


УДК 631.147:632.51

## Продуктивність пшениці озимої за різних систем обробітку чорнозему типового та за кліматичних змін в умовах Лісостепу Лівобережного

Задубинна Є.В.<sup>1</sup> , Тарасенко О.А.<sup>1</sup> , Бебех Ю.М.<sup>1</sup> , Єзерковська Л.В.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Панфільська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН»

<sup>2</sup> Білоцерківський національний аграрний університет

 E-mail: Liza\_zadubinna@ukr.net, sanenia@ukr.net, ybebekh@ukr.net, liudmyla.bogatyr@btsau.edu.ua



Задубинна Є.В., Тарасенко О.А., Бебех Ю.М., Єзерковська Л.В. Продуктивність пшениці озимої за різних систем обробітку чорнозему типового та за кліматичних змін в умовах Лісостепу Лівобережного. «Агробіологія», 2023. № 2. С. 146–154.

Zadubynna E., Tarasenko O., Bebekh Yu., Yezerkovska L. Winter wheat productivity under different systems of typical black soil cultivation and under climatic changes in the conditions of the Left-Bank Forest Steppe. «Agrobiology», 2023. no. 2, pp. 146–154.

Рукопис отримано: 02.11.2023 р.

Прийнято: 17.11.2023 р.

Затверджено до друку: 23.11.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-146-154

У статті висвітлено питання впливу різних систем обробітку ґрунту та кліматичних змін на формування продуктивності пшениці озимої, її урожайності та якісних показників в умовах Лісостепу Лівобережного. Враховуючи значення культури в продовольчій безпеці України та місце у світовому експорті, підкреслено важливість розробки ефективних прийомів підвищення технологічних показників у зв'язку зі зменшенням частки зерна високої якості, придатного до борошномельних й хлібопекарських цілей. Зокрема, за стрімкої зміни клімату насамперед необхідно застосування вологозберігаючих технологій та впровадження сівозмін з науково обґрунтованим вибором культур, які мають пластичні властивості до нестійких ґрунтово-кліматичних умов.

У процесі виконання досліджень визначено, яким чином на продуктивність пшениці озимої впливають способи обробітку ґрунту – оранка, дискування та no-till технологія на прикладі чорнозему типового. Проведено аналіз погодних умов, згідно з результатами якого виявлено, що нерівномірний розподіл опадів, з тривалими періодами без дощу чи з високою його інтенсивністю під час усіх етапів онтогенезу культури, є чинниками, що лімітують урожайність та знижують якісні показники зерна.

Водночас визначено значення мінеральних добрив у регулюванні урожайності та якості зерна за стрімкої зміни клімату. Підвищені середньомісячні показники, якими характеризувались погодні умови у досліджувані періоди, створювали ризики для повноцінного росту та розвитку культурних рослин.

За результатами досліджень встановлено, що найвищі показники урожайності пшениці озимої отримано на фоні внесення  $N_{120}P_{60}K_{90}$ , що у 2021 році за традиційної оранки забезпечувало отримання 5,2 т/га зерна високої якості із вмістом білка 16,4 % та клейковини 30,45 %. Також за рівнем урожайності та якісними показниками мало відрізнявся варіант ґрунтозахисної технології no-till, за якої за сприятливого 2021 року отримано 4,88 т/га зерна із вмістом 15,6 % білка та 28,7 % клейковини.

**Ключові слова:** зміни клімату, короткоротаційна сівозміна, обробіток ґрунту, no-till технологія, пшениця озима, урожайність, якість зерна.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пшениця озима як продовольча культура має стратегічне значення не лише на теренах України, а також в усьому світі. Завдяки особливому хімічному складу зерна можна виготовляти високоякісні продукти харчування [1]. Це обумовлює важливе значення культури у продовольчій безпеці країни та розвитку сільськогосподарського виробництва загалом. За даними Міністерства агропромислового розвитку, посіви пшениці озимої останніми роками займають близько 4,69 млн га, що забезпечує отримання понад 22 млн т зерна. Виробництво значних обсягів зернової продукції робить нашу державу одним із провідних експортерів зерна на світовому ринку. Навіть з урахуванням того, що вже другий рік поспіль українським аграріям доводиться працювати в умовах війни та суттєвого дефіциту засобів виробництва, все ж Україна змогла утримати статус одного з найбільших світових виробників пшениці та зберегла своє місце у першій десятці країн-експортерів, що можна вважати важливим досягненням [2].

