

ВПЛИВ СТИМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН І СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доцент,
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

Анотація

Метою цієї роботи є висвітлення результатів польових досліджень щодо ефективності застосування стимулюючих речовин і різних систем обробітку ґрунту в технології вирощування ячменю ярого за різних способів основного обробітку ґрунту в умовах Лісостепу України.

Методи. Польові дослідження проведено протягом 2022-2023 рр. на угіддях УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого (київський агроґрунтовий район Правобережного Лісостепу). Фактори досліджу: фактор А – система обробітку ґрунту (A_1 – традиційна, A_2 – консервувальна, A_3 – мульчувальна, A_4 – міні-тіл); фактор Б – стимулюючі речовини (B_1 – контроль (без застосування препаратів), B_2 – застосування препаратів для обробки насіння та вегетуючих посівів). У процесі вирощування пшениці використано традиційну для регіону технологію, за виключенням елементів схеми досліджу. Ефективність застосування препаратів встановлено шляхом визначення біологічної врожайності ячменю та її структури порівняно з контролем.

Результати. У процесі вирощування ячменю ярого без досліджуваних препаратів серед досліджуваних систем основного обробітку ґрунту першість за рівнем біологічної врожайності зерна ячменю відмічено на варіанті з оранкою. Заміна обробітку ґрунту з оборотом пласта (оранка), глибоке рихлення (консервувальна система) та поверхневий обробіток негативно позначалися на рівні біологічної врожайності.

Застосування біопрепаратів позитивно впливало на ріст біологічної врожайності ($r = 0,836$) на фоні всіх досліджуваних систем основного обробітку ґрунту. При цьому найвищий рівень біологічної врожайності в поточному році нами відмічено на варіантах із консервувальною та мульчувальною системами основного обробітку ґрунту.

Від факторів, включених нами до схеми дослідів, залежить вміст основних органічних речовин зерна – сирого білка, сирого жиру, сирої клітковини, – що визначають його якість. Вміст сирого жиру та сирого білка в зерні ячменю ярого позитивно корелює із застосуванням біопрепаратів. Між інтенсивністю обробітку ґрунту і кількістю сирого жиру та сирого білка нами встановлено негативну кореляцію.

Висновки. Подальше збільшення врожайності польових культур, поліпшення фізико-хімічних і технологічних якостей вирощеної продукції в сучасних умовах тісно пов'язане з розробкою високоефективних зональних прийомів вирощування та протидії змінам клімату: підбір способів обробітку ґрунту, застосуванням органічних і мінеральних добрив, рістрегулюючих речовин і засобів захисту рослин, спрямованих на нівелювання впливу стресових кліматичних факторів, і отримання біологічно повноцінної, екологічно безпечної продукції з найбільшою ефективністю вирощування. В умовах трансформації клімату, глобального потепління і дії стресових явищ важливо формувати агрофітоценози польових культур із високим адаптивним потенціалом стійкості до посухи, здатних забезпечити нормальну життєдіяльність рослинного організму і менше знижувати врожайність.

Ключові слова: ячмінь ярий, стимулятори, біологічна врожайність, системи обробітку ґрунту.

Вступ. Ячмінь — культура різнобічного використання. Із його зерна виробляються різні види круп, солодові екстракти тощо. Зерно ячменю є також основною сировиною для пивоварної промисловості [Gorash, 2020]. Провідним завданням у ході вирощування цієї культури залишається збільшення врожайності й покращення якості зерна ячменю [Климишена, 2020]. Вирішення цієї проблеми полягає в удосконаленні технології вирощування культури [Прищепов, 2024; Юркевич, Валентюк, Малиновський, 2024].

Підготовка ґрунту є одним із найважливіших завдань у сільському господарстві, оскільки вона має важливе значення для росту рослин і здоров'я ґрунту. Для того, щоб рослини добре росли, необхідно забезпечити ґрунт достатньою кількістю повітря, води та поживних речовин. Обов'язковою умовою для цієї операції є правильна структура ґрунту, на яку можуть впливати різні прийоми обробки. Властивості ґрунту безпосередньо впливають на кореневу систему і ріст рослин. Традиційна система обробки ґрунту, що переважно складається з оранки та додаткової обробки ґрунту, широко розповсюджена в Центральній Європі. Однак із екологічних та економічних міркувань все більше уваги приділяється альтернативним системам обробки ґрунту, спрямованим на покращення здоров'я ґрунту й енергоефективності. Інтенсивність обробки ґрунту впливає на розподіл поживних речовин, вміст доступної вологи та інші властивості ґрунту, що відображається на продуктивності фітоценозів ячменю [Sinkevičienė et al., 2024; Ahlawat et al., 2024].

