



Original researches

Influence of Growing Conditions and Seed of Different Qualities on Yielding Capacity and Protein Content in Winter Wheat Grain

Received: 07 July 2020
Revised: 13 July 2020
Accepted: 14 July 2020

O. V. Onopriienko, M. I. Kulyk, A. O. Taranenko, S. V. Taranenko
Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine

Poltava State Agrarian Academy, Scovorody
Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine

Tel.: +38-095-324-08-48
E-mail: kulykmaksym@ukr.net

Cite this article: Onopriienko, O. V., Kulyk, M. I., Taranenko, A. O., & Taranenko, S. V. (2020). Influence of growing conditions and seed of different qualities on yielding capacity and protein content in winter wheat grain. *Agrology*, 3(3), 164–170. doi: 10.32819/020019

Abstract. The actuality of the research is determined by the solution of an important problem – the increase of the protein content in the grain of winter wheat on the basis of ecological difference of seeds quality and the conditions in which it was formed. The aim of the research is to establish the influence of plant growing conditions, ecological difference of seeds on yield, variability of protein content in grain and its output in winter wheat varieties of different origins. The research were performed in the Central Forest-Steppe of Ukraine with varieties of soft winter wheat Kubus and Chyhyrynka. Research methods: field experiment (study of the influence of growing conditions on grain protein content and its output, as well as on the level of yielding capacity), laboratory method (determination of protein content), correlation-regression analysis (determination of the relationship between experience factors), statistical method (to confirm significant difference between the investigated variants). According to the hydrothermal coefficient (HTC) the conditions of seed formation on the mother plants of winter wheat are determined: close to optimal, arid and moist. In accordance with the results of the first stage of research, it is determined that the grain yielding capacity was higher in the crops which were formed in the optimal and humid periods (from 4.4 to 4.9 t/ha). The influence of weather conditions of the period of formation and ripening of grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on the protein content and protein output was determined. Protein output is significantly higher (from 5.4 to 6.4 t/ha), in varieties whose seed formation occurred in optimal and arid conditions. The protein content in grains was higher (from 13.9 up to 14.0%) in offspring formed in arid conditions. At the second stage of works the dependence is established: sowing by the seeds grown in arid conditions allows receiving the offspring with the high content of protein, and vice versa. This is confirmed by a strong correlation for both winter wheat varieties tested ($r = 0.59$ for Chyhyrynka variety and $r = 0.53$ for Kubus variety). It is found that sowing with small seeds, formed in arid condition, significantly increases the protein content in the grain and protein output in the new crop. The influence of ecological difference of seed quality of winter wheat varieties of Ukrainian and foreign selection on the level of yielding capacity, protein content and its output in the grain of the obtained offspring was studied. The ways of leveling weather conditions on the protein content in grain on the basis of sowing of different fractions of seeds by size (mixture, large, middle and small seeds) formed in different growing conditions are established. The improvement of the ways of leveling weather conditions and their influence on the grain protein content on the basis of sowing a small fraction of seeds of winter wheat, formed in the arid growing conditions, with pre-sowing treatment by means of the biological preparations in the future is planned.

Keywords: soft winter wheat; seed size; ecological difference of seed quality; grain yielding capacity; protein output.

Вплив умов вирощування і різноякісності насіння на врожайність та вміст білка в зерні пшениці озимої

O. В. Онопрієнко, М. І. Кулик, А. О. Тараненко, С. В. Тараненко
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Анотація. Актуальність дослідження зумовлюється вирішенням важливої проблеми – збільшення вмісту білка в зерні пшениці озимої на основі екологічної різноякісності насіння та умов яких воно формувалося. Метою дослідження є встановлення впливу умов вирощування рослин, екологічної різноякісності насіння на врожайність, мінливість вмісту білка в зерні та його вихід у сортів пшениці різного походження. Дослідження проведено в умовах центрального Лісостепу України з сортами пшениці озимої м'якої: Кубус і Чигиринка. Методи дослідження: польовий (вивчення впливу умов вирощування на вміст білка в зерна та його вихід, а також на рівень врожайності), лабораторний (визначення вмісту білка), кореляційно-регресійний (встановлення зв'язку між факторами досліду), статистичний метод (для підтвердження істотної різниці між досліджуваними варіантами). Згідно гідротермічного коефіцієнта (ГТК) виокремлено умови формування насіння на материнських рослинах

пшениці озимої: близькі до оптимальних, посушливі та вологі. За результатами першого етапу досліджень встановлено, що урожайність зерна була більшою з посівів, які формувалися у оптимальні та вологі періоди (від 4,4 до 4,9 т/га). Визначено вплив погодних умов періоду формування та дозрівання насіння озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) на вміст та вихід білка. Вихід білка був суттєво вищим у сортів, формування насіння якого припало на оптимальні та посушливі умови (від 5,4 до 6,4 т/га), а вміст білка в зерні – у потомства, що формувалося у посушливих умовах (від 13,9 до 14,0 %). На другому етапі дослідження встановлена залежність: сівба насінням, вирощеним у посушливих умовах, дозволяє отримати потомство з високим вмістом білка, і навпаки. Це підтверджується сильним кореляційним зв'язком для обох сортів пшениці озимої поставлених на вивчення ($r = 0,59$ для сорту Чигиринка та $r = 0,53$ для сорту Кубус). Встановлено, що сівба мілким насінням сформованим в посушливих умовах суттєво підвищує вміст білка в зерні та вихід білка у новому врожаю. Вивчено вплив екологічної різноякісності насіння сортів пшениці озимої української та зарубіжної селекції на рівень врожайності, вміст білка та його вихід в зерні отриманого потомства. Встановлено шляхи нівелювання погодних умов на вміст білка в зерні на основі сівби різних фракцій насіння за розміром (суміш, крупне, середнє та дрібне насіння) сформованих в різних умовах вирощування. В перспективі планується удосконалення шляхів нівелювання погодних умов та їхнього впливу на вміст білка в зерні на основі сівби дрібної фракції насіння пшениці озимої, сформованих в посушливих умовах вирощування, за допосівної обробки його біопрепаратами.

