка водою 10 л/т)	3,29	3,35	3,38	3,34	3,40	3,51	3,53	3,48
Азотофіт	3,47	3,50	3,60	3,54	3,59	3,70	3,72	3,67
Біокомплекс-БТУ-р	3,60	3,75	3,77	3,71	3,74	3,85	3,86	3,82
Органік-баланс	3,81	3,92	3,95	3,89	3,88	3,99	4,00	3,96
Середнє по фактору В	3,54	3,63	3,68	3,62	3,65	3,76	3,78	3,73
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)								
Контроль (Обробка водою 10 л/т)	3,34	3,43	3,46	3,41	3,46	3,52	3,57	3,52
Азотофіт	3,52	3,62	3,66	3,60	3,62	3,71	3,74	3,69
Біокомплекс-БТУ-р	3,67	3,78	3,81	3,75	3,77	3,86	3,89	3,84
Органік-баланс	3,86	3,95	3,99	3,93	3,92	4,00	4,05	3,99
Середнє по фактору В	3,60	3,70	3,73	3,67	3,69	3,77	3,81	3,76

Таким чином, як у варіантах з удобренням, так у варіантах з позакореневим підживленням в роки досліджень кращим біопрепаратом для передпосівної обробки насіння був Органік-баланс, за обробки яким сформовано урожайність зерна від 2,56 т/га (2015 р.) до 4,05 т/га (2017 р.).

Позакореневе підживлення посівів ячменю ярого сорту Сталкер вплинуло на підвищення урожайності зерна рослин ячменю ярого в середньому на 7,6 % у контрольному варіанті без добрив, 3,0 – у варіанті з добривами N₄₅P₄₅K₁₅ та на 2,5 % у варіанті N₄₅P₄₅K₁₅ + сидерат, ніж без позакореневого підживлення.

Усі досліджувані біопрепарати для передпосівної обробки насіння ячменю ярого сприяли підвищенню врожайності зерна на 6,5-22,2 % (варіант без добрив); на 6,0-16,5 % (N₄₅P₄₅K₁₅); на 5,8-15,2 % без позакореневого підживлення. Аналогічно прослідковується підвищення врожайності від передпосівної обробки насіння біопрепаратами досліджуваної культури і у варіантах з позакореневим підживленням: на 6,0-16,8 % (варіант без добрив); на 5,5-13,8 % (N₄₅P₄₅K₁₅); на 4,8-13,4 %.

3. Економічна та енергетична оцінка досліджуваних елементів технології вирощування ячменю ярого

В основі визначення вартості валової продукції знаходиться величина урожайності, у зв'язку з чим логічно прослідковується закономірність формування максимальних величин вартості валової продукції на варіантах з вищою урожайністю зерна ячменю ярого сорту Сталкер.

Середні показники вартості валової продукції упродовж 2015-2017 рр. варіювали в межах 16,4-25,1 тис. грн/га залежно від досліджуваних факторів (Табл. 6).

Таблиця 6

Вартість валової продукції та валові витрати ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2015-2017 рр.), тис. грн/га

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрення (фактор А)			Середнє (фактор В)	Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат		
1	2	3	4	5	6
Без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом (фактор С)					
Контроль (Обробка насіння водою)	<u>16,4</u> 6,6	<u>21,0</u> 9,9	<u>21,5</u> 10,7	<u>19,7</u> 9,1	<u>21,4</u> 9,3
Азотофіт	<u>17,5</u> 6,9	<u>22,2</u> 10,1	<u>22,7</u> 10,9	<u>20,8</u> 9,3	
Біокомплекс-БТУ-р	<u>18,5</u> 7,0	<u>23,4</u> 10,3	<u>23,7</u> 11,0	<u>21,8</u> 9,4	

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
Органік-баланс	$\frac{20,1}{7,0}$	$\frac{24,5}{10,3}$	$\frac{24,8}{11,1}$	$\frac{23,1}{9,5}$	
Середнє	$\frac{18,1}{6,9}$	$\frac{22,8}{10,2}$	$\frac{23,1}{10,9}$	$\frac{21,4}{9,3}$	
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)					
Контроль	$\frac{18,0}{7,5}$	$\frac{21,9}{10,7}$	$\frac{22,2}{11,5}$	$\frac{20,7}{9,9}$	
Азотофіт	$\frac{19,1}{7,8}$	$\frac{23,1}{10,9}$	$\frac{23,3}{11,7}$	$\frac{21,8}{10,1}$	
Біокомплекс-БТУ-р	$\frac{20,0}{7,9}$	$\frac{24,1}{11,0}$	$\frac{24,2}{11,8}$	$\frac{22,8}{10,2}$	$\frac{22,2}{10,1}$
Органік-баланс	$\frac{21,0}{7,9}$	$\frac{24,9}{11,1}$	$\frac{25,1}{11,9}$	$\frac{23,7}{10,3}$	
Середнє	$\frac{19,5}{7,8}$	$\frac{23,5}{10,9}$	$\frac{23,7}{11,7}$	$\frac{22,2}{10,1}$	
Середнє (фактор А)	$\frac{18,8}{7,3}$	$\frac{23,1}{10,5}$	$\frac{23,4}{11,3}$	$\frac{21,8}{9,7}$	

*Примітка: чисельник – вартість валової продукції ячменю ярого, грн./га; знаменник – валові витрати на вирощування ячменю ярого, грн./га

Мінімальну вартість валової продукції (16,1 тис. грн/га) зафіксовано у 2015 р. на контрольному варіанті без використання добрив, біопрепаратів для передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, а максимальну (25,5 тис. грн/га) – у 2017 р. у варіанті з удобренням $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат, передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс та позакореневим підживленням Біокомплекс-БТУ-р (Табл. 7).

Позакореневе підживлення посівів підвищувало вартість валової продукції ячменю ярого в середньому за роки з 21,4 до 22,2 тис. грн/га.

Таблиця 7

Вплив добрив та обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведенням, та без позакореневого підживлення на вартість валової продукції ячменю ярого сорту Сталкер за 2015-2017 рр., тис. грн/га

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Рік досліджень				± до контролю	
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	тис. грн/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Без добрив (фактор А)						
Контроль	<u>16,1*</u> 17,5	<u>16,5</u> 18,1	<u>16,7</u> 18,3	<u>16,4</u> 18,0	-	-
Азотофіт	<u>17,1</u> 18,5	<u>17,6</u> 19,2	<u>17,8</u> 19,4	<u>17,5</u> 19,0	<u>1,1</u> 1,1	<u>6,5</u> 5,8
Біокомплекс-БТУ-р	<u>18,3</u> 19,3	<u>18,6</u> 20,2	<u>18,6</u> 20,5	<u>18,5</u> 20,0	<u>2,1</u> 2,0	<u>12,5</u> 11,3
Органік-баланс	<u>19,6</u> 20,3	<u>20,2</u> 21,2	<u>20,4</u> 21,5	<u>20,1</u> 21,0	<u>3,6</u> <u>3,0</u>	<u>22,1</u> 16,7
Середнє за роками	<u>17,8</u> 18,9	<u>18,2</u> 19,7	<u>18,4</u> <u>20,0</u>	<u>18,1</u> 19,5	<u>1,7</u> 1,5	<u>10,3</u> 8,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)						
Контроль	<u>20,7</u> 21,4	<u>21,1</u> 22,1	<u>21,3</u> 22,2	<u>21,0</u> 21,9	-	-
Азотофіт	<u>21,9</u> 22,6	<u>22,1</u> 23,3	<u>22,7</u> 23,4	<u>22,2</u> 23,1	<u>1,2</u> 1,2	<u>5,5</u> 5,5
Біокомплекс-БТУ-р	<u>22,7</u> 23,6	<u>23,6</u> 24,3	<u>23,8</u> 24,3	<u>23,4</u> 24,0	<u>2,3</u> 2,1	<u>11,0</u> 9,7
Органік-баланс	<u>24,0</u> 24,4	<u>24,7</u> 25,1	<u>24,9</u> 25,2	<u>24,5</u> 24,9	<u>3,5</u> 3,0	<u>16,6</u> 13,7
Середнє за роками	<u>22,3</u> 23,0	<u>22,9</u> 23,7	<u>23,2</u> 23,8	<u>22,8</u> 23,5	<u>1,7</u> 1,6	<u>8,3</u> 7,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	<u>21,0</u> 21,8	<u>21,6</u> 22,2	<u>21,8</u> 22,5	<u>21,5</u> 22,2	-	-