З огляду на ці проблеми підвищення продуктивності та якості озимого ячменю потребує особливої уваги до системи обробки ґрунту та забезпеченості поживними речовинами [Vakali, 2015]. Цей акцент виправданий, оскільки ґрунт є одним із найважливіших природних ресурсів і середовищем для росту рослин [Gupta, 2019]. Досягнення необхідної врожайності та якості залежить від реалізації від-

повідної стратегії обробки ґрунту та забезпечення достатнього запасу поживних речовин [Alam, Salahin, 2013]. Окрім того, впровадження агротехнічних заходів може сприяти довгостроковій продуктивності, підвищенню стійкості до кліматичного стресу, може допомогти стабілізувати продуктивність фітоценозів і якість зерна ячменю та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище [Muhie, 2022].

Метою цієї роботи є висвітлення результатів польових досліджень щодо ефективності застосування стимулюючих речовин і різних систем обробки ґрунту в технології вирощування ячменю ярого в умовах Лісостепу України.

Методи і матеріали. Польові дослідження проведено у 2023-2024 рр. на угіддях УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, розміщених у Білоцерківському районі Київської області, що належать до київського агроґрунтового району Правобережного Лісостепу. Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий малогумусний.

Дослідження проводилися за такою схемою:

1) фактор А — система обробки ґрунту (A_1 — традиційна, A_2 — консервувальна, A_3 — мульчувальна, A_4 — міні-тіл);

2) фактор Б — стимулюючі речовини (B_1 — контроль (без застосування препаратів)), B_2 — застосування препаратів для обробки насіння та рослин протягом періоду вегетації відповідно до схеми, наведеної нижче.

Технологічно схема застосування біопрепаратів у процесі вирощування ячменю ярого включала в себе три обробки, що поєднувалися із заходами захисту рослин від шкочинних об'єктів: обробка насіння перед сівбою, на початку фази трубкування і на початку появи колоса (табл. 1).

Для вирощування ячменю ярого використано традиційну для зони проведення досліджень технологію, за виключенням елементів, включених до схеми дослідів. Попередник — соя. Загальна площа ділянки становила 32,0 га, облікова площа — 29,8 га, повторність — триразова.

Таблиця 1 – Схема застосування препаратів на посівах ячменю ярого

Термін виконання, фаза розвитку рослин	Біопрепарати	Норма внесення, л/га/т
Обробка насіння	БіоСтимікс активатор	1,0
	БіоСтимікс біокомплекс	1,0
	Віолар насіння	1,0
	БіоСтимікс насіння	1,0
Кінець кущення	Регоплант	0,05
	Українські гумати	0,15
	ЕПАА-10	0,15
Прапорцевий листок, початок виходу колоса	Регоплант	0,05
	Українські гумати	0,15
	ЕПАА-10	0,15

Системи обробітку ґрунту розділені на чотири групи та названі науковцями УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. В основу класифікації систем покладені їхні характерні особливості [Новохацький та ін., 2017]:

— *традиційна система* передбачає провокацію проростання насіння бур'янів і падалиці, руйнування капілярів і підрізання бур'янів, розпушування ґрунту з обертанням скиби (оранка) на глибину від 20-22 до 30-32 см і повне загортання рослинних решток на глибину від 6-8 до 12-14 см;

— *консервувальна система* включає в себе мульчування ґрунту подрібненими рослинними рештками з їхнім збереженням (до 50%) на поверхні ґрунту на період сівби, обробіток верхнього шару з перемішуванням рослинних решток, безполицевий основний обробіток (чизельне розпушування) на глибину від 25-27 до 38-40 см і повне підрізання бур'янів;

— *мульчувальна система* базується на мульчуванні ґрунту подрібненими рослинними рештками з їхнім збереженням (не менше 30%) на поверхні ґрунту в період сівби, обробіток верхнього шару ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10-12 см із перемішуванням рослинних решток і повне підрізання бур'янів;

— *система міні-тіл* полягає в мульчуванні ґрунту подрібненими рослинними рештками з їхнім максимальним збере-

женням на поверхні ґрунту на період сівби і поверхневому обробітку ґрунту на глибину загортання насіння.

Досліджувані препарати вносилися відповідно до схеми досліду (табл. 1) з урахуванням рекомендацій виробника препарату.

Ефективність застосування препаратів встановлювалася шляхом визначення біологічної врожайності ячменю ярого та її структури порівняно з контрольним варіантом досліду (без застосування добрив). Біологічна врожайність зерна визначалася за пробними снопами, відібраними на кожному з варіантів у трикратній повторності [Грицаєнко та ін., 2003]. У ході аналізу пробних снопів визначено основні елементи структури врожайності за кожним варіантом. Статистична обробка даних проведена методом дисперсійного аналізу [Доспехов, 1985].

