

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

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Заріцький Максим Романович

УДК 633.16:631.8

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА
УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ТОВ
«АГРОІНВЕСТКОНТАКТ» 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 _____ М.Р. Заріцький.

Керівник роботи

канд. с.-г. наук, доцент Довбиш Л.Л.

Житомир–2024

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Агробіологічні підходи до продуктивності ячменю ярого (огляд літератури)	8
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень	13
2.1. Місце та умови проведення досліджень	13
2.2. Програма та методика проведення досліджень	13
РОЗДІЛ 3. Вплив мінеральних добрив на ріст рослин, урожайність та якість зерна ячменю ярого (результати досліджень)	16
3.1. Вплив добрив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого	16
3.2. Вплив добрив на формування рівня врожаю та показників якості ячменю ярого	21
3.3. Якість зерна ячменю ярого в залежності від добрив	23
3.4. Економічна та енергетична ефективність вирощування ячменю ярого	24
ВИСНОВКИ.....	29
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	31
ДОДАТКИ.....	36

АНОТАЦІЯ

Заріцький М.Р. Ефективність впливу мінеральних добрив на урожайність і якість ячменю ярого в умовах ТОВ «Агроінвестконтакт» Житомирського району Житомирської області – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота надрукована на 37 сторінках комп'ютерного набору, в ній міститься 6 таблиць та 2 рисунки. Вміщує такі розділи, як вступ, 3 розділи, висновки, рекомендації виробництву та додатки. Список використаних літературних джерел нараховує 44 найменування.

У роботі приведені результати досліджень щодо впливу різних норм мінеральних добрив на продуктивність і якість зерна ячменю ярого сорту Гулівер.

Було відмічено що при вирощуванні ячменю ярого за внесення мінерального добрива в нормі $N_{51}P_{51}K_{51}$ призвело до максимальної урожайності 5,55 т/га. Максимальним сирого протеїну був за внесення найбільшої дози мінеральних добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 13,25%, що на 2,7 % вище за контрольний варіант.

Для одержання урожайності зерна ячменю ярого на рівні 5,12-5,68 т/га належної пивоварної якості на чорноземах вилугуваних в умовах Житомирського району Житомирської області необхідно вирощувати сорт Гулівер з удобренням його повними мінеральними добривами з розрахунку $N_{51}P_{51}K_{51}$.

Ключові слова: ячмінь ярий, мінеральні добрива, урожайність, структура урожаю, показники якості зерна.

ANNOTATION

Zaritskyi M.R. Efficiency of mineral fertilisers influence on the yield and quality of spring barley in the conditions of LLC 'Agroinvestkontakt', Zhytomyr district, Zhytomyr region - Qualification work on the rights of a manuscript.

Qualification work for a master's degree in speciality 201 - agronomy - Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work is printed on 37 pages of computer typesetting, it contains 6 tables and 2 figures. It includes such sections as introduction, 3 chapters, conclusions, recommendations for production and appendices. The list of references includes 44 titles.

The paper presents the results of research on the influence of different rates of mineral fertilisers on the productivity and grain quality of spring barley variety Gulliver.

It was noted that when growing spring barley, the application of mineral fertiliser at the rate of $N_{51}P_{51}K_{51}$ led to a maximum yield of 5.55 t/ha. The maximum crude protein content was at the highest dose of $N_{51}P_{51}K_{51}$ fertiliser - 13.25%, which is 2.7% higher than in the control variant.

In order to obtain a spring barley grain yield of 5.12-5.68 t/ha of proper brewing quality on leached black soils in the conditions of Zhytomyr district of Zhytomyr region, it is necessary to grow the Gulliver variety with its fertilisation with full mineral fertilisers at the rate of $N_{51}P_{51}K_{51}$.

Key words: spring barley, mineral fertilisers, yield, crop structure, grain quality indicators.

ВСТУП

Актуальність теми. Підвищення ефективності галузі рослинництва є одним із важливих факторів стабілізації сільськогосподарського виробництва. Прискорення цього процесу може бути досягнуто в першу чергу за рахунок раціонального використання всіх резервів агротехнічних факторів та досягнень сучасної селекції.

Ячмінь – культура продовольчого, кормового і пивоварного використання. Ареал його розповсюдження дуже великий, досягає 70° п.ш., а до півдня – до екваторіальної області. Ячмінь вирощується і в південній півкулі, в гірських районах посіви інших зернових культур зустрічаються рідше посівів ячменю, так як скоростиглість і засухостійкість даної культури забезпечує її високі і стабільні врожаї в усіх ґрунтово-кліматичних зонах вирощування.

Традиційним способом збільшення валових зборів продукції рослинництва, в тому числі й ячменю ярого, є вдосконалення агротехнологій. Один із найефективніших прийомів вирішення цього завдання – застосування добрив, які, у свою чергу, задовольняють потребу рослин у поживних речовинах, посилюють мобілізацію елементів живлення із ґрунту, підвищують ґрунтову родючість.

Частка впливу мінеральних добрив формування врожайності ячменю за оцінкою різних авторів досягає 25-80% (також, як і погодних умов). Звичайно, що без додаткового мінерального живлення посіви будь-якої сільськогосподарської культури не можуть повністю розвиватися та давати максимальний урожай.

При обґрунтуванні системи раціонального використання добрив для оптимізації мінерального живлення рослин та отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур дуже важливо правильно визначити потребу їх у поживних речовинах та доцільні дози добрив. При цьому необхідно враховувати: величину планованого врожаю та його якість, рівень родючості ґрунту та баланс

поживних речовин у землеробстві, економічну доцільність застосування добрив у встановлених дозах.

Мета наших досліджень – вивчити різні рівні мінерального живлення і визначити їх оптимальні дози в одержанні максимальної урожайності ярого ячменю сорту Гулівер умовах господарства.

Завдання включали такі задачі:

1. Встановити вплив добрив на ріст та розвиток ячменю ярого.
2. Вивчити вплив мінеральних добрив на елементи структури урожаю, урожайність і якість зерна культури.
3. Дати економічну і біоенергетичну оцінку фонам мінерального живлення.

Вирішення цих завдань дасть можливість оптимізувати рівень удобрення ячменю ярого, що забезпечуватиме підвищення продуктивності культури.

Об'єкт дослідження. Процеси розвитку та росту ячменю ярого, умови формування продуктивності культури, при впровадженні ефективних елементів технології вирощування.

