

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Ткачук Петро Анатолійович

УДК 633.16:631.8

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА
УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ТОВ
«АГРОВІВА» ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ
ОБЛАСТІ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ П.А. Ткачук.

Керівник роботи

канд. с.-г. наук, доцент Довбиш Л.Л.

Житомир–2025

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Особливості мінерального живлення та удобрення ячменю ярого (огляд літератури).....	8
1.1. Народногосподарське значення, сучасний стан виробництва ячменю ярого в Україні та світі	8
1.2. Роль мінеральних добрив у формуванні врожайності ячменю ярого	11
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	17
2.1. Місце та умови проведення досліджень	17
2.2. Програма та методика проведення досліджень	17
РОЗДІЛ 3. Ефективність впливу мінеральних добрив на урожайність та якість ячменю ярого (результати досліджень)	20
3.1. Вплив зростаючих норм добрив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого сорту Бельканто	20
3.2. Вплив добрив на формування рівня врожаю та показників якості ячменю ярого	27
3.3. Економічна та енергетична ефективність вирощування ячменю ярого залежно від удобрення.....	31
ВИСНОВКИ.....	35
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	36
БІБЛІОГРАФІЯ	37
ДОДАТКИ.....	42

АНОТАЦІЯ

Ткачук П.А. Ефективність впливу мінеральних добрив на урожайність і якість ячменю ярого в умовах ТОВ «Агровіва» Житомирського району Житомирської області – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота виконана на 44 сторінках і містить 8 таблиць та 3 рисунки. Її структура включає вступ, три розділи, висновки, пропозиції для виробництва та додатки. У списку використаних джерел представлено 44 найменування.

У дослідженні наведені результати впливу різних доз мінеральних добрив на продуктивність і якість зерна ярого ячменю сорту Бельканто. Встановлено, що при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{69}P_{36}K_{36}$ досягнуто максимальну урожайність в середньому за три роки 4,83 т/га. Вміст сирого протеїну також був найвищим за внесення цієї ж дози – 11,9%, що на 5,9% перевищує контрольний показник.

В умовах Житомирського району Житомирської області на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах, після попередника картопля, для отримання урожайності зерна ячменю ярого сорту Бельканто на рівні 4,12-5,26 т/га та вмісту білку 11,6-11,9% необхідно вносити в передпосівну культивуацію 150 кг/га поліфоски та проводити підживлення аміачною селітрою у нормі 150 кг/га у фазу кушення у загальній нормі $N_{69}P_{36}K_{36}$.

Ключові слова: ячмінь ярий, поліфоска, аміачна селітра, урожайність, структура урожаю, показники якості зерна.

ANNOTATION

Tkachuk P.A. The effectiveness of mineral fertilizers on the yield and quality of spring barley at Agroviva LLC in the Zhytomyr district of Zhytomyr region – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 201 – agronomy. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification work consists of 44 pages and contains 8 tables and 3 figures. Its structure includes an introduction, three chapters, conclusions, recommendations for production, and appendices. The list of references contains 44 items.

The study presents the results of the effect of different doses of mineral fertilizers on the yield and quality of spring barley of the Belkano variety. It was found that when mineral fertilizers were applied at a rate of N69P36K36, the maximum yield was achieved, averaging 4.83 t/ha over three years. The crude protein content was also highest when the same dose was applied – 11.9%, which is 5.9% higher than the control indicator.

In the conditions of the Zhytomyr district of the Zhytomyr region, on sod-podzolic sandy loam soils, after potatoes, to obtain a yield of spring barley of the Belkano variety at the level of 4.12-5.26 t/ha and a protein content of 11.6-11.9%, it is necessary to apply 150 kg/ha of polyphosphate during pre-sowing cultivation and to fertilize with ammonium nitrate at a rate of 150 kg/ha during the tillering phase at a total rate of N69P36K36.

Keywords: spring barley, polyphosphate, ammonium nitrate, yield, yield structure, grain quality indicators.

ВСТУП

Збільшення виробництва зерна і підвищення його якості – актуальна проблема сільського господарства. В нашій країні вирішення продовольчого питання, як в минулому, так і в теперішній час визначається, насамперед, рівнем розвитку виробництва зерна. Зернова галузь за займаною площею ріллі, стратегічною та соціально-економічною значимістю, розмірами залучених до неї трудових, матеріальних і фінансових ресурсів є найважливішою в аграрній сфері країни. Тому забезпечення харчової та переробної промисловості зерном було і залишається найголовнішим завданням агропромислового комплексу України.

Ячмінь ярий є однією із важливих основних зернофуражних культур світу. Широке використання ячменю пояснюється, зокрема, сприятливим біохімічним складом його зерна. Воно містить багато крохмалю і білку (до 15%), велику кількість заліза, калію, кальцію, фосфору і магнію, ферменти, жир (2-3%), вітаміни А, В, В1, В2, D, С і Е. Важливо, що у білку є всі незамінні амінокислоти, тому ячменю ярого відводиться одна з провідних ролей у забезпеченні тваринництва, зокрема птахівництва та свинарства, високоякісним за вмістом білка та амінокислот фуражним зерном

Але ячменю ярого тривалий час не приділялося достатньо уваги. Часто його розміщували в сівозміні по гірших попередниках, ніж пшениця та кукурудза, удобрення під цю культуру вносять в обмеженій кількості, що не дозволяє повністю розкрити потенціал урожайності даної культури.

Важливим фактором і першоосною стабільно стійкого підвищення продуктивності ячменю ярого при забезпеченні рослин в онтогенезі елементами живлення, є використання оптимальних доз мінеральних добрив з врахуванням ґрунтової родючості конкретного господарства.

В Україні домінує вирощування ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) проте його середня врожайність значно поступається від показників урожайності

Західної Європи. Для подолання цього розриву необхідне впровадження вдосконалених технологій, що розкривають генетичний потенціал інтенсивних сортів.

Тому проведення досліджень з вивчення ефективності доз мінеральних добрив на урожай і якість ячменю ярого на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва є актуальною задачею.

Мета досліджень – вивчити вплив зростаючих доз азотних, фосфорних і калійних добрив на урожайність і якість зерна ячменю ярого сорту Бельканто при вирощуванні на дерново-підзолистих ґрунтах Житомирської області.

Задачі досліджень:

1. Визначити дію зростаючих доз азотних, фосфорних і калійних добрив на приріст врожаю на дерново-підзолистих ґрунтах.
2. Встановити зміну структури врожаю зерна ячменю ярого в залежності від доз добрив.
3. Дослідити дію зростаючих доз добрив на якісні показники товарної продукції ячменю ярого.
4. Розрахувати економічну та енергетичну ефективність використання добрив при вирощуванні ячменю ярого.

Об'єкт досліджень – дерново-підзолистий супіщаний на морені, рослини ячменю ярого Бельканто, мінеральне добриво поліфоска, продуктивність ячменю ярого.

Предмет досліджень – процеси росту та розвитку ярого ячменю, технологія вирощування культури, зростаючі норми мінеральних добрив.

Методи дослідження. У дослідженні застосовано комплексний методологічний підхід, що охоплював використання наступних методів:

- польовий - для безпосереднього спостереження та збору первинних даних в умовах контрольованого польового експерименту;

- лабораторний - з метою визначення агрохімічних характеристик ґрунту та показників якості зернової продукції із застосуванням стандартизованих аналітичних процедур;

- розрахунково-порівняльний - для об'єктивної оцінки економічної та енергетичної ефективності різних систем удобрення ярої пшениці, що культивувалася на темно-сірих опідзолених ґрунтах;

- математично-статистичний - для верифікації отриманих експериментальних даних та проведення дисперсійного аналізу з метою встановлення достовірності виявлених закономірностей.

Усі аналітичні роботи виконувалися відповідно до загальновизнаних методик дослідження ґрунту та рослинного матеріалу, що забезпечує репрезентативність одержаних результатів та їх співставлення із даними наукової літератури.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Dovbysh L., Kravchuk M., Kozhukh V., Tkachuk P., Shlyakhtenko I. The influence of macro- and microelements on the production process of spring barley on sod-podzolic sandy loam soil. «InterConf+». Rome: Dana, 2025. № 63(272). P. 187-199.

2. Ткачук П., Бих Ю., Данилівська Т., Михнюк Д., Нестерчук О. Формування продуктивності гороху залежно від рівня мінерального живлення на сірих опідзолених ґрунтах / *Інновації в агропромисловому виробництві* : збірник тез доповідей науково-практичної конференції молодих вчених і здобувачів освіти (м. Житомир, 07 листопада 2024), Житомир : Поліський національний університет. 2024. С. 83-86.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 44 сторінках комп'ютерного тексту, вона містить 8 таблиць та 3 рисунки. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, пропозицій виробництву та додатків. Список використаної наукової літератури нараховує 44 найменування.

РОЗДІЛ 1.

ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА УДОБРЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури)

1.1. Народногосподарське значення, сучасний стан виробництва ячменю ярого в Україні та світі.

Ячмінь – одна із найдавніших сільськогосподарських культур. Він вирощується з часів зародження землеробства. За думкою вчених, ячмінь лише трохи поступається пшениці за давністю введення в культуру. Одомашнення ярого ячменю датується епохою неоліту і відбувалося на теренах Близького Сходу одночасно з пшеницею. [12, 15].

