

**PROTEIN CONTENT IN WINTER WHEAT GRAIN
IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE**

**ВМІСТ БІЛКУ У ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ
У ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

Mykola Mostipan¹

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-473-3-14>

Abstract. The subject of the study was the conditions of formation of high-protein winter wheat grain. The main goal of the research was to identify the relationships between the main agrotechnical practices, weather conditions in the early spring and protein content in winter wheat grain and to create methodological foundations for the development, implementation and adjustment of ecologically adaptive technologies for growing winter wheat in the northern Steppe of Ukraine. **The research** was conducted during 1986-2005 at Kirovohrad State Agricultural Experimental Station. The winter wheat was sown in three terms on 25 August, 17 September and 2 October after black fallow and non-fallow maize silage predecessor. The protein content of the grain was determined by conventional methods. The soils of the experimental plot are ordinary medium-humus heavy loamy deep chernozems. **It has been substantiated** that in the northern Steppe of Ukraine, winter wheat under black fallow provides a higher protein content in grain compared to its non-fallow predecessor. During the years of research, the protein content in the grain of winter wheat under black fallow was 13.94 compared to 13.0% after corn for silage. After both predecessors, both high and low amounts of protein can be accumulated in winter wheat grain at high yields. Shifting the sowing dates of winter wheat from 25 August to 2 October for black fallow, on average over the years of research, causes a decrease in the protein content of grain from 14.2 to 13.7%, and for corn for silage, on the contrary, an increase from 12.9 to 13.1%. However, this dependence can be clearly seen in 74% of years under black fallow and 47% of years after the non-fallow predecessor.

¹ PhD in Biology, Professor, Head of Geoponics Department,
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

In the conditions of the northern Steppe of Ukraine, the time of renewal of the spring vegetation of winter wheat plants affects the protein content of its grain. The average (third decade of March) time of spring vegetation recovery of winter wheat plants contributes to a higher protein content in the grain, which is 14.2% after black fallow and 13.37% after corn for silage. In years with an extra-early (third decade of February) renewal of spring vegetation, the lowest amount of protein is accumulated in winter wheat grain after both predecessors. The nature of the air temperature regime in the early spring period determines the protein content of winter wheat grain. When winter wheat is placed on black fallow, the highest protein content in winter wheat grain is observed in years when the average daily air temperature passes through 0°C in the third decade of February and is 14.45%, and after the non-fallow predecessor – in the first decade of March – 14.16%. The highest amount of protein in winter wheat grain after both predecessors is accumulated in the years with a period from the time of transition of the average daily air temperature through 0°C to active vegetation of plants from 20 to 30 days and after black fallow is 14.57%, and after non-fallow predecessor – 13.35%. In the years with the duration of this period exceeding 30 days, grain with the lowest amount of protein is formed. A sharp decrease in the protein content of winter wheat grain in the northern Steppe of Ukraine is observed in the years with an average daily air temperature during the period of ‘spring vegetation renewal – heading out’ above 11°C. After black fallow, the protein content of grain decreases from 15.0 to 13.0%, and after corn for silage – from 14.3 to 13.3%. An increase in the duration of the period ‘restoration of spring vegetation – heading out’ increases the protein content in winter wheat grain. In the years with the duration of this period exceeding 35 days, the amount of protein in winter wheat grain for black fallow increases by 1.7%, and in corn for silage by 0.8% compared to the years with duration of this period not exceeding 25 days.

1. Вступ

Зерно пшениці має надзвичайно велике значення для харчування людей на Землі. Це забезпечується унікальним хімічним його складом. У групі зернових культур зерно пшениці містить найбільшу кількість білку. Його вміст може варіювати у досить широких межах.

За сприятливих погодних умов масова частка білку у зерні пшениці може досягати 15 і навіть більше відсотків. Білки пшениці є збалансованими за амінокислотним складом. Вони містять всі незамінні амінокислоти зокрема такі як лізин, валін, триптофан, аргінін, метіонін та інші.

Хліб – це основний продукт харчування величезної кількості людей на Землі. Доросла людина за рахунок хліба та інших продуктів із зерна пшениці отримує більше половини добової потреби вуглеводів, від 40 до 60 % білків, 80–85% вітаміну В₁, велику кількість вітаміну РР, мінеральних та інших речовин. Споживаючи пшеничний хліб людина може повністю забезпечити фізіологічні потреби організму у фосфорі, залізі та на 40 % кальцію. Хліб відіграє також важливе дієтичне значення. Завдяки харчуванню хлібом у людини краще засвоюються інші продукти та поліпшується робота шлунково-кишкового тракту.

Хліб із борошна пшениці за своєю поживністю і перетравністю переважає хліб інших зернових культур. У 100 г пшеничного хліба міститься близько 240–260 ккал, а у макаронах та різних видів печива – 350–360 ккал енергії. Продукти із борошна пшениці засвоюються шлунково-кишковим трактом людини майже повністю на 94–96 %.

Проблема підвищення якості зерна озимої пшениці завжди займала одне із найбільш вагомих місць у аграрній науці. Численні дослідження проведені у різних ґрунтово-кліматичних зонах України розкрили її багатогранність та намітили конкретні шляхи її розв'язання. Вони ж дозволяють стверджувати про надмірно високу складність процесу формування якісних показників зерна озимої пшениці залежно від погодних умов впродовж вегетації рослин, попередників, строків сівби, систем удобрення та захисту рослин та інших факторів.

Накопичення булку у зерні пшениці озимої є результатом численних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, які тісно взаємопов'язані не лише між собою, а з умовами росту та розвитку рослин. Однією із головних передумов синтезу білкових молекул, а відповідно і накопичення їх у зерні, є поглинання азоту кореневою системою рослин [1; 2]. Тому вирощування пшениці озимої після кращих попередників та задоволення фізіологічних потреб у азотному живленні рослин можна вважати як найбільш ефективними та достатньо керованими агротехнічними прийомами збільшення вмісту білку у зерні пшениці

озимої. В умовах північного Степу України доведена незаперечна роль азотних добрив як основного агротехнічного прийому щодо забезпечення високого вмісту білка у зерні пшениці озимої [3]. Так, в дослідженнях автора встановлено, що використання азотних добрив підвищувало вміст білка у зерні пшениці озимої по чорному пару з 12,62 до 13,70% [4]. Великий вплив на білковість зерна пшениці озимої мають строки сівби [5]. Згідно даних Кривенко А.І. [6] в умовах південного Степу України вміст білка у зерні пшениці озимої на 61,3% залежить від строків сівби. При цьому автор стверджує, що строки сівби чинять більший вплив на білковість зерна пшениці озимої ніж генетичні особливості сортів.