У ході проведення хімічного аналізу вирощеного зерна визначалися:

— вміст сирого протеїну за ДСТУ 7169:2010 «Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну»;

— вміст сирого жиру за ДСТУ ISO 6492:2003 «Корми для тварин. Визначання вмісту жиру (ISO 6492:1999, IDT). З поправкою»;

— вміст сирової клітковини за ДСТУ ISO 6865:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом про-

Таблиця 2 – Вплив системи основного обробітку ґрунту і стимулюючих речовин на біометричні показники, структуру та біологічну врожайність ячменю ярого

Елементи структури врожаю	Стимулятори (фактор Б)	Система основного обробітку ґрунту (фактор А)			
		традиційна	консервувальна	мульчувальна	міні-тіл
Висота рослин, см	дослід	60,9	60,7	66,2	68,2
	контроль	59,7	54,9	59,4	60,9
Густота стояння рослин, млн шт./га	дослід	5,067	4,848	4,276	3,855
	контроль	5,143	4,990	4,128	4,280
Продуктивна кущистість	дослід	1,33	1,47	1,53	1,53
	контроль	1,27	1,53	1,47	1,47
Довжина колоса, см	дослід	5,7	4,9	5,9	5,8
	контроль	5,5	4,8	5,3	5,3
Кількість зерен у колосі, штук	дослід	18,0	17,8	19,3	20,2
	контроль	18,8	15,8	17,7	18,4
Маса зерна з колоса, г	дослід	0,80	0,80	0,87	0,91
	контроль	0,81	0,68	0,79	0,83
Маса 1000 насінин, г	дослід	44,01	44,53	44,91	44,73
	контроль	43,02	42,34	44,26	44,60
Біологічна врожайність зерна, ц/га	дослід	53,7	57,0	57,1	54,2
	контроль	52,1	51,6	48,2	51,3
Збиральний індекс	дослід	53,7	55,1	55,6	50,6
	контроль	49,2	56,0	46,8	59,5

міжного фільтрування»;

– вміст сирової золи за ДСТУ ISO 5985:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту сирової золи, нерозчинної в соляній кислоті (ISO 5985:2002, IDT)»;

– вміст води за ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості».

Результати досліджень. Рівень продуктивності ячменю ярого за варіантами досліджень визначено на пробних снопах, відібраних у фазу повної стиглості зерна. У ході аналізу пробних снопів визначалася висота рослин, продуктивна кущистість, довжина колоса та кількість зерен в ньому, маса зерна з колоса, маса 1000 насінин. На підставі отриманих даних визначалася біологічна врожайність зерна та збиральний індекс посівів. Результати розбору пробних снопів визначені показники біологічної врожайності та її структури за варіантами дослідів представлені в таблиці 2.

Чіткого впливу досліджуваних біопрепаратів на густоту стояння рослин у

період повної стиглості не виявлено, на що вказує коефіцієнт парної кореляції $r = -0,134$, при цьому густота стояння рослин залежить від системи основного обробітку ґрунту – коефіцієнт кореляції між цими факторами становить $r = 0,927$.

Застосування досліджуваних препаратів сприяло збільшенню висоти рослин ячменю ярого за використання всіх систем основного обробітку ґрунту (рис. 1).

Висота рослин ячменю ярого пов'язана сильною кореляційною залежністю із застосуванням досліджуваних нами стимуляторів ($r = 0,683$) і систем основного обробітку ґрунту ($r = -0,514$) (табл. 1).

На підставі аналізу пробного снопу нами встановлено позитивний вплив досліджуваних біопрепаратів на довжину колоса ($r = 0,464$) та озерненість колоса ($r = 0,473$) (рис. 2), відмічено збільшення маси зерна з одного колоса ($r = 0,538$), маса 1000 насінини ($r = 0,583$).

Досліджувані нами елементи технології вирощування активно впливали на рівень біологічної врожайності зерна яч-

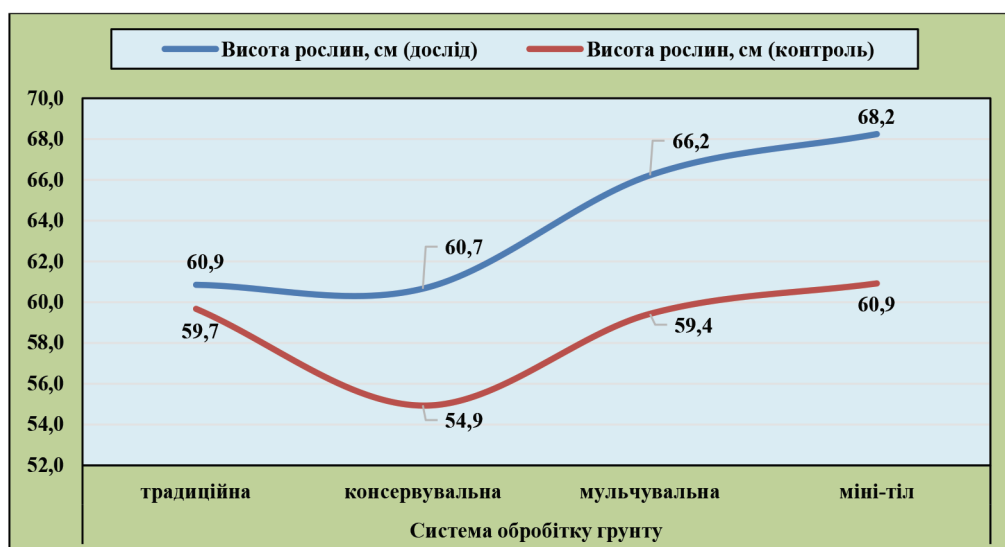


Рисунок 1 – Зміна висоти рослин у фітоценозах ячменю ярого залежно від системи основного обробітку ґрунту та застосування біопрепаратів