Дикий ячмінь був поширений на великих територіях від острова Крит до Тибету. Археологічні дані свідчать про те, що його вживали в їжу близько 17 тисяч років тому. Найстаріші зразки культурного ячменю були знайдені на території сучасної Сирії і датуються одним із найдавніших періодів неоліту. Ячмінь поширився з регіону Близького Сходу до Європи у IV–III тисячоліттях до нашої ери. На території сучасної України ця культура вирощувалася ще в кам'яному та бронзовому віках. У той час ячмінь слугував основною зерною культурою, застосовувався для приготування хліба, каш та як корм для тварин. З нього також виготовляли пиво та інші напої. Завдяки європейським колонізаційним процесам ячмінь потрапив до Америки, де швидко адаптувався до нових агрокліматичних умов. [12, 18].

Нині ярий ячмінь залишається однією з ключових сільськогосподарських культур у світі. Його зерно використовують для виготовлення борошна, круп, солоду, а також як корм для тварин. Ячмінь є основною сировиною для виробництва пива. Окрім харчової промисловості, ячмінь використовують у виробництві біопалива, косметичних засобів та інших продуктів. [15, 22].

Енергетична цінність одного центнера зерна та соломи ярого ячменю становить, відповідно, 120 та 35 кормових одиниць. Хімічний склад зерна ячменю в середньому характеризується таким вмістом, %: вологість – 13,

безазотисті екстрактивні речовини – 64,4, сирий протеїн – 12, сира клітковина – 5,5, сира зола – 2,8, сирий жир – 2,1. Протеїновий профіль ячменю характеризується збалансованим вмістом есенціальних амінокислот, серед яких ключове значення мають лізин та триптофан [12, 28]. У виробництві комбікормів для сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби та свиней, частка ячмінного зерна може сягати 60–70% і більше від загальної поживності раціону [34]. Ячмінна солома є цінним грубим кормом для жуйних тварин. Для оптимізації раціонів сільськогосподарських тварин та птиці доцільним є застосування сортів ячменю з високим вмістом протеїну [28].

Ячмінь визнаний важливою культурою в системі сталого сільського господарства. Його здатність адаптуватися до різних агрокліматичних умов та ґрунтів підвищує його цінність як страхової культури та ефективного попередника у сівозміні [12, 22].

З огляду на кліматичну кризу та демографічні виклики, ячмінь підтверджує свою значущість для гарантування продовольчої безпеки. Ці фундаментальні чинники визначають кон'юнктуру світового ринку та стимулюють виробництво.

У 2025 році ярий ячмінь зберігає свої позиції. В Україні врожай склав понад 5,3 млн тонн (на кінець вересня). На світовому рівні, незважаючи на поточні виклики, великі обсяги виробництва в ключових регіонах (ЄС, Канада, Австралія) забезпечують стабільність запасів для потреб кормової промисловості та пивоваріння [41].

Ячмінь є важливою сільськогосподарською культурою для України: тут вирощують численні сорти як озимого, так і ярого ячменю, які постачаються як на внутрішній ринок, так і на експорт. За даними Європейської комісії, Україна забезпечує 13% світового ринку ячменю. Основними імпортерами українського зерна є Китай, Саудівська Аравія, Нідерланди, Бельгія та Німеччина [42].

Однак протягом останніх п'яти років спостерігається глобальна тенденція до зниження обсягів виробництва та споживання ячменю. Цей спад зафіксовано майже в усіх ключових країнах-виробниках. Як приклад, якщо в маркетинговому

періоді 2020/21 років світове виробництво складало 161,502 млн тонн, то вже у сезоні 2024/25 років цей показник знизився до близько 142,470 млн тонн [42].

Таблиця 1.1.

Світове виробництво ячменю, млн тонн [42]

Світові ринки/МР	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25
ЄС	54,235	52,065	51,829	47,813	50,400
РФ	20,629	17,505	21,500	20,500	16,250
Австралія	14,649	14,337	14,137	10,800	11,700
Канада	10,741	6,984	9,987	8,905	8,144
Велика Британія	8,117	6,961	7,385	6,963	7,200
Туреччина	8,100	4,500	7,400	8,000	7,000
Україна	7,947	9,9,23	6,100	6,350	5,900
Аргентина	4,035	5,300	4,695	5,100	5,100
Казахстан	3,659	2,367	3,287	2,614	3,840
Іран	3,600	2,700	3,000	3,000	3,100
Єфіопія	2,261	2,350	2,184	2,450	2,485
Китай	2,036	2,137	2,192	2,000	2,000
Індія	1,720	1,656	1,371	1,913	1,699
Ірак	1,850	0,360	0,235	0,200	1,400
Алжир	1,213	0,950	1,400	1,025	1,200
США	3,717	2,626	3,787	4,052	3,132
Інші	12,993	12,488	10,484	11,689	11,920

Світове виробництво ячменю знижується переважно через наслідки змін клімату та негативні природні явища, такі як посухи, екстремальні температури та нестабільні умови вегетації. Ці фактори суттєво впливають на його врожайність. Іншою важливою причиною є зменшення площ, відведених під цю культуру. У багатьох регіонах фермери віддають перевагу вирощуванню більш прибуткових культур, зокрема кукурудзи та сої. Додатково існують економічні чинники, які ускладнюють ситуацію. Коливання цін на ячмінь на світових ринках, їх висока нестабільність та зростання витрат на виробництво роблять ячмінь менш привабливим для агровиробників. Усе це створює складні умови для його вирощування, що своєю чергою спричиняє зниження обсягів виробництва і пропозиції на глобальному рівні. [43].

В Україні, за прогнозами 2025 року, врожайність ярого ячменю коливатиметься в межах 4,1–6,5 т/га залежно від регіональних умов і використовуваних технологій. Водночас міжнародний рівень врожайності цієї культури значно вищий: наприклад, у Німеччині середні показники сягають 6–7 т/га, а у Бельгії – 7–8 т/га. Для порівняння, середня врожайність зернових в Україні становить близько 3,5–5 т/га, хоча в окремих регіонах цей показник може досягати 6 т/га. [44].

1.2. Роль мінеральних добрив у формуванні врожайності ячменю ярого.

Ячмінь ярий – вимоглива до ґрунтової родючості культура. Це зумовлено його біологічними особливостями: інтенсивним накопиченням органічної речовини за короткий період часу та відносно слабким розвитком кореневої системи. Ячмінь погано росте на ґрунтах з підвищеною кислотністю ґрунтового розчину. Особливо від цього потерпають молоді рослини. У них відмічається пожовтіння листків, із-за порушення процесу утворення хлорофілу, затримується ріст. Найкраще ячмінь росте при рН вище 5,6–5,8, на більш кислих ґрунтах він не повністю реалізує біологічний потенціал [12, 27, 28].

Використання добрив є одним із ключових чинників інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, оскільки їх внесення забезпечує приблизно 50% приросту врожаю. Внесок добрив у формування загального врожаю може становити від 23 до 70%. [15, 27]. Дослідження, проведені в польових умовах із застосуванням мінеральних добрив, демонструють, що їх використання сприяє підвищенню кількісних та якісних показників сільськогосподарської продукції, а також дозволяє зменшити її собівартість на 30–50%, одночасно збільшуючи валові збори продукції. [2, 7].

Ефективність добрив визначається сукупністю чинників, до яких належать біологічні особливості рослин, характеристики ґрунту, властивості компонентів добрив, умови їх внесення, рівень агротехнічного забезпечення та фізичні параметри навколишнього середовища. [8, 9, 12, 13].

Виробничий процес часто ускладнює контроль над цими параметрами. Польові експерименти дають змогу інтегрувати в дослідження всі фактори, що впливають на врожайність, незалежно від того, чи є вони природними та неконтрольованими, або такими, що можна адаптувати та регулювати в рамках дослідних умов.

Особливістю ячменю є його слаборозвинена коренева система, що обмежує засвоєння поживних речовин із глибших шарів ґрунту. Тому рослини значною мірою залежать від добрив, внесених в орний шар, а також від післядії поживних речовин, що залишилися від попередніх культур [19, 28].

Дослідження [14, 19] підтверджують, що ячмінь добре реагує на мінеральні добрива (азотні, фосфорні та калійні). Однак максимальний ефект досягається лише при комплексному застосуванні повного мінерального живлення (NPK), тоді як використання окремих елементів є малоефективним. Виробничі випробування показали високу ефективність дози $N_{90}P_{120}K_{120}$ на дерново-підзолистих ґрунтах: приріст урожаю сягав 70-78%, а окупність 1 кг діючої речовини NPK становила 5,8-6,6 кг зерна [20, 21].

Серед основних елементів мінерального живлення азот відіграє ключову роль у формуванні врожайності та підвищенні рівня білка в зерні ячменю. Застосування зерна для кормових, харчових або технічних потреб значною мірою залежить від ефективного управління азотним живленням та оптимізації норм його внесення [20, 21].

Зокрема, в умовах Полісся азотні добрива мають найбільш виражений вплив на розвиток рослин, кількість та якість врожаю ярого ячменю. При застосуванні комплексного добрива $N_{30}P_{45}K_{45}$ загальний приріст врожаю становив 7,7 ц/га порівняно з контролем без добрив. При цьому лівова частка приросту – 5,8 ц/га – була забезпечена саме азотом, тоді як внесок фосфору та калію був значно меншим (0,4 та 1,5 ц/га відповідно). [35, 37]

Встановлено, що азот відіграє ключову роль у формуванні врожайності ярого ячменю. За твердженням [24], ефективність азотних добрив значною мірою визначається рівнем зволоження ґрунту. У вологі роки їхній вплив на

врожайність ячменю істотно посилюється, тоді як на накопичення білка в зерні – послаблюється. У посушливі періоди спостерігається протилежна тенденція. Учений також наголошує, що реакція рослин на азотні добрива залежить і від біологічних особливостей сорту [24].