Предмет дослідження. Продуктивність ячменю ярого, прийоми технології вирощування: дози мінеральних добрив, позакореневі підживлення, мікродобрива.

Методи дослідження. У роботі використано такі методи досліджень:

- польовий - вивчення предмету досліджень в умовах польового досліду;
- лабораторний - визначення агрохімічних показників ґрунту, показників якості зерна за стандартизованими методами;
- розрахунково-порівняльний - для оцінювання економічної і енергетичної ефективності застосування мінеральних добрив під пшеницю яру на темно-сірій опідзолений;
- математично-статистичний - для проведення дисперсійного аналізу результатів досліджень. Аналітичні роботи виконували за загальноприйнятими методиками аналізу ґрунту та рослин, що дає змогу порівняти отримані дані із результатами досліджень учених.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Dovbysh L., Kravchuk M., Dubovenko V. Zaritskyi M. Matash O. Formation of spring barley yield structure indicators depending on foliar fertilization with liquid complex fertilizers . Scientific Collection «InterConf+». 2024. № 51(225) P. 419-430.

2. Дубовенко В., Заріцький М., Куликівський В., Дубовенко І., Нестерчук О. Збалансоване мінеральне живлення як основа одержання високого врожів ячменю ярого на чорноземі типовому / *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. 60-64.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 37 сторінках комп'ютерного тексту, вона містить 6 таблиць та 2 рисунків. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури нараховує 44 найменування.

РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРГО (огляд літератури)

Ярий ячмінь – найважливіша (після пшениці), широко поширена та високоврожайна зернова культура, що має велике харчове, кормове, технічне та агрономічне значення. Через високу пристосованість до проростання в різних ґрунтово-кліматичних умовах його називають культурою всіх широт [27, 30].

Ячмінне зерно – цінний корм для тварин, сировина для пивоваріння та виробництва круп. Воно також використовується для виробництва борошна, замінників кави та солодових екстрактів, які у великих обсягах застосовуються у спиртовій, кондитерській та інших галузях харчової промисловості. Солодові витяжки ячменю багаті на вуглеводи, білки, ферменти і вітаміни, мають дієтичні та лікувальні властивості [27, 30, 31].

В 1 ц зерна та соломи ярого ячменю міститься відповідно 120 і 35 к. од. У зерні міститься у середньому у відсотках води – 13, БЕВ – 64,4, білка – 12, клітковини – 5,5, золи – 2,8, жиру – 2,1. Білок ячменю має збалансований склад незамінних амінокислот, у тому числі важливу роль мають лізин і триптофан [4, 28]. У виробництві комбікормів для худоби та свиней частка зерна ячменю може становити до 60–70%, а іноді й більше, від поживності раціону [40]. Ячмінна солома – хороший грубий корм для великої рогатої худоби. Для годування худоби та птиці необхідні високобілкові сорти [29].

У пивоварінні особливо цінні дворядні сорти ярого ячменю, що мають велике вирівняне малобілкове (до 12,0%) зерно [3, 10, 30], це є умовою для отримання високоякісного пива.

З цінних за якістю сортів ячменю, що мають склоподібне та борошнисте велике зерно, виготовляють ячну та перлову крупи.

Ячмінне борошно в хлібопекарській промисловості використовують в якості добавки (10-15%) при випіканні житнього або пшеничного хліба [8].

Батьківщина ячменю – Передня Азія. У культуру він увійшов в епоху неоліту (12–10 тис. років до н. е.). Дикі форми ячменю і досі поширені в Лівані,

Сирії, Туреччині, Афганістані, Середній Азії та Закавказзі. У Туркменії та на півдні України ячмінь обробляли у 5–4-му тисячолітті до н. е [27, 30].

У середньому за 2022–2023 роки максимальну світову врожайність ячменю було отримано в Ірландії – 82,5 ц/га, Об'єднаних Арабських Еміратах – 79,7 та Бельгії – 78,7 ц/га, а найбільші валові збори зерна в, Франції – 11,3 та Німеччини – 11,1 млн т [30].

В США, Канаді, в країнах Західної Європи і Малої Азії значні площі зайняті культурою ячменю ярого.

Ярий ячмінь любить родючі ґрунти [7], що пов'язано з його біологією (інтенсивною асиміляцією органічної речовини за короткий термін та слабким розвитком кореневої системи). Добре розвивається при рН 5,6-5,8 (оптимальна рН 6,8-7,5). Пивоварний ячмінь успішно обробляють на дерново-підзолистих, сірих лісових та чорноземних ґрунтах. Найбільше йому підходять повітропроникні, середньої зв'язності ґрунту. На легких ґрунтах пивоварний ячмінь вдається гірше, для його вирощування також непридатні заболочені та з високим вмістом мінерального азоту ґрунту [9].

На час виходу в трубку ячмінь споживає від загальної кількості значну кількість азоту, близько 66% калію та 46% фосфору [34] (до початку цвітіння з ґрунту поглинає 80–85% N, P та K). Наявність поживних речовин у ґрунті з початку розвитку рослин важлива для отримання високих урожаїв зерна.

Застосування добрив – сильний чинник інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, від внесення добрив отримують близько 50% збільшення врожаю. Частка врожаю, що формується рахунок добрив може досягати 23–70% [5, 21, 33]. Численні польові дослідження із застосуванням мінеральних добрив свідчать, що їх використання сприяє збільшенню виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції та дозволяє поряд із збільшенням її валових зборів зменшити на 30–50% її собівартість [15, 16].

Зараз відомо, що ефективність добрив, що застосовуються, залежить від багатьох факторів: біології рослин, ґрунтових характеристик, властивостей

компонентів добрив та умов їх застосування, агротехніки, фізичних умов навколишнього середовища [3, 4, 9, 17].

У разі виробництва досить складно їх регулювати. Польовий досвід об'єднує всі фактори врожаю, як не залежать від людини, так і регульовані нею в цих умовах.

Серед елементів мінерального харчування азот впливає на величину врожайності і вміст білка в зерні ячменю. Використання зерна на кормові, продовольчі чи технічні цілі багато в чому пов'язані з проблемою азоту, вибором його доз [20, 21].

Весняне внесення азоту в дозах N_{30-60} на чорноземі вилуженому середньозмитом схилів південної та південно-західної експозиції ($3-5^\circ$) на тлі осіннього внесення $P_{60}K_{30}$ забезпечувало отримання додатково від 0,7 до 2,8 ц га з 1 також збільшувало білковість зерна ячменю на величину близько 1% [18, 19].