Багато вчених звертають особливу увагу на велику роль умов існування рослин у формуванні якісних показників зерна пшениці озимої. Так, Созінов О.О., та Козлов В.Г. переконані, що вміст білка у зерні пшениці озимої на 70% залежить від умов оточуючого середовища та 30 % – генетичних особливостей сортів [7]. Тотожні закономірності виявлені також в дослідженнях Правдзіва І.В та ін. [8]. Ними доведено, що вплив погодних умов на показники вмісту білка у борошні пшениці озимої досягає 57 %, а дія генотипу не перевищує 5%.

Тривалі дослідження впродовж 1990–2006 років дозволили авторам Божко Л.Ю. та Бурдейна І.В. [9] зробити заключення про те, що умови оточуючого середовища Полісся України мають значно більший вплив на накопичення білка у зерні пшениці озимої порівняно з агротехнічними прийомми, що входять до складу технології її вирощування. Між показниками вмісту білка у зерні пшениці озимої та кількістю опадів впродовж червня в умовах лівобережного Лісостепу існує тісний корелятивний взаємозв'язок на рівні $r = 0,74 - 0,81$ [10]. Водночас автори переконані, що для отримання високоякісного зерна пшениці озимої надзвичайно велике значення має оптимальне поєднання опадів та температури повітря під час наливу зерна.

Отже, вищенаведений аналіз лише поглиблює актуальність у виявленні взаємозв'язків між білковістю зерна пшениці озимої та умовами існування рослин, які створюються не лише внаслідок дії нерегульованих факторів оточуючого середовища, а й застосуванням тих чи інших агротехнічних прийомів, що входять до складу технології вирощування пшениці озимої. Володіння такою інформацією дозволить тех-

ноголам розробляти та впроваджувати еколого-адаптивні технології вирощування високоякісного зерна пшениці озимої, і головне, завчасно корегувати їх у разі виникнення факторів з відомими наслідками своєї дії.

Головною метою наших досліджень було виявлення взаємозв'язків між основними агротехнічним прийомами, погодними умовами у ранньовесняний період та вмістом білка у зерні пшениці озимої та створення методологічних основ для розробки, впровадження та корегування еколого-адаптивних технологій вирощування пшениці озимої в північному Степу України.

Дослідження проведені впродовж 1986–2005 років у Кіровоградській державній сільськогосподарській дослідній станції (Нині інститут сільського господарства Степу НААН). Пшеницю озиму висівали у три строки 25 серпня, 17 вересня та 2 жовтня після чорного пару та непарового попередника кукурудза на силос. Технологія вирощування розроблена в установі проведення польових досліджень [11]. Вміст білка у зерні визначали за загальноприйнятими методиками [12].

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи звичайні середньогумусні важкосуглинкові глибокі, яким характерний дуже глибокий гумусний профіль (80-100 см) зі значною глибиною гумусного горизонту (40 – 50 см) та добре виявленою зернистою структурою, яка поступово до низу переходить в зернисто-дрібно-грудочкувату. Вміст гумусу становить 4,54%. Вміст рухомих форм поживних речовин в ґрунті становить 14,5 мг гідролізованого азоту, 12,1 мг фосфору та 15,7 мг калію на 100г ґрунту. Сума ввібраних основ становить 39,4 мг на 100г ґрунту, рН сольове – 5,6. Клімат в зоні проведення досліджень помірно-континентальний. Середня річна температура повітря, за даними Кропивницької метеостанції, дорівнює плюс 7,9 °С, а річна сума атмосферних опадів складає 474мм., основна кількість яких випадає з травня по вересень. Безморозний період триває 164 дні.

2. Вміст білку у зерні пшениці озимої залежно від попередників та строків сівби

Попередники та строки сівби належать до найбільш важливих агротехнічних прийомів вирощування озимої пшениці [13]. Перший чинник визначає суть технології вирощування озимої пшениці і взагалі

майже всіх польових культур. У першу чергу це торкається основних факторів життя рослин таких як їх водозабезпеченість та забезпеченість елементами живлення. Від місця розміщення у сівозміні залежать основний обробіток ґрунту, система удобрення, фітосанітарний стан посівів, система догляду за посівами, тощо.

Строки сівби є специфічним агротехнічним прийомом, який не потребує матеріальних чи фінансових витрат на його запровадження, але за своєю дією є настільки великим, що у більшості років може перевищувати вплив всіх інших агротехнічних прийомів разом взятих [14]. Надмірно велика дія строків сівби на ріст та розвиток рослин озимої пшениці пов'язана перш за все з тим, що зміна строків сівби озимої пшениці може мати найбільш суттєвий вплив на основні фактори життя рослин, які досить важко контролювати чи регулювати за допомогою інших агротехнічних прийомів [15]. Зміна термінів сівби на відміну від інших агротехнічних прийомів у першу чергу впливає на температурний та світловий режими рослин озимої пшениці [16].

На сьогоднішній день накопичено в аграрній науці виявлено та обґрунтовано досить багато закономірностей формування якості зерна озимої пшениці під впливом тих чи інших агротехнічних факторів. Проте специфічність та мінливість погодних умов у тій чи іншій ґрунтово-кліматичній зоні впродовж вегетації рослин озимої пшениці не дозволяє з високою ймовірністю стверджувати про накопичення великої чи малої кількості білка за конкретних погодних умов.

Розміщення озимої пшениці після кращих попередників у сівозміні забезпечує більш оптимальні умови існування рослин порівняно з гіршими попередниками. Рослини у таких посівах потужніші, більш стійкіші до несприятливих факторів оточуючого середовища, а тому формують більш високу врожайність та високоякісне зерно. У середньому за роки досліджень вміст білка у зерні озимої пшениці після чорного пару склав 13,94 % тоді як після кукурудзи на силос – 13,0%. При цьому у шістнадцяти роках із двадцяти вміст білка після чорного пару був більшим ніж по кукурудзі на силос. Лише у 2002 році вміст білка у зерні озимої пшениці у варіантах досліду після кукурудзи на силос був значно більшим ніж після чорного пару (табл. 1).

Вміст білка у зерні озимої пшениці після різних попередників, %

Роки	Чорний пар	Кукурудза на силос	Різниця між чорним паром та кукурудзою на силос
1986	14,19	12,49	1,70
1987	14,46	12,43	2,03
1988	14,60	12,25	2,35
1989	14,88	14,35	0,53
1990	14,55	12,79	1,76
1991	14,45	14,49	-0,04
1992	14,38	12,90	1,48
1993	15,69	15,73	-0,04
1994	14,48	13,44	1,04
1995	14,83	14,82	0,01
1996	14,80	12,77	2,03
1997	15,30	14,06	1,24
1998	12,04	11,88	0,16
1999	14,08	13,12	0,96
2000	11,94	12,27	-0,33
2001	12,45	11,02	1,43
2002	13,73	14,70	-0,97
2004	12,58	11,74	0,84
2005	12,89	10,67	2,22
2006	12,59	11,57	1,02
Середнє	13,94	13,00	0,94

Вміст білка у зерні озимої пшениці у різні за погодними умовами роки змінюється у досить широких межах. Проте нижні межі вмісту білку у зерні пшениці після кращих попередників є все ж таки вищими ніж після гірших попередників. Це ще є одним підтвердженням того, що чим кращі умови росту та розвитку рослин озимої пшениці тим більш ймовірноше накопичення більшої кількості білка у зерні. У всі роки досліджень після чорного кількість білку у зерні озимої пшениці перевищувала 11 % тоді як після кукурудзи на силос траплялися роки, коли вміст білку був меншим за вказану межу. До того ж у 60 % років при розміщенні озимої пшениці після кукурудзи на силос у зерні накопичувалося не більше 13% білка тоді як після чорного пару така ситуація траплялася лише у 30 % років.