Саме тому підтримка високої якості зернової продукції залишається актуальним завданням для вітчизняної сільськогосподарської науки та агропромислового комплексу. Однак в умовах стрімких змін клімату аграрне виробництво постає перед перешкодами, що впливають як на процес виробництва продукції, так і на її якість [3]. Формування продуктивності пшениці озимої та якісних показників її зерна має чітку залежність від метеорологічних чинників, що дедалі частіше набувають екстремального прояву. Це ще раз доводить важливість проведення аналізу температурних показників, надходження атмосферних опадів та рівня вологозабезпечення ґрунту в агроценозах зернових культур [4, 5]. У результаті збільшення частоти перемінного прояву посух та екстремальної кількості опадів на площах з традиційними технологіями вирощування зростає ризик втрати агрономічно цінної породи через вітрову та водну ерозію [6]. Зміщення строків сівби внаслідок посушливих періодів під час сівби пшениці озимої та відсутність снігового покриву в період спокою є причиною отримання слабких посівів, що призводить до прояву епіфітотій та вимерзання посівів [7]. З огляду на біологічні особливості пшениці озимої, варто враховувати, що вона досить вимоглива до умов вирощування на всіх етапах онтогенезу, зокрема до температурного режиму, режиму живлення та зволоження. Продуктивний потенціал вона проявляє лише за сприятливих умов під час періоду вегетації [8].

Отже, в умовах сьогодення є необхідність перегляду підходів до технологій вирощування пшениці озимої. Розробка та упровадження адаптивних технологій у процес виробництва з використанням новітніх більш пластичних та стресостійких сортів пшениці озимої має забезпечувати високий вихід якісної продукції та сприяти збереженню екологічного балансу в агроценозах. Водночас вдалий підбір способу обробітку ґрунту сприяє збереженню органічної речовини, поглинанню атмосферних опадів, їх накопиченню та утриманню у профілі, що є важливим для росту та розвитку рослин, а також формування фітоценотичної активності та стійкості до епіфітотій [9, 10, 20].

**Мета дослідження.** Встановлення продуктивності пшениці озимої під впливом комплексного застосування елементів технологій вирощування зернових культур у короткоротаційних сівозмінах Лісостепу Лівобережного за умов зміни клімату.

**Матеріал та методи дослідження.** Польовий експеримент, лабораторні, аналітичні, математико-статистичні, розрахунково-порівняльні методи проводили згідно з методиками ведення наукових досліджень [11].

Дослідження проводили у період 2021–2022 рр., у тривалому стаціонарному досліді Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» на чорноземі типовому малогумусному неглибокому у двох чотириріпільних сівозмінах з традиційним чергуванням культур [12]. До першої сівозміни включені: пшениця озима – соя – ячмінь ярий – соняшник. До другої сівозміни: пшениця озима – ріпак ярий – ячмінь ярий – кукурудза. Відповідні культури висівали за різних способів обробітку ґрунту, включаючи традиційний обробіток та ґрунтозахисні технології: оранка на глибину 25–27 см, дисковий обробіток на 10–12 см та no-till технологія. Сорт пшениці Поліська 90. Схема досліджень передбачала внесення різних доз добрив, зокрема варіант з природним фоном удобрення, де в процес виробництва залучали побічну продукцію попередника,  $N_{16}P_{16}K_{16}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{60-90}K_{90}$ . Облік врожайності проводили подільночним методом. Вміст у сухій масі врожаю органічних речовин та зольних елементів визначали методом спектроскопії на інфрачервоному аналізаторі NR Scanner model 4250 з комп'ютерним забезпеченням.

**Результати дослідження та обговорення.** У процесі проведення досліджень з вивчення продуктивності пшениці озимої в різних за інтенсивністю технологіях, встановлено залежність урожайності та якості отриманої продукції від погодних умов періоду вегетації,

способу обробітку ґрунту та фону удобрення. Для формування сильних рослин та вирівняних посівів важливими були достатня кількість продуктивної вологи у кореневмісному шарі ґрунту на час проведення сівби пшениці озимої. За зміни клімату, дедалі частіше відслідковується нетипова для відповідного регіону погода, що є несприятливим для пшениці озимої [13, 14]. Зокрема, погодні умови в роки досліджень характеризувалися підвищеними середньомісячними показниками.

За період вегетації, що тривав з квітня до вересня у 2021 році температура повітря становила 16,6 та 16,2 °С у 2022 році, тимчасом середньобагаторічна 15,2 °С, водночас спостерігалась недостатня кількість опадів у 2021 році – 298 мм, у 2022 році надійшло на 27 мм більше за норми 327 мм. На період сівби пшениці озимої у 2021 році відстежувалась мінімальна кількість опадів 30 мм, що спричинило складнощі процесу внаслідок дефіциту доступної вологи в ґрунті, це потребувало коригування строків сівби та її здійснення у пізні терміни. Тимчасом у 2022 році строки посіву доводилося переносити у зв'язку із надходженням досить великої кількості опадів – 122 мм, що майже в три рази перевищувало норму. Проте несприятливі чинники на час сівби культури компенсувалися м'якими умовами зимового періоду та помірним надходженням атмосферних опадів, що забезпечувало перезимівлю слабких пізніх посівів.

Суттєвий вплив на ріст та розвиток пшениці озимої має некерований чинник, зокрема погодні умови навесні, від чого залежали подальші технологічні операції та майбутній урожай [15]. Весна 2021 та 2022 рр. була ранньою й прохолодною з відносно високим надходженням атмосферних опадів, що сприяло відновленню вегетації пшениці озимої та весняного періоду кушення. Відмічено вплив способу обробітку на накопичення різної кількості доступної вологи в ґрунтовому профілі. Зокрема, на початок весни 2021 року вміст вологи в 0–100 см шарі становив 184 мм за традиційної оранки, 188 мм – за дискового обробітку та 197 мм – за no-till технології. На початок 2022 року запаси ґрунтової вологи становили 172, 184 та 193 мм відповідно.