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7
Азотофіт	<u>22,2</u> 22,8	<u>22,8</u> 23,4	<u>23,1</u> 23,6	<u>22,7</u> 23,2	<u>1,2</u> 1,1	<u>5,6</u> 4,9
Біокомплекс-БТУ-р	<u>23,1</u> 23,8	<u>23,8</u> 24,3	<u>24,0</u> 24,5	<u>23,6</u> 24,2	<u>2,2</u> 2,0	<u>10,1</u> 9,2
Органік-баланс	<u>24,3</u> 24,7	<u>24,9</u> 25,2	<u>25,1</u> 25,5	<u>24,8</u> 25,1	<u>3,3</u> 3,0	<u>15,3</u> 13,5
Середнє за роками	<u>22,7</u> 23,3	<u>23,3</u> 23,8	<u>23,5</u> 24,0	<u>23,1</u> 23,7	<u>1,7</u> 1,5	<u>7,7</u> 6,9

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореним підживленням біопрепаратом.

Визначено, що валові витрати при вирощуванні ячменю ярого сорту Сталкер у варіантах без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р варіювали в межах 6,6-11,9 тис. грн/га залежно від року та факторів досліджень (Табл. 8).

Суттєвий вплив на формування високих значень валових витрат мав фактор А – удобрення. Так, в середньому за 2015-2017 рр. валові витрати при вирощуванні ячменю ярого сорту Сталкер у варіанті з удобренням $N_{45}P_{45}K_{15}$ коливалися від 9,9 до 10,3 тис. грн/га, а у поєднанні з сидератом підвищувався до 10,7–11,1 тис. грн/га, що на 50,0-47,1 % та 62,1-58,6 % більше, ніж у контрольного варіанту (без добрив).

Використання біопрепарату Біокомплекс-БТУ-р в якості позакореневого підживлення призвело до зростання даного показника від 7,5 тис. грн/га (контроль – без добрив, без передпосівної обробки насіння біопрепаратами) до 11,9 тис. грн/га у варіантах з удобренням у поєднанні з сидератом ($N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат) з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс (Табл. 8).

Собівартість продукції представляє собою грошовий вираз витрат підприємства на виробництво та реалізацію продукції. Цей комплексний економічний показник об'єднує в собі витрати матеріалізованої та живої праці, а також від нього залежить кінцевий показник діяльності підприємств – прибутковість.

Таблиця 8

Вплив добрив та обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведенням, та без позакореневого підживлення на валові витрати при вирощування ячменю ярого сорту Сталкер за 2015-2017 рр., тис. грн/га

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Рік досліджень				± до контролю	
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	тис. грн/га	%
Без добрив (фактор А)						
Контроль	$\frac{6,6^*}{7,5}$	$\frac{6,6}{7,6}$	$\frac{6,7}{7,6}$	$\frac{6,6}{7,5}$	-	-
Азотофіт	$\frac{6,8}{7,7}$	$\frac{6,9}{7,8}$	$\frac{6,9}{7,8}$	$\frac{6,9}{7,8}$	$\frac{0,3}{0,3}$	$\frac{3,8}{3,4}$
Біокомплекс-БТУ-р	$\frac{6,9}{7,8}$	$\frac{7,0}{7,9}$	$\frac{7,0}{7,9}$	$\frac{7,0}{7,9}$	$\frac{0,4}{0,3}$	$\frac{5,5}{4,4}$
Органік-баланс	$\frac{7,0}{7,9}$	$\frac{7,1}{7,9}$	$\frac{7,1}{8,0}$	$\frac{7,0}{7,9}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{6,3}{5,0}$
Середнє за роками	$\frac{6,8}{7,7}$	$\frac{6,9}{7,8}$	$\frac{6,9}{7,8}$	$\frac{6,9}{7,8}$	$\frac{0,3}{0,2}$	$\frac{3,9}{3,2}$
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)						
Контроль	$\frac{9,8}{10,6}$	$\frac{9,9}{10,7}$	$\frac{9,9}{10,7}$	$\frac{9,9}{10,7}$	-	-
Азотофіт	$\frac{10,1}{10,9}$	$\frac{10,1}{10,9}$	$\frac{10,2}{10,9}$	$\frac{10,1}{10,9}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{2,1}{2,0}$
Біокомплекс-БТУ-р	$\frac{10,2}{11,0}$	$\frac{10,3}{11,1}$	$\frac{10,3}{11,1}$	$\frac{10,3}{11,0}$	$\frac{0,4}{0,3}$	$\frac{3,5}{3,2}$
Органік-баланс	$\frac{10,3}{11,1}$	$\frac{10,3}{11,1}$	$\frac{10,3}{11,1}$	$\frac{10,3}{11,1}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{4,1}{3,8}$
Середнє за роками	$\frac{10,1}{10,9}$	$\frac{10,2}{10,9}$	$\frac{10,2}{11,0}$	$\frac{10,1}{10,9}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{2,4}{2,2}$
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	$\frac{10,6}{11,4}$	$\frac{10,7}{11,5}$	$\frac{10,8}{11,5}$	$\frac{10,7}{11,5}$	-	-
Азотофіт	$\frac{10,8}{11,7}$	$\frac{10,9}{11,7}$	$\frac{10,9}{11,7}$	$\frac{10,9}{11,7}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{2,0}{1,9}$
Біокомплекс-БТУ-р	$\frac{11,0}{11,8}$	$\frac{11,0}{11,8}$	$\frac{11,1}{11,8}$	$\frac{11,0}{11,8}$	$\frac{0,3}{0,3}$	$\frac{3,3}{3,0}$
Органік-баланс	$\frac{11,1}{11,9}$	$\frac{11,2}{11,9}$	$\frac{11,2}{11,9}$	$\frac{11,1}{11,9}$	$\frac{0,5}{0,4}$	$\frac{4,3}{3,7}$
Середнє за роками	$\frac{10,9}{11,7}$	$\frac{11,0}{11,7}$	$\frac{11,0}{11,7}$	$\frac{10,9}{11,7}$	$\frac{0,3}{0,2}$	$\frac{2,4}{2,2}$

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореним підживленням біопрепаратом.

Визначено, що вища собівартість продукції ячменю ярого сорту Сталкер (3263 грн/т) сформовано у варіантах з удобренням $N_{45}P_{45}K_{15}$ + сидерат, з передпосівною обробкою насіння бактеріальним препаратом Азотофіт та позакореневими підживленнями біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р (Табл. 9). Додаткові витрати пов'язані з застосуванням груп бактеріальних препаратів або застосування мінеральних добрив (цей показник особливо витратний) призводило до підвищення собівартості продукції культури.

Мінімальна собівартість продукції (2210 грн/т) сформовано у контрольному варіанті (без добрив) з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс, без застосування позакореневих підживлень. Використання мінеральних добрив сприяло підвищенню рівня собівартості продукції до 2807–2981 грн/т (Табл. 9).