Зі збільшенням норм внесення азоту під посіви ячменю погіршуються його фізичні показники: зменшується натура, крупність, маса 1000 зерен, а також частка крохмалю й екстрактивних речовин, тоді як вміст білка, навпаки, зростає [5, 13]. Проте інші дослідники фіксують протилежний результат – різке підвищення врожайності не завжди супроводжується зростанням білка, а іноді навіть спричиняє його зниження [41].

У дослідженнях [24] встановлено, що внесення N_{60} забезпечувало приріст урожаю на 15,0 ц/га відносно контролю. Проте збільшення дози до N_{120} викликало вилягання посівів і, як наслідок, зниження продуктивності ячменю [24]. Аналогічні результати наведені й у роботах інших авторів [32, 36]. За даними шведських учених, підвищення норми внесення азоту до 60, 90, 120, 180, 240 та 300 кг/га сприяло зростанню врожаю лише до рівня 120 кг/га, після чого позитивний ефект не спостерігався [41].

За результатами географічних досліджень, приріст врожаю при внесенні N_{60} на фоні різних доз фосфорно-калійних добрив становив від 1,3 до 10,2 ц/га. Ті самі норми фосфору на фоні НК забезпечували приріст 1,2–5,0 ц/га, а калію на фоні NP – 1,2–3,7 ц/га [2, 15].

Сучасні технологічні рекомендації передбачають роздрібне внесення підвищених норм азоту (N_{90-120}). Такий підхід дозволяє уникнути надмірної концентрації азоту в ґрунті, зменшує ризик вилягання посівів і підтримує оптимальні умови живлення рослин у критичні фази росту та розвитку [9, 19].

Другими за значенням після азотних є фосфорні добрива. Підвищення їх норми з 45 до 90 кг/га спричиняє зменшення вмісту білка в зерні з 12,8 до 12,1 % [15]. За даними [37], у природно-кліматичних умовах Полісся фосфорні добрива підвищують екстрактивність ячменю на 0,5–3,5 % [37].

Дослідження свідчать, що внесення 20, 30 і 50 кг P_2O_5 на фоні $N_{60}K_{90}$ забезпечує приріст урожайності ячменю відповідно на 2,6; 3,9 та 5,3 ц/га. На слабо окультурених дерново-підзолистих суглинкових ґрунтах оптимальною нормою фосфорних добрив є 60 кг/га P_2O_5 . Ячмінь також добре реагує на калійні добрива, особливо тоді, коли вміст обмінного калію в ґрунті становить менше ніж 16 мг на 100 г. За дефіциту калію без внесення добрив урожайність істотно знижується. Так, у досліді [21] відсутність калійного живлення спричинила зменшення урожаю зерна ярих культур на 4,6 ц/га.

У досліді Інституту рослинництва, селекції та генетики ім. Юр'єва на глибоких чорноземах встановлено високу результативність фосфорних добрив у підвищенні врожайності ярого ячменю: у середньому за чотирма дослідіми збільшення норми фосфору з 20 до 60 кг/га підвищувало врожайність з 1,9 до 3,6 ц/га [23].

Подібні результати отримано й в Інституті землеробства і тваринництва західного регіону УААН: на сірих опідзолених ґрунтах приріст урожаю при внесенні P_2O_5 у межах 20–90 кг/га на фоні $N_{40-60}K_{40-60}$ становив 1,6–5,0 ц/га. Це підтверджує доцільність підвищення норм фосфорних добрив на ґрунтах, бідних на рухомі фосфатні сполуки [35, 36].

Калійні добрива покращують пивоварні якості ячменю, сприяючи підвищенню вмісту крохмалю, натуре зерна та зменшенню плівчастості й білковості [27]. Спільне застосування фосфорних і калійних добрив підвищує врожайність ярого ячменю без зміни вмісту білка [28], а додавання азотних добрив збільшує загальну кількість амінокислот, зокрема незамінних [28, 34].

На дерново-підзолистих ґрунтах Полісся застосування добрив у дозі $N_{60}P_{40}K_{70}$ забезпечило підвищення урожайності ярого ячменю з 19,0 до 33,0 ц/га за середніми показниками трирічних досліджень [37]. На сірих лісових ґрунтах приріст урожаю щодо абсолютного контролю коливався в межах 13,0–19,4 ц/га [38].

Інші дослідження свідчать, що на дерново-підзолистих ґрунтах культура слабше реагує на надмірні дози добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$). У середньому за три роки

найбільш вагомий приріст урожайності (11–16 ц/га) забезпечувало внесення мінеральних добрив нормою $N_{80}P_{40}K_{40}$ [35, 37].

У досліджах, проведених на дерново-опідзоленому ґрунті дослідного господарства «Копилово» (Київська область), встановлено, що збільшення норми азоту з 30 до 60 кг/га на фоні $P_{45}K_{45}$ підвищувало врожайність ячменю від 24,0 до 29,8 ц/га. Зростання урожаю було зумовлене збільшенням кількості зерен у колосі, маси 1000 зерен та кількості продуктивних стебел на 1 м². Проте внесення N_{90} спричинило вилягання посівів і призвело до зниження врожайності на 4,4 ц/га порівняно з варіантом N_{60} . [38]

Використання під ячмінь ярий $N_{60}P_{90}K_{90}$ в порівнянні з $N_{60}P_{45}K_{45}$ не дало додаткового приросту врожаю. Встановлено, що оптимальною нормою для отримання найвищих показників урожайності ярого ячменю є $N_{60}P_{45}K_{45}$: середній урожай за п'ять років становив 29,8 ц/га, а максимальний – 49,0 ц/га при співвідношенні елементів 1,3:1:1 [6].

У результаті тривалих польових стаціонарних досліджень, проведених відділом землеробства на чорноземі типовому, були встановлені закономірності впливу видів, доз та термінів застосування мінеральних добрив на врожайність ячменю сорту Гладіатор. Зокрема, використання аміачної селітри у дозі N_{60} під час передпосівної культивації на тлі осіннього внесення азофоски (доза $N_{40}P_{40}K_{40}$) було визначено як оптимальний варіант. Це дозволило, в середньому за п'ятирічний період спостережень, отримати врожайність на рівні 46,6 ц/га із приростом у 20,4 ц/га. [25]

У дослідженнях, проведених в умовах Лісостепу Чернігівської області [20], зазначено, що внесення добрив для ярого ячменю у дозах $N_{90}P_{90}K_{90}$ при нормі висіву 4–5 млн схожих зерен на гектар забезпечує приріст врожаю на 8 ц/га порівняно з контролем. Вміст білка в зерні ярого ячменю коливається у межах 9–12 %, а крохмалю – 62–68 %. [20]

Науковими роботами багатьох дослідників було встановлено, що ярий ячмінь демонструє високу ефективність використання залишкової дії добрив. У зв'язку з цим його рекомендується розміщувати у сівозміні після культур, для

яких вносилися як органічні, так і мінеральні добрива. Найбільш ефективними попередниками є цукровий буряк, картопля та кукурудза. [12, 19, 21, 28]

Дослідження, проведені Агрономічною дослідною станцією НУБіП України, виявили, що центральним елементом технології вирощування ярого ячменю є визначення оптимальних норм удобрення, ключових для реалізації продукційного потенціалу культури. Ефективність застосування добрив зростає зі збільшенням доз до $N_{60}P_{60}K_{60}$. За даними досліджень на типових малогумусних чорноземах Правобережного Лісостепу України, врожайність ярого ячменю при внесенні мінеральних добрив варіювалася від 4,14 до 5,08 т/га за доз $N_{40}P_{40}K_{40}$. Проте зі збільшенням доз добрив до $N_{70}P_{40}K_{40}$ спостерігалось зниження врожайності до 4,04–4,63 т/га через вилягання посівів. [25, 39].

Попри значний обсяг проведених досліджень щодо застосування добрив, комплексна реакція різних сортів ярого ячменю на удобрення в роки з відмінними погодними умовами залишається вивченою не повністю. Це пов'язано з тим, що в польових умовах неможливо повністю усунути вплив агрокліматичних чинників, що ускладнює виділення власне дії мінеральних добрив на рослини.

Підсумовуючи наведені дані, можна стверджувати, що рівень забезпеченості елементами живлення виступає одним із ключових лімітуючих факторів, які визначають величину та якість урожаю. У зв'язку з цим доцільно продовжити дослідження особливостей застосування мінеральних добрив під ярий ячмінь для уточнення оптимальних параметрів живлення рослин — як важливої передумови отримання високої продуктивності культури.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень.

Дослідження впливу різних норм мінеральних добрив на врожайність ярого ячменю проводили у виробничому досліді протягом 2023–2024 років на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті в умовах ТОВ «Агровіва», розташованих у Житомирському районі Житомирської області.

Дерново-підзолистий супіщаний ґрунт характеризувався такими показниками, шару ґрунту 0-20 см: вміст гумусу коливався від 1,22 до 1,30%, обмінна кислотність ґрунту $pH_{\text{сол.}} = 5,4-5,6$, вміст лужногідролізованого азоту складав 65,2-72,1 мг/кг ґрунту, доступного фосфору P_2O_5 – 116-123 мг/кг, обмінного калію K_2O – 148-169 мг/кг ґрунту.

