

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-11

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.11:631.5(477.41/.42)

**АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ
ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ЯКОСТІ ЗЕРНА СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ
В ПОЛІССІ УКРАЇНИ****О. І. Трембіцька, С. Г. Столяр**

Поліський національний
університет
вул. Старий бульвар, 7,
Житомир, 10002

Про авторів

Оксана ТРЕМБІЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-1152-0215

Світлана СТОЛЯР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Для листування:

Оксана ТРЕМБІЦЬКА
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

9 травня 2025 р.

Погоджено до друку:

26 травня 2025 р.

У статті висвітлено результати дослідження впливу агрометеорологічних чинників на формування якісних показників зерна пшениці спельти (озимої) (*Triticum spelta* L.) в умовах Полісся України. Основною метою дослідження було виявлення зв'язку між гідротермічними умовами періоду вегетації (зокрема фаз наливу та дозрівання зерна) та вмістом білка й сирової клейковини в зерні різних сортів культури. Дослідження проводилися протягом 2022–2024 рр. із використанням методів польових спостережень, агрометеорологічного моніторингу та лабораторного аналізу зерна. Установлено, що погодні умови значно впливають на якісні параметри врожаю. Зокрема, зниження температури повітря в поєднанні з надмірною кількістю опадів у фазі наливу зерна (2023 та 2024 роки) призвело до зменшення вмісту білка до 13,2 та 12,5 % відповідно, у порівнянні з 14,5 % у 2022 р. за сприятливих погодних умов. Аналогічна динаміка спостерігалася щодо вмісту сирової клейковини. Найвищі показники якості зерна в середньому за три роки спостерігалися у сортів Аттергауер Дінкель (30,9 % клейковини, 13,7 % білка) та Мв Мартонголд (30,2 й 13,5 %, відповідно). Також було виявлено, що сорти з високим генетичним потенціалом якості зерна здатні краще адаптуватися до несприятливих метеорологічних умов. Це вказує на доцільність використання сортів з підвищеною стійкістю до коливань температури повітря та кількості опадів у сучасних умовах кліматичних змін. Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації технологій вирощування спельти в зоні Полісся, покращення сортової політики та підвищення продовольчої якості зерна.

Ключові слова: пшениця спельта (озима), якість зерна, білок, клейковина, погодні умови, гідротермічний режим, сорти, Полісся України.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Трембіцька О. І., Столяр С. Г., 2025

Agrometeorological factors as determinants of winter spelt grain quality in Polissia of Ukraine

Polissia National University
Staryi Blvd street, 7,
Zhytomyr city, 10002

About authors:

Oksana TREMBITSKA
ORCID: 0000-0003-1152-0215

Svitlana STOLIAR
ORCID: 0000-0001-5925-2008

For corresponding:

Oksana TREMBITSKA
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

May 9, 2025

Accepted:

May 26, 2025

The article highlights the results of the study of the influence of agrometeorological factors on the formation of quality indicators of winter spelt (*Triticum spelta* L.) grain in the conditions of Polissia of Ukraine. The main purpose of the study was to identify the relationship between hydrothermal conditions of the growing season (in particular, the phases of grain filling and ripening) and the content of protein and crude gluten in the grain of different crop varieties. The research was conducted during 2022–2024 using field observations, agrometeorological monitoring and laboratory analysis of grain. It was found that weather conditions significantly affect the quality parameters of the crop. In particular, a decrease in air temperature combined with excessive precipitation during the grain filling phase (2023 and 2024) led to a decrease in protein content to 13.2 and 12.5 %, respectively, compared to 14.5 % in 2022 under favorable weather conditions. Similar dynamics were observed in crude gluten content. The highest grain quality indicators over the three years were observed in the varieties Atterhauer Dinkel (30.9 % gluten, 13.7 % protein) and Mv Martongold (30.2 % and 13.5 %, respectively). It was also found that varieties with high genetic potential for grain quality are able to better adapt to unfavorable meteorological conditions. This indicates the feasibility of using varieties with increased resistance to fluctuations in climatic factors in the current climate change environment. The results of the study can be used to optimize spelta cultivation technologies in the Polissia region, improve varietal policy and the food quality of grain.

Key words: winter spelt, grain quality, protein, gluten, weather conditions, hydrothermal regime, varieties, Polissia of Ukraine.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Спельта озима (*Triticum spelta* L.) – це одне з найбільш корисних зерен, яке стало популярним завдяки своєму складу і корисним властивостям. Зерно спельти має низку переваг перед традиційною м'якою пшеницею, що робить її особливо цікавою для сучасного землеробства.

Справжня цінність спельти у високій біологічній цінності білків, які містять усі незамінні амінокислоти, що робить її корисною для здоров'я людини.