Таблиця 9

Вплив добрив та обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведенням, та без позакореневого підживлення на собівартість продукції ячменю ярого сорту Сталкер за 2015-2017 рр., грн/т

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Рік досліджень				± до контролю	
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	грн/т	%
1	2	3	4	5	6	7
Без добрив (фактор А)						
Контроль	<u>2564</u> 2694	<u>2538</u> 2622	<u>2516</u> 2604	<u>2539</u> 2640	-	-
Азотофіт	<u>2486</u> 2629	<u>2473</u> 2561	<u>2463</u> 2549	<u>2474</u> 2579	<u>-65</u> -61	<u>-2,6</u> -2,3
Біокомплекс-БТУ-р	<u>2387</u> 2552	<u>2378</u> 2455	<u>2376</u> 2420	<u>2380</u> 2476	<u>-159</u> -164	<u>-6,3</u> -6,2
Органік-баланс	<u>2239</u> 2443	<u>2197</u> 2359	<u>2194</u> 2328	<u>2210</u> 2377	<u>-329</u> -263	<u>-13,0</u> -10,0
Середнє за роками	<u>2419</u> 2580	<u>2397</u> 2499	<u>2387</u> 2475	<u>2401</u> 2518	<u>-138</u> -122	<u>-5,4</u> -4,6
$N_{45}P_{45}K_{15}$ (фактор А)						
Контроль	<u>2988</u> 3131	<u>2963</u> 3052	<u>2942</u> 3040	<u>2964</u> 3075	-	-
Азотофіт	<u>2900</u> 3028	<u>2887</u> 2950	<u>2824</u> 2940	<u>2870</u> 2972	<u>-94</u> -102	<u>-3,2</u> -3,3
Біокомплекс-БТУ-р	<u>2834</u> 2940	<u>2739</u> 2871	<u>2727</u> 2869	<u>2767</u> 2893	<u>-198</u> -181	<u>-6,7</u> -5,9
Органік-баланс	<u>2694</u> 2852	<u>2631</u> 2784	<u>2618</u> 2785	<u>2648</u> 2807	<u>-317</u> -267	<u>-10,7</u> -8,7
Середнє за роками	<u>2854</u> 2988	<u>2805</u> 2914	<u>2778</u> 2909	<u>2812</u> 2937	<u>-152</u> -138	<u>-5,1</u> -4,5

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6	7
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	3176	3116	3109	3134	-	-
	3301	3265	3222	3263		
Азотофіт	3080	3015	2989	3028	-106	-3,4
	3225	3153	3131	3170	-93	-2,8
Біокомплекс-БТУ-р	2995	2923	2903	2940	-193	-6,2
	3126	3062	3044	3077	-185	-5,7
Органік-баланс	2868	2827	2806	2834	-300	-9,6
	3023	2974	2946	2981	-281	-8,6
Середнє за роками	3030	2970	2951	2984	-150	-4,8
	3169	3114	3086	3123	-140	-4,3

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореневим підживленням біопрепаратом.

Одним із показників економічної ефективності від вирощування сільськогосподарської культури є умовний чистий прибуток, який представляє собою результат вирахування накладних витрат і суми амортизаційних відрахувань з валового прибутку (Табл. 10).

Умовний чистий прибуток вирощування ячменю ярого сорту Сталкер в середньому за роки досліджень варіював від 9,8 до 14,2 тис. грн/га у варіантах без позакореневого підживлення та в межах 10,5–13,8 тис. грн/га за умов позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р.

У роки проведення досліджень досліджуваний показник варіював від 9,6 у 2015 р. до 14,5 тис. грн/га у 2017 р. у варіантах без позакореневого підживлення та в межах від 10,0 (2015 р.) до 14,1 тис. грн/га (2017 р.) у варіантах з позакореневим підживлення Біокомплекс-БТУ-р (Табл. 10).

Таблиця 10

Вплив добрив та обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведенням, та без позакореневого підживлення на умовний чистий прибуток вирощування ячменю ярого за 2015-2017 рр., тис. грн/га

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Рік досліджень				± до контролю	
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	тис. грн/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Без добрив (фактор А)						
Контроль	9,6*	9,9	10,0	9,8	-	-
	10,0	10,6	10,8	10,5		
Азотофіт	10,4	10,7	10,8	10,6	0,8	8,3
	10,8	11,4	11,6	11,3	0,8	7,6
Біокомплекс-БТУ-р	11,3	11,6	11,6	11,5	1,7	17,3
	11,5	12,3	12,6	12,2	1,7	16,3

Продовження таблиці 10

1	2	3	4	5	6	7
Органік-баланс	12,6	13,2	13,3	13,0	3,2	32,8
	12,4	13,2	13,6	13,1	2,6	25,1
Середнє за роками	11,0	11,3	11,4	11,2	1,4	14,6
	11,2	11,9	12,1	11,7	1,3	12,3
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)						
Контроль	10,9	11,2	11,4	11,1	-	-
	10,8	11,4	11,5	11,2	-	-
Азотофіт	11,8	11,9	12,5	12,1	0,9	8,5
	11,7	12,4	12,5	12,2	1,0	8,8
Біокомплекс-БТУ-р	12,5	13,4	13,5	13,1	2,0	17,6
	12,6	13,2	13,2	13,0	1,8	15,8
Органік-баланс	13,7	14,4	14,5	14,2	3,1	27,6
	13,4	14,0	14,1	13,8	2,6	23,1
Середнє за роками	12,2	12,7	13,0	12,6	1,5	13,4
	12,1	12,8	12,8	12,6	1,3	11,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	10,4	10,9	11,0	10,8	-	-
	10,4	10,7	11,0	10,7	-	-
Азотофіт	11,3	11,9	12,1	11,8	1,0	9,1
	11,1	11,7	11,9	11,6	0,9	8,1
Біокомплекс-БТУ-р	12,1	12,8	12,9	12,6	1,8	16,8
	12,0	12,5	12,7	12,4	1,7	15,9
Органік-баланс	13,2	13,7	13,9	13,6	2,8	26,3
	12,8	13,3	13,6	13,2	2,6	24,0
Середнє за роками	11,8	12,3	12,5	12,2	1,4	13,0
	11,6	12,0	12,3	12,0	1,3	12,0

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореневим підживленням біопрепаратом.

Максимальний умовно чистий прибуток (14,2 тис. грн/га) отримано на варіанті з внесенням мінеральних добрив (N₄₅P₄₅K₁₅) та обробкою насіння Органік-баланс, урожайність зерна ячменю ярого при цьому становила 3,89 т/га (див. Табл. 11).

Таблиця 11

Собівартість вирощеної продукції ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, (середнє за 2015-2017 рр.), грн/т

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрення (фактор А)			Середнє (фактор В)	Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат		
1	2	3	4	5	6
Без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом (фактор С)					
Контроль	2539	2964	3134	2879	2732
	9800	11100	10800	10600	
Азотофіт	2474	2870	3028	2791	12,0
	10600	12,1	11,8	11,5	

Продовження таблиці 11

1	2	3	4	5	6
Біокомплекс-БТУ-р	<u>2380</u> 11,5	<u>2767</u> 13,1	<u>2940</u> 12,6	<u>2696</u> 12,4	
Органік-баланс	<u>2210</u> 13,0	<u>2648</u> 14,2	<u>2834</u> 13,6	<u>2564</u> 13,6	
Середнє	<u>2401</u> 11,2	<u>2812</u> 12,6	<u>2984</u> 12,2	<u>2732</u> 12,0	
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)					
Контроль	<u>2640</u> 10,5	<u>3075</u> 11,2	<u>3263</u> 10,7	<u>2993</u> 10,8	2859 12,1
Азотофіт	<u>2579</u> 11,3	<u>2972</u> 12,2	<u>3170</u> 11,6	<u>2907</u> 11,7	
Біокомплекс-БТУ-р	<u>2476</u> 12,2	<u>2893</u> 13,0	<u>3077</u> 12,4	<u>2815</u> 12,5	
Органік-баланс	<u>2377</u> 13,1	<u>2807</u> 13,8	<u>2981</u> 13,2	<u>2722</u> 13,4	
Середнє	<u>2518</u> 11,8	<u>2937</u> 12,6	<u>3123</u> 12,0	<u>2859</u> 12,1	
Середнє (фактор А)	<u>2459</u> 11,5	<u>2875</u> 12,6	<u>3053</u> 12,1	<u>2796</u> 12,1	

*Примітка: чисельник – собівартість продукції ячменю ярого, грн./т; знаменник – умовний чистий прибуток при вирощуванні ячменю ярого, грн./га

Мінімальні величини умовного чистого прибутку (9,8-10,5 тис. грн/га) відмічено у контрольних варіантах без удобрення та передпосівної обробки насіння біопрепаратами, що обумовлено низькою урожайністю зерна ячменю ярого, високими валовими витратами та собівартістю продукції (Табл.10-11).