Погодні умови за роки проведення досліджень. Метеорологічні умови, що спостерігалися під час проведення досліджень, зазнавали змін, проте в цілому залишалися характерними для зони Полісся. Це забезпечує можливість ефективного застосування отриманих результатів у зональних системах землеробства. Крім того, кліматичні умови періоду росту і розвитку озимої пшениці відповідали типовим особливостям клімату цієї зони, що додає науковій обґрунтованості отриманих даних.

2.2. Програма та методика проведення досліджень.

Мета досліджень – вивчити вплив зростаючих доз азотних, фосфорних і калійних добрив на урожайність і якість зерна ячменю ярого сорту Бельканто при вирощуванні на дерново-підзолистих ґрунтах Житомирської області.

Задачі досліджень:

1. Визначити дію зростаючих доз азотних, фосфорних і калійних добрив на приріст врожаю на дерново-підзолистих ґрунтах.

2. Встановити зміну структури врожаю зерна ячменю ярого в залежності від доз добрив.

3. Дослідити дію зростаючих доз добрив на якісні показники товарної продукції ячменю ярого.

4. Розрахувати економічну та енергетичну ефективність використання добрив при вирощуванні ячменю ярого.

Методика проведення досліджень.

Полеві дослідження з удосконалення умов живлення ячменю ярого проводили на виробничих посівах протягом 2023–2025 років на дерново-підзолистому ґрунті. Внесення добрив відповідно до передбаченої схеми досліджу, використовуючи комплексне добриво поліфоска.

Таблиця 2.1.

Схема досліджу

Варіанти	Строки внесення
$N_0P_0K_0$	Контроль
$N_{46}P_{24}K_{24}$	В передпосівну культивуацію (100 кг/га) + 100 кг/га аміачної селітри в фазі куцнення
$N_{69}P_{36}K_{36}$	В передпосівну культивуацію (150 кг/га) + 150 кг/га аміачної селітри в фазі куцнення

Загальна площа ділянки - 0,3 га, облікова – 0,25 га. Норма висіву 5,5 млн/га схожих насінин. В досліджах використовувались поліфоска (N - 8,% P_2O_5 -24% K_2O -24%, S – 9%), аміачна селітра (N - 34 %),

Попередник ячменю ярого – картопля. Технологія вирощування ячменю ярого – загальноприйнята для регіону.

Відповідно до поставлених завдань, для вивчення питань у дослідженні було проведено необхідні обліки, аналізи та спостереження:

1. Фенологічні дослідження проводили за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур. [30].

2. Агрохімічні властивості ґрунтів оцінювалися за такими методами: рН – потенціометрично, гумус – за методом Тюріна, гідролітична кислотність і сума поглинутих основ – за Каппеном, лужногідролізований азот – за Корнфілдом, рухомий фосфор і обмінний калій – за методом Чирікова. [1].

3. Для визначення урожайності, відношення основної та побічної продукції, вологості зерна, маси 1000 зерен, а також їх об'єму, проводився відбір снопів із виділених площ розміром 0,25 м² у чотирьох точках ділянки. [30].

4. Снопи обмолочувалися з усіх ділянок досліду із подальшим зважуванням зерна та перерахунком на тонни з одного гектара. Врожайність коригувалася до 100% чистоти та 14% вологості.

5. У лабораторних умовах визначали вміст сирого білка і сирого протеїну (обидва за методом К'ельдаля). [1].

Оцінювання енергетичної продуктивності окремих технологічних елементів вирощування проведено згідно з методичними рекомендаціями, запропонованими О.К. Медведовським та П.І. Іваненком [16]. Статистичну обробку отриманих результатів виконано за допомогою загальноприйнятих методів дисперсійного аналізу [43].

РОЗДІЛ 3.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА
УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО
(результати досліджень)

3.1. Вплив зростаючих норм добрив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого сорту Бельканто.

Ячмінь вирізняється слаборозвиненою кореневою системою та підвищеною вимогливістю до родючості ґрунту порівняно з іншими польовими культурами. Тому для отримання високих і стабільних урожаїв критично важливим є забезпечення рослин достатньою кількістю доступних елементів живлення, зокрема азотом, фосфором і калієм. [40].

За даними різних учених встановлено [18, 27], що пік потреби ячменю в мінеральному живленні припадає на ключовий період вегетації – від кущіння до колосіння, що триває близько 26–28 діб. У цей час відбувається інтенсивне споживання поживних речовин: рослини засвоюють переважну частину необхідного азоту (42–46%), фосфору (61–64%) та калію (64–74%). Після настання фази колосіння засвоєння фосфору та калію суттєво зменшується. [34]

Тому забезпечення рослин фосфором на початкових етапах росту є обов'язковим. Нестача фосфору на старті вегетації негативно позначається на формуванні кореневої системи та процесах кущіння, що безпосередньо спричиняє суттєве зниження майбутньої врожайності [28].

Погодні умови протягом вегетації ячменю ярого значно впливають на проходження всіх фаз росту та розвитку культури. За теплішої погоди цей період дещо скорочується, натомість прохолодні умови з підвищеною зволоженістю ґрунту та повітря сприяють його подовженню.

За усередненими даними вегетаційний період ячменю ярого може тривати від 85 до 100 днів, але ці показники можуть змінюватися в залежності від

специфіки сорту. Протягом вегетаційного періоду ячменю вимоги до тепла можуть змінюватися. При температурі 1-2 °С тепла вже насіння починає проростати, однак оптимальними умовами для появи сходів є температура 15-16 °С, за яких рослини дають сходи через 7-8 днів. Молоді паростки ячменю стійкі до короткочасних заморозків, витримуючи зниження температури до -3...-4 °С, а іноді й до -6 °С. Це пояснюється тим, що на початковому етапі конус наростання залишається на глибині загортання насіння, де температурні коливання менш відчутні. [28, 34, 39].

Фази сходів і куціння зазвичай проходять нормально при температурі 12-16 °С. Однак, заморозки на рівні -1...-3 °С під час цвітіння та формування насіння шкідливо впливають на рослини. Оптимальна температура у фазі колосіння становить 20-22 °С, а на етапі досягання зерна – 23-24 °С. Серед усіх ярих зернових культур ячмінь вважається найбільш стійким до високих температур. [12, 28, 39].

Мінеральні добрива (особливо азотні, фосфорні та калійні) є важливим фактором регулювання темпів росту та розвитку сільськогосподарських культур. Вони не лише впливають на врожайність, але й значно подовжують вегетаційний період, що може мати агротехнічне значення при плануванні термінів сівби, жнив та виборі сортів культури. Результати фенологічних спостережень свідчать про те, що тривалість як загального вегетаційного періоду, так і окремих міжфазних етапів для ячменю ярого залежить переважно від агрометеорологічних умов та норм добрив (табл. 3.1).

Аналізуючи дані таблиці, можна зробити висновок, що застосування мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого суттєво подовжує загальну тривалість вегетаційного періоду культури. На контрольному варіанті (без добрив) вегетація триває 92 дні. При внесенні в $N_{46}P_{24}K_{24}$ період вегетації збільшується до 101 дня, що на 9 днів більше порівняно з контролем. При збільшенні норми добрив до $N_{69}P_{36}K_{36}$ вегетаційний період становить 109 дні (+17 днів порівняно з контролем).

Таблиця 3.1.

Тривалість вегетаційного періоду ячменю ярого сорту Бельканто, залежно від удобрення (середнє за 2023-2025 рр.).

Період	Варіанти удобрення		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₄₆ P ₂₄ K ₂₄	N ₆₉ P ₃₆ K ₃₆
Сівба-сходи	12	12	12
Сходи-кущення	14	15	16
Кушіння-вихід в трубку	19	21	22
Вихід в трубку-колосіння	16	18	20
Колосіння-молочна стиглість	11	12	14
Молочно-воскова стиглість	10	11	12
Воскова-повна стиглість	10	12	13
Тривалість вегетаційного періоду	92	101	109

Внесення мінеральних добрив не вплинуло на початковий період росту ячменю ярого. Тривалість сівба-сходи є стабільною у всіх варіантах (12 днів), що свідчить про те, що добрива не впливають на енергію проростання насіння та появу сходів у початковій фазі. Етапами активного росту рослин ячменю ярого є «сходи-кущення», «кушіння-вихід в трубку» та «вихід в трубку-колосіння». У період проходження цих фаз спостерігається чітка тенденція до подовження цих періодів зі збільшенням дози добрив. Це вказує на більш інтенсивний ріст та розвиток рослин за наявності достатньої кількості поживних речовин. Так, тривалість цих періодів на контрольному варіанті складав 49 днів. При внесенні добрив він продовжився на 5 днів за однієї норми внесення добрив та на – 9 днів за 1,5 норми внесення добрив.

Етапи дозрівання «колосіння – повна стиглість» також також подовжуються залежно від рівня удобрення. Це позитивний момент, оскільки довше дозрівання зазвичай сприяє кращому формуванню врожаю та його якості.

Тривалість вегетаційного періоду сорту ячменю ярого Бельканто на контролі становить 92 дні, за внесення мінеральних добрив продовжується до 101-109 днів залежно від норм добрив.

Отже, чим вища норма внесення добрив, тим повільніше (розтягнутіше в часі) відбувається проходження всіх основних фаз розвитку рослини (за винятком початкової фази сходів).

Процес вирощування сільськогосподарських культур впродовж усього вегетаційного періоду перебуває в безперервній взаємодії з довкіллям. Невідповідність факторів зовнішнього середовища фізіологічним потребам рослинних організмів призводить до порушення нормальних онтогенетичних процесів, а в окремих випадках – до їхньої загибелі. Натомість, оптимальне забезпечення біологічних потреб рослин на всіх етапах їхнього онтогенезу сприяє повній реалізації генетичного потенціалу, що дозволяє досягти максимальної продуктивності [6, 12, 18, 28].