Зерно має значно вищий вміст білка (до 28 %), порівняно з пшеницею м'якою. Це робить культуру чудовим джерелом протеїнів для раціону людини. Крім того, вміст клейковини може досягати 58 %, що забезпечує високу якість борошна і полегшує процес випікання хліба [5, 16].

Зерно спельти озимої має високу енергетичну цінність, оскільки містить більше жирів, ніж у пшениці озимої, що робить її більш калорійною. Важливим є

також вміст бета-каротину, який є попередником вітаміну А (ретинолу) – важливого для здоров'я шкіри, зору та імунної системи. Тому спельта озима не тільки енергетично цінна, але й корисна для організму завдяки її вітамінному складу, що робить її чудовим продуктом для здорового харчування. Містить багато клітковини, що позитивно впливає на роботу травної системи, сприяє нормалізації обміну речовин і підтримує стабільний рівень цукру в крові. Низький вміст жиру робить її хорошим продуктом для тих, хто хоче контролювати свою вагу [3, 9].

Спельта озима багата на вміст мікроелементів, також є гарним джерелом калію, магнію та заліза, що підтримують нормальну функцію серця, нервової системи та кровообіг. Вітаміни групи В, зокрема В2 (рибофлавін), В3 (ніацин) та фолієва кислота, також сприяють здоров'ю

шкіри, волосся, покращують метаболічні процеси й зміцнюють імунну систему [8, 14].

Збільшення попиту на здорове харчування сприяє зростанню інтересу до безглютенних та екологічно чистих продуктів. Спельта, завдяки своїм корисним харчовим властивостям, є цінною сировиною для виготовлення дієтичних і дитячих харчових продуктів.

Останні дослідження щодо вирощування спельти озимої (*Triticum spelta* L.) в Україні та за кордоном вказують на її великий потенціал як культури з хорошими харчовими та агрономічними характеристиками. Вона менш вимоглива до поживних речовин ґрунту, що дозволяє підтримувати стабільну врожайність навіть за обмежених умов живлення. Крім того, має високу морозостійкість, що дає змогу сіяти її з вересня до кінця листопада, ефективно використовуючи осінні опади. Однак через плівчастість насіння сівба спельти може бути ускладнена, а вимолочування зерна вимагає додаткових зусиль [1, 6].

Дослідження в зоні Полісся показали, що застосування гуматів і регуляторів росту сприяє підвищенню продуктивності та якості зерна спельти. Вивчення економічних аспектів вирощування цієї культури вказує на менші витрати на мінеральні добрива та засоби захисту рослин порівняно з пшеницею м'якою. Однак, враховуючи меншу врожайність спельти (приблизно 70–80 % від врожайності пшениці м'якої), необхідно ретельно оцінювати економічну доцільність її вирощування [2, 4].

Спельта озима є ідеальним вибором для органічного землеробства завдяки своїй високій стійкості до багатьох хвороб та шкідників. Її коренева система потужна, що дозволяє зберігати родючість ґрунту без надмірного використання хімічних добрив. Крім того, спельта озима має високу конкурентоспроможність до бур'янів, що є важливим фактором в органічному землеробстві, де використання гербіцидів обмежене [7, 8, 10].

Останні дослідження підкреслюють важливість погодних умов на формування якості зерна цієї культури. Погодні умови впливають на висоту рослин та їх стійкість до вилягання, що, своєю чергою, позначається на врожайності. Крім підвищення врожайності спельти озимої, важливим аспектом є якісні показники її зерна. Недостатнє ресурсне забезпечення та порушення елементів агротехнології, стійкість різних сортів до змін клімату можуть призвести до зниження врожайності, погіршення якості зерна, і як наслідок, до зменшення прибутку [12, 18, 19].

Загалом, інтеграція метеорологічних умов у стратегії вирощування спельти є ключовим фактором для досягнення високих урожаїв гарної якості зерна [3].

Метою досліджень є оцінка стійкості різних сортів спельти озимої до змін клімату, оптимальних умов їх вирощування та можливість удосконалення технологій виробництва цієї культури.

Матеріали і методи. Польові дослідження щодо впливу погодних умов на якість зерна спельти озимої проводилися впродовж 2022–2024 рр. в умовах ТОВ «ВЕГА АГРО» Житомирського району Житомирської області.

Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони вирощування: сівба 10 жовтня, норма висіву – 200 шт./м². Для сівби використовували необмолочені колоски з розрахунку, що кожен колосок містить у середньому 2,5 зерен. Варіанти розміщувались в досліді послідовно, повторність – чотириразова. Площа облікової ділянки – 50 м². Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий легкосуглинковий.

Показники якості спельти озимої визначалися в сертифікованій лабораторії Поліського національного університету за ДСТУ 3768:2010.

Температури повітря та кількість опадів в Житомирській області протягом 2022–2024 рр., за даними метеостанції м. Житомира (50.26 Пн 28.68 Сх).