У польовому тривалому стаціонарному досвіді відділу землеробства на чорноземі типовому було виявлено закономірності у зміні врожайності ячменю сорту Гладіатор залежно від видів, доз та часу застосування мінеральних добрив. На тлі осіннього внесення азофоски в дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ використання аміачної селітри в дозі N_{60} у передпосівну культивуацію виявилось найкращим варіантом, що дозволив отримати в середньому за п'ять років урожайність 46,6 ц/га та збільшення врожайності 20,4 ц/га [13].

Дослідження, проведені в Лісостепу Чернігівської області [25, 29], показали, що внесення добрив під ячмінь ярий у дозах $N_{90}P_{90}K_{90}$ при нормі висіву насіння 4-5 млн схожих зерен на гектар забезпечує збільшення врожаю на 8 ц/га порівняно з контролем. Вміст білка в зерні ячменю ярого становить 9-12 %, а крохмалю — 62-68 %.

Багато дослідників [11, 12, 13] дійшли до висновку, що ячмінь ярий ефективно використовує післядію добрив, тому його доцільно розміщувати в сівозміні після культур, на які вносяться як органічні, так і мінеральні добрива. Найкращими попередниками є цукрові буряки, картопля та кукурудза.

Азот має вирішальне значення для підвищення врожайності ячменю ярого. Дослідження, проведені в межах географічної мережі, показали, що приріст врожаю зерна ячменю ярого при внесенні N_{60} на фоні різних норм фосфорно-калійних добрив варіюється від 1,3 до 10,2 ц/га. Ті ж самі норми фосфорних добрив на фоні НК забезпечують приріст від 1,2 до 5,0 ц/га, а калійних добрив на фоні NP — від 1,2 до 3,7 ц/га [6, 15].

При використанні підвищених норм азотних добрив (N_{90-120}) сучасна технологія рекомендує їх роздрібне внесення, що дозволяє уникнути високої концентрації азоту в ґрунті, запобігає вилягання посівів і забезпечує найкраще живлення рослин у важливі періоди їхнього росту та розвитку [7, 22].

Дослідження Інституту рослинництва, селекції та генетики ім. Юр'єва на чорноземах глибоких показали доцільність використання фосфорних добрив для підвищення врожайності ячменю ярого. В середньому з чотирьох дослідів при збільшенні дози фосфору з 20 до 60 кг/га урожай зерна зростав з 1,9 до 3,6 ц/га [11].

Також, в Інституті землеробства і тваринництва західного регіону УААН було підтверджено високу ефективність фосфорних добрив на сірих опідзолених ґрунтах. В середньому з дев'яти дослідів приріст врожаю зерна при внесенні P_{20-90} на фоні $N_{40-60} K_{40-60}$ варіював від 1,6 до 5,0 ц/га. Таким чином, для сірих опідзолених ґрунтів, бідних на рухомі форми фосфору, доцільно збільшувати норми внесення фосфорних добрив [16, 18, 23].

Дослідження, проведені в західному Лісостепу України, показали важливість використання мінеральних добрив для збільшення врожайності та покращення якості зерна ячменю ярого [10].

На дослідному полі, в рамках тривалого експерименту, що проводиться з 1964 року кафедрою агрохімії та ґрунтознавства Уманського НУС, вивчали вплив довготривалого застосування добрив у польовій сівозміні на врожайність ячменю ярого з 1965 по 2014 рік. Для аналізу врожайності були використані лінійні моделі для різних періодів дослідження. Статистичні дані показали, що у 1965-1974 роках врожайність значною мірою залежала від погодних умов (на

85,4%), і лише на 5,5% — від використання добрив. Однак подальший аналіз показав, що застосування добрив зменшило вплив погодних факторів. Лінійні моделі динаміки врожайності дозволяють прогнозувати її рівень у майбутньому. Згідно з даними, за низьких доз добрив ($N_{60}P_{40}K_{50}$) не вдається підтримати стабільний рівень врожайності, а за високих доз спостерігається зниження приросту врожаю з часом. Це свідчить про те, що поживний режим ґрунту перестає бути обмежуючим фактором для формування врожаю ячменю. Подальше підвищення врожайності можливо за рахунок використання нових сортів [11, 13, 14].

Науковці Агрономічної дослідної станції НУБіПу визначили, що основою технології вирощування ячменю ярого є встановлення раціональних норм удобрення, що є ключовими для реалізації продукційного потенціалу культури. Ефективність застосування добрив збільшується зі збільшенням норм до рівня $N_{60}P_{60}K_{60}$. На чорноземах типових малогумусних ґрунтів Правобережного Лісостепу України за використання мінеральних добрив врожайність ячменю варіюється від 4,14 до 5,08 т/га при дозах $N_{40}P_{40}K_{40}$, тоді як при збільшенні доз до $N_{70}P_{40}K_{40}$ врожайність знижується до рівня 4,04-4,63 т/га через вилягання посівів [10, 15, 23].

Незважаючи на велику кількість досліджень щодо застосування добрив, комплексна реакція різних сортів ярого ячменю на внесення добрив у різні роки з різними погодними умовами ще не повністю вивчена. Це ускладнюється тим, що в польових умовах неможливо повністю ізолювати рослини від впливу агрокліматичних факторів, і тому важко оцінити лише чисту дію мінерального удобрення.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень.

Виробничий дослід щодо впливу різних норм мінеральних добрив на продуктивність ячменю ярого проводили в 2023–2024 роках на полях ТОВ «Агроінвестконтакт», що розташоване в Житомирському районі Житомирської області.

Погодні умови за роки проведення досліджень. Погодні умови під час проведення досліджень змінилися, проте загалом були характерними для Північного Лісостепу. Це створює підґрунтя для широкого впровадження отриманих результатів у зональні системи землеробства, після умов періоду росту та розвитку озимої пшениці відповідали типовим кліматичним особливостям даної зони.

2.2. Програма та методика проведення досліджень.

Мета наших досліджень – вивчити різні рівні мінерального живлення і визначити їх оптимальні дози в одержанні максимальної урожайності ярого ячменю сорту Гулівер умовах господарства.

Завдання включали такі задачі:

1. Встановити вплив добрив на ріст та розвиток ячменю ярого.
2. Вивчити вплив мінеральних добрив на елементи структури урожаю, урожайність і якість зерна культури.
3. Дати економічну і біоенергетичну оцінку фонам мінерального живлення.