Куцистість зернових злакових культур, зокрема ячменю ярого, розглядається як фундаментальний показник, що визначає потенціал майбутнього врожаю. Відповідно, оптимізація умов для підвищення інтенсивності куцання рослин є стратегічно важливою [28, 34].

Результати наших трирічних досліджень свідчать, що застосування диференційованих норм мінеральних добрив чинить сприятливий вплив на інтенсивність росту та онтогенетичний розвиток рослин ячменю ярого (табл. 3.2).

Результати досліджень, що наведені в таблиці 3.2. ілюструють позитивний вплив застосування мінеральних добрив на кількісні показники посівів ячменю ярого. З підвищенням доз добрив від $N_0P_0K_0$ до $N_{69}P_{36}K_{36}$ спостерігається зростання як початкової кількості рослин після сходів - з 425 до 451 шт./м², так і кількості рослин перед збиранням - з 392 до 428 шт./м². Це свідчить про те, що добрива сприяють кращій початковій схожості та вищій стійкості молодих рослин.

Таблиця 3.2.

Вплив досліджуваних факторів на збереження рослин ячменю ярого (середнє за 2023-2025 рр.)

Варіанти досліджу	Кількість рослин після сходів		Кількість рослин перед збиранням		Виживаність рослин, %	Коефіцієнт продуктивного кушення
	шт./м ²	у % до контролю	шт./м ²	у % до контролю		
N ₀ P ₀ K ₀	425	–	392	–	92,24	1,5
N ₄₆ P ₂₄ K ₂₄	438	3,06	412	3,83	94,06	2,1
N ₆₉ P ₃₆ K ₃₆	451	6,12	428	7,91	94,90	2,4

Відсоток виживаності рослин також зростає від 92,24% у контролі до 94,90% при максимальній дозі добрив. Це вказує на те, що мінеральне живлення підвищує стійкість рослин до несприятливих умов протягом вегетаційного періоду.

За внесення мінеральних добрив спостерігався найбільш помітний вплив на коефіцієнт продуктивного кушення. У контрольному варіанті він становить лише 1,5, тоді як при застосуванні N₆₉P₃₆K₃₆ він збільшується до 2,4. Це означає, що рослини, які отримували більше поживних речовин, формують значно більше продуктивних стебел (пагонів), що є ключовим фактором для підвищення врожайності.

Отже, використання мінеральних добрив в дозі N₆₉P₃₆K₃₆ позитивно вплинуло на всі проаналізовані показники: збільшило кількість рослин на полі, підвищило їх виживаність та значно стимулювало процес продуктивного кушення ячменю ярого.

Реакція сорту ячменю ярого на елементи технології вирощування характеризується висотою рослин. (рис. 3.1.).

Порівняльна оцінка морфологічних параметрів, а саме висоти рослин, ярого ячменю, демонструє стабільну позитивну реакцію на збільшення

мінерального удобрення (NPK). У контрольному варіанті ($N_0P_0K_0$) висота рослин досягла 45,6 см.

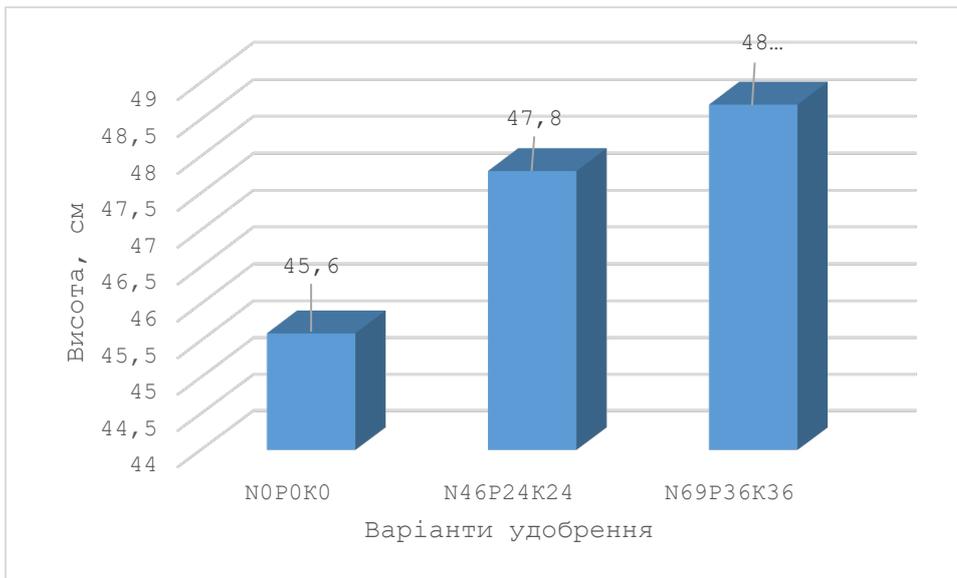


Рис. 3.1. Зміна висоти рослин ячменю ярого сорту Бельканто залежно від норм добрив.

При внесенні $N_{46}P_{24}K_{24}$ висота рослин становила 47,8 см. При найвищому рівні добрив $N_{69}P_{36}K_{36}$ висота збільшилася на 3,1 см до 48,7 см в порівнянні з контролем.

Для ярого ячменю найважливішими елементами продуктивності є продуктивна куцистість, озерненість колоса та маса зернівки. При цьому зниження показника одного з елементів може бути компенсоване підвищенням іншого за умови сприятливих умов росту. Отже, детальний аналіз структурних компонентів врожаю, що визначають його величину та якість, дає можливість глибше зрозуміти взаємозв'язки між рослиною та середовищем і на цій основі вдосконалювати сортову технологію вирощування сільськогосподарських культур [4, 10, 11, 12, 28].

Для досліджуваної культури до основних складових структури врожаю належать: кількість колосків на 1 м^2 , число зерен у колосі, маса зерна з одного колоса та маса 1000 зерен [28, 32].

Одним із ключових чинників, що визначають продуктивність ярого ячменю, є величина колоса. Цей показник формується не лише під впливом сортових особливостей, а й залежить від гідротермічних умов періоду вегетації та рівня забезпечення рослин елементами живлення. Застосування мінеральних добрив у технології вирощування ярого ячменю суттєво впливало на формування колоса [22, 24].

Застосування мінеральних добрив позитивно впливає на всі ключові елементи структури колосу ячменю ярого. Спостерігається чітка пряма залежність: чим вища норма внесення NPK, тим краще розвинений колос (довший, з більшою кількістю та масою зерен). Це є основною передумовою для формування вищого врожаю (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Структура колосу ячменю ярого залежно від удобрення (середнє за 2023-2025 рр.) .

Варіанти дослідів	Довжина колосу, см	Кількість зерен у 1 колосі, шт.	Маса	
			зерна з 1 рослини, г	1000 зерен, г
N ₀ P ₀ K ₀	7,2	23,3	1,18	49,4
N ₄₆ P ₂₄ K ₂₄	8,1	25,7	1,22	52,6
N ₆₉ P ₃₆ K ₃₆	8,9	26,1	1,31	54,7

Збільшення дози мінеральних добрив призводить до лінійного збільшення середньої довжини колосу та кількості зерен у ньому. На контрольному варіанті спостерігалися найменші показники: довжина колосу була 7,2 см, а кількість зерен у колосі 23,3 шт. При внесенні N₆₉P₃₆K₃₆, були одержані найкращі показники. Так, на третьому варіанті довжина колоса становила 8,9 см, що на 23,6% вище за контроль, а кількість зерен у колосі була вищою на 12,0% або 2,8 шт. на одну рослину.

Маса зерна з одного колосу також зростає з підвищенням рівня живлення. Від 1,18 г на контролі до 1,31 г при максимальному удобренні. Це прямий наслідок збільшення кількості та розміру зерен.

Критично важливий показник якості та наповненості зерна є маса 1000 насінин. Він демонструє помітне зростання від 49,4 г (контроль) до 54,7 г ($N_{69}P_{36}K_{36}$). Це свідчить про те, що добрива не тільки збільшують кількість зерен, але й покращують їхню якість та масу.

Таким чином, всі показники структури колосу ярого ячменю покращилися за збалансованого забезпечення макро- та мезоелементами, що відображає підвищення ефективності використання поживних речовин. Внесення $N_{69}P_{36}K_{36}$ продемонструвало найвищий потенціал продуктивності завдяки синергетичній дії макро- та мезоелементів на ріст рослин і формування зерна.

3.2. Вплив добрив на формування рівня врожаю та показників якості зерна ячменю ярого.

Живлення є одним із провідних факторів, що визначає перебіг фізіологічних процесів у рослин та забезпечує реалізацію їхнього біологічного потенціалу. Рівень урожайності ярого ячменю значною мірою залежить від забезпеченості ґрунту елементами живлення, особливо тими, що знаходяться у мінімумі. Ярий ячмінь має короткий період активного поглинання основних поживних речовин і відносно слабо розвинену кореневу систему. Такі біологічні особливості зменшують його здатність засвоювати важкодоступні форми елементів живлення, що робить культуру більш вибагливою до родючості ґрунту порівняно з іншими зерновими [7, 9, 14, 20].

Урожайність є ключовим показником, що визначає господарську цінність сорту. Вона формується під впливом комплексу чинників і тісно пов'язана з морфологічними та фізіолого-біохімічними особливостями рослини [21].