Рівень рентабельності вирощування ячменю ярого сорту Сталкер без обробки посівів препаратом у середньому за роки досліджень (2015-2017 рр.) варіює в межах 101,1–185,1% (Табл. 12).

Таблиця 12

Рівень рентабельності вирощування ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, (середнє за 2015-2017 рр.), %

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрення (фактор А)			Середнє (фактор В)	Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат		
1	2	3	4	5	6
Без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом (фактор С)					
Контроль	148,1	112,5	101,1	120,6	133,0
Азотофіт	154,6	119,5	108,1	127,4	

Продовження таблиці 12

1	2	3	4	5	6
Біокомплекс-БТУ-р	164,7	127,8	114,3	135,6	
Органік-баланс	185,1	138,0	122,4	148,5	
Середнє	163,1	124,5	111,5	133,0	
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)					
Контроль	138,7	104,9	93,1	112,2	122,5
Азотофіт	144,3	112,0	98,8	118,4	
Біокомплекс-БТУ-р	154,6	117,8	104,7	125,7	
Органік-баланс	165,2	124,5	111,3	133,7	
Середнє	150,7	114,8	102,0	122,5	
Середнє (фактор А)	156,9	119,6	106,7	127,8	

Вищий рівень рентабельності (148,1–185,1%) зафіксовано у варіантах без застосування добрив та позакореневого підживлення, що пояснюється відсутністю додаткових витрат на добрива та біопрепарат, а нижчий – 93,1-111,3 % у варіантах із застосуванням добрив у поєднанні з сидератом та позакореневого підживлення біопрепаратом.

Рівень рентабельності вирощування ячменю ярого сорту Сталкер без обробки посівів препаратом у середньому варіює в межах 101,1–185,1%. Найвищі середні результати (148,1–185,1%) зафіксовані на варіантах без застосування добрив, що пояснюється відсутністю додаткових витрат на удобрення. Максимальний рівень рентабельності (187,2%) отримано на варіанті з використання препарату Органік-баланс, який позитивно вплинув на формування урожайності (Табл. 13).

У роки проведення досліджень максимальний рівень рентабельності (187,2 %) отримано у 2017 р. у контрольному варіанті без добрив та позакореневого підживлення з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс, що позитивно вплинуло на формування урожайності (табл. 13).

Нижчий рівень рентабельності (90,9-108,4 %) отримано у 2015 р. у варіантах з внесенням добрив у поєднанні з сидератом та з позакореневим підживленням біопрепаратом.

Аналізуючи шляхи приходу енергії, слід зазначити, що основною продукцією, заради якої вирощують ячмінь ярий є зерно. Показники урожайності зерна ячменю ярого сорту Сталкер формують величину приходу енергії з урожаєм. У результаті проведених нами розрахунків були отримані величини надходження валової енергії, які варіювали в межах 42,9-65,6 ГДж/га (табл. 14).

Таблиця 13

Вплив добрив та обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведенням, та без позакореневого підживлення на рівень рентабельності вирощування ячменю ярого сорту Сталкер за 2015-2017 рр., %

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Рік досліджень				± до контролю, %	Середнє по фактору А
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє		
Без добрив (фактор А)						
Контроль	<u>145,7</u> 133,8	<u>148,2</u> 140,3	<u>150,4</u> 141,9	<u>148,1</u> 138,7	-	163,1 150,7
Азотофіт	<u>153,4</u> 139,7	<u>154,7</u> 146,0	<u>155,7</u> 147,2	<u>154,6</u> 144,3	<u>6,5</u> 5,6	
Біокомплекс-БТУ-р	<u>163,9</u> 146,8	<u>164,9</u> 156,7	<u>165,2</u> 160,3	<u>164,7</u> 154,6	<u>16,5</u> 15,9	
Органік-баланс	<u>181,3</u> 157,9	<u>186,7</u> 167,0	<u>187,2</u> 170,6	<u>185,1</u> 165,2	<u>37,0</u> 26,5	
Середнє за роками	<u>161,1</u> 144,6	<u>163,7</u> 152,5	<u>164,6</u> 155,0	<u>163,1</u> 150,7	<u>15,0</u> 12,0	
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)						
Контроль	<u>110,8</u> 101,2	<u>112,6</u> 106,4	<u>114,1</u> 107,2	<u>112,5</u> 104,9	-	124,5 114,8
Азотофіт	<u>117,2</u> 108,1	<u>118,2</u> 113,6	<u>123,1</u> 114,3	<u>119,5</u> 112,0	<u>7,0</u> 7,0	
Біокомплекс-БТУ-р	<u>122,3</u> 114,3	<u>130,0</u> 119,5	<u>131,0</u> 119,6	<u>127,8</u> 117,8	<u>15,3</u> 12,8	
Органік-баланс	<u>133,9</u> 120,9	<u>139,4</u> 126,3	<u>140,6</u> 126,2	<u>138,0</u> 124,5	<u>25,5</u> 19,5	
Середнє за роками	<u>121,1</u> 111,1	<u>125,1</u> 116,4	<u>127,2</u> 116,8	<u>124,5</u> 114,8	<u>11,9</u> 9,8	
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	<u>98,3</u> 90,9	<u>102,2</u> 93,0	<u>102,7</u> 95,5	<u>101,1</u> 93,1	-	111,5 102,0
Азотофіт	<u>104,5</u> 95,3	<u>108,9</u> 99,8	<u>110,8</u> 101,2	<u>108,1</u> 98,8	<u>7,0</u> 5,7	
Біокомплекс-БТУ-р	<u>110,3</u> 101,5	<u>115,5</u> 105,7	<u>117,0</u> 106,9	<u>114,3</u> 104,7	<u>13,2</u> 11,6	
Органік-баланс	<u>119,7</u> 108,4	<u>122,9</u> 111,8	<u>124,5</u> 113,8	<u>122,4</u> 111,3	<u>21,3</u> 18,2	
Середнє за роками	<u>108,2</u> 99,0	<u>112,4</u> 102,6	<u>113,8</u> 104,4	<u>111,5</u> 102,0	<u>10,4</u> 8,9	

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореневим підживленням біопрепаратом.