При розміщенні озимої пшениці після чорного пару у 65 % років накопичувалася велика кількість білку у зерні, яка перевищувала 14 %. Після непарового попередника також можливе досягнення такого рівня вмісту білку але це траплялося лише у 30 % років із всіх досліджених (таблиця 2).

Таблиця 2

Варіювання вмісту білку у зерні озимої пшениці після різних попередників (середнє за 1986 – 2006 рр.)

Групи за вмістом білка у зерні, %	Чорний пар		Кукурудза на силос	
	вміст білка, %	частка років, %	вміст білка, %	частка років, %
Більше 15	15,49	10,0	15,73	5,0
14-15	14,52	55,0	14,48	25,0
13-14	13,73	5,0	13,28	10,0
12-13	12,51	25,0	12,56	35,0
11-12	11,94	5,0	11,55	20,0
10-11	-	-	10,67	5,0
Середнє	13,95	-	12,97	-
Варіювання	11,94-15,69		10,67-15,73	

Отримані результати свідчать, що між досліджуваними попередниками існує принципова відміна щодо процесів, які в кінцевому результаті визначають кількість білку у зерні озимої пшениці. При сівбі озимої пшениці після непарового попередника поліпшення умов існування рослин має відповідний позитивний вплив і на кількість накопиченого білку у зерні. Про це свідчить той факт, що підвищення врожайності пшениці з 31,8 ц/га до 51,9 ц/га викликало збільшення вмісту білка у зерні з 12,56 % до 15,73%. До речі така закономірність виявлена у 70 % років із всіх досліджуваних. Після чорного більш чіткіше простежується прямопротилежна закономірність. Зі збільшенням рівня врожайності, що є свідченням поліпшення умов існування рослин, вміст білка у зерні озимої пшениці зменшується. Тобто можна стверджувати, що при сівбі озимої пшениці по чорному пару, фактори, що сприяють зростанню рівня врожайності у певній мірі негативно діють на процеси накопичення білка у зерні озимої пшениці або ж сприяють виникненню нових чинників з негативною дією.

Раніше зазначалося, що строки сівби істотно змінюють умови існування рослин і зокрема таких основних факторів життя як температура та світло. Усереднення двадцятирічних результатів досліджень дозволило виявити існування прямопротилежних закономірностей зміни вмісту білка у зерні озимої пшениці після чорного пару та кукурудзи на силос. Перенесення сівби з 25 серпня на 2 жовтня по чорному пару зменшує вміст білка з 14,15 до 13,72 %, а після непарового попередника – навпаки спостерігається підвищення з 12,97 до 13,14 % (таблиця 3).

Таблиця 3

**Вплив строків сівби на вміст білку у зерні озимої пшениці, %
(середнє за 1986 – 2006 рр.)**

Строк сівби	Попередник	
	чорний пар	кукурудза на силос
25.VIII (ранній)	14,15	12,97
17.IX (оптимальний)	13,81	13,06
2.X (пізній)	13,72	13,14

Виявлена закономірність зменшення вмісту білку у зерні при перенесенні сівби від ранніх до пізніх строків по чорному пару за середніми показниками проявлялася у 14 роках із всіх досліджених, що становить майже 74 %. У такі роки, як свідчать результати аналізу погодні умови у весняно-літній період є близькими до середньо-багаторічних показників для зони проведення досліджень. Середньодобова температура у середньому за ці роки склала 15,7 °С, сума опадів 194,3 мм, сума ефективних температур – 770 °С тоді як середньо-багаторічні показники відповідно складають 15,9 °С, 185 мм та 772 °С. Характер зміни рівня врожайності залежно від строків сівби має іншу направленість. У середньому за ці роки найбільш врожайність формувалася при середньому строкові сівби і склала 51,1 ц/га. Але за раннього строку сівби вона була значно меншою ніж за пізнього і становила відповідно 38,6 та 46,6 ц/га. Отже це підтверджує той факт, що по чорному пару поліпшення умов росту та розвитку рослин в першу чергу сприяє формуванню врожаю, а не накопиченню білку у зерні.

Аналізуючи отримані результати було помічено, що лише у шести роках із 14 вміст білка у варіантах по чорному пару закономірно послідовно зменшувався з перенесенням сівби з 25 серпня на 2 жовтня (таблиця 4). Ці роки за погодними умовами впродовж весняно-літнього періоду вегетації за середніми показниками можна вважати тотожними до тих 14 років, у яких вміст білка при ранніх строках був вищим ніж при пізньому строковій сівби 2 жовтня. Але окремі показники мають чітку тенденцію до підвищення або ж зниження. Так, тривалість весняно-літньої вегетації у середньому за 14 років становила 119,6 днів тоді у середньому за шість років 122,6 днів, а кількість опадів відповідно склала 194,3 та 205,5 мм. Відмічається також зниження середньодобової температури повітря з 15,7 до 15,3 °С. Отже, при розміщенні озимої пшениці в північному Степу України по попереднику чорний пар у роки з помірним температурним режимом повітря впродовж весняно-літньої вегетації з підвищеною кількістю опадів можна передбачати закономірне зменшення вмісту білку у зерні озимої пшениці з перенесенням сівби з ранніх строків на пізні.

При цьому лише у два роки зокрема у 1986, 1987 спостерігалось поступове збільшення вмісту білка у зерні з 13,97 до 14,90 % при перенесенні сівби з 25 серпня на 2 жовтня. Врожайність при цьому зменшувалася з 54,9 до 45,7 ц/га. Така закономірність проявилася при скороченні тривалості весняно-літньої вегетації до 112,8 днів, а кількості опадів майже у два рази порівняно із середньо багаторічними даними з 182 мм до 94 мм. Закономірне збільшення вмісту білку від ранніх до пізніх строків відбувалося на фоні підвищеного температурного режиму повітря. Середньодобова температура повітря у ці роки склала 16,5 °С проти 15, 9 °С як показника середнього за всі роки досліджень.