Результати та обговорення. Температура повітря та опади є одними з

основних кліматичних факторів, що визначають умови для формування і характеру погоди, і мають значний вплив на якість зерна спелти озимої. Аналіз метеорологічних умов протягом періоду проведення дослідження показує, що температурні коливання, кількість опадів та відносна вологість повітря під час вегетації культури значно варіювали: перевищуючи середні багаторічні значення, або були значно нижчими. Ці зміни кліматичних факторів сприяли отриманню вірогідних результатів дослідження щодо впливу на якісні показники спелти озимої [20].

Основним зовнішнім чинником, що впливає на вміст білка в зерні є забезпечення рослин азотом. Вологозабезпеченість також має значний вплив на цей показник. Інші зовнішні фактори, такі як попередники, обробіток

грунту, строки та норми сівби, в кінцевому результаті впливають на умови живлення. Як правило, буває зворотна залежність між вмістом білка та урожайністю, особливо в умовах, що обмежують ростові процеси [11, 13]. Наприклад, в умовах посухи, коли врожайність знижується, вміст білка в зерні, як правило, збільшується. У роки з високою вологістю спостерігається зворотний ефект.

Проаналізувавши кількість опадів упродовж 2022–2024 рр., спостерігаємо суттєве їх зменшення, порівняння з середньобаторічними нормами. У 2022 р. середньорічна кількість опадів становить 507 мм, тоді як багаторічна норма – 650 мм, тобто зменшення середньорічної кількості опадів у 2022 р. від норми становить 143 мм, або 22 % (рис. 1).

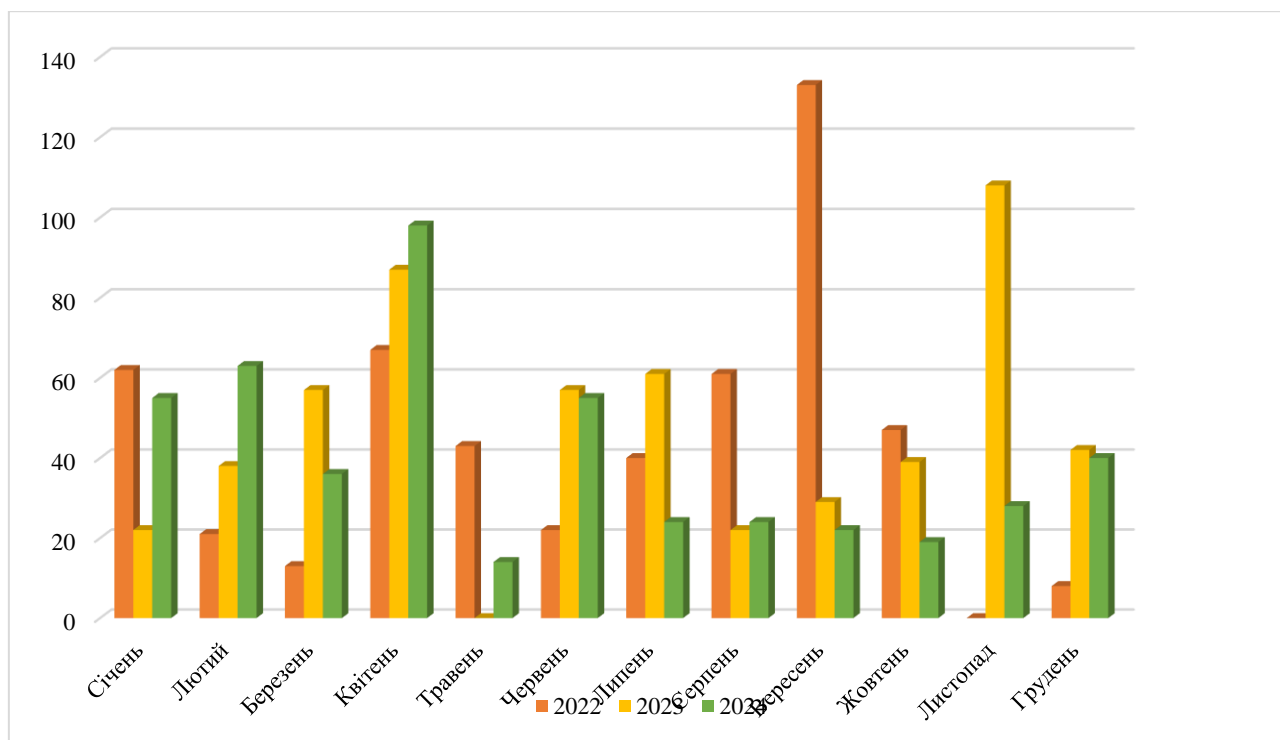


Рис. 1. Кількість опадів у Житомирській області, мм, 2022–2024 рр.