Протягом усього періоду досліджень відзначено стабільно позитивну реакцію ярого ячменю на внесення мінеральних добрив. За результатами

виробничих спостережень найвищий рівень урожайності було отримано у 2024 році, тоді як найнижчі показники відмічено у 2023 та 2025 роках (табл. 3.4).

Таблиця 3.4.

Урожайність ячменю ярого сорту Бельканто за роки досліджень

Варіанти удобрення	Урожайність, т/га				Приріст	
	2023	2024	2025	середня	т/га	%
N ₀ P ₀ K ₀	2,56	2,97	2,79	2,77	–	–
N ₄₆ P ₂₄ K ₂₄	3,57	4,64	4,52	4,24	1,47	53,07
N ₆₉ P ₃₆ K ₃₆	4,12	5,26	5,11	4,83	2,06	74,37
НІР _{0,05}				0,54		

На контрольному варіанті середня урожайність культури за три роки становила 2,77 т/га. За внесення у передпосівну культивуацію комплексного добрива поліфоска в нормі 1 ц/га та підживлення аміачною селітрою у фазі кушення у дозі 100 кг/га середня врожайність ячменю ярого складала 4,24 т/га, що на 1,47 т/га або 53,07% вище за контроль.

Збільшення норми NPK до N₆₉P₃₆K₃₆ призвело до подальшого зростання врожайності до 4,83 т/га. Приріст склав 2,06 т/га (74,37%).

Отже, внесення NPK значно підвищує продуктивність ячменю ярого порівняно з посівом без добрив. Спостерігається пряма залежність врожайності від норми добрив. Варіант з внесенням N₆₉P₃₆K₃₆ забезпечив максимальну врожайність та найбільший приріст - 4,83 т/га або 74,37% в порівнянні з контролем. Результати досліджень є статистично достовірними, про що свідчить показник НІР_{0,05}.

Якість посівного матеріалу сільськогосподарських культур є фундаментальною передумовою для ефективного впровадження сучасних сортів у виробництво. Формування якісного насіння та мінімізація залежності рослин від негативного впливу навколишнього середовища досягається шляхом

створення оптимальних агротехнічних умов, зокрема дотриманням відповідних термінів і норм посіву, а також застосуванням збалансованих систем удобрення [5, 13, 15].

Численні наукові дослідження підтверджують позитивний вплив удобрення на якісні характеристики врожаю в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Ключова роль у підвищенні вмісту сирого протеїну в зерні належить азотним добривам. Цей ефект посилюється внесенням підвищених доз азоту в складі основного удобрення та підживлень. Вплив фосфору залежить від його початкового вмісту в ґрунті: позитивна дія спостерігається за низької та середньої забезпеченості, тоді як на високозабезпечених ґрунтах можливий негативний вплив на вміст білка. Калійні добрива, у свою чергу, мають незначний вплив на цей показник якості зерна [26, 36].

У ході дослідження також було зафіксовано поліпшення показників якості зерна, зокрема вмісту білка та натуре зерна, залежно від рівня мінерального живлення (рис. 3.2, 3.3).

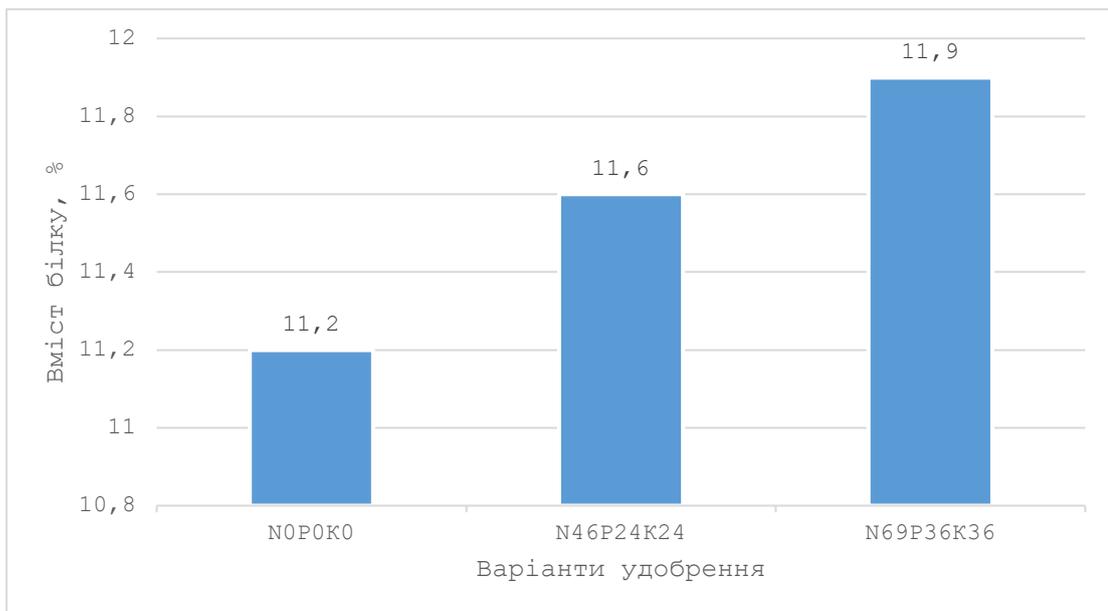


Рис. 3.2. Вміст білку в зерні ячменю ярого залежно від норм добрив.

Вміст білку є одним із найважливіших показників якості зерна, який

визначає його харчову та кормову цінність. На варіанті, без внесення добрив, вміст білку складав 11,2%. На варіанті з внесенням $N_{46}P_{24}K_{24}$ вміст білку підвищився до 11,6% або на 0,4%. На третьому варіанті, де вносили $N_{69}P_{36}K_{36}$, було досягнуто найвищого значення – 11,9%, що на 0,7% вище ніж на контролі.

Спостерігається чітка позитивна кореляція між рівнем мінерального живлення (особливо азотного) та вмістом білку в зерні. Збільшення норми добрив сприяє підвищенню цього якісного показника. Приріст від найвищої норми удобрення порівняно з контролем становить 0,7%. Це підтверджує загальновідомий факт, що азотні добрива відіграють ключову роль у синтезі протеїну в рослинах.

Натура зерна характеризує його щільність, виповненість та масу одиниці об'єму. [32]. Висока натура свідчить про добре виповнене, здорове зерно і є важливою для зберігання та технологічних процесів переробки (рис. 3.3). На контролі натура зерна ячменю ярого склала 638 г/л. При внесенні під ячмінь $N_{46}P_{24}K_{24}$, показник натури зріс до 653 г/л (+ 15 г/л). На варіанті з внесенням $N_{69}P_{36}K_{36}$ було досягнуто найвищого значення – 657 г/л (приріст + 19 г/л відносно контролю).

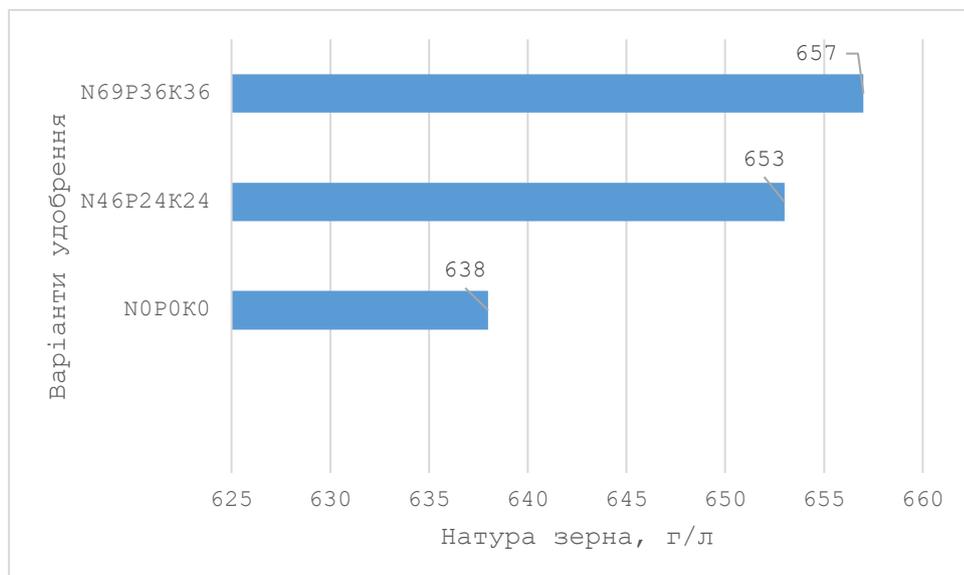


Рис. 3.3. Показник натури зерна ячменю ярого залежно від норм добрив.

Застосування добрив позитивно впливає на виповненість зерна. Обидва варіанти удобрення забезпечили значне підвищення натури порівняно з контролем. Це свідчить про те, що оптимальне мінеральне живлення дозволило рослинам сформувати більш щільне та важке зерно, що також може опосередковано вказувати на кращу стійкість до несприятливих погодних умов у період наливу зерна.

Системи удобрення є ефективним інструментом управління якістю зерна ячменю сорту Бельканто. Обидва досліджені варіанти NPK живлення достовірно покращили як вміст білку, так і натуру зерна. Підвищена норма добрив ($N_{69}P_{36}K_{36}$) забезпечила найкращі показники якості серед усіх варіантів, що свідчить про високу чутливість сорту до інтенсивного мінерального фону.

3.3. Економічна та енергетична ефективність вирощування ячменю ярого залежно від удобрення.