Таблиця 14

Надходження валової енергії ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, (середнє за 2015-2017 рр.), ГДж/га

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрення (фактор А)			Середнє (фактор В)	Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат		
Без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом (фактор С)					
Контроль	<u>42,9</u>	<u>55,0</u>	<u>56,1</u>	<u>51,3</u>	55,8 12,2
	11,1	11,9	12,8	11,9	
Азотофіт	<u>45,7</u>	<u>58,0</u>	<u>59,2</u>	<u>54,3</u>	
	11,3	12,1	13,0	12,2	
Біокомплекс-БТУ-р	<u>48,3</u>	<u>61,0</u>	<u>61,8</u>	<u>57,0</u>	
	11,6	12,3	13,3	12,4	
Органік-баланс	<u>52,4</u>	<u>64,1</u>	<u>64,7</u>	<u>60,4</u>	
	11,6	12,4	13,4	12,5	
Середнє	<u>47,4</u>	<u>59,5</u>	<u>60,4</u>	<u>55,8</u>	
	11,4	12,2	13,1	12,2	
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)					
Контроль	<u>47,0</u>	<u>57,3</u>	<u>57,9</u>	<u>54,0</u>	58,1 13,0
	11,8	12,7	13,6	12,7	
Азотофіт	<u>49,7</u>	<u>60,4</u>	<u>60,7</u>	<u>56,9</u>	
	12,0	12,9	13,8	12,9	
Біокомплекс-БТУ-р	<u>52,3</u>	<u>62,8</u>	<u>63,2</u>	<u>59,4</u>	
	12,2	13,1	14,0	13,1	
Органік-баланс	<u>54,8</u>	<u>65,1</u>	<u>65,6</u>	<u>61,9</u>	
	12,3	13,2	14,2	13,2	
Середнє	<u>51,0</u>	<u>61,4</u>	<u>61,8</u>	<u>58,1</u>	
	12,1	13,0	13,9	13,0	
Середнє (фактор А)	<u>49,2</u>	<u>60,4</u>	<u>61,1</u>	<u>56,9</u>	
	11,7	12,6	13,5	12,6	

*Примітка: чисельник – надходження валової енергії з продукцією ячменю ярого, ГДж./га; знаменник – сукупні витрати енергії при вирощуванні ячменю ярого, ГДж./га

Визначено, що більше на цей показник впливав фактор А (Удобрення). Так, надходження валової енергії в середньому за три роки досліджень у варіантах з удобренням N₄₅P₄₅K₁₅ та N₄₅P₄₅K₁₅ + сидерат без передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення біопрепаратами становило від 55,0 до 56,1 ГДж/га, що на 28,2 та 30,8 % більше, ніж у контрольного варіанту (без добрив, без передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень біопрепаратами).

Менший приріст валової енергії ячменю ярого спостерігався у варіантах фактору В (Передпосівна обробка насіння біопрепаратами) – від 45,7 до 52,4 ГДж/га, що на 6,5-22,1 % перевищує контроль.

Надходження енергії з продукцією ячменю ярого змінювалося і за роками досліджень від 42,12 ГДж/га (2015 р.) до 65,64 ГДж/га (2017 р.) у варіантах без позакореневого підживлення за умов удобрення у поєднанні з сидератом та обробки насіння біопрепаратом Органік-баланс (табл. 15).

У варіантах з позакореним підживленням біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р прихід енергії був вищим – від 45,74 ГДж/га (2015 р.) до 66,63 ГДж/га (2017 р.).

Можна зробити висновок, що на ділянках з максимальною урожайністю зерна ячменю ярого отримано найвищі показники надходження валової енергії (див. табл. 14-15).

Сукупні витрати енергії вирощування сільськогосподарської культури включають витрати на використання машин, обладнання, ручної праці, насіння, води, добрив, біопрепаратів. Чим більше використовується допоміжних елементів у технології вирощування культури, тим більш енерговитратною вона стає^{26,27,28,29}.

Таблиця 15

Надходження енергії з продукцією ячменю ярого залежно від добрив та обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведнням, та без позакореневого підживлення за 2015-2017 рр., ГДж/га

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Рік досліджень				± до контролю	
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	ГДж/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Без добрив (фактор А)						
Контроль	42,12	43,10	43,60	42,94	-	-
	45,74	47,38	47,87	47,00		
Азотофіт	44,75	46,07	46,39	45,74	2,80	6,51
	48,37	50,18	50,67	49,74	2,74	5,83
Біокомплекс-БТУ-р	47,71	48,53	48,70	48,31	5,37	12,52
	50,51	52,81	53,63	52,32	5,32	11,32
Органік-баланс	51,17	52,81	53,30	52,43	9,49	22,09
	52,97	55,28	56,27	54,84	7,84	16,69

²⁶ Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

²⁷ Голубева Т. С., Колос І. В. Методологічні підходи до оцінки ефективності діяльності підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. 2006. № 5 (59). С. 66–71.

²⁸ Нормативно-методичний довідник по обґрунтуванню виробничих затрат в зерновому господарстві Степу України / А. В. Черенков та ін.; за ред. А. В. Черенкова, В. С. Рибки. Дніпро : ДУ Інститут зернових культур НААН Країни, 2017. 243 с.

²⁹ Наумов Ю. Ф., Усенко А. В. Енергоспоживання в Україні. Організаційно-економічні проблеми АПК : кол. моногр. у 4 ч. ; за ред. П. Т. Саблука. Київ : ІАЕ, 2001. С. 321-323.

Продовження таблиці 15

1	2	3	4	5	6	7
Середнє за роками	46,44	47,63	48,00	47,35	4,41	10,28
	49,40	51,41	52,11	50,97	3,98	8,46
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)						
Контроль	54,13	55,11	55,61	54,95	-	-
	55,94	57,75	58,07	57,25		
Азотофіт	57,09	57,58	59,23	57,97	3,02	5,49
	59,06	60,87	61,20	60,38	3,13	5,46
Біокомплекс-БТУ-р	59,23	61,69	62,02	60,98	6,03	10,98
	61,53	63,34	63,50	62,79	5,54	9,67
Органік-баланс	62,68	64,49	64,98	64,05	9,10	16,57
	63,83	65,64	65,81	65,09	7,84	13,70
Середнє за роками	58,28	59,72	60,46	59,49	4,54	8,26
	60,09	61,90	62,15	61,38	4,13	7,21
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	54,95	56,43	56,92	56,10	-	-
	56,92	57,91	58,73	57,86		
Азотофіт	57,91	59,56	60,21	59,23	3,13	5,57
	59,56	61,04	61,53	60,71	2,85	4,93
Біокомплекс-БТУ-р	60,38	62,19	62,68	61,75	5,65	10,07
	62,02	63,50	64,00	63,17	5,32	9,19
Органік-баланс	63,50	64,98	65,64	64,71	8,61	15,35
	64,49	65,81	66,63	65,64	7,79	13,46
Середнє за роками	59,19	60,79	61,37	60,45	4,35	7,75
	60,75	62,06	62,72	61,85	3,99	6,90

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореневим підживленням біопрепаратом.

У результаті проведених досліджень визначено середні за 2015-2017 рр. сукупні витрати енергії на вирощування ячменю ярого сорту Сталкер, які залежали від досліджуваних факторів і становили від 11,1 ГДж/га (контроль) до 14,2 ГДж/га у варіанті з удобренням N₄₅P₄₅K₁₅ + сидерат, передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс та позакореневим підживленням (табл. 16).

Аналізуючи сукупні витрати енергії на вирощування ячменю ярого за використання біопрепаратів для передпосівної обробки насіння нижчі показники (11,3-13,6 ГДж/га) були у варіантах з Азотофіт, дещо вищими (11,6-14,0 ГДж/га) у варіантах з Біокомплекс-БТУ-р та найбільш високими (11,6-14,2 ГДж/га) вони були за використання біопрепарату Органік-баланс¹.

Визначено, що контрольний варіант без внесення добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення препаратами характеризується мінімальним значенням сукупних витрат енергії – від 10,99 ГДж/га (2015 р.) до 11,15 ГДж/га (2017 р.).