У 2023 р. зафіксовано збільшення середньорічної кількості опадів, порівняно з 2022 р. – до 562 мм. Проте це значення все ще на 13,54 % менше за середньобаторічну норму. У 2024 р. спостерігається стійка тенденція до зниження кількості опадів: середньорічна

сума опадів становила 478 мм, що на 172 мм (або 26,46 %) нижче за норму.

Погодні умови, зокрема температура повітря та кількість атмосферних опадів, відіграють ключову роль у формуванні якісних характеристик зерна спелти озимої, особливо у фазах наливу та

дозрівання. Ці періоди вегетації надзвичайно чутливі до гідротермічного режиму, оскільки надлишок або дефіцит вологи може істотно впливати як на фізіологічні процеси в рослині, так і на накопичення резервних речовин у зернівці.

Аналіз метеорологічних даних за червень – критичний період формування врожаю – показав, що у 2022 р. кількість опадів була помірною і склала 22 мм. Такий рівень зволоження відповідав близьким до оптимальних умов для наливу зерна, що сприяло формуванню задовільних показників якості. Водночас у 2023 та 2024 рр. у червні було зафіксовано істотне збільшення кількості опадів – 57 та 55 мм відповідно, що приблизно у 2,5 раза перевищує значення 2022 р. Ці роки характеризувалися нестійкими погодними умовами, переважанням циклональної діяльності, збільшенням кількості днів з опадами та високою відносною вологістю повітря.

Найбільш інтенсивний дощовий епізод у 2024 р. спостерігався 12 червня, коли добова кількість опадів сягнула 47,5 мм. Така злива мала ознаки екстремального гідрометеорологічного явища і значною мірою вплинула на мікроклімат в агроценозах.

Надмірна волога у цей період сприяє розвитку грибних хвороб (зокрема фузаріозу), знижує аерацію ґрунту, погіршує транспорт асимілянтів у колос, що в сукупності призводить до утворення зерна з нижчими технологічними показниками.

Результати агрометеорологічного аналізу та лабораторної оцінки якості урожаю свідчать, що хоча збільшення кількості опадів під час наливу зерна здатне забезпечити вищу урожайність внаслідок кращого забезпечення вологою, це водночас негативно впливає на якість. Зокрема, у 2023–2024 рр. було зафіксовано зниження вмісту сирі клейковини, що є одним із ключових показників

хлібопекарської якості зерна. Варто зазначити, що вміст клейковини зменшувався більшою мірою, ніж вміст сирого білка, що може свідчити про ферментативне розщеплення білкових сполук внаслідок мікробіологічної активності.

Таким чином, у 2023 та 2024 рр. чітко простежується агрометеорологічна залежність між інтенсивністю та розподілом атмосферних опадів у фазі дозрівання спельти озимої та погіршенням її якісних характеристик. Ці спостереження підкреслюють необхідність врахування гідротермічного режиму при плануванні технологій вирощування спельти, а також доцільність впровадження адаптивних заходів, таких як підбір сортів, стійких до ураження мікозами, оптимізація строків збирання.

Температурний режим у період вегетації є одним із ключових чинників, що визначає інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та впливає на формування якісних характеристик зерна. Особливо критичним є температурний фон у фазах наливу та досягання зерна, коли надмірне підвищення температури може спричинити передчасне зрідження і зниження вмісту білка та клейковини (рис. 2).

Температурні умови в період завершальних фаз вегетації спельти озимої – особливо під час наливу та досягання зерна, мають вирішальне значення для формування її якісних показників. Підвищення денної температури повітря до +26,4 °C і вище, згідно з результатами спостережень, сприяє посиленню обмінних процесів у рослині та підвищенню концентрації білка і сирі клейковини в зерні. Такий температурний режим сприяє інтенсивнішому накопиченню пластичних речовин у зернівці за умови достатнього вологозабезпечення.