Ключові слова: пшениця озима м'яка; крупність насіннєвого матеріалу; екологічна різноякісність насіння; урожайність зерна; вміст та вихід білка.

Вступ

Нині, як для України, так і для країн що розвиваються, проблема посилення продовольчої безпеки, на основі забезпечення населення білком, залишається не вирішеними на достатньому рівні. Рівень врожайності та якості отриманої продукції сільськогосподарських культур для нашої країни, порівняно із європейськими – на досить низькому рівні. Особливо це характерно для основної продовольчої культури – пшениці озимої м'якої. Тому, проблема збільшення валових зборів врожаю, та поліпшення якості зернових культур залишається відкритою. Для вирішення окресленого питання пропонується удосконалення способу збільшення білковості зерна на основі використання екологічної різноякісності насіння з урахуванням погодних умов формування насіння на материнських рослинах.

Як зазначають автори (Chable et al., 2020), агроекологія має перспективу всеосяжних змін у сільськогосподарській та харчовій системах, що переважає сучасні технічні нововведення. В загальному переосмисленню екологічних, технологічних, соціально-економічних та політичних аспектів сільського господарства щодо удосконалення стійкості харчові систем необхідно здійснювати на основі агробіорізноманіття.

Згідно з визначенням, запропонованим ФАО (Продовольча та сільськогосподарська організація), традиційні знання можна вважати невід'ємною частиною агробіорізноманіття, оскільки воно формується і зберігається завдяки людській діяльності (FAO, 1999).

Встановлено, що 65–70% втрат у світовому сільськогосподарському виробництві зумовлене екстремальними погодними та кліматичними умовами. На території України зниження обсягів отриманої товарної продукції рослинництва може сягати до 50% в роки з малосприятливими метеорологічними чинниками, а за одночасного прояву декількох шкідливих явищ – понад 70%. У загальному визначено, що локальні зміни клімату за підвищення середньорічної температури повітря мають вплив на календарні строки формування снігового покриву, строки сівби як озимих, так і ярих культур, тощо (Vyshnivskiy, 2013).

Протягом усього 21 сторіччя, практично у кожному році відзначалися локальні посухи, що фіксували як в умовах Лісостепової зони, так і по всій території Степу. що негативним чином впливає на аграрний сектор України. Це призводить до знаних збитків агропідприємств від негативного прояву атмосферних і ґрунтових посух та їхньої комплексної згубної для рослин дії (Boiko & Kovalenko, 2008).

В цих умовах, при неспинних змінах клімату визначальним є раціональне розміщення посівів сільськогосподарських культур в просторі і часі, з урахуванням їх агробіологічних особливостей, ґрунтових та погодних умов території, що дозволяє забезпечити збільшення врожаю на 15–20% (Saiko, 2008).

Обґрунтовано, що з урахуванням залежності врожайності зернових культур від балансу вологи в ґрунті та температури повітря регулятивна функція технологій вирощування культурних рослин залишається ефективним фактором зменшення негативної дії екстремальних погодних умов (Shevchenko et al., 2013). Тому, досить важливо, поряд із вивченням впливу погодних умов на врожайність та якість польових культур, проводити дослідження агротехнологічних заходів вирощування зернових культур.

Насьогодні, в Україні вже проведені дослідження щодо шляхів збільшення врожайності та якості зерна з допомогою агротехнічних заходів (Barabolia et al., 2018), та з урахуванням погодних умов вегетації пшениці озимої (Popov et al., 2016). Також вивчаються сорти пшениці озимої в різних ґрунтово-кліматичних умовах, розроблені елементи сортової технології вирощування (Ulich & Lystkova, 2006; Yashovskiy, 1994; Jonczuk & Stalenga, 2016; Rozhkov & Rizhik, 2016), інші аспекти отримання високоякісної продукції зернових культур (Lobell et al., 2004; Zečević et al., 2007) і сортів пшениці озимої залежно від їхнього походження (Leonov, 2014).

У наукових працях іноземних авторів (Zečević et al., 2014) вивчено мінливість крупності насіння та якості зерна пшениці залежно від норми висіву та екологічних факторів. Встановлено значні відмінності за показником осідання Зелені та вмістом клейковини в зерні за сортами, роками, нормами висіву та їх взаємодії. Окрім того, для маси 1000 зерен визначено суттєві відмінності в розрізі досліджуваних сортів.

Роль сорту особливо зростає при високому рівні інших чинників інтенсифікації, зокрема засобів захисту рослин і застосування добрив. За визначених умов впровадження нових інтенсивних сортів дозволяє збільшити врожайність на 25–40% (Lykhochvor et al., 2008).

За результатами досліджень авторів (Cesevičienė et al., 2009) визначено значний вплив різних років, за погодними умовами, на врожайність та якість сортів пшениці озимої (вміст білка та клейковини, якість клейковини, індекс осідання Зелені). Встановлено, що за вирощування пшениці в сухих умовах, порівняно з довготривалими середніми, урожай зерна був найменшим, але якість зерна була найліпшою.