За умов зміни клімату впродовж останніх років спостерігається збільшення кількості сезонів з ранньою весною, що сприяє активному розвитку озимих культур. Відновлення вегетації пшениці озимої в 2021 році відбувалося у середині першої декади березня, й характеризувалося високою вирівняністю посівів. В цей період спостерігався стрімкий ріст

середньодобових температур паралельно з надходженням атмосферних опадів у вигляді дощу, що сприятливо впливало на весняне кушення культури, й підтримувало інтенсивний розвиток рослин разом з підвищеним рівнем вологозабезпечення.

Накопичення запасів вологи в ґрунті залежало від кількох чинників: кількості та розподілу опадів впродовж звітного періоду, гідротермічних умов, способу обробітку та культури попередника.

Відновлення вегетації пшениці озимої у 2022 році розпочиналося у другій декаді березня, а польові роботи із закриття вологи в посівах – у третій декаді цього місяця. Під час відновлення вегетації стан рослин відмічали як задовільний. На етапі виходу із зимового спокою стан посівів розміщених як за традиційного обробітку, так і за no-till технології практично не відрізнявся. У першій та другій декадах квітня внаслідок низьких температур повітря виникла загроза для розвитку посівів озимих культур. Середньодобові показники температури мали відхилення на 3,7 °С від середньобагаторічних даних.

Сприятливі умови для активізації ростових процесів спостерігались з третьої декади квітня. Квітнева прохолода, яка супроводжувалась активним надходженням вологи, на початку травня стрімко змінилась на підвищені середньодобові температури та низьким надходженням атмосферних опадів – лише 45 % від норми. Це негативно вплинуло на розвиток пшениці озимої та формування неvirівняних строкатих посівів. Атмосферні опади у вигляді дощу були зафіксовані лише на початку третьої декади червня, у проміжний період між завершенням цвітіння та наливу зерна. Недостатня кількість вологи вплинула на урожайність пшениці озимої та якісні показники зерна. Варто зазначити, що саме весняна волога та її кількість впливали на ріст рослин, їх розвиток та рівень врожаю.

У процесі онтогенезу за погодних умов періоду вегетації 2021 року рослини пшениці озимої формували посіви висотою у межах 72,0–88,4 см. Найнижча висота стеблостою формувалась за відсутності мінерального удобрення за no-till технології – 72,0 см. Проведення механічного обробітку ґрунту позитивно впливало на ростові процеси, адже на варіантах з природним фоном удобрення, без мінеральних добрив спостерігалось покращення лінійного росту та формування вищих посівів пшениці озимої на 8,2 см, порівняно з no-till технологією. Внесення мінерального удобрення активізувало ростові процеси культури,

сприяло нагромадженню вегетативної маси та як результат підвищенню висоти посівів на 8,2–11 см.

У 2022 році висота стеблостою пшениці озимої суттєво залежала від погодних умов, системи обробітку ґрунту та удобрення. Найнижчий стеблостій формувалася на контрольних ділянках на природному фоні, що за no-till технології становило 62,9 см, за традиційної оранки – 67,8 см. Внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{120}P_{60-90}K_{90}$  позитивно впливало на підвищення висоти стеблостою на 6,8 см за no-till технології та на 7,6 см за традиційної оранки.

Безумовно густота та висота стеблостою пшениці впливала й на прояв активності сегетальної рослинності, що призвело до додаткового навантаження на фінансову частину технології вирощування. У результаті низької фітоценотичної активності культурних рослин над бур'янами, виникла загроза зниження урожайності пшениці озимої на 20–80 %. Тому, в умовах зміни клімату, поруч із необхідністю збереження достатньої зволоженості ґрунту за різних систем обробітку виникає питання контролю рівня забур'яненості [16]. За розміщення пшениці озимої після пізгодостигаючого попередника сої та ранньодостигаючого ріпаку за різних способів обробітку ґрунту спостерігалась різна інтенсивність прояву активності сегетальної рослинності. Здебільшого серед проростаючих бур'янів на початку відновлення вегетації зустрічались зимуючі форми злакових рослин.

Найбільший рівень забур'яненості відмічено за no-till технології [17]. Зокрема, у посівах після ріпаку ярого кількість проростків бур'янів

коливалась в межах 266–285 та 253–598 шт./м<sup>2</sup> відповідно. За мінімального обробітку спостерігався менший рівень забур'яненості з відповідними показниками 46–95 та 45–76 шт./м<sup>2</sup>, як і за оранки з кількістю проростків сегетальних рослин 36–89 шт./м<sup>2</sup> за перший етап та 30–76 шт./м<sup>2</sup> за другий. Незважаючи на співвідношення кількості пророслих бур'янів у посівах різної технологічної інтенсивності, було перевищено поріг екологічної шкодочинності, що потребувало застосування пестицидів у посівах пшениці озимої. Хімічний захист посівів пшениці озимої забезпечував чистоту посівів під час активної вегетації та формування урожайності.