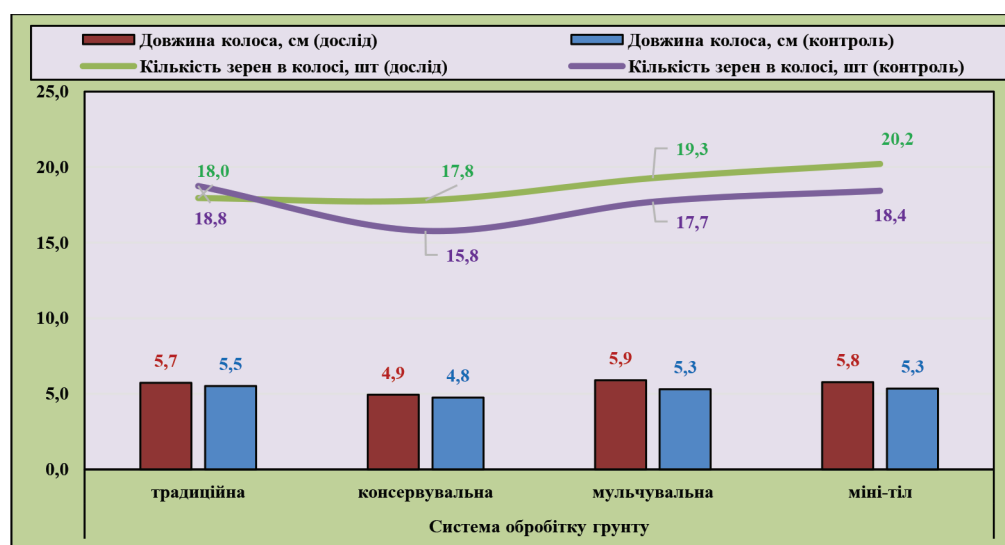


Рисунок 2 – Вплив системи основного обробітку ґрунту і біопрепаратів на зміну довжини й озерненості колоса у рослин ячменю ярого

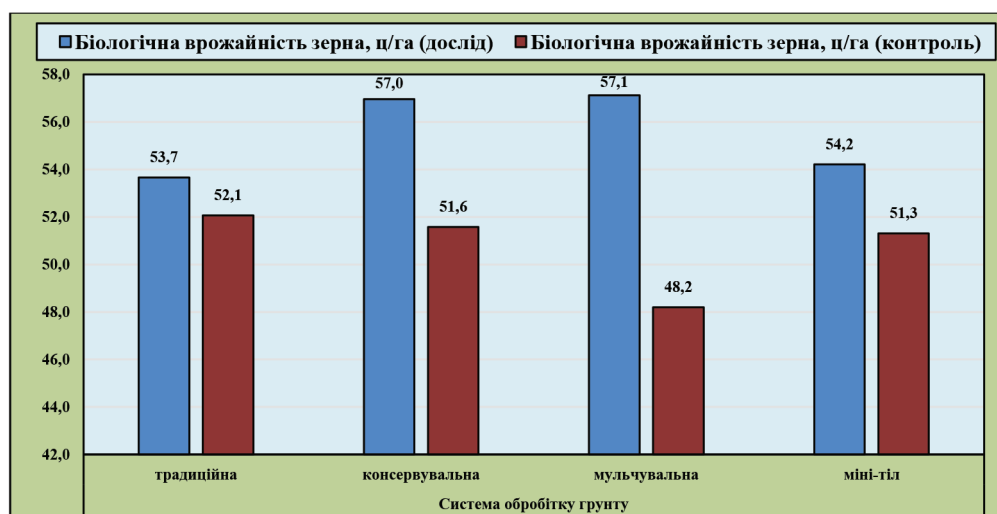


Рисунок 3 – Залежність рівня біологічного врожаю зерна ячменю ярого від системи основного обробітку ґрунту та застосування біопрепаратів

Таблиця 3 – Результати фізико-хімічного аналізу зерна ячменю ярого на натуральну вологу

Застосування біопрепаратів	Система обробітку ґрунту	Фізико-хімічний склад, %				
		Білок	Жир	Клітковина	Зола	Вода
Дослід	Традиційна	11,70	2,02	4,76	2,34	7,90
	Консервувальна	12,50	2,03	4,79	1,31	7,60
	Мульчувальна	13,00	2,01	4,81	2,07	8,20
	Міні-тіл	12,30	2,03	4,75	1,68	8,50
Контроль	Традиційна	11,50	2,00	4,73	2,09	8,00
	Консервувальна	12,40	2,02	4,89	1,29	8,00
	Мульчувальна	12,70	2,01	4,77	2,32	7,90
	Міні-тіл	12,10	2,02	4,80	2,09	8,00
середнє		12,28	2,02	4,79	1,90	8,01

Таблиця 4 – Результати кореляційного аналізу показників фізико-хімічного складу зерна ячменю ярого (коефіцієнти парної кореляції)

	Стимулятори	Обробіток ґрунту	Білок	Жир	Клітковина	Зола	Вода
Стимулятори	1	0	0,215	0,516	-0,217	-0,124	0,155
Обробіток ґрунту	0	1	-0,528	-0,346	-0,097	0,027	-0,531
Білок	0,215	-0,528	1	0,180	0,464	-0,236	0,091
Жир	0,516	-0,346	0,180	1	0,210	-0,585	0,013
Клітковина	-0,217	-0,097	0,464	0,210	1	-0,551	-0,121
Зола	-0,124	0,027	-0,236	-0,585	-0,551	1	0,097
Вода	0,155	-0,531	0,091	0,013	-0,121	0,097	1

меню ярого (рис. 3).