Методика проведення досліджень

Полеві дослідження із оптимізації умов живлення ячменю ярого проводили у виробничому посіві впродовж 2022-2024рр. на чорноземі типовому.

Внесення добрив та позакореневі підживлення рослин ячменю ярого проводили згідно схеми досліду та використовували різні за складом добрива.

Дослід 1 факторний.

Схема досліду складається з 4 варіантів:

1. Контроль – без добрив
2. $N_{17}P_{17}K_{17}$
3. $N_{34}P_{34}K_{34}$
4. $N_{51}P_{51}K_{51}$

Загальна площа ділянок - 1 га, під кожним варіантом – 0,25 га.

Мінеральні добрива, які використовували у досліді застосовували таким чином: нітроамофоска, вносили в передпосівну культивуацію. Дослідження проводились на чорноземі вилугованому середньосуглинковому, який характеризується такими показниками - вміст в орному шарі у (0 – 20 см): лужногідролізованого азоту – 98,2-105,4 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 201-222 мг/кг ґ ґрунту (за Кірсановим), обмінного калію – 189-203 мг/кг ґ ґрунту (за Кірсановим); рН – 6,2-6,5, вміст гумусу 3,32-3,55%.

Агротехніка вирощування ячменю ярого загальноприйнята для умов Лісостепу. Попередник – кукурудза на зерно.

У відповідності до поставлених завдань для вивчення питань в досліді були проведені необхідні обліки, аналізи та спостереження:

1. Фенологічні спостереження проводились за методикою державного сортовиробування сільськогосподарських культур [42].
2. Агрохімічні властивості ґрунтів: рН – потенціометрично, гумус за Тюріним, гідролітичну кислотність – за Каппеном, суму ввібраних основ – за Каппеном, азот лужногідролізований – за Корнфілдом, фосфор рухомий – за методом Чірікова, калій обмінний – за методом Чірікова [41].
3. Відбір снопів для визначення урожайності і співвідношення основної та побічної продукції, її вологості, маси 1000 зерен, натури на закріплених площадках по 0,25 м² в чотирьох місцях ділянки [42].

4. Обмолот снопів проводився з усіх ділянок дослід з наступним зважуванням зерна і перерахунком на тонни з одного гектару. Урожай приводився до 100% - ї чистоти і 14% - ї вологості.

5. В лабораторних умовах визначались вміст азоту (метод Кельдаля), фосфору (фотометричний метод) і калію (полум'яно-фотометричний метод), вміст сирого білку (метод Кельдаля) і сирого протеїну (метод Кельдаля). Крохмалю [41].

Економічну та енергетичну продуктивність вирощування пшениці ярої розраховували за сучасними загальноприйнятими методиками. Оцінку енергетичної ефективності елементів технології вирощування проводили згідно з рекомендаціями О.К.Медведовського і П.І.Іваненко [44]. Економічну ефективність обчислювали за технологічною картою вирощування пшениці ярої в господарстві і цінами, що склалися на 01.12.2024 р.[38]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за загальноприйнятими методиками дисперсійного аналізу [43].

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА РІСТ РОСЛИН, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (результати досліджень)

3.1. Вплив добрив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого

Вирощування культурних рослин протягом усього вегетаційного періоду постійно перебуває у взаємодії із зовнішнім середовищем. При цьому невідповідність умов середовища потребам рослинних організмів спричиняє порушення нормальних процесів росту та розвитку і навіть загибель рослин. Навпаки, задоволення потреб рослин усіма умовами їхнього життя за періодами росту та розвитку дає змогу повніше використовувати можливості рослин для отримання максимального врожаю [30, 34].

Кущистість зернових злакових культур, в тому числі й ячменю ярого, є основою майбутнього урожаю. А тому потрібно робити все можливе, щоб рівень кущення рослин підвищувався [28, 30].

Дані наших досліджень, що були проведені протягом трьох років, показали, що внесенні різні норми мінеральних добрив позитивно впливали на ріст і розвиток рослин ячменю ярого (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

**Вплив рівня мінерального живлення на кущистість ячменю ярого,
шт./ рослину (середнє за 2022-2024 рр.)**

Варіанти	Загальне кущення	Продуктивне кущення
Контроль – без добрив	2,2	1,5
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	2,5	1,7
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	2,8	2,0
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	3,5	2,4

В наших дослідках ми встановили, що внесення мінеральних добрив підвищувало як загальне, так і продуктивне кушення. На варіанті без добрив воно складало відповідно 2,2, 1,5 стебел на 1 рослину, внесення при посіві комплексного добрива підвищило кушення до 2,5 та 1,7 відповідно. Внесення додатково азотних ще більше підвищило кушення. Воно склало на варіанті, де вносили $N_{40}P_{26}K_{26}$: загальне 2,8, продуктивне 2,0; на варіанті $N_{70}P_{26}K_{26}$ – 3,5, 2,4 стебел на 1 рослину.

Отже всі добрива інтенсивно впливають на інтенсивність кушення.

Процес накопичення сухої речовини безпосередньо пов'язаний з продуктивністю рослини і тому, чим кращими будуть умови зовнішнього середовища, тим більша можливість сорту проявити свій генетичний потенціал, закладений селекціонерами [32].

У наших дослідках темпи накопичення надземної маси залежали від погодних умов, що склалися, рівня мінерального живлення.

Таблиця. 3.2.

Динаміка накопичення повітряно-сухої маси рослинами ячменю ярого в залежності від мінерального фону (середнє за 2022-2024 рр.) г/м².

Варіанти дослідів	Кушення	Вихід в трубку	Колосіння	Повна стиглість
Контроль – без добрив	97	413	839	1252
$N_{17}P_{17}K_{17}$	102	432	870	1281
$N_{34}P_{34}K_{34}$	108	454	888	1308
$N_{51}P_{51}K_{51}$	114	489	933	1388

Так, маса сухої речовини по фазах розвитку рослин склала на варіанті без добрив: фаза кушення – 97 г, вихід в трубку 413 г, колосіння – 839 г, повна стиглість – 1252 г. При внесенні мінеральних добрив показник маси підвищились на варіанті з мінімальною дозою добрив до 102 г, 432 г, 870 г, 1281 г відповідно.