Умови вологозабезпечення та температурний режим у поєднанні із різним рівнем поживного режиму й способів обробітку ґрунту обумовлювали суттєвий вплив на формування врожайності та якісні показники отриманого зерна. Інтервал коливання урожайності у 2021 році становив 2,80–5,26 т/га та 3,03–5,15 т/га у 2022 році (табл. 1). Результати досліджень проведені впродовж 2021–2022 рр. показали, що найнижчий її рівень формувалася на природному фоні, де як удобрення було використано побічну продукцію попередника. Зокрема, на ділянках без внесення мінеральних добрив за попередника сої та ріпаку ярого у 2021 році відповідні показники становили 2,8–2,94 т/га за no-till технології, 2,94–3,0 т/га – за мінімального обробітку та 2,92–3,08 т/га – за оранки. У 2022 році урожайність зерна пшениці озимої на неудобренних ділянках за no-till технології відмічена на рівні 3,03 т/га за попередника сої та 3,23 т/га – за ріпаку ярого, а за мінімального обробітку 3,23–3,55 т/га та за оранки 3,28–3,68 т/га відповідно.

Таблиця 1 – Урожайність зерна пшениці озимої у короткоротаційних сівоzmінах залежно від попередників, системи обробітку ґрунту та удобрення, т/га

Модель технології (доза добрив)	No-till		Дискування на 10–12 см		Оранка на 25–27 см	
	2021 р.	2022 р.	2021 р.	2022 р.	2021 р.	2022 р.
Сівозміна № 1 попередник – соя						
Побічна продукція попередника	2,80	3,23	2,94	3,55	2,92	3,68
$N_{16}P_{16}K_{16}$	2,79	3,89	3,16	3,73	3,39	4,16
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,92	4,22	4,34	4,63	4,48	4,83
$N_{120}P_{90}K_{90}$	4,88	4,16	5,10	5,15	5,20	4,77
Сівозміна № 2 попередник – ріпак ярий						
Побічна продукція попередника	2,94	3,03	3,00	3,23	3,08	3,28
$N_{16}P_{16}K_{16}$	3,04	3,28	3,20	3,45	3,43	3,48
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,94	3,68	4,16	4,12	4,28	3,52
$N_{120}P_{60}K_{90}$	4,92	3,61	5,20	4,24	5,26	4,46
НІР <sub>05</sub> середнє – 0,42; НІР <sub>05</sub> для обробітку і сівозміни – 0,16; НІР <sub>05</sub> для удобрення – 0,17						



Зростання урожайності за обох попередників відбувалось на фоні використання мінеральних добрив. За внесення мінімальної дози мінеральних добрив була відмічена приріст урожайності відносно неудобрених ділянок, що в 2021 році за no-till технології становило додатково 0,10 т/га, за дискування 0,22 т/га та на 0,47 т/га за оранки, у 2022 році – на 0,25–0,66; 0,18–0,22 та 0,20–0,48 т/га відповідно.

Приріст урожайності зерна пшениці озимої за внесення розрахункової дози добрив проти контрольних ділянок в 2021 році за no-till технології становив 1,98–2,08 т/га, за мінімального обробітку – 2,16–2,20 т/га та за традиційної оранки – 2,18–2,28 т/га. У 2022 році приріст урожайності на ділянках з підвищеними дозами добрив становив 0,58–0,93 т/га за системи no-till, 1,01–1,60 т/га – за мінімального обробітку та 1,09–1,18 т/га – за оранки.

Водночас важливим показником поряд з урожайністю є якість зерна, яку отримуємо за вирощування зернових культур. Майже всю пшеницю використовують для хлібопекарської та борошномельної промисловості. Проведення досліджень у напрямку підвищення якісних показників зерна не втрачають актуальності, оскільки впродовж останніх років спостерігається тенденція до зменшення частки зерна, придатного для цих цілей.

Оцінювання якості зерна відбувається за допомогою кількох параметрів – фізичних, біохімічних, фізіологічних. За аналізу хлібопекарських та борошномельних характеристик важливе значення надають вмісту клейковини та білка.

Водночас важливе значення у підвищенні якості зерна на рівні зі сприятливими погодними умовами, достатньою кількістю вологи й поживних речовин, правильно вибраним попередником, мають внесені дози мінеральних добрив. Для досягнення високого рівня вмісту білка та клейковини в зерні для зернових культур важливо отримувати достатню кількість поживних речовин в критичні фази розвитку, до яких належить кущення, ріст стебла й етап безпосередньо перед колосінням рослин [18, 19].