Як показують дані таблиці 4 по непаровому попереднику рання сівба забезпечувала накопичення меншої кількості білку у зерні озимої пшениці ніж пізня 2 жовтня у 9 роках або це 47 % від всіх досліджуваних років. При цьому слід зазначити, що лише у 1986 та 1987 роках вміст білку закономірно збільшувався при перенесенні сівби з 25 серпня на 2 жовтня. Перевага пізніх строків сівби спостерігається у роки з подовженим періодом весняно-літньої вегетації до 126 днів проти 118 днів, як середньобагаторічного показника та зменшенні кількості опадів за цей період до 172,3 мм проти 186 мм.

**Вміст білку у зерні озимої пшениці
залежно від строків сівби після різних попередників**

Роки	Чорний пар			Кукурудза на силос		
	25.VIII	17.IX	2.X	25.VIII	17.IX	2.X
1986	13,53	14,28	14,99	11,95	12,44	13,03
1987	14,22	14,52	14,85	11,25	11,78	11,75
1988	14,10	14,89	14,50	11,39	12,71	13,63
1989	15,16	14,63	14,48	14,15	14,61	14,43
1990	14,90	14,19	13,98	12,64	13,00	12,84
1991	14,89	14,24	14,00	14,44	14,71	14,38
1992	14,54	14,56	13,97	13,53	12,67	12,77
1993	15,81	15,79	15,54	15,96	15,93	15,78
1994	14,47	14,47	14,20	13,25	13,94	13,70
1995	15,36	15,01	14,06	14,96	14,67	14,50
1996	0,0	14,43	14,38	0,0	11,84	13,40
1997	15,73	15,29	14,73	13,96	14,31	14,00
1998	12,58	11,85	11,87	12,20	11,47	12,07
1999	14,76	13,97	13,16	12,74	13,52	13,17
2000	11,97	11,06	12,37	12,40	11,97	12,50
2001	12,66	12,01	13,32	11,09	10,90	11,02
2002	13,87	13,70	13,52	14,56	14,83	14,76
2004	13,06	12,27	12,34	11,97	11,94	11,70
2005	13,30	12,77	12,88	10,94	10,74	10,26

Закономірне підвищення вмісту білку у зерні озимої пшениці з перенесенням сівби з надраних строків сівби (25 серпня) на пізні (2 жовтня) спостерігалось у роки з гостро посушливими умовами у весняно-літній період на фоні підвищеного температурного режиму повітря. У середньому за 1986 та 1988 роки впродовж весняно-літньої вегетації випало лише 155,3 мм, а середньодобова температура становила 16,6 °С. Але у такі роки відмічається чітка прямо протилежна залежність між рівнем врожайності та кількістю білку у зерні. Закономірне підвищення вмісту білку у зерні озимої пшениці з перенесенням сівби з 25 серпня на 2 жовтня відмічалось на фоні закономірного зниження рівня врожайності. Так, вміст білку збільшувався з 11,67 до 13,33 % тоді як врожайність зменшувалася з 39,7 до 25,9 ц/га.

Результати наших досліджень, в яких не використовувалися інші фактори, що мають вплив на накопичення білка у зерні озимої пшениці, дозволяють стверджувати, що саме погодні умови, які виникали за різних строків сівби, були вирішальними у зміні вмісту білку у зерні озимої пшениці. Після непарового попередника у 20 % років досліджень (1992, 1995, 2004 та 2005 рр.) вміст білку за строку сівби 25 серпня перевищував показники за сівби 2 жовтня. Аналіз показує, що така закономірність існувала у роки, коли скорочується тривалість весняно-літньої вегетації з 125 днів до 116 днів, а кількість опадів збільшувалася до 208,7 мм, тобто на 36,4 мм більше ніж у роки коли вміст білку за ранніх строків сівби виявлявся меншим ніж при пізніх. Слід звернути увагу також на те, що у роки коли при ранніх строках сівби накопичується більше білку ніж при пізніх, сума середньодобових температур та сума активних і ефективних температур зменшується. Так, у середньому за роки, коли пізні строки сівби за вмістом білку переважали над ранніми сума активних температур була меншою на 192 °С, а сума ефективних температур – 38,7 °С. Але при цьому середньодобова температура повітря у такі роки була вищою і складала у середньому за весняно-літній період вегетації 15,7 °С проти 15,5°С.

3. Погодні умови ранньовесняного періоду та вміст білку у зерні пшениці озимої

Погодні умови ранньовесняного періоду є надзвичайно важливими для формування не лише кількісних показників врожаю зерна пшениці озимої, а й його якісних показників [17]. В результаті проведених досліджень встановлено, що в умовах північному Степу України найбільш висока білковість зерна пшениці озимої формується у роки із середніми термінами відновлення весняної вегетації тобто у третій декадах березня. Така закономірність характерна для всіх посівів пшениці озимої незалежно від їх попередників та строків сівби. У середньому за роки досліджень найбільша кількість білка у зерні пшениці озимої накопичувалася у роки із середніми термінами відновлення вегетації і становила 14,12 % по чорному пару та 13,37 % – після кукурудзи на силос (таблиця 5). У роки з більш ранніми та пізнішими термінами відновлення весняної вегетації вміст білка у зерні пшениці

озимої зменшується. При цьому пізні у першій декаді квітня відновлення весняної вегетації забезпечує вищу білковість зерна пшениці озимої ніж раннє (перша – друга декада березня) чи надраннє (третьа декада лютого). Після чорного пару білковість зерна у роки з пізнім відновленням весняної вегетації у середньому становить 13,90 % проти 13,12 % у роки із надраннім відновленням. При розміщенні пшениці озимої після кукурудзи на силос показники вмісту білка у зерні відповідно складають 12,35 та 12,02 %.

Таблиця 5

Вплив часу відновлення весняної вегетації на вміст білка у зерні пшениці озимої, % (1986 – 2005 рр.)

ЧВВВ	Чорний пар				Кукурудза на силос			
	середнє	2.IX	17.IX	2. X	середнє	2.IX	17.IX	2. X
Надраннє	13,12	13,29	13,22	13,16	12,02	11,92	12,13	12,47
Раннє	13,54	13,75	13,29	13,61	12,84	12,77	12,91	12,87
Середнє	14,12	14,22	13,99	13,84	13,37	13,11	13,56	13,56
Пізнє	13,90	13,88	13,77	13,74	12,35	12,46	12,16	12,55

Зміна строків сівби пшениці озимої істотно впливає на умови оточуючого середовища існування рослин, що відображається у рівні кущистості рослин на час припинення осінньої вегетації, їх ваги, щільності посівів та інші біологічні властивості [18]. Відповідно на час відновлення весняної вегетації рослини володіють різними властивостями щодо засвоєння води із ґрунту, елементів живлення та інших факторів життя, що в кінцевому результаті відображається в рівні їх продуктивності. Встановлено, що у роки із надраннім відновленням весняної вегетації зміщення сівби з 2 вересня на 2 жовтня по чорному пару викликає зменшення вмісту білка у зерні пшениці озимої тоді як після непарового попередника – навпаки підвищення. Абсолютно тотожна закономірність спостерігається і у роки із пізнім відновленням весняної вегетації рослин. Так, у середньому за роки досліджень після кукурудзи на силос вміст білка у зерні пшениці озимої при сівбі 2 вересня становить 11,92 % тоді як при сівбі 2 жовтня він зростає до 12,47 %.