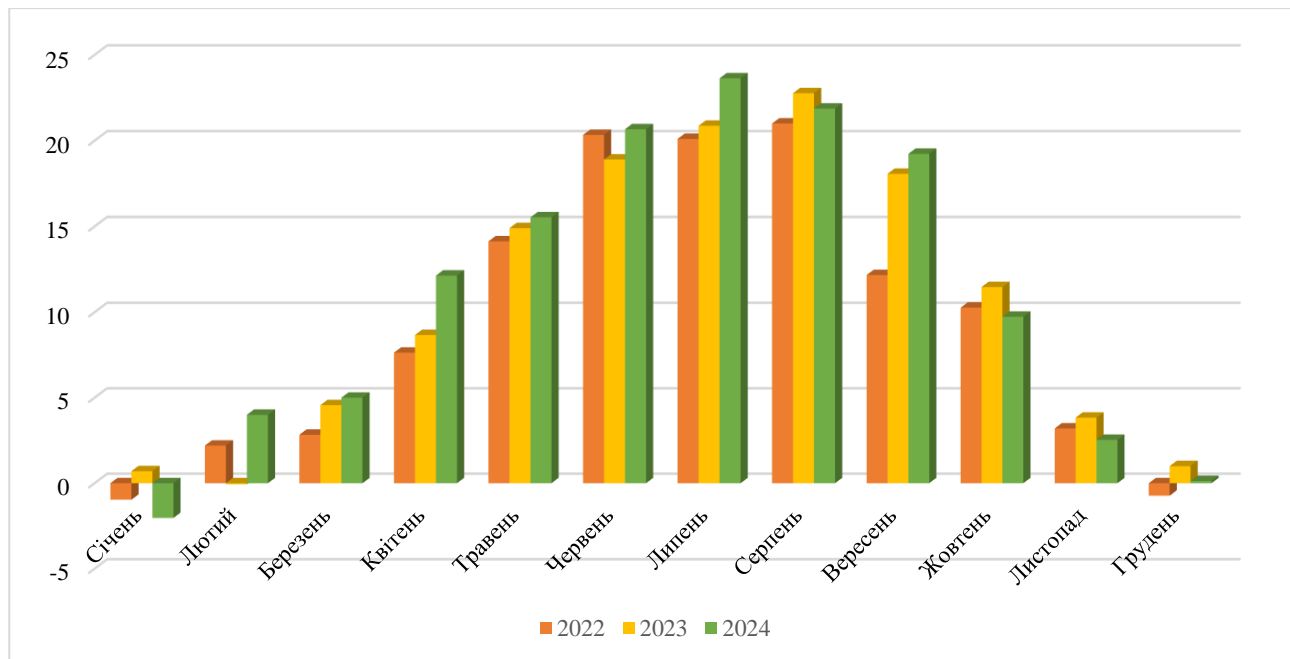


Рис. 2. Температура повітря у Житомирській області, °С, 2022–2024 рр.

У 2024 р. в третій декаді червня спостерігалася тривала спекотна погода, що спричинила прискорене досягання зерна спелти озимої. Середньомісячна температура повітря в червні становила +20,6 °С, що перевищувало середньобогаторічну норму на 1,3–2,5 °С залежно від конкретної агрокліматичної точки спостереження в регіоні. Такий тепловий фон був близьким до оптимального для накопичення білкових речовин у зерні, однак у поєднанні з недостатнім зволоженням або нерівномірним розподілом опадів може призводити до зниження маси 1000 зерен і погіршення структури ендосперму. У разі надмірного перегріву ґрунту в денні години

також можливе пригнічення азотного обміну, що частково знижує потенційну якість урожаю.

За результатами проведених досліджень, найвищі показники якості зерна спелти озимої були зафіксовані у сорту Аттергауер Дінкель: вміст сирого білка становив 13,7 %, а сирі клейковини – 30,9 %. Деяко нижчі значення за якісними характеристиками мав сорт Мв Мартонголд, у якого вміст білка досягав 13,5 %, а сирі клейковини – 30,2 %. Отримані значення свідчать про високий потенціал цих сортів щодо формування зерна з покращеними хлібопекарськими властивостями (табл. 1).

1. Вміст білка в зерні пшениці спелти (озимої) за роками, %

Сорт	2022	2023	2024	Середнє
Зоря України	13,5	12,3	11,2	12,7
Європа	14,2	12,6	11,8	13,2
Евріка	13,2	10,9	10,4	12,2
Аттергауер Дінкель	14,5	13,2	12,5	13,7
Вишиванка білоцерківська	13,0	10,6	10,0	11,9
Мв Мартонголд	14,4	12,3	12,0	13,5

Третє місце за показниками якості зерна посів сорт Європа, в якого вміст сирого білка становив 13,2 %, сирі

клейковини – 28,9 %. Деяко нижчі значення вмісту білка були зафіксовані у сортів Зоря України, Евріка та Вишиванка

білоцерківська – 12,7, 12,2 та 11,9 %, відповідно.

Аналіз динаміки вмісту білка за роками показав, що найнижчі показники спостерігалися у 2023 та 2024 рр., коли під час критичних фаз наливу та дозрівання зерна переважала дощова погода. Водночас максимальні значення були зафіксовані у 2022 р. у сорту Аттергауер Дінкель – 14,5 %, що є найвищим показником за весь період досліджень. Це свідчить про наявність сприятливих гідротермічних умов у відповідному році, які забезпечили оптимальне поєднання температурного режиму та зволоження для ефективного синтезу білкових сполук у зерні.

У 2023 р. вміст білка знизився до 13,2 %, що, імовірно, пов'язано з надмірною кількістю опадів у фазу наливу зерна. У 2024 р. спостерігалось подальше зниження – до 12,5 %, що підтверджує стабільну негативну тенденцію,

обумовлену несприятливими метеорологічними умовами. Надлишок вологи та відносне зниження температур у період наливу сприяють вегетативному росту, але гальмують накопичення білка у зернівці.