У процесі вирощування ячменю ярого без досліджуваних препаратів (контрольні варіанти) серед досліджуваних нами систем основного обробітку ґрунту першість за рівнем біологічної врожайності зерна ячменю відмічено на варіанті з оранкою. Заміна обробітку ґрунту з оборотом пласта (оранка), глибоке рихлення (консервувальна система) та поверхневий обробіток негативно позначалися на рівні біологічної врожайності.

Застосування біопрепаратів позитивно впливало на ріст біологічної врожайності ($r = 0,836$) на фоні всіх досліджуваних систем основного обробітку ґрунту, при цьому найвищий рівень біологічної врожайності відмічено на варіантах із консервувальною та мульчувальною системами основного обробітку ґрунту (рис. 3).

У середньому вирощене в дослідках зерно ячменю ярого містило 91,09% сухої речовини, у тому числі сирого білка – 12,28%, сирого жиру – 2,02%, сирій клітковини – 4,79% тощо, при цьому вміст основних органічних речовин зерна – сирого білка, сирого жиру, сирій клітковини – залежав від факторів, включених нами до схеми дослідів (табл. 3, табл. 4).

Вміст сирого жиру та сирого білка в зерні ячменю ярого, згідно з результатами наших досліджень, позитивно корелює із застосуванням біопрепаратів, включених до схеми дослідів, про що свідчать коефіцієнти кореляції $r = 0,516$ та $r = 0,215$ відповідно. Між інтенсивністю обробітку ґрунту і кількістю зазначених органічних речовин встановлено негативну кореляцію: $r = -0,346$ для вмісту сирого жиру та $r = -0,528$ – для вмісту сирого білка.

Обговорення. Дані, отримані вченими України та багатьох інших країн світу щодо системи обробітку ґрунту часто різні та суперечливі. Вплив і переваги обробітку ґрунту пов'язані з якістю підготовки ґрунту, агротехнічними заходами (використання пестицидів, інтенсивність внесення добрив тощо) та видами рослин, що вирощуються [Jodaugienė, 2002; Примак та ін., 2024]. Зниження інтенсивності обробітку ґрунту зменшує ерозію ґрунту, покращує його структуру та інші властивості [Buragienė, 2015; Steponavičienė, 2022; Huang et al., 2024].

Хоча зменшення глибини й інтенсивності обробітку ґрунту є важливою умовою для обмеження порушення структури ґрунту та біоти, глибока оранка все ще широко використовується в традиційному землеробстві як ефективний спосіб боротьби з бур'янами та аерації важких ґрунтів. Результати досліджень, отримані Niether et al. [Niether et al., 2023], свідчать, що вищі врожаї формуються за глибокої і мілкої оранки порівняно з прямою сівбою без обробітку ґрунту. За даними Piggin et al. [Piggin et al., 2015], «нульовий» обробіток ґрунту та ранній строк сівби сприяли підвищенню врожайності ячменю ярого на 12%, порівняно з традиційним обробітком ґрунту. Інші дослідники [Кауррі et al., 2024] отримали протилежні результати та повідомили, що врожайність ярого ячменю була на 12-13% вищою за використання глибокого обробітку ґрунту.

Регулятори росту рослин незамінні у підвищенні продуктивності фітоценозів ячменю ярого, оскільки вони здатні підвищити імунітет рослин, захистити від впливу багатьох негативних чинників, стресів, прискорювати фази росту та розвитку, забезпечувати отримання високого врожаю [Смик, Хомовий, 2024].

Це збігається з даними нашого дослідження, оскільки за вирощування без використання стимулюючих речовин врожайність зерна ячменю ярого на варіантах із мілким обробітком була нижчою порівняно з врожайністю варіантів, де було застосовано глибокий обробіток — оранка та чизелювання.

Висновки. Подальше збільшення врожайності польових культур, поліпшення їхніх фізико-хімічних і технологічних якостей у сучасних умовах тісно пов'язане з розробкою високоефективних зональних прийомів вирощування та протидії змінам клімату: підбір способів обробітку ґрунту, застосування органічних і мінеральних добрив, рістрегулюючих речовин і засобів захисту рослин, спрямованих на нівелювання впливу стресових кліматичних факторів і отримання біологічно повноцінної, екологічно безпечної продукції з найбільшою ефективністю вирощування. В умовах трансформації клімату, глобального потепління і дії стресових явищ важливо формувати агрофітоценози польових культур із високим адаптивним потенціалом стійкості до посухи, здатних забезпечити нормальну життєдіяльність рослинного організму і менше знижувати урожайність.