У роки із середніми термінами відновлення весняної вегетації найбільша кількість білка у зерні пшениці озимої при вирощуванні

її по чорному пару накопичується при сівбі 2 вересня, а найменша – 17 вересня і складає відповідно 14,22 та 13,84 %. Після непарового попередника кукурудзи на силос спостерігається прямо протилежна закономірність тобто білковість зерна пшениці озимої зменшується з 13,56 до 13,11 %.

Погодні умови у ранньовесняний період в умовах північного Степу України є надто мінливими як за показниками температурного режиму повітря так і кількістю опадів. Це має великий вплив на ріст та розвиток рослин пшениці озимої. За низьких температур на фоні раннього чи надраннього відновлення рослини додатково кущаться тоді як в роки із різким підвищенням температур повітря – навпаки процеси кущіння уповільнюються, а в посівах ранніх строків сівби навіть відмічається відмирання сформованих осінніх пагонів [19]. Погодні умови у ранньовесняний період росту та розвитку рослин мають певний вплив на накопичення білка у зерні пшениці озимої. При її розміщенні після чорного пару найбільша кількість білка у зерні накопичується у роки коли перехід середньодобової температури повітря через 0 °С відбувається у третій декаді лютого. У роки з більш ранніми та пізнішими термінами переходу середньодобової температури повітря через 0 °С спостерігається зменшення кількості білка у зерні пшениці озимої (таблиця 6.)

Таблиця 6

Вплив термінів переходу середньодобової температури через 0 °С на вміст білка у зерні пшениці озимої, % (1986–2005 рр.)

Час переходу температури через 0°	Чорний пар				Кукурудза на силос			
	середнє	2.IX	17.IX	2. X	середнє	2.IX	17.IX	2. X
II декада лютого	13,72	13,92	13,52	13,42	13,43	13,39	13,38	13,45
III декада лютого	14,45	14,74	14,39	13,87	13,46	13,46	13,60	13,46
I декада березня	14,25	14,33	14,18	14,03	14,16	13,72	14,45	14,60
II декада березня	13,98	14,00	13,97	13,79	12,07	11,80	12,26	12,20
III декада березня	14,05	13,97	13,91	14,04	11,66	11,86	11,45	11,80

Із даних таблиці 6 видно, що за всіх термінів переходу середньодобової температури повітря через 0°С ранньої весни, крім найбільш

пізнього у третій декаді березня, перенесення сівби з 2 вересня на 2 жовтня викликало зменшення вмісту білка у зерні пшениці озимої. Так, у роки переходу середньодобової температури повітря через 0 °C у другій декаді лютого посіви з сівбою 2 вересня накопичували 13,92 % білка у зерні тоді як посіви з сівбою 2 жовтня – 13,42 %. Найбільш різке зменшення вмісту білка у зерні пшениці озимої з 14,74 до 13,87 % внаслідок перенесення сівби з 2 вересня на 2 жовтня спостерігається у роки із переходом середньодобової температури повітря через 0 °C у третій декаді лютого.

При розміщенні пшениці озимої після кукурудзи на силос найбільша кількість білка у зерні спостерігається у роки з переходом середньодобової температури повітря через 0 °C у першій декаді березня і у середньому становить 14,16 %. У роки з ранніми термінами переходу температури через цю позначку вміст білка у зерні зменшується до 13,43 %, а у роки з пізнішими термінами – до 11,66 %. Різновікові посіви після кукурудзи на силос виявляють дещо іншу реакцію на терміни переходу середньодобової температури повітря через 0 °C. У роки із переходом середньодобової температури через 0 °C у другій та третій декаді лютого строки сівби майже не впливали на накопичення білку у зерні пшениці озимої. Вміст білка у зерні є майже однаковим у посівах з сівбою починаючи з 2 вересня і закінчуючи 2 жовтня. Разом з тим у роки із переходом середньодобової температури повітря через 0 °C у першій декаді березня посіви з сівбою 2 жовтня накопичують значно більшу кількість білка у зерні ніж посіви з сівбою 2 вересня. Вміст білка у зерні відповідно складає 14,60 та 13,72 %.

Дослідженнями доведено, що погодні умови у ранньовесняній період на початку відновлення весняної вегетації рослин мають всебічний вплив на ріст та розвиток рослин пшениці озимої [20]. Вони можуть як посилювати так і зменшувати інтенсивність ростових процесів рослин. При цьому велике значення як відомо має тривалість дії того чи іншого фактору. Встановлено, що тривалість періоду від часу переходу середньодобової температури повітря через 0 °C до початку активної вегетації рослин впливає на накопичення білка у зерні пшениці озимої. Після обох попередників найбільший вміст білка у зерні пшениці озимої відмічається у роки з тривалістю зазначеного періоду від 20 до 30 днів і складає 14,57 % по чорному пару та 13,35 % – після

попередника кукурудза на силос. У роки коли цей період триває менше 20 днів або ж більше 30 днів вміст білка після обох попередників зменшується (таблиця 7).

Реакція різновікових посівів пшениці озимої на довжину періоду від часу переходу середньодобової температури повітря через 0 °С до початку активної вегетації рослин може бути однотипною після різних попередників і водночас істотно залежати від місця розміщення посівів у сівозміні. Після обох досліджуваних попередників у роки з тривалістю цього періоду до 10 днів вміст білку у зерні пшениці озимої поступово зменшувався при зміщенні сівби з 2 вересня на 2 жовтня. У середньому за роки досліджень по чорному пару білковість зерна зменшувалася з 14,30 до 14,04 %, а після кукурудзи на силос – з 12,47 до 12,17 %. Подовження тривалості періоду від часу переходу середньодобової температури повітря через 0 °С до початку активної вегетації рослин впливає понад 30 днів сприяло зменшенню вмісту білка у зерні пшениці озимої по чорному пару внаслідок зміщення строків сівби з 2 вересня на 2 жовтня (з 13,51 до 13,13%) і навпаки його підвищенню після кукурудзи на силос (з 13,19 до 13,30 %).

Таблиця 7

Вплив тривалості періоду від часу переходу температури через 0°С до часу відновлення вегетації на вміст білка у зерні пшениці озимої, % (1986 – 2005 рр.)