Авторка (Onychko, 2017), за вивчення матрикальної різноякісності насіння встановили, що для пшениці озимої найліпші показники якості насіння формуються на стеблах першого і другого порядку та фракцій насіння розміром 2,5–3,0 і > 3,0 мм. При цьому визначено, що збільшення врожайності забезпечується сівбою насіння, яке формувалося на головних стеблах материнських рослин пшениці озимої.

Нашими попередніми дослідженнями (Zhemela et al., 2007) вивчено питання фізіологічного механізму та біохімічної сутності мінливості білка в зерні пшениці озимої під впливом по-

годних чинників і пошук нових способів збільшення вмісту білка. На основі залежності показників якості зерна від погодних факторів у процесі наливу зерна встановлено, що найбільший вміст білка і клейковини в зерні формується за середньодобової температури повітря 20–22 °С, незначної кількості опадів (до 29 мм) та низького гідротермічного коефіцієнта.

Отже, узагальнюючи результати досліджень наукових публікацій визначено, що для зменшення наслідків змін клімату та екстремальних проявів погодних умов необхідний пошук шляхів нівелювання цих негативних явищ у тісному зв'язку з агрозаходами вирощування пшениці озимої. Що в перспективі дозволить збільшити врожайність і підвищить білковість зерна, сприятиме зменшенню втрат продукції, одержанню стабільних та високих урожаїв відповідної якості пшениці озимої навіть за несприятливих погодних умов вегетації пшениці.

У зв'язку з чим, метою наших досліджень було встановлення впливу умов вирощування рослин, різноякісності насіння на врожайність, мінливість вмісту білка в зерні та його вихід у сортів пшениці різного походження. Завдання досліджень: визначити рівень врожайності, мінливість вмісту білка та його вихід залежно від екологічної різноякісності та крупності насіння за масою 1000 насінин (МТН).

Матеріал та методи

Експеримент був проведений в умовах центрального Лісостепу України з сортами пшениці озимої м'якої: Кубус і Чигиринка. Досліди закладено на ґрунтах, що мали наступні агрохімічні характеристики: ґрунт – типовий опідзолений чорнозем. Вміст гумусу 3,07–3,23%, забезпеченість ґрунту азотом, фосфором та калієм – на середньому рівні, рН ґрунту – 6,8–7,1.

Схема багатфакторного експерименту включала вивчення наступних чинників: фактор А – умови, в яких формувалося насіння озимої пшениці: А.1 – оптимальні (ГТК близько 1,0), А.2 – посушливі (ГТК < 1,0), А.3 – вологі (ГТК > 1,0); фактор Б – сорти пшениці озимої: Б.1 – Чигиринка та Б.2 – Кубус; фактор В – розмір насіннєвого матеріалу: В.1 – вихідний зразок насіння (контроль), (МТН 40,8 ± 0,5 г), В.2 – крупне насіння (50,4 ± 0,5 г), В.3 – середнє насіння (МТН 41,5 ± 0,3 г), В.4 – дрібне насіння (МТН 30,6 ± 0,7 г).

Експерименти закладено відповідно методики дослідної справи в агрономії, повторення – чотирикратне, облікова площа ділянки – 50 м² (Dospheov, 1979).

Агротехніка за вирощуванні сортів пшениці озимої – загальноприйнята для даної ґрунтово-кліматичної зони, окрім чинників, що були поставлені на вивчення.

Аналізи та кількісні обліки проводили відповідно до загальноприйнятих методик (Tkachuk, 2014).

Гідротермальний коефіцієнт (ГТК) визначали за формулою, яка відображає як температуру повітря так і кількість опадів протягом певного періоду:

$$ГТК = \sum O \times 10 / \sum t,$$

де: О – сума опадів (мм) за період; t – сума середньодобових температур °С за той же період; 10 – коефіцієнт.

Враховували, якщо ГТК < 0,4 – дуже сильно посушливий період, ГТК від 0,4 до 0,5 – сильний посушливий період, ГТК від 0,6 до 0,7 – середній посушливий період, ГТК від 0,8 до 0,9 – умови близькі до оптимальних, ГТК від 1,0 до 1,5 – досить вологий період, ГТК > 1,5 – надмірно вологі умови.

Облік урожайності проводили на кожній ділянці, зважуючи зерно від кожного варіанту за повтореннями з послідовним перерахунком до базисної вологості. Вміст білка в зерні пшениці визначали за методом К'єльдаля (Kjeldahl, 1983).

Результати досліджень були розраховані за допомогою дисперсійного аналізу (Statistica) для визначення значущих відмінностей між варіантами. Кореляційно-регресійний аналіз застосовувався з використанням коефіцієнтів кореляції (r) за рівня значущості (p < 0,05).

Результати

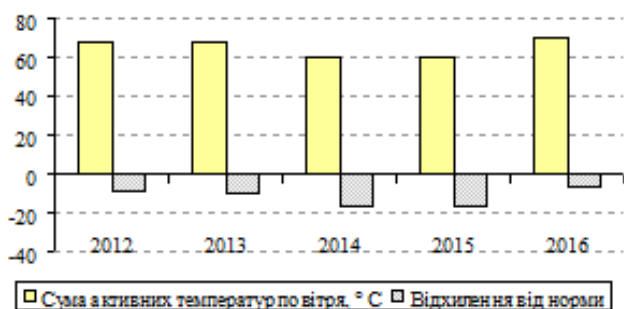
Протягом *першого періоду дослідження* погодні умови були контрастними: зафіксовано відхилення від середніх багаторічних даних. Показники середньої температури повітря та кількості опадів були неоднозначними на різних етапах органогенезу озимої пшениці, особливо в період формування та наливу насіння пшениці озимої (рис. 1).