В усі роки досліджень наростання надземної маси йшло інтенсивно до фази колосіння. Коли вона збільшувалась в порівнянні з кущенням у 8-9 раз. В послідоуючому, до фази повної стиглості, темпи наростання суттєво знижувалися і її подальше збільшення складало всього 1,6-1,5 рази, що свідчить про затухання вегетаційного росту з віком рослин. Крім того, до повної стиглості проходить скорочення асиміляційної поверхні за рахунок відмирання нижніх листків головного стебла і непродуктивних бокових пагонів.

Використання мінеральних добрив сприяло збільшенню надземної маси в усі роки досліджень. Причому, чим вищий був фон мінерального живлення, тим більш високі показники повітряно-сухої маси мав ячмінь, починаючи з фази кущення. Найвища маса рослин була за норми внесення мінеральних добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$ у фазу кущення була 114 г.

Покращення умов живлення ячменю сприяло формуванню більшої надземної маси і в наступні фази розвитку рослин. Так, при внесенні $N_{34}P_{34}K_{34}$ повітряно-суха маса в порівнянні з контролем збільшилась у фазі виходу в трубку з 413 до 454 г/м², в фазу колосіння – з 839 до 888 г/м² і в повну стиглість – з 1252 до 1308 г/м². Збільшення дози добрив в два рази підвищило ці показники до максимальних значень.

Протягом вегетаційного періоду ріст і розвиток рослин ячменю ярого, його цвітіння та запліднення, а також формування структури врожаю істотно залежать від ступеня пристосування рослин до умов вирощування. При цьому практично всі елементи продуктивності зернових культур, що визначають величину врожайності, формуються на ранніх періодах вегетації [1, 2, 3].

Після посіву сходить лише певна кількість рослин на одиницю площі, а потім кожна рослина формує свій кущ із головним стеблом і певною кількістю бічних пагонів. Надалі на конусі наростання (основі майбутнього колоса) утворюються колоскові горбки, від кількості яких і залежить число зерен у майбутньому колосі [4, 5, 6].

Відомо, що продуктивність посівів сільськогосподарських культур визначається не тільки кількісним та якісним складом продуктивних стебел на одиниці площі, але й кількістю зерен у колосі [7, 9, 12, 16].

Маса 1000 зерен характеризує виповненість насіння і відображає його розмір. Вона формується на останньому етапі росту і розвитку рослин у період наливу та дозрівання зерна і значною мірою залежить від кліматичних умов вирощування. На масу 1000 зерен ячменю ярого значною мірою впливало внесення мінеральних добрив та вибір попередників [9, 13].

Основними з них для ячменю ярого є: продуктивна кустистість, озерненість колоса та маса зернівки. При цьому втрата врожаю за рахунок зниження показника одного елемента продуктивності може бути компенсована іншим за наявності сприятливих умов для його розвитку. Тому аналіз елементів структури врожаю, що визначають величину і його якість, дасть змогу повніше вивчити взаємовідносини між рослиною і середовищем і на цій основі розробляти сортову технологію вирощування сільськогосподарських культур [19, 20, 23].

Для досліджуваної культури основними елементами структури врожаю є: кількість колосків на 1м^2 , кількість зерен у колосі, маса зерна з 1 колоса і маса 1000 зерен. Дані за цими показниками наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Вплив удобрення на елементи структури урожаю ячменю ярого (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіант удобрення	Висота рослин, см	Кількість		Маса	
		продуктивних стебел, шт./ м^2	зерен в колосі, шт.	зерна з 1 колоса, г	1000 зерен, г
Контроль – без добрив	53	431	18,4	1,24	36,7
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	57	469	19,2	1,27	37,7
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	61	498	19,7	1,29	38,7
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	65	481	20,3	1,31	38,8

Дослідження показали, що кожний із елементів структури урожаю в залежності від умов середовища, що склалися, може змінюватися як в більшу сторону, так і в меншу сторону. Це веде за собою підвищення або зниження урожайності.

В середньому за роки проведення досліджень кількість продуктивних стебел найменшою була на контрольному варіанті – 431 шт./м². Кількість зерен в колосі практично не змінювалась під впливом добрив і становила 18,4-20,3 шт.

Використання мінеральних добрив мало незначний вплив на показник маси зерна з одного колоса. Разом з тим, найменша маса зерна з одного колоса була на контрольному варіанті – 1,24 г, а на максимальній дозі добрив – 1,31 г.

Крупність зерна в наших дослідках залежала від доз внесення мінеральних добрив. Найбільша маса зерен була одержана на варіанті, де була максимальна доза мінеральних добрив N₅₁P₅₁K₅₁ – 38,8 г, тобто більше на 2,1 г в порівнянні з контролем.

Висота рослин характеризує реакцію сорту на елементи технології вирощування, що вивчаються. Добрива, що використовувалися, сприяли збільшенню висоти рослин на 4-12 см в порівнянні з контролем залежно від норми внесення добрив. Причому найвищим цей показник був при внесенні підвищеної дози добрив N₅₁P₅₁K₅₁.

Отже, внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню показників елементів структури врожаю, а як, наслідок, і підвищення урожайності культури ячменю ярого.

Один з основних у комплексі факторів продуктивності ярого ячменю є розмір колоса, що залежить не тільки від сортових особливостей, але й від гідротермічних умов вегетаційного періоду та рівня забезпечення поживними речовинами. Використання мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого активно впливало на формування колоса [23, 24].

Аналіз рис.3.1. показав, як довжина колоса ярого ячменю залежить від різних рівнів добрив.

Внесення мінеральних добрив у різних нормах ($N_{17}P_{17}K_{17}$, $N_{34}P_{34}K_{34}$, $N_{51}P_{51}K_{51}$) збільшує довжину колоса порівняно з контролем, що свідчить про позитивний ефект удобрення на ріст колоса ячменю. Використання добрив за норми $N_{17}P_{17}K_{17}$ збільшило довжину колоса на 0,3 см, а при збільшенні норми добрив до $N_{34}P_{34}K_{34}$ збільшилася до 7,1 см.