Тривалість	Чорний пар				Кукурудза на силос			
	середнє	2.IX	17.IX	2. X	середнє	2.IX	17.IX	2. X
До 10 днів	14,15	14,30	14,01	14,04	12,35	12,47	12,40	12,17
10 – 20 днів	14,06	13,89	14,11	13,93	13,06	12,80	13,14	13,37
20 – 30 днів	14,57	14,76	14,46	14,14	13,35	13,28	13,43	13,35
Більше 30 днів	13,42	13,51	13,17	13,13	13,21	13,19	13,22	13,30

Взагалі слід зазначити, що при розміщенні пшениці озимої по чорному пару у більшості років крім років, коли тривалість періоду від часу переходу середньодобової температури повітря через 0 °С до початку активної вегетації рослин впливає складає від 10 до 20 днів, відмічається зменшення вмісту білка у зерні в результаті переміщення строків сівби з 2 вересня на 2 жовтня. Зазначена залежність після куку-

рудзи на силос простежується лише у роки з тривалістю досліджуваного періоду до 10 днів.

Відомо, що умови азотного живлення рослин є вирішальними для накопичення білка у зерні пшениці озимої. Більшістю досліджень переконливо доведено, що застосування азотних добрив сприяє не лише зростанню врожаю зерна пшениці озимої, а й поліпшенню його якісних показників. До того ж норма використання азотних добрив для досягнення високої якості зерна пшениці озимої є значно більшою ніж високого рівня врожайності. Впродовж кущіння рослини озимої пшениці засвоюють близько 28 % азоту від загальної його кількості за весь період вегетації. Тому можна цілком передбачати, що умови існування рослин впродовж фази їх кущіння можуть мати вплив на білковість зерна пшениці озимої.

В результаті проведених досліджень доведено, що чим більш високою є середньодобова температура повітря впродовж періоду від відновлення весняної вегетації до початку трубкування рослин тим меншою є білковість зерна пшениці озимої (таблиця 8). Після чорного пару білковість зерна пшениці озимої зменшується з 15,0 у роки із середньодобовою температурою повітря у цей період до 7 °С до 13,0 % у роки із середньодобовою температурою повітря понад 11 °С. При розміщенні пшениці озимої після непарового попередника показники вмісту білка у зерні пшениці озимої відповідно складають 14,3 та 11,3 %.

Таблиця 8

**Вміст білка у зерні озимої пшениці
залежно від середньодобової температури повітря
у період «відновлення весняної вегетації – вихід в трубку», %
(1986 – 2005 рр.)**

Середньодобова температура повітря, °С	Чорний пар				Кукурудза на силос			
	середнє	2.IX	17.IX	2. X	середнє	2.IX	17.IX	2. X
до 7	15,0	15,0	14,9	14,7	14,3	14,3	14,3	-
7,1-9	14,0	13,8	14,6	14,3	13,4	13,2	13,6	14,1
9,1-11	13,8	13,9	12,9	13,4	12,6	12,3	12,8	13,2
більше 11	13,0	13,2	13,5	13,3	11,5	11,6	11,4	12,0

Вищезазначена закономірність щодо зменшення вмісту білка у зерні пшениці озимої у роки з більш високим температурним режимом у період від відновлення весняної вегетації до початку трубкування рослин порівняно з роками із середньодобовою температурою до 7 °С є характерною для всіх різновікових посівів пшениці озимої не залежно від попередників. Разом з тим чітко видно, що ранні посіви з сівбою 2 вересня після обох попередників у більшій мірі зменшують вміст білка у зерні ніж посіви сівба яких проведена 2 жовтня. По чорному пару вміст білка у зерні посівів з сівбою 2 вересня у роки із середньодобовою температурою понад 11 °С зменшується на 2,8 % порівняно з роками із середньодобовою температурою повітря до 7 °С тоді як у посівів із сівбою 2 жовтня – лише на 1,4%. Після непарового попередника кукурудзи на силос пізні посіви 2 жовтня у меншій мірі зменшують вміст білка у зерні порівняно з посівами по чорному пару.

Надходження всіх елементів живлення до росин безпосередньо взаємопов'язано з їх вологозабезпеченням. Тому у роки із більшою кількістю опадів у період від відновлення весняної вегетації до початку трубкування рослин білковість зерна пшениці озимої є більшою ніж у посушливі роки. У роки із кількістю опадів впродовж цього періоду до 10 мм вміст білка у зерні пшениці озимої по чорному пару у середньому становить 13,5% проти 14,3 % у роки коли випадає за цей період понад 20 мм. Після кукурудзи на силос вміст білка у посушливі до 10 мм опадів білковість зерна становить 12,1 %, а уроки з кількістю опадів понад 30 мм його кількість збільшується до 13,7 – 14,5 % (таблиця 9).

Негативна дія посушливих умов у ранньовесняний період на накопичення білка у зерні пшениці озимої простежується у всіх досліджуваних різновікових посівах як по чорному пару так і після кукурудзи на силос. Разом з цим максимальні показники білковості зерна після непарового попередника досягаються у роки з найбільшою кількістю опадів у ранньовесняний період тобто понад 40 мм. При розміщенні пшениці після чорного пару максимальний вміст білка у зерні досягається у всіх різновікових посівів у роки з кількістю опадів у цей період від 30 до 40 мм.

**Вміст білка у зерні озимої пшениці
залежно від суми опадів впродовж періоду
«відновлення весняної вегетації – вихід в трубку», %
(1986 – 2005 рр.)**

Сума опадів, мм	Чорний пар				Кукурудза на силос			
	середнє	2.IX	17.IX	2. X	середнє	2.IX	17.IX	2. X
до 10 мм	13,5	13,5	13,3	13,8	12,1	11,7	11,8	11,8
10-20	13,9	14,1	13,6	13,5	12,7	13,1	12,6	13,2
20-30	14,3	14,0	13,9	13,7	12,6	12,9	13,5	13,0
30-40	14,3	14,6	14,9	14,0	14,5	13,0	13,8	14,3
більше 40	14,3	14,5	14,5	14,1	13,7	14,2	14,1	14,1

Тривалість дії факторів зовнішнього середовища на рослини має значний вплив на прояв у них тих чи інших ознак чи навіть властивостей. Подовження тривалості періоду від часу відновлення весняної вегетації до початку трубкування рослин сприяє збільшенню білковості зерна пшениці озимої (таблиця 10). Чим більш тривалим є цей період тим більша кількість білка накопичується у зерні. Така залежність простежується після обох досліджуваних попередників. При вирощуванні пшениці озимої по чорному пару у роки із тривалістю цього періоду до 25 днів вміст білка у зерні становить у середньому 13,0 % проти 14,7 % у роки із довжиною вказаного періоду понад 35 днів. Після попередника кукурудза на силос ці показники відповідно складають 12,2 та 13,9 %.