Зазначена закономірність була характерною для всіх досліджуваних сортів, незалежно від генетичного потенціалу, що підтверджує суттєвий вплив гідротермічного режиму у фазі дозрівання насіння на якісні характеристики зерна спельти озимої.

Одним із важливих показників якості зерна спельти озимої є вміст клейковини, яка є цінним компонентом, оскільки визначає якість борошна та його придатність для виготовлення різних видів хлібобулочних виробів. Вміст клейковини має важливе значення для її харчових та технологічних властивостей (рис. 3).

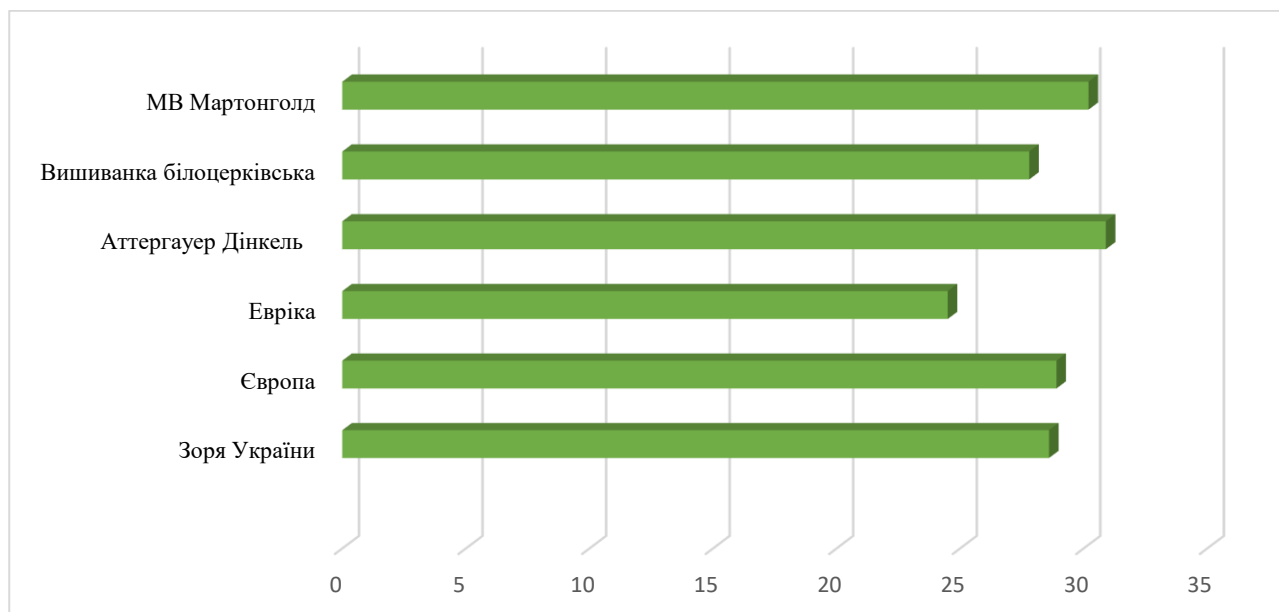


Рис. 3. Вміст клейковини в зерні спельти озимої, % (середнє 2022–2024 рр.)

Найвищий середній вміст сирої клейковини за трирічний період досліджень було зафіксовано у сорті Аттергауер Дінкель – 30,9 %. Дещо нижчу позицію за цим показником посів сорт МВ Мартонголд із середнім значенням 30,2 %.

Нижчі, проте стабільно високі значення вмісту клейковини

продемонстрували сорти Європа (28,9 %), Зоря України (28,6 %) та Вишиванка білоцерківська (27,8 %). Отримані результати свідчать, що ці сорти мають добрі хлібопекарські властивості й придатні для виробництва борошна та харчових продуктів, які потребують високого вмісту та якості клейковини.

Найнижчий вміст клейковини був зафіксований у сорту Евріка – 24,5 %, що помітно відрізняється від інших досліджуваних сортів. Попри це, сорт зберігає технологічну цінність і може бути рекомендований для виробництва борошна середньої якості, зокрема для продуктів зі зниженими вимогами до еластичності та структурної міцності тіста.

Висновок. Результати досліджень підтвердили, що агрометеорологічні умови, сортові особливості та фази вегетації відіграють ключову роль у формуванні якісних показників зерна спельти озимої в умовах Полісся України. Найвищі показники за вмістом білка і сирію клейковини продемонстрували сорти Аттергауер Дінкель (вміст білка – у середньому 13,7 %, сирію клейковини – 30,9 %) та Мв Мартонголд (відповідно, 13,5 та 30,2 %). Ці сорти можуть бути рекомендовані для виробництва високоякісного борошна, придатного для хлібопекарської промисловості.