Погодні умови періоду вегетації мали вирішальний вплив на формування якісних показників зерна (рис. 1). Погода 2021 року була більш сприятливою для накопичення зерном білка та клейковини, ніж у 2022 році. На ділянках з природним фоном удобрення, у 2021 році вміст білка мав базові показники 14,1 % за no-till технології, 13,4 % – за дискового обробітку та 12,2 % – за традиційної оранки. Унесення мінеральних добрив сприяло накопичен-

ню білка в зерні. На фоні внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  та  $N_{120}P_{60-90}K_{90}$  з підживленням посівів на важливих етапах онтогенезу, забезпечувало накопичення білка в межах 15,1–15,6 % за no-till технології, 13,9–13,6 % – за дискового обробітку, та 13,8–16,4 % – за традиційної оранки. Винятком був варіант з мінімальною дозою мінерального удобрення  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , що не передбачав підживлення азотними добривами у процесі активного онтогенезу. Уміст білка в зерні у межах досліджуваних способів обробітку ґрунту становив 13,5–14,3 %.

Суттєва відмінність вологозабезпечення у період вегетації, особливо на час дозрівання зерна та період обмолоту в 2022 році, значно впливала на зниження формування вмісту білка в зерні пшениці озимої. Середній показник у межах досліджуваних варіантів становив 10,3–13,0 %, що на 2,2–3,4 % нижче за рівень попереднього року. За умов високого вологозабезпечення 2022 року найнижчий вміст білка отримано за no-till технології 10,3–11,3 %, за дискового обробітку – 11,3–12,9 %, а за традиційної оранки – 11,3–12,6 %.

Окрім білка важливим якісним показником якості зерна є вміст клейковини, який також суттєво залежить від погодних умов періоду вегетації, режиму живлення та способів обробітку ґрунту. Під час досліджень відмічено обернену залежність між формуванням вмісту білка та клейковини, тобто зростання першого показника відповідно призводило до зниження другого. У 2021 році на природному фоні живлення, без внесення мінеральних добрив вміст клейковини у зерні пшениці озимої за no-till технології становив 24,6 %, за дискового обробітку – 22,8 %, та 19,9 % – за оранки. На фоні внесення мінеральних добрив з поетапним підживленням азотними добривами відбувалося підвищення вмісту клейковини у зерні пшениці на 2,75–4,05 % за no-till технології, 1,3–2,15 % – за дискового обробітку та на 6,3–10,55 % за оранки, порівняно з неудобреними ділянками. Отже, вміст клейковини у 2021 році на досліджуваних варіантах був у межах 19,9–30,45 %. У 2022 році за високого вологозабезпечення відмічено досить низький вміст клейковини, який варіював у межах 13,95–22,75 % залежно від рівня живлення та способу обробітку. Навіть за високих доз добрив на фоні несприятливих погодних умов не спостерігалися сприятливі умови для накопичення та утримання клейковини в зерні. Зерно пшениці озимої отримане у 2022 році мало низькі якісні показники, що не відповідали базовим вимогам якісної продукції.

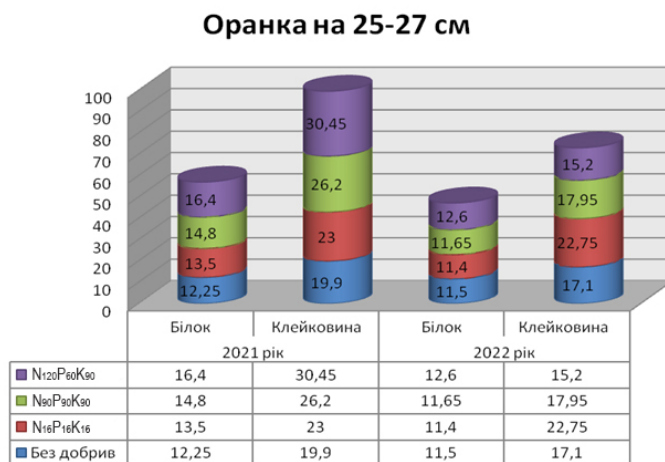
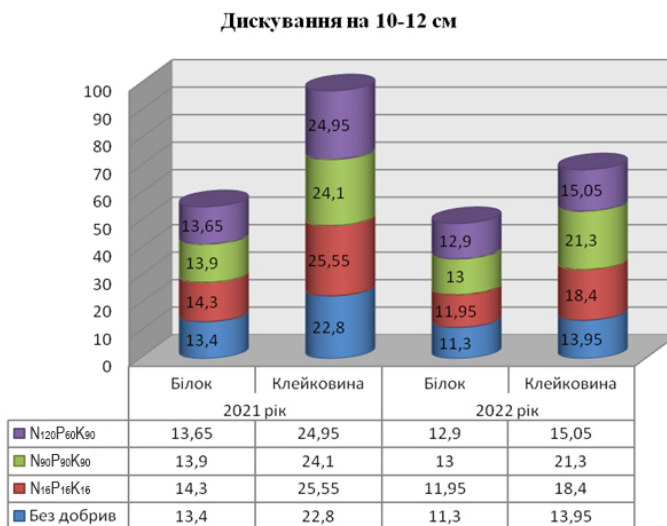
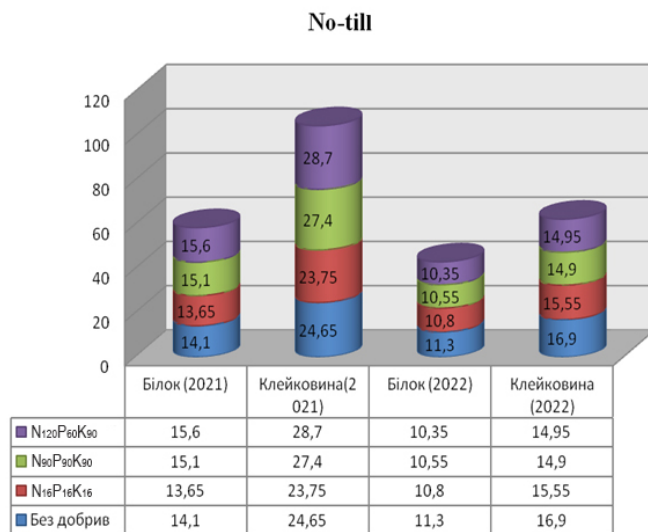