Таблиця 10

**Вміст білка у зерні озимої пшениці
залежно від тривалості періоду «відновлення весняної вегетації –
вихід в трубку», %**

Тривалість, днів	Чорний пар				Кукурудза на силос			
	середнє	2.IX	17.IX	2. X	середнє	2.IX	17.IX	2. X
до 25	13,0	13,5	13,1	13,6	12,2	12,3	12,0	12,2
25 - 35	14,3	14,6	14,5	13,9	12,9	13,2	12,8	13,1
більше 35	14,7	14,6	14,3	14,0	13,9	13,8	14,0	13,8

Подовження тривалості періоду від часу відновлення весняної вегетації до початку трубкування сприяє збільшенню білковості зерна пшениці озимої не залежно від строків сівби. Після обох попередників більш значне збільшення білковості зерна пшениці озимої у роки з довжиною періоду від часу відновлення весняної вегетації до початку трубкування понад 35 днів відмічається у посівів з сівбою 17 вересня. Вміст білка у зерні таких посівів по чорному пару збільшується у середньому на 1,2%, а після кукурудзи на силос – 2,0%. Взагалі слід зазначити, що після кукурудзи на силос за всіх строків сівби абсолютні прирости вмісту білка у зерні пшениці озимої внаслідок збільшення довжини періоду від часу відновлення весняної вегетації до початку трубкування є вищими по чорному пару порівняно з непаровим попередником кукурудза на силос.

4. Висновки

Отже вищенаведений аналіз дозволяє зробити наступні висновки:

1. Поліпшення умов росту та розвитку рослин озимої пшениці внаслідок розміщення її посівів по чорному пару в північному Степу України забезпечує більш високий вміст білку у зерні порівняно з непаровим попередником. У середньому за роки досліджень вміст білку у зерні по чорному пару склав 13,94 проти 13,0% після непарового попередника. Після обох попередників при високій врожайності може накопичуватися як велика, так і низька кількість білку у зерні озимої пшениці.

2. Перенесення сівби озимої пшениці з 25 серпня на 2 жовтня по чорному пару у середньому за роки досліджень викликає зменшення вмісту білку у зерні з 14,2 до 13,7 %, а по кукурудза на силос – навпаки підвищення з 12,9 до 13,1 %. Проте така закономірність є характерною для 74 % років по чорному пару та 47 % років після непарового попередника.

3. В умовах північного Степу України час відновлення весняної вегетації впливає на вміст білка у зерні пшениці озимої. Найбільша кількість білка у зерні пшениці озимої накопичується у роки із середніми термінами відновлення весняної вегетації рослин і становить 14,12% по чорному пару та 13,37% – після непарового попередника кукурудза на силос. Як більш ранне так і пізніше відновлення весняної вегетації

сприяє зменшенню білковості зерна пшениці озимої. У роки з надраним відновленням весняної вегетації накопичується найменша кількість білка у зерні пшениці озимої після обох попередників.

4. Строки переходу середньодобової температури повітря через 0°C визначають білковість зерна пшениці озимої. При вирощуванні її по чорному пару найбільша кількість білка у її зерні накопичується у роки, коли перехід середньодобової температури повітря через 0 °C відбувається у третій декаді лютого і складає 14,45 %, а після непарового попередника – у першій декаді березня – 14,16%. Найменша білковість зерна по чорному пару відмічається у роки, коли середньодобова температура повітря перевищує 0 °C у другій декаді лютого і становить 13,72 %, тоді як після непарового попередника – у третій декаді березня – 11,86 %.

5. В північному Степу України вміст білка у зерні пшениці озимої залежить від тривалості періоду від часу переходу середньодобової температури повітря через 0°C до активної вегетації рослин. Найбільша кількість білка у зерні пшениці озимої після обох попередників накопичується у роки з тривалістю цього періоду від 20 до 30 днів і по чорному пару складає 14,57 %, а непарового попередника – 13,35 %. У роки із тривалістю зазначеного періоду понад 30 днів спостерігається найменша білковість зерна пшениці озимої після обох попередників.

6. Підвищення середньодобової температури повітря з 7 °C і менше до 11 °C і більше у період «відновлення весняної вегетації – вихід в трубку» зменшує білковість зерна пшениці озимої по чорному пару з 15,0 до 13,0 %, а після непарового попередника – з 14,3 до 13,3 %.

7. У роки з більш тривалішим періодом «відновлення весняної вегетації – вихід в трубку» накопичується більша кількість білка у зерні пшениці озимої. У середньому у роки із довжиною періоду «відновлення весняної вегетації – вихід в трубку» до 25 днів вміст білка у зерні пшениці озимої по чорному пару становить 13,0 %, а після непарового попередника – 12,2 % тоді як у роки з довжиною цього періоду понад 35 днів показники білковості зерна відповідно зростають до 14,7 та 13,0 %.

Список літератури:

1. Lawlor D. W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of Experimental Botany*. 2002. Vol. 370. P. 773–787.
2. Gyuga P., Demagante A., Paulsen G.M. Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *Journal of Plant Nutrition*. 2002. Vol. 25. P. 1281–1290.
3. Жемела Г. П., Шакалій С. М. Вплив мінерального живлення на елементи продуктивності та якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 4. С. 14–16.
4. Мостіпан М. І., Шепілова Т. П., Ковальов М. М. Якісні показники зерна пшениці озимої залежно від добрих та агростимуліну в північному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110. Ч. 1. С. 120–127.
5. Мостіпан М. І., Савранчук В. В., Ліман П. Б. Якість зерна озимої пшениці залежно від строків сівби в північному Степу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УАН*. 2004. С. 42–48.
6. Кривенко А. І. Вплив строків сівби на якість зерна нових сортів озимих пшениці та ячменю в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 95–102.
7. Гасанова І. І. Заходи підвищення якості зерна пшениці озимої в Північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 1. С. 29–32.
8. Правдзіва І. В., Василенко І. В., Вологдіна Г. Б., Замліна Н. П., Колючий В.Т. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 2. Показники якості борошна. *Миронівський вісник*. 2016. Випуск 3. С. 191–199.
9. Божко Л. Ю., Бурдейна І. В. Вплив погодних умов на формування якості зерна озимої пшениці в Поліссі. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2010. № 7. С. 109–115.
10. Маренич М. М., Міщенко О. В., Ляшенко В. В. Оцінка впливу гідротермічних умов вирощування на якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. С. 24–25.
11. Савранчук В. В. Науково обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області / за ред. В. В. Савранчука. Кіровоград, 2005. 264 с.
12. Овчарук В. І. Методи аналізу в агрономії та агроєкології: навчальний посібник. / За ред. Овчарука В. І. Харків, 2019. 364 с.
13. Mostipan M. Survival of winter wheat crops in the northern steppe of Ukraine. *Scientific space in the conditions of global transformations of the modern world. Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. P. 60–82.
14. Mostipan M. I., Mytsenko V. I. Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine. *New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries*. Riga: Publishing House “Baltija Publishing”, 2019. P. 145–165.