За результатами спостережень виокремлено за ГТК періоди формування та наливу насіння пшениці озимої у 2012 та 2016 роках як досить вологі умови (ГТК 1,0–1,5), 2014 та 2015 роки як дуже посушливі (ГТК < 0,4), а 2013 рік як надмірно вологий (ГТК > 1,5).

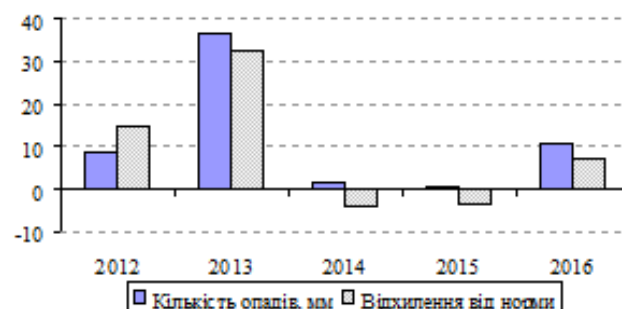
Встановлено, що погодні умови суттєво вплинули на врожайність та вихід білка у досліджуваних сортів пшениці озимої (рис. 2).

Урожайності зерна виявилася суттєво більшою з посівів, які формувалися у оптимальні та вологі періоди: для сорту Чигиринка цей показник був у межах – від 4,4 до 4,5 т/га, для сорту Кубус – до 4,9 т/га. Вихід білка був суттєво вищим у сортів, формування насіння якого припало на оптимальні та посушливі періоди (від 5,4 до 6,4 т/га).

Вміст білка в зерні змінювався від 13,0 до 14,0%, з найбільшим значенням для сортів Чигиринка і Кубус за вирощування у посушливих умовах, відповідно за сортами – 13,9 і 14,0%, в умовах близьких до оптимальних – 13,0 і 13,4 % та вологих періодів – 12,7 і 13,2%.



а



б

Рис. 1. Характеристика погодних умов: середньої температури повітря (а) та кількості опадів (б) періоду формування і наливу насіння пшениці озимої, 2012–2016 рр.

Визначена пряmolінійна кореляція середньої сили ($r = 0,61$) при взаємодії ГТК (період формування і наливу зерна) та вмісту білка в зерні пшениці озимої сорту Чигиринка. Сорт Кубус показує подібну залежність: вміст білка збільшується в посушливі періоди за ГТК, ці показники мають сильний кореляційний зв'язок $r = 0,66$. Встановлено, що для обох сортів пшениці озимої тривалість періоду формування і наливу зерна має середній вплив на вміст білка в зерні (рис. 3).

Другий етап дослідження передбачав вивчення впливу умов формування і наливу насіння на материнських рослинах та крупності насіннєвого матеріалу на вміст білка в зерні нової врожаю пшениці озимої (рис. 4).

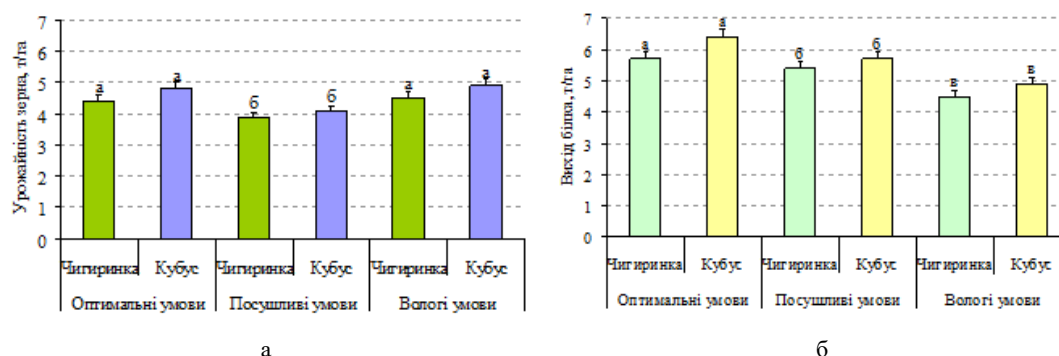
Встановлено, що вміст білка в зерні пшениці озимої сорту Чигиринка змінювався в межах від 13,0 до 14,5% залежно від досліджуваних факторів. Найнижчий вміст білка в зерні пшениці озимої формувалася під час сівби крупним насінням: в межах від 13,0 до 13,8%, а найвищий – за сівби мілким насінням, отриманого в оптимальних (14,1%) та посушливих умовах (14,5%). Мілке насіння, отримане у вологі роки, хоча і збільшує вміст білка в зерні озимої пшениці, але цей показник був значно нижчим ($< 14,0\%$) порівняно із насінням, сформованим у оптимальні та сухі роки.

Вміст білка в зерні пшениці озимої сорту Кубус змінювався в межах від 13,1 до 14,8% протягом років дослідження. Найнижчий вміст білка в зерні виявився у посівів за сівби крупним насінням: у межах від 13,5 до 13,9%. Сорт Кубус забезпечив найвищий вміст білка в зерні завдяки сівби мілким насінням, яке сформувалося в посушливих (14,8%) та оптимальних умовах (14,3%). Порівняно з контрольним та іншими варіантами, мілка фракція насіння, отриманого у вологі роки, істотно не збільшувала вміст білка в зерні пшениці озимої.