Рис. 1. Уміст білка та клейковини у зерні пшениці озимої залежно від погодних умов періоду вегетації та рівня удобення за різних способів обробітку ґрунту, 2021–2022 рр.

Аналізуючи дані агрохімічного складу зерна пшениці озимої, вирощеного за різних технологій у часових проміжках, що мають відмінні погодні умови періоду вегетації з нестабільними проявами вологозабезпечення культури, встановлено їх суттєвий вплив на формування та отримання зерна низької якості. Це призводить до зменшення кількості пшениці озимої, яку можна використовувати для борошномельних та хлібопекарських цілей. Тому подібні наслідки ставлять нові виклики перед науковцями та аграріями, потребують пошуку адаптивних рішень.

**Висновки.** Підсумовуючи отримані результати після проведених досліджень на чорноземі типовому малогумусному в Лісостепу Лівобережному було виявлено суттєвий вплив кліматичних змін за різних систем обробітку ґрунту на формування продуктивності пшениці озимої, її урожайності та якісні показники отриманої продукції. Зокрема, детальний аналіз погодних умов показав, що нерівномірний розподіл опадів та тривалі періоди посухи чи дощів під час вирощування пшениці озимої на всіх етапах онтогенезу є лімітуючим чинником урожайності та якісних показників зерна.

Однак, не зважаючи на те, що найменш регульованим чинником з погляду агротехніки є температурний режим, в умовах кліматичних змін на допомогу приходять такі прийоми як зсув у часі посівної та інших стадій вирощування зернових культур, з урахуванням погодних умов, використання стійких до негативного зовнішнього впливу сортів пшениці, підживлення посівів через внесення мінеральних добрив. Для забезпечення ефективного використання вологи й гідрометеорологічних чинників загалом доцільно впроваджувати агротехнічні методи – науково обґрунтовані сівозміни з вибором оптимального попередника та способу обробітку ґрунту.

Дослідженнями встановлено, що найвищі показники урожайності пшениці озимої отримано на фоні внесення  $N_{120}P_{60}K_{90}$ , що у 2021 році за традиційної оранки забезпечувало отримання 5,2 т/га зерна високої якості із вмістом білка 16,4 % та клейковини 30,45 %. Також за рівнем урожайності та якісними показниками мало відрізнявся варіант ґрунтозахисної технології no-till, за якої за сприятливого 2021 року отримано 4,88 т/га зерна із вмістом 15,6 % білка та 28,7 % клейковини.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с.
2. Top-10 країн виробників пшениці в 2022/23 MP. Latifundist Media, 12 червня 2023. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-pshenitsi-v-2022-23-mr>

latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-pshenitsi-v-2022-23-mr

3. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь. Київ: НІСД, 2020. 110 с.

4. Маренич М.М. Урожайність зерна пшениці в умовах зміни клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: зб. тез II міжнар. наук.-практ. конф., 10–12 квіт. 2019 р. Київ; Миколаїв; Херсон: ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 26–28.

5. Маренич М.М. Фактори, які обмежують виробництво зерна в умовах зміни клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції за участю ФАО. ДУ НМЦ "Агроосвіта". Київ, 2018. С. 117–120.

6. Кравченко В.С. Продуктивність зернових культур за зміни кліматичних умов. Пропозиція. 2020. № 6. С. 24–26.

7. Бараболя О.В., Олефір О.М. Вплив попередників на урожайність пшениці озимої. Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції присвяченої пам'яті професора Г.П. Жемели (30 вересня 2022 р.). Полтава: ПДАУ, 2022. С. 26–28.

8. Гангур В.В. Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали XIII науково-практичної інтернет-конференції. Полтавський державний аграрний університет, 2022. 81 с.

9. Woźniak A., Rachoń L. Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties. Agriculture. 2020. Vol. 10. No 9. 405 p. DOI: 10.3390/agriculture10090405

10. Ляшенко В.В., Карасенко В.М., Кракоць С.І. Вплив системи обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 64–70.

11. Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту / А.М. Малієнко та ін. Чабани, 2008. 87 с.

12. Забродоцька Л.Ю. Основи агрономії: навчальний посібник. Луцьк: Інформ. вид. відділ Луцького НТУ, 2019. 360 с.