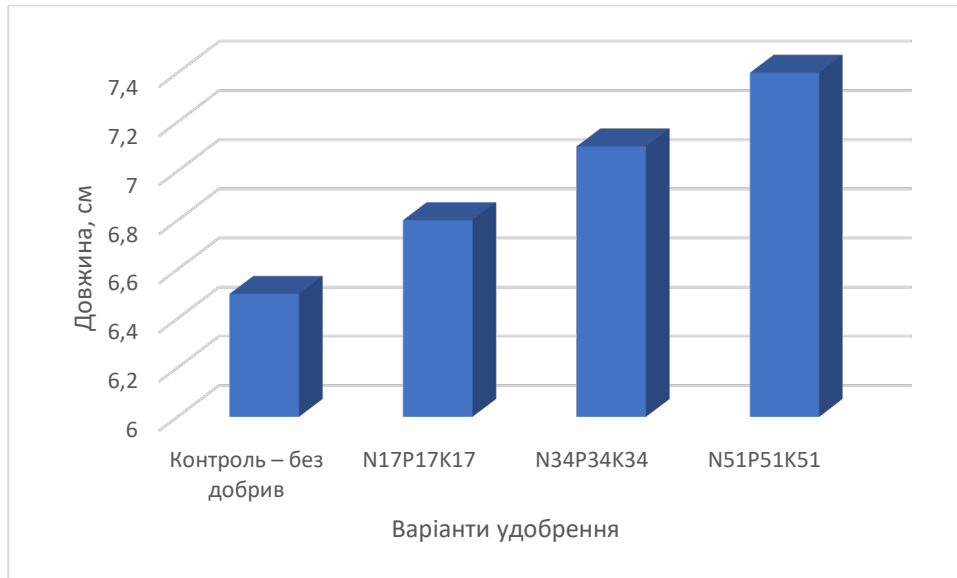


Рис. 3.1. Вплив удобрення на довжину колоса ячменю ярого.

Таким чином, зі збільшенням кількості добрив ($N_{17}P_{17}K_{17} \rightarrow N_{34}P_{34}K_{34} \rightarrow N_{51}P_{51}K_{51}$) довжина колоса ячменю збільшується, що вказує на позитивний ефект високих доз добрив на розвиток рослин. Використання добрив має прямий вплив на збільшення довжини колоса ячменю ярого. Найбільше збільшення спостерігається при застосуванні добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$, що дає найвищий результат – 7,4 см.

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

Живлення рослин є ключовим чинником, який впливає на фізіологічні процеси та сприяє реалізації біологічного потенціалу ярого ячменю. Урожайність залежить від рівня вмісту поживних речовин, особливо тих, що знаходяться в дефіциті. Ячмінь ярий має порівняно короткий період споживання

основних елементів живлення і слабо розвинену кореневу систему, що обмежує його здатність засвоювати важкодоступні форми поживних речовин, що робить його більш вимогливим до родючості ґрунту, ніж інші сільськогосподарські культури [26, 27, 31].

Урожайність визначає економічну цінність сорту, є кількісною характеристикою, яка залежить від взаємодії різних факторів і тісно пов'язана з комплексом ознак і властивостей рослини [38].

В усі роки досліджень реакція ячменю ярого на внесення мінеральних добрив була позитивна. Найбільша урожайність, за роки досліджень в господарстві, була відмічена у 2024 році, а найменша – у 2023 році (табл. 3.4.)

В середньому за роки досліджень (2022-2024 рр.) урожайність на контролі склала 4,61 т/га. Внесення $N_{17}P_{17}K_{17}$ виразилося прибавкою врожаю в порівнянні до контролю в 0,32 т/га або на 6,94%, що вказує на незначне, але помітне підвищення урожайності порівняно з контролем.

Підвищення дози мінеральних добрив до $N_{34}P_{34}K_{34}$ сприяло росту врожайності на 15,62% або на 0,72 т/га до контролю. Максимальна урожайність ячменю ярого спостерігалась на дозі внесення мінеральних добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 5,55 т/га, що на 0,94 т/га або 20,39 % вище за контрольний варіант.

Таблиця 3.4.

**Урожайність ячменю ярого в залежності від доз мінеральних добрив
(середнє за 2022-2023 рр.)**

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га				приріст	
	2022	2023	2024	середнє	т/га	%
Контроль – без добрив	4,68	4,42	4,73	4,61	–	–
$N_{17}P_{17}K_{17}$	5,02	4,65	5,12	4,93	0,32	6,94
$N_{34}P_{34}K_{34}$	5,41	4,98	5,60	5,33	0,72	15,62
$N_{51}P_{51}K_{51}$	5,68	5,12	5,85	5,55	0,94	20,39
$HP_{0,5}$ т/га				0,19		

Отже, використання добрив дає стабільний приріст урожайності у порівнянні з контролем. Найбільший ефект має варіант з добривами $N_{51}P_{51}K_{51}$, що забезпечує максимальний приріст урожайності. Збільшення кількості добрив ($N_{34}P_{34}K_{34}$ та $N_{51}P_{51}K_{51}$) забезпечує помітне покращення результатів, причому найбільший приріст спостерігається в останньому варіанті.

3.3. Якість зерна ячменю ярого в залежності від добрив.

Якість насіння сільськогосподарських культур є першоосновою ефективного використання сучасних сортів у виробництві. Створення сприятливих агротехнічних умов (терміни посіву, норми висіву, системи добрив) для зростання та розвитку сортів зернових культур дозволяє до певної міри скоротити залежність рослин від впливу несприятливих факторів середовища та сформувати якісне насіння [33, 34, 35].

За даними багатьох науковців, удобрення мають позитивний вплив на якість урожаю в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. При цьому найбільш суттєвий вплив на вміст сирого протеїну в зерні мають азотні добрива. Шляхом внесення підвищених доз його в складі повного удобрення і частково – у підживленнях. Вплив фосфору на якість врожаю залежить від вмісту рухомого фосфору в ґрунті: за низької і середньої забезпеченості ґрунтів цим елементом живлення проявляється позитивний вплив. На ґрунтах з високим вмістом може проявитися негативна дія фосфорних добрив на вміст білку в зерні. Калійні добрива мають слабкий вплив на зміни цього показника якості зерна [23, 15, 15].

В наших дослідках вміст сирого протеїну в зерні залежав від доз добрив. В середньому за роки досліджень вміст білку в зерні ячменю ярого на контрольному варіанті становив 12,90%. Використання мінеральних добрив підвищувало цей показник. Максимальним він був за внесення найбільшої дози мінеральних добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 13,25%, що на 2,7 % вище за контрольний варіант.