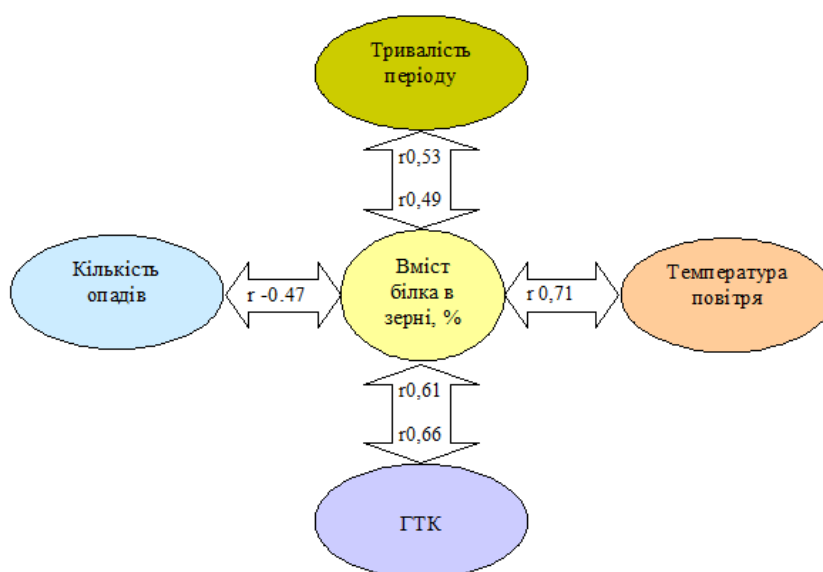
Провівши кореляційний аналіз між вмістом білка та розміром насіння, було встановлено, що ці показники взаємозалежні при $r = 0,59$ для сорту пшениці озимої Чигиринка та $r = 0,53$ – для сорту Кубус.

Поряд із умовами, в яких формувалося насіння, крупність насіннєвого матеріалу також має істотний вплив на рівень врожайності зерна сортів пшениці озимої поставлених на вивчення (рис. 5).

Сівба крупним насінням сорту пшениці озимої Чигиринка, отриманим в посушливих умовах, дозволила збільшити врожайність зерна до рівня 5,0 т/га, що на 1,1 т/га більше, ніж варіант 1 (контроль), на 0,6 т/га більше, ніж 2 варіант (мілке насіння) і на 0,5 т/га більше, ніж 3 варіант (середнє насіння) за НР05 0,31.



Примітка: різні букви показують суттєві відмінності в межах кожного сорту.
Рис. 2. Урожайність зерна (а) та вихід білка (б) у сортів пшениці озимої залежно від умов вирощування (періоду формування та дозрівання насіння), 2012–2016 рр.



Примітка: в знаменнику – показники по сорту Чигиринка, в чисельнику – показники по сорту Кубус; кореляційні зв'язки достовірні на 5% рівні значущості.
Рис. 3. Кореляційна плеяда впливу досліджуваних факторів періоду формування і наливу насіння на вміст білка в зерні сортів пшениці озимої, 2012–2016 рр.

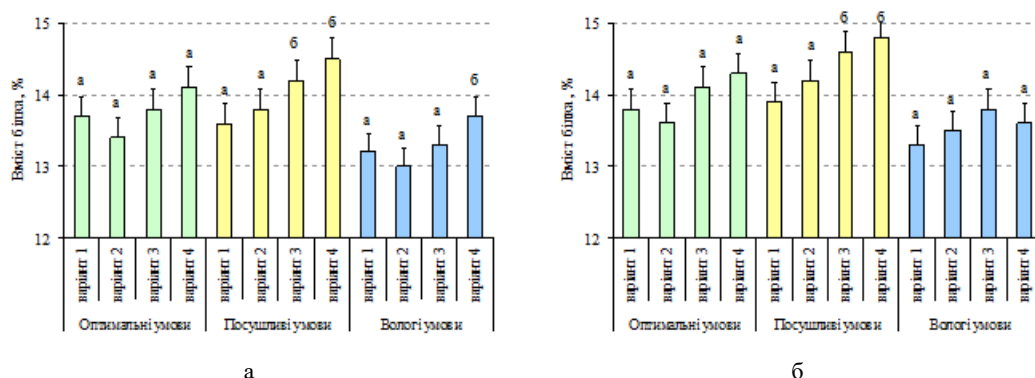


Рис. 4. Вміст білка в зерні озимої пшениці сорту Чигиринка (а) та Кубус (б) залежно від умов вирощування (періоду формування і наливу насіння) та крупності насіння, 2017–2019 рр.

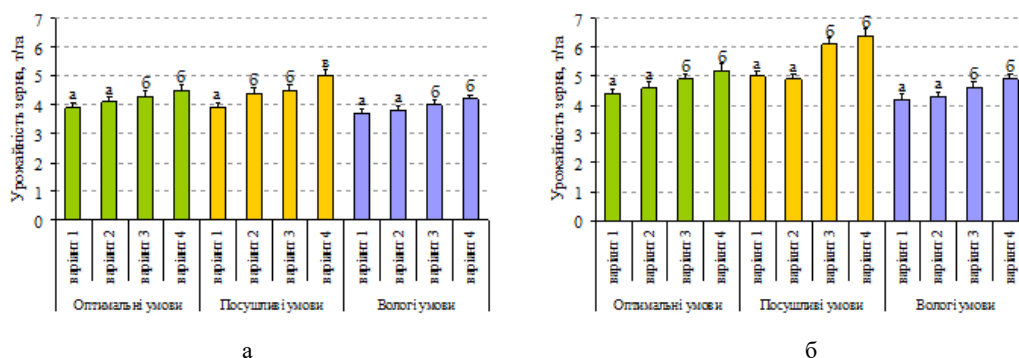


Рис. 5. Врожайність пшениці озимої сорту Чигиринка (а) та Кубус (б) залежно від умов вирощування (періоду формування і наливу насіння) та крупності насіння, 2017–2019 рр.