13. Вілсон Л., Нью С., Дарон Д., Голдінг Н. Вплив зміни клімату в Україні. Велика Британія: Міжнародні кліматичні служби; Met Office. 2021. 34 с.

14. Hetic I.T., Onufran L.I. Вплив агроекологічних факторів на врожайність озимої пшениці. Агробізнес сьогодні. 2016. № 9. URL: <https://agrobusiness.com.ua/ahraryni-kultury/item/648-vplyv-ahroekolohichnykh-faktoriv-na-vrozhainist-ozymoi-pshenytsi.html>

15. Hetic I.T. Характер осені і весни та посіви озимої пшениці: монографія. Херсон: Айлант, 2004. 152 с.

16. Задубинна Є.В., Тарасенко О.А., Тарасенко Т.В. Заходи контролювання сегетальної рослинності за технології no-till в умовах Лівобережного Лісостепу. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 24 с.

17. No-till система землеробства в Україні: наука і практика / Р.А. Вожегова та ін. Київ: Олді+, 2021. 218 с.

18. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату / В.В. Гамаюнова та ін. Наукові горизонти, Scientific horizons. 2020. № 2 (87). С. 89–101. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101

19. Цвей Я.П., Іваніна Р.В., Сенчук С.М. Влияние минеральных удобрений и предшественников на использование воды пшеницей озимой и её продуктивность. Зернові культури. 2019. Т. 3. № 2. С. 305–311.

20. Землеробство: підручник / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. С. 3–5.

### REFERENCES

1. DSTU 3768:2019. Pshenytsia. Tekhnichni umovy. [DSTU 3768:2019. Wheat. Technical specifications]. Kyiv, DP UkrNDNTs, 21 p.

2. Top-10 krain vyrobnykiv pshenytsi v 2022/23 MR [Top 10 countries producing wheat in 2022/23 MY]. Available at: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-pshenytsi-v-2022-23-mr>

3. Ivaniuta, S.P., Kolomiets, O.O., Malynovska, O.A., Yakushenko, L.M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analitychna dopovid [Climate Change: Impacts and Adaptation Measures: analytical Report]. Kyiv, NISS, 110 p.

4. Marenych, M.M. (2019). Urozhainist zerna pshenytsi v umovakh zminy klimatu. Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo [Wheat grain yield in the context of climate change. Climate change and agriculture]. Vyklyky dlia aharnoi nauky ta osvity: zb. tez II mizhnar. nauk.-prakt. konf., 10–12 kvit. 2019 r. [Challenges for agrarian science and education: collection of abstracts of the II international scientific and practical conference, April 10–12, 2019]. Kyiv, Mykolaiv, Kherson, State Institution NMC «Agroeducation», pp. 26–28.

5. Marenych, M.M. (2018). Faktory, yaki obmezhuut vyrobnytstvo zerna v umovakh zminy klimatu. Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo [Factors limiting grain production in the context of climate change. Climate change and agriculture]. Vyklyky dlia aharnoi nauky ta osvity: zbirnyk tez Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za uchastiu FAO/DU NMTs "Ahroosvita" [Challenges for agricultural science and education: collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference with the participation of FAO/State Institution NMC "Agroeducation"]. Kyiv, pp. 117–120.

6. Kravchenko, V.S. (2020). Produktyvniest zernovykh kultur za zminy klimatychnykh umov [Productivity of grain crops under changing climatic conditions]. Propozytsiia [Proposal]. no. 6, pp. 24–26.

7. Barabolia, O.V., Olefir, O.M. (2022). Vplyv poperednykh na urozhainist pshenytsi ozymoi. Urozhainist ta yakist produktivniest roslinnytstva za suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii prysviache-

noi pamiati profesora H.P. Zhemely (30 veresnia 2022 r.) [Influence of predecessors on the yield of winter wheat. Yield and quality of crop production under modern cultivation technologies: proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference dedicated to the memory of Professor H.P. Zhemela (September 30, 2022)]. Poltava, PDAU, pp. 26–28.

8. Hanhur, V.V. (2022). Aktualni napriamky ta problematyka u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia produktivniest roslinnytstva: materialy XIII naukovo-praktychnoi internet-konferentsii [Actual directions and problems in technologies of growing crop production: materials of the XIII Scientific and Practical Internet Conference]. Poltavskiy derzhavnyi ahraryni universytet [Poltava State Agrarian University]. 81 p.

9. Woźniak, A., Rachoń, L. (2020). Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties. Agriculture. Vol. 10, no. 9, 405 p. DOI: 10.3390/agriculture10090405

10. Liashenko, V.V., Karasenko, V.M., Krakotets, S.I. (2021). Vplyv systemy obrobittu ґрунту ta poperednykh na urozhainist i yakist zerna pshenytsi ozymoi [Influence of soil cultivation system and predecessors on the yield and quality of winter wheat grain]. Visnyk PDAA [Bulletin of the PDAA]. no. 4, pp. 64–70.