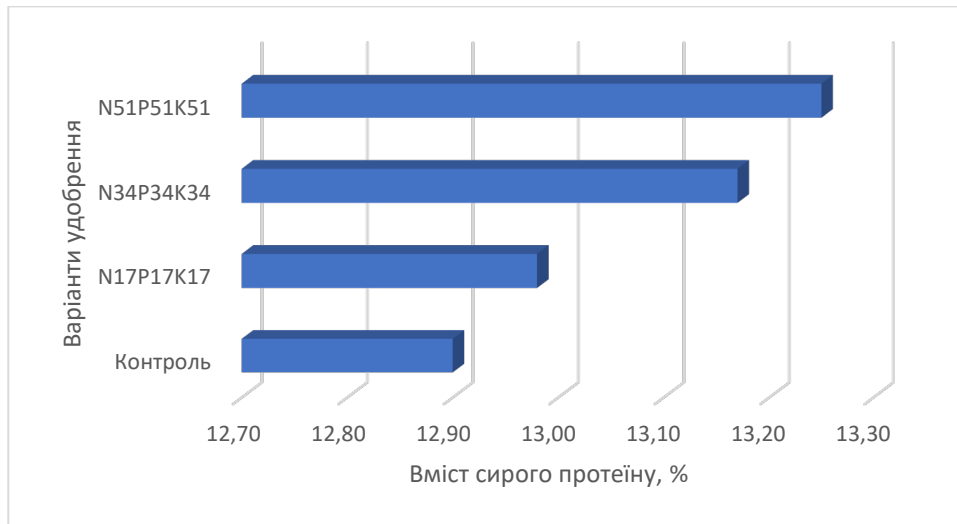


Рис. 3.2. Вплив добрив на вміст сирого протеїну в зерні ячменю ярого.

Отже, мінеральні добрива позитивно вплинули на накопичення у зерні ячменю ярого білку.

3.4. Економічна та енергетична ефективність вирощування ячменю ярого.

Заходи, що використовуються в сільському господарстві повинні бути економічно вигідними і енергетично доцільними. Питома маса добрив в прирості врожаю складає 40-50%. Економічна ефективність передбачає досягнення максимальної результативності фінансово-господарської діяльності підприємств при мінімальних витратах ресурсів. Систему показників економічної ефективності сільськогосподарського виробництва сформовано за урожайністю, прибутком, собівартістю, рентабельністю виробництва та продуктивністю праці ярого ячменю [38, 39].

Для розробки менш енергозатратних заходів і технологій використання добрив важлива комплексна їх оцінка з врахуванням агрономічної, економічної і енергетичної ефективності [38, 40].

З огляду на зростання цін на мінеральні добрива та інші засоби хімізації в сільському господарстві, а також на приватизаційні процеси, що відбуваються в

умовах переходу до ринкової економіки, вимоги до раціонального використання та підвищення економічної ефективності застосування органічних і мінеральних добрив з кожним роком стають дедалі важливішими [38].

Для вибору та впровадження найбільш ефективних методів використання добрив необхідно провести їх виробничі випробування та економічну оцінку, що базується на порівнянні результатів виробництва продукції із застосуванням добрив і без них. Основними показниками при цьому є вихід продукції з одиниці площі, собівартість, чистий прибуток і рівень рентабельності виробництва [40].

При розрахунку оцінки економічної ефективності вирощування ячменю ярого брали ціни 2024 року. Ціна реалізації зерна ячменю ярого в 2024 році складала 7050 грн/т.

Таблиця 3.5.

Економічна оцінка ефективності різних доз мінеральних добрив ячменю ярого, середнє за 2022-2024 рр.

Показники	Варіант досліджу			
	Контроль – без добрив	N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁
Урожайність, т/га	4,61	4,93	5,33	5,55
Вартість врожаю, грн.	32500,5	34756,5	37576,5	39127,5
Витрати, грн..	19336	20442	21545	22548
Чистий прибуток, грн.	13164,5	14314,5	16031,5	16579,5
Собівартість одного центнера, грн	4194	4146	4042	4063
Рівень рентабельності, %	68,1	70,0	74,4	73,5

Отже, застосування добрив позитивно впливає на врожайність, і як наслідок, вартість врожаю також збільшується з кожним варіантом добрив від

32500,2 грн на контрольному варіанті до 39127,5 грн при внесенні максимальної норми добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$.

Збільшення витрат зумовлене вартістю добрив, а також іншими витратами на їхнє застосування. Витрати також збільшуються з ростом доз добрив. Наприклад, на контрольному варіанті витрати становили 19336 грн на га, а при внесенні різних норм добрив збільшились до 22548 грн на четвертому варіанті. Чистий прибуток зростає на всіх варіантах добрив порівняно з контролем, причому найбільший прибуток отримується при використанні добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$. Собівартість одного центнера зменшується з підвищенням норм добрив, що робить виробництво ефективнішим.

Рівень рентабельності зростає з підвищенням норм добрив, досягаючи максимального показника на варіанті $N_{34}P_{34}K_{34}$ – 74,4%.

Найвищий рівень рентабельності спостерігається на середньому варіанті добрив ($N_{34}P_{34}K_{34}$), хоча вищі дози добрив ($N_{51}P_{51}K_{51}$) також дають високий прибуток, але з незначним зниженням рентабельності. Найвищий рівень рентабельності спостерігається при застосуванні добрив $N_{34}P_{34}K_{34}$, що оптимально поєднує зростання врожайності та ефективність витрат.

Отже, використання добрив на всіх рівнях дає економічний ефект, при цьому найкраще співвідношення ефективності та вартості спостерігається на варіанті $N_{34}P_{34}K_{34}$.

З врахуванням зростаючого енергетичного і біологічного дефіциту в усьому світі гостро стоїть необхідність використання методів біоенергетичної оцінки вирощування сільськогосподарських культур [37].

Метод оснований на тому, що всі затрати в досліджуваних процесах, в тому числі використовуваний уречевлений труд, є результатом затрат енергії і можуть бути виражені в одиницях енергії. Критерієм енергетичного аналізу служить коефіцієнт енергетичної ефективності, що виражає відношення енергії, яка міститься в одержаному урожаю до загальних енергетичних затрат, які використовуються для виробництва цього врожаю [36, 37].

З підвищенням норм добрив урожайність і енергетична ефективність зростають, але також зростають і енергетичні витрати на вирощування.

Як і урожайність, вміст енергії у врожаю також збільшується зі збільшенням норм добрив.

Для контролю (без добрив) цей показник становить 75,843 МДж, а для варіанту $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 91,307 МДж.

Таблиця 3.6.