Сучасне сільськогосподарське виробництво вимагає, щоб усі заходи були не тільки економічно вигідними, але й енергетично ефективними. Оскільки добрива формують майже половину (40-50%) врожаю, їхнє застосування є критичним, але потребує виваженого підходу. Ефективність агропідприємств оцінюється через низку показників: урожайність, собівартість, прибуток, рентабельність та продуктивність праці [26]..

Комплексна оцінка агрономічної, економічної та енергетичної ефективності добрив необхідна для розробки менш енергозатратних технологій.

В умовах зростання цін на ресурси та ринкових перетворень, раціональне використання добрив та підвищення їхньої економічної ефективності стають пріоритетними завданнями. [31].

Для вибору оптимальних методів використання добрив проводять виробничі випробування з подальшою економічною оцінкою. Основними

критеріями порівняння (з добривами та без них) є вихід продукції, собівартість, чистий прибуток і рентабельність. [26].

Для розрахунку економічної ефективності вирощування ячменю ярого за різних норм добрив брали ціни 2025 року. Ціна реалізації зерна ячменю ярого в 2025 році складала 8500 грн/т.

Таблиця 3.5.

Економічна оцінка ефективності різних доз мінеральних добрив ячменю ярого, середнє за 2023-2025 рр.

Показники	Варіант дослідю		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₄₆ P ₂₄ K ₂₄	N ₆₉ P ₃₆ K ₃₆
Урожайність, т/га	2,77	4,24	4,83
Вартість врожаю, грн.	23545	36040	41055
Витрати, грн..	14336	19636	22284
Чистий прибуток, грн.	9209	16404	18771
Собівартість одного центнера, грн	5175	4631	4614
Рівень рентабельності, %	64,2	83,5	84,2

Розрахунки економічної ефективності внесення мінеральних добрив під ячмїнь ярий, які проаналізовані в таблиці 3.7., ілюструють високу економічну ефективність застосування мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого. Аналіз показує чїтку залежність між збільшенням дози добрив та покращенням усіх ключових економічних показників.

Вартість врожаю зростає пропорційно до врожайності: від 23545 грн. у контролі до 41055 грн. при максимальній нормі добрив. Відповідно, збільшення дози добрив призводить до зростання загальних витрат на виробництво з 14336 грн. до 22284 грн. Це очікувано, оскільки самі добрива та їх внесення коштують грошей. Разом з тим, на варіанті з N₆₉P₃₆K₃₆ дуже динамічно зростає чистий прибуток завдяки високому приросту врожайності, незважаючи на збільшення

витрат. На третьому варіанті прибуток збільшується більш ніж удвічі: з 9209 грн. у контролі до 18771 грн.

Зниження собівартості вирощування культури є одним із найважливіших показників ефективності. Застосування добрив дозволяє знизити собівартість одиниці продукції з 5175 грн/ц до 4614 грн/ц.

Рівень рентабельності значно зростає: з 64,2% у контролі до 84,2% при максимальній дозі добрив. Але різниця в рівні рентабельності між дозою добрив $N_{46}P_{24}K_{24}$ та $N_{69}P_{36}K_{36}$ незначна, лише 0,7%.

Отже, варіант з внесенням під ячмінь ярий добрив у дозі $N_{69}P_{36}K_{36}$ є найбільш ефективним, забезпечивши максимальну врожайність, найбільший чистий прибуток, найнижчу собівартість продукції та найвищий рівень рентабельності.

З огляду на посилення енергетичного та біологічного дефіциту у світі зростає актуальність застосування методів біоенергетичної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур [3]. Основою цього методу є положення, що всі витрати в досліджуваному виробничому процесі, включно з уречевленою працею, можна розглядати як енергетичні затрати й виражати в енергетичних одиницях. Головним показником енергетичного аналізу є коефіцієнт енергетичної ефективності, який характеризує співвідношення між енергією, накопиченою в отриманому врожаї, та загальними енергетичними витратами, необхідними для його виробництва [17, 29].

Із підвищенням норм добрив спостерігається збільшення урожайності та зростання показників енергетичної ефективності, хоча одночасно збільшується і рівень енергетичних витрат на вирощування культури. Подібно до урожайності, енергетична цінність урожаю також підвищується зі збільшенням норм внесених добрив (табл. 3.6).

Кількість енергії, що міститься в зібраному врожаї, збільшується з 45571 МДж у контролі до 79462 МДж при максимальній нормі добрив. Енергетичні затрати зростають із застосуванням інтенсивнішої технології від 19717 МДж на контролі до 26459 МДж на третьому варіанті удобрення. Це пов'язано з

додатковими енерговитратами на виробництво, транспортування та внесення мінеральних добрив.

Таблиця 3.6.

Біоенергетична оцінка ефективності різних норм мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого.

Норми добрив	Урожайність, т/га	Вміст енергії у врожаю, МДж	Затрати енергії на вирощування врожаю, МДж	Чиста енергія МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності
N ₀ P ₀ K ₀	2,77	45571	19717	25854	1,31
N ₄₆ P ₂₄ K ₂₄	4,24	69756	24211	45544	1,88
N ₆₉ P ₃₆ K ₃₆	4,83	79462	26459	53004	2,00

Показник чистої енергії у проведених дослідженнях зростає дуже суттєво. Вона збільшується з 25854 МДж у контролі до 53004 МДж при внесенні під ячмінь ярий N₆₉P₃₆K₃₆. Це демонструє значне зростання кількості корисної енергії, отриманої з одиниці площі.

На контрольному варіанті КЕЕ становить 1,31. Це означає, що на 1 МДж витраченої енергії отримується лише 1,31 МДж корисної. Застосування добрив значно підвищує цей коефіцієнт до 1,88 за внесення в передпосівну культивуацію та підживлення ячменю ярого N₄₆P₂₄K₂₄ та 2,00 за внесення підвищеної в півтора рази дози добрив N₆₉P₃₆K₃₆.

Отже, біоенергетична оцінка підтверджує високу ефективність застосування мінеральних добрив. Незважаючи на збільшення прямих енергетичних затрат, загальний енергетичний вихід та коефіцієнт енергетичної ефективності значно зростають. Варіант із внесенням під ячмінь ярий N₆₉P₃₆K₃₆ є найбільш енергоефективним, оскільки забезпечує найвищий КЕЕ 2,00.

ВИСНОВКИ

Результати проведених досліджень з вивчення різних рівнів мінерального живлення, що використовувалися при вирощуванні ячменю, які проведені в 2023-2025 роках в зоні Полісся на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті, дозволили зробити наступні висновки:

1. Тривалість вегетаційного періоду сорту ячменю ярого Бельканто на контролі становить 92 дні, за внесення мінеральних добрив продовжується до 101-109 днів залежно від норм добрив.

2. Використання мінеральних добрив в дозі $N_{69}P_{36}K_{36}$ позитивно вплинуло на всі проаналізовані показники: збільшило кількість рослин на 1 м² з 425 шт. до 451 шт., підвищило їх виживаність до 94,9% та значно стимулювало процес продуктивного кушення ячменю ярого.

3. У контрольному варіанті ($N_0P_0K_0$) висота рослин досягла 45,6 см. При внесенні $N_{46}P_{24}K_{24}$ висота рослин становила 47,8 см. При найвищому рівні добрив $N_{69}P_{36}K_{36}$ висота збільшилася на 3,1 см до 48,7 см в порівнянні з контролем.

4. При внесенні $N_{69}P_{36}K_{36}$, були одержані найкращі показники. Так, довжина колоса становила 8,9 см, що на 23,6% вище за контроль, а кількість зерен у колосі була вищою на 12,0% або 2,8 шт. на одну рослину. Маса зерна з одного колосу також зростає з підвищенням рівня живлення. Від 1,18 г на контролі до 1,31 г при максимальному удобренні. Маса 1000 насінин демонструє помітне зростання від 49,4 г (контроль) до 54,7 г ($N_{69}P_{36}K_{36}$).

5. Варіант з внесенням $N_{69}P_{36}K_{36}$ забезпечив максимальну врожайність та найбільший приріст - 4,83 т/га або 74,37% в порівнянні з контролем.

6. Вміст білку є одним із найважливіших показників якості зерна, який визначає його харчову та кормову цінність. На третьому варіанті, де вносили $N_{69}P_{36}K_{36}$, було досягнуто найвищого значення – 11,9%, що на 0,7% вище ніж на контролі.

7. На контролі натура зерна ячменю ярого склала 638 г/л. При внесенні під ячмінь N46P24K24, показник натури зріс до 653 г/л (+ 15 г/л). На варіанті з внесенням N69P36K36 було досягнуто найвищого значення – 657 г/л (приріст + 19 г/л відносно контролю).

8. Варіант з внесенням під ячмінь ярий добрив у дозі N₆₉P₃₆K₃₆ є найбільш ефективним, забезпечивши максимальну врожайність, найбільший чистий прибуток, найнижчу собівартість продукції та найвищий рівень рентабельності.

9. Біоенергетична оцінка підтверджує високу ефективність застосування мінеральних добрив. Варіант із внесенням під ячмінь ярий N₆₉P₃₆K₃₆ є найбільш енергоефективним, оскільки забезпечує найвищий КЕЕ 2,00.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Житомирського району Житомирської області на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах, після попередника картопля, для отримання урожайності зерна ячменю ярого сорту Бельканто на рівні 4,12-5,26 т/га та вмісту білку 11,6-11,9% необхідно вносити в передпосівну культивуацію 150 кг/га поліфоски та проводити підживлення аміачною селітрою у нормі 150 кг/га у фазу кушення у загальній нормі N₆₉P₃₆K₃₆.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімічної хімії / І. М. Карасюк, О. М. Геркіял, М. В. Недвига [та ін.] ; за ред. І. М. Карасюка. – К. : Нічлава, 2001. – 192 с.