У сортів Європа, Зоря України та Вишиванка білоцерківська вміст сирого білка становив 13,2; 12,7 та 11,9 %, відповідно, а сирію клейковини – 28,9; 28,6,

і 27,8 %. Хоча ці показники є дещо нижчими, вони залишаються в межах прийнятного для виробництва борошна з добрими технологічними властивостями.

Аналіз погодних умов за період 2022–2024 рр. показав, що несприятливий гідротермічний режим, зокрема підвищена кількість опадів у фазах наливу та дозрівання зерна, негативно впливав на вміст білка. Так, у 2022 р., за сприятливих температурних умов та помірного зволоження, вміст білка у сорту Аттергауер Дінкель досягав 14,5 %. У 2023 р. він знизився до 13,2 %, а у 2024 – до 12,5 %. Ця тенденція була характерною для всіх досліджуваних сортів і підтверджує критичний вплив метеорологічних чинників на формування якісних показників зерна.

Таким чином, ефективно вирощування спельти озимої в умовах Полісся вимагає врахування гідротермічних умов, адаптивного підбору сортів, стійких до ураження мікозами, та гнучкого управління агротехнологіями, орієнтованими не лише на урожайність, а й на якість зерна.

Список використаної літератури

1. Аналіз сучасного досвіду та напрямів вирішення проблем управління твердими комунальними відходами / І. Г. Коцюба та ін. *Екологічні науки*. 2021. № 6 (39). С. 166–170. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8295>.
2. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин спельти озимої в умовах Полісся. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 112–118. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.15>.
3. Кульбіда М. І., Єлістратова Л. О., Барабаш М. Б. Сучасний стан клімату України. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2013. Вип. 35. С. 118–130.
4. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми : Сумський національний аграрний університет. 2015. 214 с.
5. Нінієва А. К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарськими ознаками в умовах східної частини Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 156–167. <https://journals.urau.ua/pbsd/article/view/59750/55834>.

References

1. Analysis of current experience and directions for solving problems of solid municipal waste management / I. H. Kotsiuba et al. *Ekologichni nauky*. 2021. No. 6 (39). P. 166–170. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8295>.
2. Karpishyn O. V., Moisiienko V. V. Foliar diagnostics for optimizing winter spelt plant nutrition in the conditions of Polissia. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychkh nauk*. 2025. No. 11. P. 112–118. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.15>.
3. Kulbida M. I., Yelistratova L. O., Barabash M. B. Current state of Ukraine's climate. *Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha ta ekolohichnoi bezpeky*. 2013. Issue 35. P. 118–130.
4. Lobachova N. L. Improving the technology of gluten-free bakery products : monograph. Sumy : Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet. 2015. 214 p.
5. Niniieva A. K. Genetic diversity of winter spelt according to economic characteristics in the conditions of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Selektsiia i nasinnystvo*.