Сівба крупною фракцією насіння дозволила збільшити врожайність сорту Кубус до 6,4 т/га, що на 1,6 т/га більше, ніж варіант 1 (контроль), на 1,1 т/га більше, ніж варіант 2 (мілке насіння), на 0,3 т/га більше, ніж варіант 3 (середнє насіння) за НІР05 0,28. Суттєвих відмінностей між варіантами 3 і 4 не виявлено, тобто сівба як середнім так і крупним насінням одно-значно збільшує врожайність зерна сорту Кубус за сівби насінням, яке отримано у посушливих умовах.

Обговорення

Наші дослідження підтвердили гіпотезу, що якість насіння є однією з найважливіших умов формування високої врожайності та білковості зерна пшениці озимої. Що цілком узгоджується із результатами окремих досліджень (Horvath, 2014; Nadew, 2017; Triboi et al., 2019), які свідчать про вплив генетичних, екологічних та агрономічних чинників на формування якості зерна пшениці озимої. Всі ці фактори мають значний вплив на ключові фізіологічні процеси формування насіння пшениці озимої та, відповідно, урожайності зерна та його якості.

Вплив навколишнього середовища здебільшого відображається на кількісних та якісних варіаціях рослин пшениці, таких як загальний вміст білка та вихід білка (Triboi et al., 2019). До початку автотрофного живлення рослин, навколишнє середовище впливає на проростання насіння, інтенсивність фотосинтезу, формування суцвіть, тим самим впливаючи на кількість зерна (Dupont & Altenbach, 2003). Дослідження авторів (Asseng et al., 2010; Márton et al., 2016) підтверджують наше твердження, що з-поміж екологічних факторів для пшениці озимої ключовими є температура повітря та кількість опадів. Автори встановили,

що зміни температури повітря можуть призвести як до збільшення вегетаційного періоду так і до погіршення генеративного розмноження більшості рослин. Кількість та просторовий розподіл опадів, як правило, є найважливішим визначальним фактором коливань рівнів виробництва продукції рослинництва (Nadew, 2017; Jolánkai et al., 2017). Обмежена доступність води у вегетаційний період може спричинити зменшення врожаю. М'який і сухий зимовий період може мати негативний вплив на рослини та сприяти розвитку шкідників і хвороб у посівах пшениці (Márton et al., 2016). Наші дослідження відповідають результатам вчених (Petr et al., 2001; Erekul & Kohn, 2006), що підтверджують вплив посушливих погодних умов на зниження врожайності та одночасного збільшення вмісту білка в зерні пшениці озимої (Erekul & Kohn, 2006). Результати експерименту інших авторів (Katalin et al., 2016) демонструють, що коливання опадів у зв'язку із фенофазами розвитку пшениці мали значний вплив на формування білка в зерні пшениці. Періоди цвітіння та наливу зерна виявилися найбільш критичними етапами.

Насьогодні актуальним є вивчення екологічного впливу на виробництво пшениці озимої, що пов'язане зі зміною клімату (підвищення температури повітря та рівня CO₂). Дослідження іноземних авторів показують, що підвищений рівень CO₂ може збільшити урожай пшениці озимої до 36 %, але це може призвести до зменшення вмісту білку та зменшити функціональні властивості зерна. Висока температура повітря в період початкового онтогенезу пшениці озимої може спричинити ступінчасте зменшення кількості зерна, розміру зерна та його врожайності (Nuttalla et al., 2017). Високий температурний стрес знижує співвідношення глютенін / гліадин та обмежує синтез

нерозчинних великих білкових полімерів, завдяки чому тісто пшениці має меншу в'язкість.

Наші дослідження щодо взаємозв'язку ГТК (період формування і наливу зерна) та вмісту білка в зерні пшениці озимої узгоджуються з даними, отриманими авторами (Linana & Ruza, 2015). Які встановили особливості: якщо в період дозрівання зерна спостерігається високі температури з незначними опадами, пшениця накопичує більше білка. На кількість та якість білку найбільший вплив мали погодні умови року, в меншій мірі – сортові особливості. Інші дослідники (Savill et al., 2018) з'ясували, що підвищена температура повітря періоду генеративного розвитку пшениці, особливо на фоні високого запасу азоту в ґрунті, збільшує вміст білка в зерні.

Отримані нами висновки щодо впливу крупності насіння на кількісні показники пшениці озимої цілком узгоджуються з даними, опублікованими іншими дослідниками (Shahwani et al., 2018). Висновки (Farahani et al., 2011) підтвердили наші результати, авторами встановлено, що суттєвий вплив розміру насіння на його схожість, суху масу рослин, та енергію проростання при 5 % рівні значущості. На основі порівняння встановлено, що найбільший відсоток схожості насіння (97,0 %), вага сухої маси рослин (1,09 г), висота рослин (105,73 см) досягається за сівби крупним насінням.

Результати досліджень (Wen et al., 2018) показали, що лише абсолютний вміст білка у насінні пшениці було достовірно співвіднесено із сухою масою рослин пшениці, крупність насіння також мала щільні зв'язки із сухою масою рослин ($R = 0,799$, $p < 0,01$), але коефіцієнт кореляції був іншим, ніж показник вміст білка в зерні та сухою масою рослин ($R = 0,897$, $p < 0,01$).