У процесі вирощування ячменю ярого без досліджуваних препаратів серед досліджуваних систем основного обробітку ґрунту першість за рівнем біологічної врожайності зерна ячменю відмічено на варіанті з оранкою. Заміна обробітку ґрунту з оборотом пласта (оранка), глибоке рихлення (консервувальна система) та поверхневий обробіток негативно позначалися на рівні біологічної врожайності.

Застосування біопрепаратів позитивно впливало на ріст біологічної врожайності ($r = 0,836$) на фоні всіх досліджуваних систем основного обробітку ґрунту, при цьому найвищий рівень біологічної врожайності відмічено на варіантах із консервувальною та мульчувальною системами основного обробітку ґрунту.

Від факторів, включених нами до схеми дослідів, залежить вміст основних органічних речовин зерна — сирого білка, сирого жиру, сирогої клітковини, — що визначають його якість. Вміст сирого жиру та сирого білка в зерні ячменю ярого позитивно корелює із застосуванням біопрепаратів. Між інтенсивністю обробітку ґрунту і кількістю сирого жиру та сирого білка встановлено негативну кореляцію.

Перелік посилань

- Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. (2003). Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. «Нічлава». 316 с.
- Доспехов Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, допол. и перераб. — М: Агропромиздат. 351 с.
- Климишена Р. І. Вплив позакореневого підживлення рослин ячменю на пивоварну якість зерна за числом кобальта. Агробіологія. 2020. № 1. С. 49-56.
- Новохацький М., Негуляєва Н., Бондаренко О., Гусар І. (2017). Експертиза систем різноглибинного основного обробітку ґрунту під час вирощування зернових культур. Техніка і технології АПК, (2), 33-37. Режим доступу:.
- Примак І.Д., Панченко О.Б., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Войтовик М.В., Ображій С.В., Присяжнюк Н.М., Качан Л.М. Фізична будова та структура чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення агрофітоценозів польової сівозміни. Агробіологія. 2024. № 1. С. 140–152.
- Прищепов В.В. Урожайність ячменю ярого залежно від позакореневого підживлення // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Післявоєнне відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів та продовольча безпека країни» (м. Київ, 20-21 червня 2024 року). Київ, НУБІП України, 2024. С. 172-175.
- Смик Р. Хомовий М. Вплив новітніх регуляторів росту рослин на урожайність ячменю ярого — Наукові здобутки молоді в інноваційному розвитку агросфери: збірник тез Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених / 27 листопада 2024 р., м. Кам'янець-Подільський, Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», [Електронне видання]. — Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2024. — С. 147-150.
- Юркевич Є., Валентюк Н., Малиновський С. Шляхи підвищення продуктивності ячменю озимого в умовах південного степу України // Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців, 24-25 жовтня 2024 р., Одеса: Одеський державний аграрний університет, 2024. — С. 454-456.
- Ahlawat, O.P., Khippal, A., Venkatesh, K. et al. Impact of Different Tillage and Residue Retention Practices on Soil Nutrients, Microbial Community Composition and Grain Yield of Malt Barley. J Soil Sci Plant Nutr 24, 7651-7668 (2024). <https://doi.org/10.1007/s42729-024-02065-5>
- Alam, M.K.; Salahin, N. Changes in soil physical properties and crop productivity as influenced by different tillage depths and cropping patterns. Bangladesh J. Agric. Res. 2013, 38, 289-299.
- Buragienė, S.; Šarauskis, E.; Romanekas, K.; Sasnauskienė, J.; Masilionytė, L.; Kriaučiūnienė, Z. Experimental analysis of CO₂ emissions from agricultural soils subjected to five different tillage systems in Lithuania. Sci. Total Environ. 2015, 514, 1-9.
- Gorash O., Klymyshena R., Khomina V., Vilchynska L. Ecological and biological conformity of conditions of the brewing barley cultivation zone. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(1). P. 246–253. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_39.
- Gupta, G.S. Land degradation and challenges of food security. Rev. Eur. Stud. 2019, 11, 63.
- Huang Y., Ren W., Lindsey L., Wang L., Hui D., Tao B., Jacinthe P.-A. and Tian H. No-tillage farming enhances widespread nitrate leaching in the US Midwest. Environ. Res. Lett. 2024. 19 104062 DOI 10.1088/1748-9326/ad751d
- Jodaugienė, D. The peculiarities of underground and overground parts of Triticum aestivum winter varieties «Jirvinta 1» and «Zentos» under the conditions of different soil tillage. Žemdirbystė. 2002, 77, 59-69.
- Kauppi, K.; Kaseva, J.; Jalli, M.; Palojarvi, A.; Alakukku, L. Long-term nitrogen and

phosphorus balances for spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivation as affected by primary tillage of a Nordic clay soil. *Eur. J. Agron.* 2024, 155, 127131.

Muhie, S.H. Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *J. Agric. Food Res.* 2022, 10, 100446.