Таблиця 16

Сукупні валові витрати енергії на вирощування ячменю ярого залежно від добрив, обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведенням, та без позакореневого підживлення за 2015-2017 рр., ГДж/га

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Роки досліджень				± до контролю	
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє	ГДж/га	%
Без добрив (фактор А)						
Контроль	<u>10,99</u>	<u>11,13</u>	<u>11,15</u>	<u>11,09</u>	-	-
	11,68	11,83	11,96	11,82		
Азотофіт	<u>11,16</u>	<u>11,42</u>	<u>11,45</u>	<u>11,34</u>	<u>0,25</u>	<u>2,26</u>
	11,94	12,06	12,12	12,04	0,22	1,86
Біокомплекс-БТУ-р	<u>11,44</u>	<u>11,59</u>	<u>11,61</u>	<u>11,55</u>	<u>0,46</u>	<u>4,13</u>
	12,14	12,20	12,22	12,19	0,37	3,13
Органік-баланс	<u>11,50</u>	<u>11,63</u>	<u>11,72</u>	<u>11,61</u>	<u>0,52</u>	<u>4,72</u>
	12,17	12,26	12,31	12,25	0,43	3,64
Середнє за роками	<u>11,27</u>	<u>11,44</u>	<u>11,48</u>	<u>11,40</u>	<u>0,31</u>	<u>2,78</u>
	11,98	12,09	12,15	12,07	0,25	2,12
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)						
Контроль	<u>11,80</u>	<u>11,94</u>	<u>11,97</u>	<u>11,90</u>	-	-
	12,63	12,73	12,76	12,71		
Азотофіт	<u>12,02</u>	<u>12,07</u>	<u>12,17</u>	<u>12,09</u>	<u>0,19</u>	<u>1,55</u>
	12,84	12,90	12,94	12,89	0,18	1,42
Біокомплекс-БТУ-р	<u>12,26</u>	<u>12,36</u>	<u>12,37</u>	<u>12,33</u>	<u>0,43</u>	<u>3,60</u>
	13,06	13,14	13,18	13,13	0,42	3,30
Органік-баланс	<u>12,33</u>	<u>12,41</u>	<u>12,45</u>	<u>12,40</u>	<u>0,50</u>	<u>4,17</u>
	13,15	13,21	13,26	13,21	0,50	3,93
Середнє за роками	<u>12,10</u>	<u>12,19</u>	<u>12,24</u>	<u>12,18</u>	<u>0,28</u>	<u>2,33</u>
	12,92	13,00	13,03	12,98	0,27	2,12
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)						
Контроль	<u>12,72</u>	<u>12,84</u>	<u>12,94</u>	<u>12,83</u>	-	-
	13,55	13,66	13,67	13,63		
Азотофіт	<u>12,94</u>	<u>13,05</u>	<u>13,08</u>	<u>13,02</u>	<u>0,19</u>	<u>1,49</u>
	13,80	13,83	13,85	13,83	0,20	1,47
Біокомплекс-БТУ-р	<u>13,20</u>	<u>13,28</u>	<u>13,30</u>	<u>13,26</u>	<u>0,43</u>	<u>3,32</u>
	14,00	14,05	14,08	14,04	0,41	3,01
Органік-баланс	<u>13,30</u>	<u>13,44</u>	<u>13,48</u>	<u>13,41</u>	<u>0,57</u>	<u>4,47</u>
	14,08	14,15	14,20	14,15	0,52	3,82
Середнє за роками	<u>13,04</u>	<u>13,15</u>	<u>13,20</u>	<u>13,13</u>	<u>0,30</u>	<u>2,32</u>
	13,86	13,92	13,95	13,91	0,28	2,05

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореневим підживленням біопрепаратом.

Вищими показниками сукупних валових витрат по відношенню до середніх за роками відмічався 2017 рік. За цього року ці показники були

більшими як по фактору А (Застосування добрив), так і по фактору В (Обробка біопрепаратами). Вирощування культури без позакореневого підживлення біопрепаратом та його застосування за цього року були також максимальними, від 11,15 до 13,48 ГДж/га і від 11,96 до 14,20 ГДж/га відповідно.

Використання бактеріальних препаратів для обробки насіння у поєднанні з удобренням підвищувало сукупні витрати до 13,4 ГДж/га, а у варіанті з позакореневим підживленням Біокомплекс-БТУ-р – до 14,2 ГДж/га.

Відомо, що кошторисом енергетичного аналізу в сільському господарстві є оптимізація енергетичних витрат на основі визначення співвідношення кількості енергії акумульованої в урожаї до кількості енергії, яка була затрачена на виробництво урожаю^{30,31,32,33}. Нашими дослідженнями встановлено, що енергетичний коефіцієнт вирощування ячменю ярого у середньому за 2015-2017 рр. був вищим (4,6-4,9) у варіантах з внесенням добрив, що на 12,2-19,5 % більше, ніж у варіантах без добрив (табл. 17-18).

Позакореневе підживлення біопрепаратами майже не впливало на енергетичний коефіцієнт вирощування ячменю ярого і становив в середньому 4,5 як у варіантах з підживленням, так і без нього².

Енергетичний коефіцієнт вирощування ярого ячменю сорту Сталкер у роки досліджень (2015-2017 рр.) коливався в межах 3,83–5,22, при цьому мінімальне та максимальне значення зафіксовано у варіанті без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом (табл. 18).

Передпосівна обробка насіння біопрепаратом Органік-баланс підвищувала енергетичний коефіцієнт вирощування ячменю ярого, що дозволило сформувати даний показник в межах 4,7–4,8 у середньому. Максимальним показник (5,15) формувався за використання біопрепарату Органік-баланс на фоні внесення $N_{45}P_{45}K_{15}$, варіюючи від 5,08 до 5,22 залежно років досліджень.

³⁰ Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.

³¹ Енергетична оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур : метод. реком. / уклад. Ю. О. Тараріко, О. Э. Несмашна, Л. Д. Глушенко. Київ : Нора-прінт, 2001. 60 с.

³² Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва: науково-методичне забезпечення / Ю. О. Тараріко та ін. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.

³³ Гришко В. В., Перебийніс В. І., Рабштина В. М. Енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління). Полтава : Полтава, 1996. 280 с.

Таблиця 17

Енергетичний коефіцієнт вирощування ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2015-2017 рр.)

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрення (фактор А)			Середнє (фактор В)	Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат		
Без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом (фактор С)					
Контроль	3,87	4,62	4,37	4,3	4,5
Азотофіт	4,03	4,80	4,55	4,5	
Біокомплекс-БТУ-р	4,18	4,95	4,66	4,6	
Органік-баланс	4,51	5,17	4,83	4,8	
Середнє	4,1	4,9	4,6	4,5	
Позакореневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)					
Контроль	3,97	4,5	4,25	4,2	4,5
Азотофіт	4,13	4,68	4,39	4,4	
Біокомплекс-БТУ-р	4,29	4,78	4,50	4,5	
Органік-баланс	4,48	4,93	4,64	4,7	
Середнє	4,2	4,7	4,4	4,5	
Середнє по фактору А	4,2	4,8	4,5	4,5	

Таблиця 18

Енергетичний коефіцієнт вирощування ячменю ярого залежно від добрив та обробки насіннєвого матеріалу бактеріальними препаратами з проведенням, та без позакореневого підживлення за 2015-2017 рр.