15. Мостіпан М. І., Савранчук В. В., Ліман П. Б. Формування врожайності та посівних якостей насіння у озимій пшениці залежно від строків сівби в умовах Північного Степу України. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту*. 2004. № 6 (46). С. 55–62.

16. Савранчук В. В., Мостіпан М. І., Умрихін Н. Л. Продуктивність озимій пшениці залежно від технологічних прийомів вирощування. *Вісник Степу*. 2012. С. 4–14.

17. Нетис І. Т. Начало весенней вегетации озимой пшеницы и эффективность агроприемов. *Вісник аграрної науки*. 1995. № 5. С. 61–66.

18. Мостіпан М. І., Савранчук В. В., Ліман П. Б. Динаміка густоти рослин нових сортів озимій пшениці протягом вегетаційного періоду залежно від строків сівби у північному Степу України. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2004. № 58. С. 48–56.

19. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19(2). P. 562–573.

20. Мостіпан М. І., Умрихін Н. Л. Врожайність пшениці озимій залежно від погодних умов у ранньовесняний період в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 62–68.

References:

1. Lawlor D. W. (2002) Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems [Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems]. *Journal of Experimental Botany*, vol. 370, pp. 773–787.

2. Gyuga P., Demagante A., Paulsen G. M. (2002) Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation [Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation]. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 25, pp. 1281–1290.

3. Zhemela H. P., Shakalii S. M. (2012) Vplyv mineralnogo zhyvlennia na elementy produktyvnosti ta yakist zerna pshenytsi ozymoi [Infusion of mineral vitality on the elements of productivity and grain brilliance of winter wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, vol. 4, pp. 14–16. (in Ukrainian)

4. Mostipan M. I., Shepilova T. P., Kovalov M. M. (2019) Yakisni pokaznyky zerna pshenytsi ozymoi zalezno vid dobyv ta ahrostymulinu v pivnichnomu Stepu Ukrainy [The bright indicators of winter wheat grain are long-term supplemented with agrostimulin in the soil steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, vol. 110(1), pp. 120–127. (in Ukrainian)

5. Mostipan M. I., Savranchuk V. V., Liman P. B. (2004) Yakist zerna ozymoi pshenytsi zalezno vid strokiv sivby v pivnichnomu Stepu [The grain of winter wheat lies in the rows of sivi in the snow steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN*, pp. 42–48. (in Ukrainian)

6. Kryvenko A. I. (2019) Vplyv strokiv sivby na yakist zerna novykh sortiv ozymykh pshenytsi ta yachmeniu v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Infusing lines of information on the grain yakness of new varieties of winter wheat and barley in the minds of the Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, vol. 106, pp. 95–102. (in Ukrainian)
7. Hasanova I. I. (2008) Zakhody pidvyshchennia yakosti zerna pshenytsi ozymoi v Pivnichnomu Stepu Ukrainy [Measures to improve the quality of winter wheat grain in the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, vol. 1, pp. 29–32. (in Ukrainian)
8. Pravdziva I. V., Vasylenko I. V., Volohdina H. B., Zamlina N. P., Koliuchy V. T. (2016) Faktory vplyvu na yakist zerna ta boroshna novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. 2. Pokaznyky yakosti boroshna [Factors affecting the quality of grain and flour of new varieties of soft winter wheat. 2. Flour quality indicators]. *Myronivskiy visnyk*, vol. 3, pp. 191–199. (in Ukrainian)
9. Bozhko L. Iu., Burdeina I. V. (2010) Vplyv pohodnykh umovna formuvannia yakosti zerna ozymoi pshenytsi v Polissi [The influence of weather conditions on the formation of winter wheat grain quality in Polissia]. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal*, vol. 7, pp. 109–115. (in Ukrainian)
10. Marenych M. M., Mishchenko O. V., Liashenko V. V. (2010) Otsinka vplyvu hidrotermichnykh umov vyroshchuvannia na yakist zerna pshenytsi ozymoi [Assessment of the influence of hydrothermal growing conditions on the quality of winter wheat grain]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, vol. 3, pp. 24–25. (in Ukrainian)
11. Savranchuk V. V. (2005) Naukovo obgruntovana systema vedennia ahropromyslovoho vyrobnytstva v Kirovohradskii oblasti [A scientifically based system of agro-industrial production in the Kirovohrad region]. Kirovohrad, 264 p. (in Ukrainian)
12. Ovcharuk V. I. (2019). Metody analizu v ahronomii ta ahroekologii: navchalnyi posibnyk [Methods of analysis in agronomy and agroecology: a study guide.]. Kharkiv, 364 p. (in Ukrainian)
13. Mostipan M. (2022) Survival of winter wheat crops in the northern steppe of Ukraine [Survival of winter wheat crops in the northern steppe of Ukraine]. *Scientific space in the conditions of global transformations of the modern world. Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, pp. 60–82.
14. Mostipan M. I., Mytsenko V. I. (2019) Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine [Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine] *New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries*. Riga: Publishing House “Baltija Publishing”, pp. 145–165.
15. Mostipan M. I., Savranchuk V. V., Liman P. B. (2004) Formuvannia vrozhaivosti ta posivnykh yakosteï nasinnia u ozymoi pshenytsi zalezho vid strokiv sivby v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [The formation of yield and sowing qualities of winter wheat seeds depending on the timing of sowing in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Selektiino-henetychnoho instytutu*, vol. 6 (46), pp. 55–62. (in Ukrainian)

16. Savranchuk V. V., Mostipan M. I., Umrykhin N. L. (2012) Produktyvnist ozymoi pshenytsi zalezho vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia [Productivity of winter wheat depending on technological methods of cultivation]. *Visnyk Stepu*, pp. –14. (in Ukrainian)

17. Netyts I. T. (1995) Nachalo vesennei vehetatsyy ozymoi pshenytsy y efektyvnost ahropyiomov [The beginning of spring vegetation of winter wheat and the effectiveness of agricultural practices]. *Visnyk ahrarynoi nauky*, vol. 5, pp. 61–66.

18. Mostipan M. I., Savranchuk V. V., Liman P. B. (2004) Dynamika hustoty roslyn novykh sortiv ozymoi pshenytsi protiahom vehetatsiinoho periodu zalezho vid strokiv sivby u pivnichnomu Stepu Ukrainy [Dynamics of plant density of new varieties of winter wheat during the growing season depending on the timing of sowing in the Northern Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnogo ahrarynogo universytetu*, vol. 58, pp. 48–56. (in Ukrainian)

19. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M. and Umrykhin N. (2021) Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period [Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period]. *Agronomy Research*, vol. 19(2), pp. 562–573.

20. Mostipan M. I., Umrykhin N. L. (2018) Vrozhainist pshenytsi ozymoi zalezho vid pohodnykh umov u rannovesnianyi period v umovakh pivnichnogo Stepu Ukrainy [The yield of winter wheat depending on the weather conditions in the early spring period in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*, vol. 4, pp. 62–68. (in Ukrainian)