Niether, W.; Macholdt, J.; Schulz, F.; Gattinger, A. Yield dynamics of crop rotations respond to farming type and tillage intensity in an organic agricultural long-term experiment over 24 years. *Field Crops Res.* 2023, 303, 109131.

Piggin, C.; Haddad, A.; Khalil, Y.; Loss, S.; Pala, M. Effects of tillage and time of sowing on bread wheat, chickpea, barley and lentil grown in rotation in rainfed systems in Syria. *Field Crops Res.* 2015, 173, 57–67.

Sinkevičienė A., Romaneckas K., Jackevičienė K., Petrikaitė T., Balandaitė J., Kimbirauskienė R. Long-Term Effect of Tillage Systems on Planosol Physical Properties, CO₂ Emissions and Spring Barley Productivity. *Land.* 2024, 13(8), 1289; <https://doi.org/10.3390/land13081289>

Steponavičienė, V.; Bogužas, V.; Sinkevičienė, A.; Skinulienė, L.; Vaisvalavičius, R.; Sinkevičius, A. Soil Water Capacity, Pore Size Distribution, and CO₂ Emission in Different Soil Tillage Systems and Straw Retention. *Plants.* 2022, 11, 614.

Vakali, C.; Zaller, J.G.; Kipke, U. Reduced tillage in temperate organic farming: Effects on soil nutrients, nutrient content and yield of barley, rye and associated weeds. *Renew. Agric. Food Syst.* 2015, 30, 270–279.

References

Ahlawat, O.P., Khippal, A., Venkatesh, K. et al. Impact of Different Tillage and Residue Retention Practices on Soil Nutrients, Microbial Community Composition and Grain Yield of Malt Barley. *J Soil Sci Plant Nutr* 24, 7651–7668 (2024). <https://doi.org/10.1007/s42729-024-02065-5>

Alam, M.K.; Salahin, N. Changes in soil physical properties and crop productivity as influenced by different tillage depths and

cropping patterns. *Bangladesh J. Agric. Res.* 2013, 38, 289–299.

Buragienė, S.; Jbarauskis, E.; Romaneckas, K.; Sasnauskienė, J.; Masionytė, L.; Kriaučiūnienė, Z. Experimental analysis of CO₂ emissions from agricultural soils subjected to five different tillage systems in Lithuania. *Sci. Total Environ.* 2015, 514, 1–9.

Dospekhov B.A. (1985). Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M: Agropromizdat. 351 p.

Gorash O., Klymyshena R., Khomina V., Vilchynska L. Ecological and biological conformity of conditions of the brewing barley cultivation zone. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2020. 10(1). P. 246–253. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_39.

Gritsayenko Z.M., Gritsayenko A.A., Karpenko V.P. (2003). Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils. K. «Nichlava». 316 p.

Gupta, G.S. Land degradation and challenges of food security. *Rev. Eur. Stud.* 2019, 11, 63.

Huang Y., Ren W., Lindsey L., Wang L., Hui D., Tao B., Jacinthe P.-A. and Tian H. No-tillage farming enhances widespread nitrate leaching in the US Midwest. *Environ. Res. Lett.* 2024. 19 104062 DOI 10.1088/1748-9326/ad751d

Jodaugienė, D. The peculiarities of underground and overground parts of *Triticum aestivum* winter varieties «Birvinta 1» and «Zentos» under the conditions of different soil tillage. *Žemdirbystė.* 2002, 77, 59–69.

Kauppi, K.; Kaseva, J.; Jalli, M.; Palojarvi, A.; Alakukku, L. Long-term nitrogen and phosphorus balances for spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivation as affected by primary tillage of a Nordic clay soil. *Eur. J. Agron.* 2024, 155, 127131.

Klymyshena R.I. Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn yachmeniu na pyvovarnu yakist zerna za chyslom kobalta. *Ahrobiologiya.* 2020. № 1. S. 49–56.

Muhie, S.H. Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *J. Agric. Food Res.* 2022, 10, 100446.

Niether, W.; Macholdt, J.; Schulz, F.;

Gattinger, A. Yield dynamics of crop rotations respond to farming type and tillage intensity in an organic agricultural long-term experiment over 24 years. *Field Crops Res.* 2023, 303, 109131.

Novokhatsky M., Neguliayeva N., Bondarenko O., Gusar I. (2017). Expertise of different depth tillage systems in the cultivation of cereals. *Machinery and technologies of agro-industrial complex*. № 2 (89). P. 33-37. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titapk_2017_2_12.

Piggin, C.; Haddad, A.; Khalil, Y.; Loss, S.; Pala, M. Effects of tillage and time of sowing on bread wheat, chickpea, barley and lentil grown in rotation in rainfed systems in Syria. *Field Crops Res.* 2015, 173, 57-67.

Primak I., Panchenko O., Ezerkovska L., Karaulna V., Voytovik M., Obrazhiy S., Prysiazhnyuk N., Kachan L. Physical construction and typical black soil structure under different systems of main cultivation and fertilization of agrophytocenoses of field crop rotation. *Agrobiology*. 2024. no. 1, pp. 140–152.