6. Ружицька О. М., Борисова О. В. Насіннева продуктивність і біохімічний склад зерна озимої спельти та полби за умов Півдня Степової зони України. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. № 50 (2). С. 161–169. <https://www.frg.org.ua/articles/50020161a.pdf>.
7. Трембіцька О. І., Богдан С. В. Регенеративне сільське господарство у забезпеченні еколого-економічної безпеки. *Агросвіт*. 2023. № 21. С. 89–96. <https://nayka.com.ua/index.php/agrosvit/article/view/2371/2407>.
8. Трембіцька О. І., Столяр С. Г. Використання спельти озимої та сорго зернового у харчовій промисловості за органічного виробництва. *Таврійський науковий вісник*. № 139. Ч. 2. С. 104–111. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/139_2024/part_2/15.pdf.
9. Характеристика селекційних ліній пшениці спельти озимої (*Triticum spelta* L.) в умовах Східного Лісостепу України / К. Ю. Суворова та ін. *Селекція і насінництво*. 2023. № 124. С. 29–35. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2023.283648>.
10. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення / Г. М. Господаренко та ін. *Вісник Уманського УНУС*. 2015. № 1. С. 11–14. <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2015/Buletен12015/5.pdf>.
11. Andrews J. E., Combs B. L., Miller R. E. Spelt as an Alternative Wheat Crop in Organic Farming Systems. *Journal of Organic Agriculture*. 2006. Vol. 3 (2). P. 75–85.
12. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical characteristics of wheat bread / M. Mencin et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28 (8). P. 3428. <https://doi.org/10.3390/molecules28083428>.
13. Bread quality of spelt wheat and its starch / J. D. Wilson et al. *Cereal Chemistry*. 2008. Vol. 85 (5). P. 629–638. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-5-0629>.
14. Impact of *Alternaria* spp. and *Alternaria* toxins on quality of spelt wheat / J. Disalov et al. *Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 12 (1). P. 1–9. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n1p1>.
15. Podolska G., Aleksandrowicz E., Szafrńska A. Bread making potential of *Triticum aestivum* and *Triticum spelta* species. *Open Life Sciences*. 2020. Vol. 15 (1). P. 25–34. <https://doi.org/10.1515/biol-2020-0004>.
16. Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto-products in the Ukrainian polissia / M. M. Kliuchevych et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 267–272. <https://www.ujecology.com/articles/protection-of-winter-spelt-against-fungal-diseases-under-organic-production-of-phytoproducts-in-the-ukrainian-polissia.pdf>.
17. Spanish spelt is unique germplasm for improvement of root hair length in hexaploid wheat / O. Zelba et al. *Plant and Soil*. 2020. Vol. 452 (1), 171–184. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04555-8>.
2012. Issue 101. P. 156–167. <https://journals.uran.ua/pbsd/article/view/59750/55834>.
6. Ruzhytska O. M., Borysova O. V. Seed productivity and biochemical composition of winter spelt and spelt grain under the conditions of the South of the Steppe Zone of Ukraine. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*. 2018. No. 50 (2). P. 161–169. <https://www.frg.org.ua/articles/50020161a.pdf>.
7. Trembitska O. I., Bohdan S. V. Regenerative agriculture in ensuring ecological and economic security. *Ahrosvit*. 2023. No. 21. P. 89–96. <https://nayka.com.ua/index.php/agrosvit/article/view/2371/2407>.
8. Trembitska O. I., Stoliar S. H. Use of winter spelt and grain sorghum in the food industry under organic production. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. No. 139. Part. 2. P. 104–111. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/139_2024/part_2/15.pdf.
9. Characteristics of breeding lines of winter spelt wheat (*Triticum spelta* L.) in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine / K. Yu. Suvorova et al. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2023. No. 124. P. 29–35. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2023.283648>.
10. Baking properties of spelt grain depending on fertilizer / H. M. Hospodarenko et al. *Visnyk Umanskoho UNUS*. 2015. No. 1. P. 11–14. <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2015/Buletен12015/5.pdf>.
11. Andrews J. E., Combs B. L., Miller R. E. Spelt as an Alternative Wheat Crop in Organic Farming Systems. *Journal of Organic Agriculture*. 2006. Vol. 3 (2). P. 75–85.
12. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical characteristics of wheat bread / M. Mencin et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28 (8). P. 3428. Doi: 10.3390/molecules28083428.
13. Bread quality of spelt wheat and its starch / J. D. Wilson et al. *Cereal Chemistry*. 2008. Vol. 85 (5). P. 629–638. Doi: 10.1094/CCHEM-85-5-0629.
14. Impact of *Alternaria* spp. and *Alternaria* toxins on quality of spelt wheat / J. Disalov et al. *Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 12 (1). P. 1–9. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n1p1>.
15. Podolska G., Aleksandrowicz E., Szafrńska A. Bread making potential of *Triticum aestivum* and *Triticum spelta* species. *Open Life Sciences*. 2020. Vol. 15 (1). P. 25–34. <https://doi.org/10.1515/biol-2020-0004>.
16. Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto-products in the Ukrainian Polissia / M. M. Kliuchevych et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 267–272. <https://www.ujecology.com/articles/protection-of-winter-spelt-against-fungal-diseases-under-organic-production-of-phytoproducts-in-the-ukrainian-polissia.pdf>.
17. Spanish spelt is unique germplasm for improvement of root hair length in hexaploid wheat

18. Spelt: Agronomy, Quality, and Flavor of Its Breads from 30 Varieties Tested across Multiple Environments / M. Rapp et al. *Crop Science*. 2017. Vol. 57 (2). P. 739–747. DOI: 10.2135/cropsci2016.05.0331.

19. Spelt wheat: An alternative for sustainable plant production at low N-levels / M. Bettini et al. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (23). P. 6726. <https://doi.org/10.3390/su11236726>.

20. The responses of winter cultivars of common wheat, durum wheat and spelt to agronomic factors / W. S. Budzyński et al. *J. Agric. Sci.* 2018, Vol. 156. P. 1163–1174.

/ O. Zelba et al. *Plant and Soil*. 2020. Vol. 452 (1), 171–184. Doi: 10.1007/s11104-020-04555-8.

18. Spelt: Agronomy, Quality, and Flavor of Its Breads from 30 Varieties Tested across Multiple Environments / M. Rapp et al. *Crop Science*. 2017. Vol. 57 (2). P. 739–747. DOI: 10.2135/cropsci2016.05.0331.

19. Spelt wheat: An alternative for sustainable plant production at low N-levels / M. Bettini et al. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (23). P. 6726. <https://doi.org/10.3390/su11236726>.

20. The responses of winter cultivars of common wheat, durum wheat and spelt to agronomic factors / W. S. Budzyński et al. *J. Agric. Sci.* 2018, Vol. 156. P. 1163–1174.