11. Maliienko, A.M., Tarariko, N.M., Havrylov, S.O. (2008). Metodychni rekomendatsii i prohrama doslidzhen z obrobittu ґрунту [Methodical recommendations and research program for tillage]. Chabany, 87 p.

12. Zabrodotska, L.Iu. (2019). Osnovy ahronomii: navchalnyi posibnyk [Basics of agronomy]. Lutsk, Inform.-ed. department of Lutsk National Technical University, 360 p.

13. Wilson, L., New, S., Daron, J., Golding, N. (2021). Vplyv zminy klimatu v Ukraini [Climate Change Impacts for Ukraine]. United Kingdom, International climate services, Met Office, 34 p.

14. Netis, I.T., Onufrin, L.I. (2016). Vplyv ahroekolohichnykh faktoriv na vrozhaunist ozymoi pshe-nytsi [Influence of agroecological factors on the yield of winter wheat]. Ahrobiznes sohodni [Agribusiness today]. no. 9. URL: <https://agro-business.com.ua/ah-rarni-kultury/item/648-vplyv-ahroekolohichnykh-faktoriv-na-vrozhaunist-ozymoi-pshenytsi.html>

15. Netis, I.T. (2004). Kharakter oseni i vesny ta posivy ozymoi pshenytsi: monohrafiia [Character of autumn and spring and winter wheat sowing]. Kherson, Ailant, 152 p.

16. Zadubynna, Ye.V., Tarasenko, O.A., Tarasenko, T.V. (2022). Zakhody kontroliuvannia sehetalnoi roslinnyosti za tekhnolohii no-till v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [Measures to control segetal vegetation using no-till technology in the conditions of the Left Bank Forest Steppe]. Vinnytsia, TOV TVORY, 24 p.

17. Vozhehova, R.A., Maliarchuk, M.P., Hranovska, L.M. (2021). No-till systema zemlerobstva v Ukraini: nauka i praktyka [No-till farming system in Ukraine: science and practice]. Kyiv, Oldi+, 218 p.

18. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., Kovalenko, O.A. (2020). Suchasni pidkholdy do zastosuvannia mineralnykh dobryv za zberezhen-



nia gruntovoi rodiuchosti v umovakh zminy klimatu [Modern approaches to use of the mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change]. *Naukovi horyzonty* [Scientific horizons]. no. 2(87), pp. 89–101. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101

19. Tsvei, Ya.P., Ivanina, R.V., Senchuk, S.M. (2019). Vliyanie mineralnykh udobreniy i predshestvennikov na ispolzovanie vody pshenitsey ozimoy i ee produktivnost [Effect of mineral fertilizers and precursors on water use and productivity of winter wheat]. *Zernovi kultury* [Cereal crops]. Vol. 3, no. 2, pp. 305–311.

20. Prymak, I.D., Yezerkovska, L.V., Fedoruk, Yu.V. (2020). Zemlerobstvo: pidruchnyk [Agriculture]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 3–5.

### Winter wheat productivity under different systems of typical black soil cultivation and under climatic changes in the conditions of the Left-Bank Forest Steppe

Zadubynna E., Tarasenko O., Bebekh Yu., Yezerkovska L.

The article highlights the influence of different tillage systems and climate changes on the formation of winter wheat productivity, yield and quality indicators in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe. Taking into account the crop importance in Ukraine's food security and its place in world exports, the importance of effective methods development to improve technological performance due to the decrease in the share of high quality grain suitable for milling and baking purposes is emphasized. In particular with the climate changes it is necessary to use of moisture-saving technologies and the

introduction of crop rotations with a scientifically based choice of crops with plastic properties to unstable soil and climatic conditions.

In the course of the research it was determined how winter wheat productivity is affected by tillage methods – plowing, disking and no-till technology on the example of typical black soil. The analysis of weather conditions was carried out, which revealed that uneven distribution of precipitation with long periods without rain or with high rain intensity during all stages of crop ontogeny are the factors limiting yields and reducing grain quality.

At the same time the importance of mineral fertilizers in regulating grain yields and quality under rapid climate changes was also determined. Increased average monthly indicators, characterizing the weather conditions during the studied periods, created risks for the full growth and development of cultivated plants, that was described in detail in the article.

According to the research results it was found that the highest yield indexes of winter wheat were obtained during of  $N_{120}P_{60}K_{90}$  application, that in 2021, under traditional plowing, provided 5.2 t/ha of high quality grain with a protein content of 16.4 % and gluten content of 30.45 %. Also in terms of crop yield level and quality indicators the variant of soil protection technology no-till differed little, which produced 4.88 t/ha of grain with a protein content of 15.6 % and 28.7 % of gluten in a favorable 2021.

**Key words:** climate changes, short-term crop rotation, tillage, no-till technology, winter wheat, crop yield, grain quality.



Copyright: Задубинна Є.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Задубинна Є.В.

Тарасенко О.А.

Бєбєх Ю.М.

Єзерковська Л.В.

<https://orcid.org/0000-0002-9428-5603>

<https://orcid.org/0000-0003-2847-0939>

<https://orcid.org/0009-0006-3209-287X>

<https://orcid.org/0000-0002-6644-120X>