Prytsepov V.V. Urozhainist yachmeniu yaroho zalezno vid pozakorenevoho pid-zhyvlennia // *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Pisliavoi-enne vidnovlennia gruntovykh i roslynnykh resursiv ta prodovolcha bezpeka krainy»* (m. Kyiv, 20-21 chervnia 2024 roku). Kyiv, NUBIP Ukrainy, 2024. S. 172-175.

Sinkevičienė A., Romaneckas K., Jackevičienė K., Petrikaitė T., Balandaitė J., Kimbirauskienė R. Long-Term Effect of Tillage Systems on Planosol Physical Properties,

CO₂ Emissions and Spring Barley Productivity. *Land*. 2024, 13(8), 1289; <https://doi.org/10.3390/land13081289>

Smyk R. Khomovyi M. Vplyv novitnikh rehuliatoriv rostu roslyn na urozhainist yachmeniu yaroho – Naukovi zdobutky molodi v innovatsiinomu rozvytku ahrosfery: zbirnyk tez Vseukrainskoi naukovoï internet-konferentsii studentiv, aspirantiv ta molo-dykh vchenykh / 27 lystopada 2024 r., m. Kamianets-Podilskyi, Zaklad vyshchoi osvity «Podilskyi derzhavnyi universytet», [Elektronne vydannia]. – Kamianets-Podilskyi: Zaklad vyshchoi osvity «Podilskyi derzhavnyi universytet», 2024. – S. 147-150

Steponavičienė, V.; Bogužas, V.; Sinkevičienė, A.; Skinulienė, L.; Vaisvalavičius, R.; Sinkevičius, A. Soil Water Capacity, Pore Size Distribution, and CO₂ Emission in Different Soil Tillage Systems and Straw Retention. *Plants*. 2022, 11, 614.

Vakali, C.; Zaller, J.G.; Kúpke, U. Reduced tillage in temperate organic farming: Effects on soil nutrients, nutrient content and yield of barley, rye and associated weeds. *Renew. Agric. Food Syst.* 2015, 30, 270–279.

Yurkevych Ye., Valentiuk N., Malynovskyi S. Shliakhy pidvyshchennia produk-tyvnosti yachmeniu ozymoho v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy // *Aktualni aspekty rozvytku nauky i osvity: zbirnyk materialiv IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv ta molodykh naukovtsiv*, 24-25 zhovtnia 2024 r., Odesa: Odeskyi derzhavnyi ahrarnyi universytet, 2024. – S. 454-456.

UDC 631.343:631.55

THE EFFECT OF STIMULATING SUBSTANCES AND THE SYSTEM OF MAIN TILLAGE ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY

Novokhatskyi M., PhD in Agronomy, associate professor
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>
L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

The **purpose** of this work is to highlight the results of field research on the effectiveness of the use of stimulating substances and different tillage systems in the technology of growing spring barley under different methods of main tillage in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine.

Methods. Field research was conducted from 2022 to 2023 on the lands of the L. Pogorilyy UkrNDIPVT (Kyiv Agro-Soil District of the Right-Bank Forest-Steppe). Experiment factors: factor A - soil cultivation system (A1 - traditional, A2 - conservation, A3 - mulching, A4 - mini-til); factor B - stimulating substances (B1 - control (without the use of drugs), B2 - the use of drugs for the treatment of seeds and vegetative crops). When growing wheat, the traditional technology for the region was used, with the exception of elements of the experiment scheme. The effectiveness of the use of drugs was established by determining the biological yield of barley and its structure compared to the control.

Results. When growing spring barley without the studied preparations, among the studied systems of main tillage, the first place in terms of the level of biological yield of barley grain was noted in the variant with plowing. Replacing tillage with layer turnover (plowing) and deep loosening (conservation system) and surface tillage had a negative effect on the level of biological yield.

The use of biological preparations had a positive effect on the growth of biological yield ($r = 0.836$) against the background of all studied systems of main tillage. At the same time, the highest level of biological yield in the current year was noted by us in the variants with conservation and mulching systems of main tillage.

The content of the main organic substances of grain - crude protein, crude fat, crude fiber - that determine its quality depends on the factors we included in the experimental scheme. The content of crude fat and crude protein in spring barley grain is positively correlated with the use of biological products. We established a negative correlation between the intensity of soil cultivation and the amount of crude fat and crude protein.

Conclusions. Further increase in the yield of field crops, improvement of the physicochemical and technological qualities of grown products in modern conditions is closely related to the development of highly effective zonal cultivation methods and counteraction to climate change: selection of soil cultivation methods, application of organic and mineral fertilizers, growth regulators and plant protection products, which are aimed at leveling the impact of stressful climatic factors and obtaining biologically complete, environmentally safe products with the greatest efficiency of cultivation. In conditions of climate transformation, global warming and the action of stressful phenomena, it is important to form agrophytocenoses of field crops with high adaptive potential of drought resistance, which can ensure the normal vital activity of the plant organism and reduce yield to a lesser extent.

Keywords: spring barley, stimulants, biological yield, tillage systems.