Отже, наявність тісного зв'язку між крупністю насіння, показниками якості зерна та умовами його формування на материнських рослинах свідчить про актуальність та необхідність проведення подальших досліджень екологічної природи неоднорідності насіння в умовах центрального Лісостепу України.

Висновки

Близькі до оптимальних та вологі умови періоду формування та наливу зерна мали суттєвий вплив на збільшення врожайності зерна сортів пшениці озимої поставлених на вивчення. В оптимальних та вологих умовах для сорту Чигиринка цей показник збільшився до 4,5 т/га, а для сорту Кубус – до 4,9 т/га.

Вирощування сортів Чигиринка і Кубус у посушливих умовах сприяє отримання зерна із збільшеним вмістом білка, відповідно за сортами – 13,9 і 14,0 %. Що підтверджується кореляційною залежністю – за посушливих умов вміст білка в зерні зростає, а в більш вологих, навпаки – знижується.

Умови формування і наливу зерна материнських рослин та крупність висіяного насіннєвого матеріалу має суттєвий вплив на вміст білка в зерні нового врожаю пшениці озимої. Найвища білковість зерна сорту Чигиринка формується за сівби мілким насінням, отриманого в оптимальних умовах (14,1 %) та в посушливих умовах (14,5 %). Для сорту Кубус характерна подібна особливість: найвищий вміст білка в зерні забезпечуються за сівби мілким насінням, яке сформувалося в посушливих (14,8 %) та оптимальних умовах (14,3 %).

Сівба крупним насінням, отриманим в посушливих умовах, дозволяє збільшити врожайність зерна для сорту пшениці озимої Чигиринка до 5,0 т/га. Для сорту Кубус збільшення врожайності (до рівня 6,1 т/га) досягається при сівбі середньою, та більшою мірою – крупною фракцією насіння (6,4 т/га).

Отже, зниження негативного впливу погодних умов на рівень врожайності та якості зерна пшениці озимої можливо із допомогою різноманітності насіння та фракційного відбору насіннєвого матеріалу.

Перспективи подальших досліджень передбачатимуть удосконалення шляхів нівелювання погодних умов та їхнього впливу на вміст білка в зерні на основі сівби фракцій насіння

пшениці озимої, сформованих в різних умовах вирощування, за допосівної обробка його біопрепаратами та стимуляторами росту.

References

- Asseng, S., Forstern, I., & Turner Neil, C. (2010). The impact of temperature variability on wheat yields. *Global Change Biology*, 17(2), 997–1012. doi: [10.1111/j.1365-2486.2010.02262.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02262.x)
- Barabolia, O. V., Barat, Y. M., Kulyk, M. I., Onopriienko, O. V. (2018). Crop capacity of winter wheat depending on system and weather condition of a vegetation period. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 3–9. doi: [10.31395/2310-0478-2018-21-3-9](https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-21-3-9)
- Boiko, P. Y., & Kovalenko, N. P. (2008). Clean lands in the past and modern agriculture. *Ahrovisnyk Ukrainy*, 25, 14–17 (in Ukrainian).
- Ceseviciene, J., Leistrumaitė, A., & Paplauskienė, V. (2009). Grain yield and quality of winter wheat varieties in organic agriculture. *Agronomy Research*, 7(Special issue I), 217–223.
- Chable, V., Nuijten, E., Costanzo, A., Goldringer, I., Bocci, R., Oehen, B., ... Rossi, A. (2020). Embedding Cultivated Diversity in Society for Agro-Ecological Transition. *Sustainability*, 12, 784. doi: [10.3390/su12030784](https://doi.org/10.3390/su12030784)
- Daxing, W., Hongcun, H., Aiju, M., Jie, M., Liuyong X., & Chunqing, Z. (2018). Rapid evaluation of seed vigor by the absolute content of protein in seed within the same crop. *Sci Rep.*, 8, 5569. doi: [10.1038/s41598-018-23909-y](https://doi.org/10.1038/s41598-018-23909-y)
- Dospheov, B. (1979). The method of field research (with basis of statistic processing of research results). *Kolos*, Moscow (in Russian).
- Dupont, M. F., & Altenbach, B. S. (2003). Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*, 38, 133–146. doi: [10.1016/S0733-5210\(03\)00030-4](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(03)00030-4)
- Erekl, O., & Kohn, W. (2006) Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in north-east Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192, 452–464. [10.1111/j.1439-037X.2006.00234.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2006.00234.x)
- Farahani H. A., Moaveni, P., & Maroufi, K. (2011). Effect of seed size on seedling production in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental Biology*, 5(7), 1711–1715.
- FAO. (1999). *Agricultural Biodiversity, Multifunctional Character of Agriculture and Land Conference*, Background Paper 1. Maastricht, The Netherlands. Retrieved from http://www.fao.org/mfcal/pdf/bp_1_agb.pdf
- Horvath, C. (2014). Storage proteins in wheat (*Triticum aestivum* L.) and the ecological impacts affecting their quality and quantity, with a focus on nitrogen supply. *Columella – Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 1(2), 57–76.
- Jolánkai, M., Kassai, K. M., Tarnawa, Á., Pósa, B., & Birkás, M. (2018). Impact of precipitation and temperature on the grain and protein yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Idojaras*, 122(1), 31–40. doi: [10.28974/idojaras.2018.1.3](https://doi.org/10.28974/idojaras.2018.1.3)
- Jonczuk, K., & Stalenga, J. (2016). Yielding of new Quality varieties of winter wheat cultivated in organic farming. *Journal of Research and Application in Agriculture Engineering*, 61(3), 200–205 (in Ukrainian).
- Kassai, K. M., Tarnawa, Á., Nyárai, H. F., Horváth, C., & Jolánkai, M. (2016). Water availability and protein formation interrelations. *Acta hydrologica Slovaca Ročník*, 17(2), 260–264.
- Kjeldahl, J. (1983). Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern (New method for the determination of nitrogen in organic substances). *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22(1), 366–383.
- Leonov, O. Y. (2014). Grain quality indicators of soft winter wheat samples depending on origin. *Visnyk Tsentru naukovo-ho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*, 16, 121–130 (in Ukrainian).