Обробка біопрепаратами (фактор В)	Роки досліджень			
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє
1	2	3	4	5
Без добрив (фактор А)				
Контроль	<u>3,83</u>	<u>3,87</u>	<u>3,91</u>	<u>3,87</u>
	3,92	4,01	4,00	3,97
Азотофіт	<u>4,01</u>	<u>4,04</u>	<u>4,05</u>	<u>4,03</u>
	4,05	4,16	4,18	4,13
Біокомплекс-БТУ-р	<u>4,17</u>	<u>4,19</u>	<u>4,19</u>	<u>4,18</u>
	4,16	4,33	4,39	4,29
Органік-баланс	<u>4,45</u>	<u>4,54</u>	<u>4,55</u>	<u>4,51</u>
	4,35	4,51	4,57	4,48
Середнє за роками	<u>4,12</u>	<u>4,16</u>	<u>4,18</u>	<u>4,15</u>
	4,12	4,25	4,29	4,22
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ (фактор А)				
Контроль	<u>4,59</u>	<u>4,62</u>	<u>4,65</u>	<u>4,62</u>
	4,43	4,53	4,55	4,50
Азотофіт	<u>4,75</u>	<u>4,77</u>	<u>4,87</u>	<u>4,80</u>
	4,60	4,72	4,73	4,68

Продовження таблиці 18

1	2	3	4	5
Біокомплекс-БТУ-р	<u>4,83</u>	<u>4,99</u>	<u>5,01</u>	<u>4,95</u>
	4,71	4,82	4,82	4,78
Органік-баланс	<u>5,08</u>	<u>5,20</u>	<u>5,22</u>	<u>5,17</u>
	4,85	4,97	4,96	4,93
Середнє за роками	<u>4,81</u>	<u>4,89</u>	<u>4,94</u>	<u>4,88</u>
	4,65	4,76	4,77	4,72
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат (фактор А)				
Контроль	<u>4,32</u>	<u>4,40</u>	<u>4,40</u>	<u>4,37</u>
	4,20	4,24	4,29	4,25
Азотофіт	<u>4,48</u>	<u>4,56</u>	<u>4,60</u>	<u>4,55</u>
	4,32	4,41	4,44	4,39
Біокомплекс-БТУ-р	<u>4,58</u>	<u>4,68</u>	<u>4,71</u>	<u>4,66</u>
	4,43	4,52	4,54	4,50
Органік-баланс	<u>4,78</u>	<u>4,84</u>	<u>4,87</u>	<u>4,83</u>
	4,58	4,65	4,69	4,64
Середнє за роками	<u>4,54</u>	<u>4,62</u>	<u>4,65</u>	<u>4,60</u>
	4,38	4,46	4,49	4,44

*Примітка: у чисельнику посіви без позакореневого підживлення Біокомплекс-БТУ-р, а у знаменнику з позакореневим підживленням біопрепаратом.

Рівень екологічності технології виробництва ячменю ярого у досліді (Кек) визначали як:

$$Кек = Eв / Eдоп, \quad (1)$$

де $Eв$ – енергетичні витрати на одержання продукції, ГДж/га;

$Eдоп$ – допустимі енергетичні витрати, межа енергонасиченості технологічного процесу виробництва продукції рослинництва, $Eдоп = 30,0$ ГДж/га за 1 рік.

Якщо значення коефіцієнту Кек $< 0,5$ – таку технологію можна вважати екологозберігаючою, при Кек = $0,5-1,0$ – екологобезпечною, а при Кек $> 1,0$ – екологонебезпечною^{34,35,36,37}.

³⁴ Августинович М. Б. Агроекологічна оцінка застосування біопрепарату Азотер та гумінового добрива в агроценозах тритикале ярого західного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Львів, 2017. 165 с.

³⁵ Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. 975 с.

³⁶ Нормативи повної енергомисткості ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур / І. М. Демчак та ін. Київ : НДІ «Укragропромпродуктивність», 2011. 160 с.

³⁷ Карпенко К.М. Технологічні та біологічні особливості формування продуктивності помідора за органічного виробництва в умовах Південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.06 – овочівництво (сільськогосподарські науки). – Таврійський державний агротехнологічний університет. Мелітополь; Уманський національний університет садівництва. Умань, 2019. 194 с.

Рівень екологічності у проведених дослідях наведено в таблиці 19.

Таблиця 19

Коефіцієнт екологічності технологій вирощування ячменю ярого залежно від удобрення, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами (середнє за 2015-2017 рр.)

Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Удобрєння (фактор А)			Середнє (фактор В)	Середнє (фактор С)
	без добрив	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₅ + сидерат		
Без позакореневого підживлення посівів біопрепаратом (фактор С)					
Контроль	0,37	0,40	0,43	0,40	0,41
Азотофіт	0,38	0,40	0,43	0,41	
Біокомплекс-БТУ-р	0,39	0,41	0,44	0,41	
Органік-баланс	0,39	0,41	0,45	0,42	
Середнє	0,38	0,41	0,44	0,41	
Позакорєневе підживлення посівів препаратом Біокомплекс-БТУ-р (фактор С)					
Контроль	0,39	0,42	0,45	0,42	0,43
Азотофіт	0,40	0,43	0,46	0,43	
Біокомплекс-БТУ-р	0,41	0,44	0,47	0,44	
Органік-баланс	0,41	0,44	0,47	0,44	
Середнє	0,40	0,43	0,46	0,43	
Середнє (фактор А)	0,39	0,42	0,45	0,42	

Отже, вирощування культури ячменю ярого за всіх варіантів технології лежить у межах сукупних витрат валової енергії від 11,1 до 14,2 ГДж/га, що забезпечує інтервал коефіцієнта екологічності від 0,37 до 0,45 і лежать в проміжку 0,0 – 0,5 та відносяться до відносно оптимальних та екологізберігаючих.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених нами досліджень з культурою ячменю ярого та застосування елементів екологізації його технології вирощування, а саме: застосування сидератів, бактеріальних деструкторів стерні, ґрунтових і ендодітних мікроорганізмів за обробки насіння та позакореневого підживлення посівів, можна зробити наступні висновки стосовно росту, розвитку, продуктивності і економіко-енергетичної ефективності агрозаходів.

1. Максимально по висоті рослини ячменю ярого формувались за обробки насінневого матеріалу бактеріальним препаратом Органік-баланс із розрахунку 2 л/т та позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р із розрахунку 0,8 л/га на фоні внесення мінеральних добрив дозою N₄₅P₄₅K₁₅ та проміжної сівби гірчиці

білої в якості сидерату. За цього варіанту висота рослин становила в середньому за роки досліджень 101,5 см. Інші варіанти досліду були менш впливові на біометричний показник.

2. Максимальний листковий індекс посівів ячменю ярого (5,16) формувався у варіантах з внесенням мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{15}$) в поєднанні з сидератом, передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Органік-баланс та позакореневим підживленням посівів бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р.

3. У результаті проведених нами досліджень визначено істотний вплив досліджуваних факторів на урожайність зерна ячменю ярого сорту Сталкер, як у варіантах з удобренням ($N_{45}P_{45}K_{15}$), так і у варіантах з позакореневим підживленням (біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р). За роки досліджень кращим біопрепаратом для передпосівної обробки насіння був Органік-баланс, за обробки яким сформовано урожайність зерна від 2,56 т/га (2015 р.) до 4,05 т/га (2017 р.).

4. Максимальний умовний чистий прибуток у розмірі 14,2 тис. грн/га було отримано за обробки насіння бактеріальним препаратом Органік-баланс на фоні внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{15}$ без позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р. Застосування обробки посівів рослин по вегетації підвищувало валові сукупні витрати та знижувало показник умовного чистого прибутку. Максимальний показник рентабельності теж був за цього варіанту, але без застосування мінеральних добрив.

5. Використання бактеріального препарату Органік-баланс задля обробки насіннєвого матеріалу ячменю ярого в дозі 2 л/т на фоні внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}K_{15}$ без додаткового підживлення по вегетації біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р формувало технологію вирощування з коефіцієнтом енергетичної ефективності 5,17. Усі варіанти технології вирощування ячменю ярого відносяться до відносно оптимальних та екологіозберігаючих.