2. Антонєць О.А., Антонєць М.О., Бородай В.Д. Вплив мінеральних добрив на урожайність зерна ячменю ярого. Матеріали X науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні аспекти сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур» присвячена 115 річчю з дня народження професора Є. С. Гуржій. Полтава. 31 березня 2021 року. С. 7–10.

3. Біоенергетична оцінка систем удобрення і агротехнологій / [за ред. Ю.О. Тараріко, М.М. Городнього]. – К.: НАУ, 2005 – 40 с.

4. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Тучапський О., Потопляк О. Структура врожаю сортів ячменю ярого залежно від норми мінерального удобрення. Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія. 2019. № 23. С. 93 – 96.

5. Вега Н. І. Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від фону мінерального живлення на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу. Вісник Львівського НАУ. Агрономія. 2021. Вип. 25. С. 154– 157.

6. Вега Н. І. Закономірності зміни висоти рослин та формування урожайності ячменю ярого під впливом мінеральних добрив і позакорневих підживлень у Західному Лісостепу. Вісник Львівського НАУ. Агрономія. 2021. Вип. 23. С. 249–252.

7. Вега Н.І. Ефективність системи удобрення для вирощування ячменю ярого. Агроеліта. 2020. №8 (91). [Електронне видання]. Режим доступу: <https://agroelita.info/efektyvnist-systemy-udobrennyadlya-vyroshhuvannya-yachmenu-yarogo/>

8. Вислободська М., Вега Н. Ефективність застосування добрив при вирощуванні ярого ячменю. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія. 2017. Випуск. 21. С. 177 – 181.

9. Войтова Г. П. Вплив систем удобрення на урожайність ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу. *Зернові культури*. Том 5. № 1. 2021. С. 72 – 77.
10. Гавриленко В. С. Формування основних елементів структури урожаю ячменю ярого голозерного залежно від удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 24–29.
11. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В. Вплив удобрення на накопичення надземної маси рослинами ячменю ярого. *Наукові горизонти*. 2020. № 5 (90). С. 7–14.
12. Гораш О. С., Климишена Р. І. Ячмінь: управління ростом і розвитком. Кам'янець-Подільський, 2021. 312 с.
13. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Вплив доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні на врожайність і якість зерна ячменю ярого. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2020. Вип. 96. Ч. 1. С. 205– 218.
14. Господаренко Г.М., Стасіневич О. Ю., Прокопенко Е.В. Врожайність зерна ячменю ярого за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 3 – 6.
15. Демидов О., Гудзенко В. Ячмінь ярий: реалізація потенціалу продукту. *Пропозиція*. 2017. № 2. С. 66–69.
16. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник / [В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С.П. Голобородько, С. В. Коковіхін]. – Херсон : Айлант, 2008. – 272 с
17. Енергетична оцінка агроecosystem / О. Ф. Смаглій, А. С. Малиновський, А. Т. Кардашов [та ін.]. – Житомир : Волинь, 2004. – 132 с.
18. Зінченко О. І. Рослинництво: підручник. Умань: Видавець Сочінський М.М., 2016. 612 с.
19. Іщенко В.А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 35–40.

20. Каленська С. М., Токар Б. Ю. Урожайність ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 30 – 33.

21. Камінська В. В., Дудка О. Ф., Мушик Б. В. Продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”*. 2016. Випуск 3 – 4. С. 114 – 122.

22. Кирильчук А. М., Щербиніна Н. П., Чухлеб С. Л. Ячмінь – стан та шляхи збільшення виробництва зерна. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 90–103.

23. Кирилук В. П. Урожайність ячменю ярого залежно від системи основного обробітку ґрунту та удобрення. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 1. С. 3 – 12.

24. Козелець Г., Іщенко В., Гайденко О. Доступне живлення для ярого ячменю. *Агробізнес сьогодні*. 2021. № 1 – 2 (440 – 441). С. 58 – 59.

25. Колісник О.М. Вплив технологічних прийомів вирощування на ріст і розвиток ячменю ярого в умовах Лісостепу правобережного. *ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво» №16*. 2020. С.89-107.

26. Корнійчук О. В., Плотніков В. В., Гильчук В. Г., Наконечний В. О., Гуменний М. Б. Продуктивність та економічна ефективність вирощування ячменю ярого залежно від рівнів мінерального живлення. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С 162-166.

27. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур : підручник. 3-тє вид., Львів : Українські технології, 2021. 137 с.

28. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Ячмінь. Львів НВФ «Українські технології», 2003. 87 с.

29. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. – К. : Урожай, 1988. – 204 с.

30. Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур. – Чабани: Інститут землеробства УААН, 2001. – 22 с
31. Онищук А. М. Економічна ефективність вирощування зернових культур та їх конкурентоспроможність. Постер. URL: <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u191>
32. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Вплив підживлення азотними добривами на елементи структури урожаю та продуктивність ячменю ярого. *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 56–61.
33. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Вплив оптимізації живлення на висоту рослин та врожайність зерна сортів ячменю ярого в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 4. С. 42–47.
34. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. Львів: НВФ “Українські технології”, 2020. 221-222 с.
35. Польовий В. М., Яценко Л. А., Ровна Г. Ф., Гук Б. В. Винесення і повернення основних елементів живлення з продукцією ячменю (*Hordeum vulgare* L.) на провапнованому дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся. *Вісник Полтавської ДАА*. 2021. № 2. С. 14–19.
36. Полюхович М. М., Вега Н. І. Підвищення продуктивності ячменю ярого шляхом оптимізації мінерального живлення. *Агроеліта*. 2019. №4.
37. Сторожук В.В. Продуктивність ярого ячменю за різних рівнів удобрення в Поліссі // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. – 2005. – Вип. 3. – С. 70-74
38. Тинько В. В., Поліщук М. І. Вплив на висоту рослин ярого ячменю мінеральних і мікродобрив в умовах Правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 2 (25). С. 227–235.
39. Ткачук О.П. Вплив позакореневих підживлень на тривалість міжфазних періодів ячменю ярого в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 3 (26). С. 216–224.

40. Чернелівська О. О., Дзюбенко І. М., Наконечний В. О. Вплив основного обробітку ґрунту та системи удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 76–81.

41. Palamarchuk V. D., Neilyk M. M., Kolisnyk O. M. Influence of fertilizer system on spring barley productivity. *Grain Crops* 2024. 8 (1). 147–155.

42. USDA FAS Grain: World Markets and Trade. February 2025

43. <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/32538-koniunktura-svitovoho-rynku-iachmeniu.html>

44. <https://superagronom.com/news/21139-vrojajnist-zernovih-2025-v-ukrayini-vid-2-do-6-t-ga-zalejno-vid-regionu-rezultati-stanom-na-31-lipnya>

ДОДАТКИ

Сорт ячменю ярого Бельканто - компанія «Лімагрейн»

Сорт ярового ячменя ЛГ Бельканто — це високоурожайний, середньостиглий сорт інтенсивного типу, що відрізняється високою пластичністю, стійкістю до хвороб (борошниста роса, сажка), посухи, вилягання, а також має чудові пивоварні якості, високий вміст білка та велике зерно, що робить його ідеальним для різних агрономічних умов та цілей (фураж, крупа, солод).

Основні характеристики:

Урожайність: Висока, потенційно до 95-104 ц/га; прибавка до стандарту значна.

Тип: Яровий, інтенсивний, напівпрямостоячий кущ.

Стиглість: Середньостиглий, вегетаційний період 82-85 днів, або 96-104 дні (залежно від регіону).

Висота соломи: 65-70 см, слабо виповнена.

Колос: Дворядний, циліндричний, нещільний, жовтий, горизонтальний, 9-10 см.

Зерно: Велике (маса 1000 зерен 43-50 г), жовте, видовжено-еліптичне, тонкоплівчасте (7-9%), високий вихід крупи (49.1%).

Білок: Високий вміст (12.8-15.2%), екстрактивні речовини 80-82%.

Переваги та стійкість:

Висока посухостійкість та стійкість до вилягання.

Комплексна стійкість до основних листостеблових хвороб (борошниста роса, сажка, гельмінтоспоріоз), а також толерантність до ринхоспоріозу та іржі.

Добре реагує на підвищення агрофону (добрива).

Чудові пивоварні властивості, включений до переліку пивоварних сортів.

Використання:

Зернофураж, виробництво крупи, пивоварної промисловості.

Рекомендації:

Рекомендований для зон Лісостепу та Полісся.

Оптимальна норма висіву 4.0-4.5 млн/га насінин.

ДАНИ ДОСЛІДУ

ВАРІАНТИ	ПОВТОРЕННЯ			Суми V	Середні
	1	2	3		
1	2,56	2,97	2,79	8,32	2,77
2	3,57	4,64	4,52	12,73	4,24
3	4,12	5,26	5,11	14,49	4,83
Суми P	10,25	12,87	12,42	35,54	3,95

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ОДНОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ

ДИСПЕРСІЯ	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
ЗАГАЛЬНА	8,27	8	-	-	-
ПОВТОРЕНЬ	1,31	2	-	-	-
ВАРІАНТІВ	6,73	2	3,37	58,38	6,94427191
ЗАЛИШКОВА (ПОХИБКИ)	0,23	4	0,06		

T-коэф.= 2,7764451

HP = 0,54 ДЛЯ ОЦІНКИ ІСТОТНОСТІ РІЗНИЦІ СЕРЕДНІХ