- Lobell, D. B., Ortiz-Monasterio, J. I., & Anser, G. P. (2004). Relative importance of soil and climate survival of winter wheat. *Field Crops Res.*, 87, 155–165. doi: [10.1016/j.fcr.2003.10.004](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.10.004)
- Lykhochvor, V. V., Petrynenko, V. F., & Ivashchuk, P. V. (2008). Grain production. NVFUkrainski, tekhnolohii, Lviv (in Ukrainian).
- Márton, J., Tarnawa, A., Horvath, C., Katalin, M., & Kassai M. (2016). Impact of climatic factors on yield quantity and quality of grain crops. January 2016 dojaras (Budapest, 1905), 120(1), 73–84.
- Nadew, B. B. (2017). Effects of Climatic and Agronomic Factors on Yield and Quality of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed: A Review on Selected Factors. *Advances in Crop Science and Technology*, 6(2), 356. doi: [10.4172/2329-8863.1000356](https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000356)
- Nuttalla, G. J., O'Leary, G. J., Panozsoa, J. F., Walkera, C. K., Barlowb, K. M. & G. J. Fitzgeralda. (2017). Models of grain quality in wheat – A review. *Field Crops Research*, 202(5), 136–145. [10.1016/j.fcr.2015.12.011](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.12.011)
- Onychko, T. O. (2017). Influence of varietal properties and seed quality on the formation of winter wheat grain yield. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia "Ahronomiia i biolohiia"*, 9(34), 61–64 (in Ukrainian).
- Petr, J., Capouchova, I., & Maresova, D. (2001). The effect of variety and site of cultivation on the content of starch in wheat. *Rostlinna vyroba*, 47, 456–462.
- Popov, S. I., Fursova, H. K., Avramenko, S. V., & Leonov, O. Y. (2014). Formation of grain quality of winter wheat depending on the fertilizer system under different weather conditions. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia ahropromyslovoho vyrobnytstva Kharkivskoi oblasti*, 17, 50–60 (in Ukrainian).
- Rozhkov, A. O., & Rizhik, T. V. (2016). Effect of sowing time and seeding rates on field germination of seeds and survival of winter wheat. *Scientific Journal "ScienceRise"*, 5/1(22), 51–57. doi: [10.15587/2313-8416.2016.69759](https://doi.org/10.15587/2313-8416.2016.69759)
- Saiko, V. F. (2008). Agriculture in the context of climate change. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*, 3–14 (in Ukrainian).
- Shahwani, A. R., Baloch, S. U., Baloch, S. K., Mengal, B., Bashir, W., Baloch, H. N., ... Raziq, A. (2014). Influence of seed size on germinability and grain yield of wheat (*Triticum Aestivum* L.) varieties. *Journal of Natural Sciences Research*, 4(23), 147–155.
- Shevchenko, M. S., Shevchenko, O. M., & Shvets, N. V. (2013). Agrodynamics of moisture consumption depending on technological factors of agriculture of the Steppe zone. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 5, 130–134 (in Ukrainian).
- Tkachyk, S. O. (2014). Method for grain, cereal and leguminous varieties VCU expert examination in Ukraine. *Nilan-LTD*, Kyiv (in Ukrainian)
- Triboi, E., Abad, A., Michelena, A., Lloveras, J., & Ollier, J. L. (2000). Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy*, 13, 47–64. doi: [10.1016/S1161-0301\(00\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00059-9)
- Ulich, L. I., & Lystkova, V. M. (2006). Varieties of winter wheat for intensive technologies. *Sortovyvchennia ta okhrona prav na sorty roslyn. Alefa*, Kyiv (in Ukrainian).
- Vyshnivskiy, P. S. (2013). The frequency of adverse weather conditions in the forest-steppe zone during the cultivation of cabbage and oilseeds. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*, 1–2, 102–108 (in Ukrainian).
- Yashovskiy, I. V. (1994). The main biological factors of intensification of grain production. *Naukovi osnovy vedennia zernovoho hospodarstva. Urozhai*, Kyiv (in Ukrainian).
- Zecevic, V., Boskovic, J., Knezevic, D., & Micanovi, D. (2014). Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean journal of agricultural research*, 74 (1), 23–28. doi: [10.4067/S0718-58392014000100004](https://doi.org/10.4067/S0718-58392014000100004)
- Zečević, V., Knežević, D., & D. Mićanović. (2007). Variability of technological quality components in winter wheat. *Genetika*, 39(1), 365–374.
- Zhemela, G., Sydorenko, A. & Kulyk, M. (2007). The part of weather factors in the process of crop capacity formation and improvement of quality of winter wheat grain. *Poltava State Agrarian Academy Journal*, 2, 10–16 (in Ukrainian).