АНОТАЦІЯ

Матеріал присвячений висвітленню результатів особистих наукових досліджень, проведених впродовж 2015–2017 рр. в умовах посушливого Степу України з культурою ячменю ярого та використання сидеральної культури, деструктора стерні, ґрунтових і ендоефітних мікроорганізмів за обробки насіння та позакореневого підживлення посівів. Питання щодо використання вищенаведених елементів технології вирощування поширеної зернової культури саме за екстремальних умов південного регіону дуже спірне та потребувало практичного вивчення.

Отримані нами дані свідчать, що застосування деструктора стерні (ЕкоСтерн) дає можливість використання сівби сидеральної культури як елементу агротехніки в сівозміні Південного Степу України. Застосування бактеріальних препаратів, як для обробки насіннєвого матеріалу так і за позакореневого підживлення, підвищують продуктивність та економіко-енергетичні показники вирощування ячменю ярого.

Кращі результати по урожайності ячменю ярого сорту Сталкер (3,93 т/га), отримані за використання сидеральної культури гірчиці білої сорту Кароліна на фоні внесення $N_{45}P_{45}K_{15}$ та застосування біодеструктора стерні ЕкоСтерн в дозі 2,5 л/га з додаванням 5,0 кг карбаміду з витратою робочого розчину 300 л на 1 га, обробки насіння біопрепаратом Органік баланс (2 л/т) без позакореневого підживлення біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р (0,8 л/га). При позакореновому підживленні посівів врожайність культури дещо збільшувалася (3,99 т/га). Враховуючи економіко-енергетичні розрахунки даний варіант поступався і собівартістю, і коефіцієнтом енергетичної ефективності варіанту без застосування сидерату. Але при цьому усі показники надземної маси та площі листової поверхні за даного варіанту перевищували результативність співвідношення інших факторів впливу. Тож, на нашу думку, зниження показника використання листового індексу на варіанті з застосуванням сидеральної культури на фоні внесення мінеральних добрив в наших дослідженнях, можна нівелювати застосуванням групи мікроелементів (задіяних у ферментативних процесах) і тим самим суттєво підвищити економічні показники даного варіанту.

Отже, питання застосування сидеральних культур та сидеральних парів для сівозмін зони Степу України має бути, але ще потребує подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільсько-господарських культур в умовах Півдня України : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон, 2021. 592 с.
2. Калініченко О. В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Облік і фінанси*. № 2. 2016. С. 150-155.
3. Гамаюнова В. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. (2018). Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та

ресурсозбереження. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій* : кол. моногр.; за ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайки, І. О. Яснолюба. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», С. 232-342.

4. Застосування біопрепаратів в технології вирощування зернових культур за умов природного зволоження та зрошення зони Південного Степу України : наук.-практ. реком. / О. А. Коваленко та ін. Миколаїв : МНАУ, 2019. 55 с.

5. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators / A. Panfilova and other. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17 (2), P. 608-620.

6. А. с. № 78446. Застосування інноваційних комплексних технологій живлення польових культур у сівозмінах зони Степу України» за 2017 рік : літературно-письмовий твір науково-технічного характеру / В. В. Гамаюнова та ін. ; заявл. 19.04.2018.

7. Коваленко О. А., Ковбель А.І. Позакореневе внесення добрив, що містять фосфати, на початкових фазах розвитку злакових культур. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 19. С. 25.

8. Коваленко О. А., Корхова М. М., Хоменко А. К. Застосування ґрунтових та ендofітних мікроорганізмів при використанні сидеральних культур за вирощування ячменю ярого в зоні Степу України. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку* : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 7 черв. 2019 р. / М-во аграр. політики та прод. України ; Укр. ін-т експертизи сортів рослин, 2019. 266 с.

9. Коваленко О.А., Полянчиков С.П., Ковбель А.І. Позакореневе внесення добрив, що містять фосфіти, на початкових фазах розвитку злакових культур. *Зерно*. 2013. № 10 (91). С. 127.

10. Буняк Н., Волкогон В. Мікробні препарати для сільськогосподарських культур. *Аграрний тиждень. Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/analtika/tehnology/13835-mkrobn-preparati-dlya-slskogospodarskih-kultur.html> (дата звернення: 07.09.2021).

11. Сытников Д.М. Биотехнология микроорганизмов азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе. *Биотехнология*. 2012. Т. 5. Т. 4. С. 4-45.

12. Найдьонова О. Біопрепарати та родючість. Мікробіологічні препарати здатні підвищити ефективність органічного землеробства, необхідно лише правильно їх підібрати для конкретної культури. *The Ukrainian FARMER*. 2013. № 10. С. 34-36.

13. Спосіб використання біопрепаратів при вирощуванні ячменю озимого : пат. UA129161 : A01C1/08 (2006.01) № 129169. заявл. 10.04.2018 ; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20.

14. Коваленко О. А., Баранов А. Е., Алейнік Т. В., Михайленко М. А. Вплив регуляторів росту та бактеріальних препаратів на продуктивність ячменю ярого в умовах Південного Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали II Всеукр. інтернет-конф., Кам'янець-Подільський, 15 трав. 2019 р., / М-во аграр. політики та прод. України ; Подільський державний агротехнічний університет ; Миколаївський національний аграрний університет. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 70-72.

15. Коваленко О. А., Киндилевич А. Д., Федюк В. І. Вплив рїстрегулюючих речовин на продуктивність ячменю ярого за вирощування у ФГ «Аякс» Веселинівського району Миколаївської області. *Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни* : матеріали доп. 28-ї студ. наук.-теорет. конф., Миколаїв, 23-25 бер. 2016 р. Миколаїв : МНАУ, 2016. С. 37-39.

16. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

17. Голубева Т. С., Колос І. В. Методологічні підходи до оцінки ефективності діяльності підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. 2006. № 5 (59). С. 66–71.

18. Нормативно-методичний довідник по обґрунтуванню виробничих затрат в зерновому господарстві Степу України / А. В. Черенков та ін.; за ред. А. В. Черенкова, В. С. Рибки. Дніпро : ДУ Інститут зернових культур НААН Країни, 2017. 243 с.

19. Наумов Ю. Ф., Усенко А. В. Енергоспоживання в Україні. Організаційно-економічні проблеми АПК : кол. моногр. у 4 ч. ; за ред. П. Т. Саблука. Київ : ІАЕ, 2001. С. 321-323.

20. Енергетична оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур : метод. реком. / уклад. Ю. О. Тараріко, О. Э. Несмашна, Л. Д. Глушенко. Київ : Нора-прінт, 2001. 60 с.

21. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва: науково-методичне забезпечення / Ю. О. Тараріко та ін. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.

22. Гришко В. В., Перебийніс В. І., Рабштина В. М. Енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління). Полтава : Полтава, 1996. 280 с.

23. Августинович М. Б. Агроекологічна оцінка застосування біопрепарату Азотер та гумінового добрива в агроценозах тритикале ярого західного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Львів, 2017. 165 с.

24. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. 975 с.

25. Нормативи повної енергомісткості ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур / І. М. Демчак та ін. Київ : НДІ «Украгропромпродуктивність», 2011. 160 с.

26. Карпенко К.М. Технологічні та біологічні особливості формування продуктивності помідора за органічного виробництва в умовах Південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.06 – овочівництво (сільськогосподарські науки). – Таврійський державний агротехнологічний університет. Мелітополь; Уманський національний університет садівництва. Умань, 2019. 194 с.

Information about the author:

Kovalenko Oleh Anatoliiovych,

Doctor of Agricultural Sciences,

Associate Professor at the Department of Crop Growing and Horticulture

Mykolaiv National Agrarian University

9, Georgiya Gongadze Str., Mykolaiv, 54000, Ukraine