Біоенергетична оцінка ефективності технології вирощування ячменю ярого залежно від фонів мінерального живлення

Норми добрив	Урожайність, т/га	Вміст енергії у врожаю, МДж	Затрати енергії на вирощування врожаю, МДж	Чиста енергія МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Контроль – без добрив	4,61	75843	21609	54233	2,51
$N_{17}P_{17}K_{17}$	4,93	81107	23371	57736	2,47
$N_{34}P_{34}K_{34}$	5,33	87688	24093	63595	2,64
$N_{51}P_{51}K_{51}$	5,55	91307	25217	66091	2,62

Енергетичні витрати на вирощування врожаю збільшуються з підвищенням норм добрив. Для контролю це 21609 МДж, а для $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 25217 МДж. Вона також зростає з підвищенням норм добрив. Для контролю чиста енергія становить 54233 МДж, а для $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 66091 МДж. Для контролю коефіцієнт енергетичної ефективності становить 2,51, а для найбільших норм добрив ($N_{51}P_{51}K_{51}$) він дещо знижується до 2,62. Найбільше значення коефіцієнта енергетичної ефективності спостерігається при нормі добрив $N_{34}P_{34}K_{34}$ (2,64).

Норми добрив $N_{34}P_{34}K_{34}$ дають найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (2,64), що свідчить про оптимальний баланс між витратами енергії і врожайністю. Норма $N_{51}P_{51}K_{51}$ дає високий рівень урожайності та чистої енергії,

але коефіцієнт енергетичної ефективності трохи нижчий, ніж при $N_{34}P_{34}K_{34}$, що може свідчити про зростання витрат на енергетику. Отже, оптимальна норма добрив для максимізації енергетичної ефективності, з урахуванням витрат і врожайності, це $N_{34}P_{34}K_{34}$.

ВИСНОВКИ

В роботі надані теоретичні та практичні узагальнення щодо встановлення закономірностей формування врожаю ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення з метою удосконалення його технології вирощування.

Виходячи з теоретичного обґрунтування обраної теми і польових досліджень, проведених в 2022-2024 рр. можна зробити такі висновки:

1. Внесення мінеральних добрив підвищувало як загальне, так і продуктивне кушення. На варіанті без добрив воно складало відповідно 2,2, 1,5 стебел на 1 рослину, внесення при посіві комплексного добрива підвищило кушення до 2,5 та 1,7 відповідно. Внесення додатково азотних ще більше підвищило кушення. Воно склало на варіанті, де вносили $N_{40}P_{26}K_{26}$: загальне 2,8, продуктивне 2,0; на варіанті $N_{70}P_{26}K_{26}$ – 3,5, 2,4 стебел на 1 рослину.

2. Використання мінеральних добрив сприяло збільшенню надземної маси в усі роки досліджень. Причому, чим вищий був фон мінерального живлення, тим більш високі показники повітряно-сухої маси мав ячмінь, починаючи з фази кушення. Найвища маса рослин була за норми внесення мінеральних добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$ у фазу кушення була 114 г. Покращення умов живлення ячменю сприяло формуванню більшої надземної маси і в наступні фази розвитку рослин. Так, при внесенні $N_{34}P_{34}K_{34}$ повітряно-суха маса в порівнянні з контрлем збільшилась у фазі виходу в трубку з 413 до 454 г/м², в фазу колосіння – з 839 до 888 г/м² і в повну стиглість – з 1252 до 1308 г/м². Збільшення дози добрив в два рази підвищило ці показники до максимальних значень.

3. В середньому за роки проведення досліджень кількість продуктивних стебел найменшою була на контрольному варіанті – 431 шт./м². Кількість зерен в колосі практично не змінювалась під впливом добрив і становила 18,4-20,3 шт. Використання мінеральних добрив мало незначний вплив на показник маси зерна з одного колоса. Разом з тим, найменша маса зерна з одного колоса була на контрольному варіанті – 1,24 г, а на максимальній дозі добрив – 1,31 г.

4. В середньому за роки досліджень (2022-2024 рр.) урожайність на контролі склала 4,61 т/га. Внесення $N_{17}P_{17}K_{17}$ виразилося прибавкою врожаю в порівнянні до контролю в 0,32 т/га або на 6,94%, що вказує на незначне, але помітне підвищення урожайності порівняно з контролем. Підвищення дози мінеральних добрив до $N_{34}P_{34}K_{34}$ сприяло росту врожайності на 15,62% або на 0,72 т/га до контролю. Максимальна урожайність ячменю ярого спостерігалась на дозі внесення мінеральних добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 5,55 т/га, що на 0,94 т/га або 20,39 % вище за контрольний варіант.

5. В наших дослідках вміст сирого протеїну в зерні залежав від доз добрив. В середньому за роки досліджень вміст білку в зерні ячменю ярого на контрольному варіанті становив 12,90%. Використання мінеральних добрив підвищувало цей показник. Максимальним він був за внесення найбільшої дози мінеральних добрив $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 13,25%, що на 2,7 % вище за контрольний варіант.

6. Найвищий рівень рентабельності спостерігається на середньому варіанті добрив ($N_{34}P_{34}K_{34}$), хоча вищі дози добрив ($N_{51}P_{51}K_{51}$) також дають високий прибуток, але з незначним зниженням рентабельності. Найвищий рівень рентабельності спостерігається при застосуванні добрив $N_{34}P_{34}K_{34}$, що оптимально поєднує зростання врожайності та ефективність витрат.

7. Для контролю коефіцієнт енергетичної ефективності становить 2,51, а для найбільших норм добрив ($N_{51}P_{51}K_{51}$) він дещо знижується до 2,62. Найбільше значення коефіцієнта енергетичної ефективності спостерігається при нормі добрив $N_{34}P_{34}K_{34}$ (2,64).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для одержання урожайності зерна ячменю ярого на рівні 5,12-5,68 т/га належної пивоварної якості на чорноземах вилугуваних в умовах Житомирського району Житомирської області необхідно вирощувати сорт Гулівер з удобренням його повними мінеральними добривами з розрахунку $N_{51}P_{51}K_{51}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Буряк Ю.І. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ячменю ярого / Буряк Ю.І., Чернобаб О.В., Огурцов Ю.Є., Клименко І.І. // Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. — Х., - 2014.— Вип. 107. — С. 145-154.
3. Васильківський С. П., Гудзенко В. М., Кочмарський В. С., Кириленко В. В. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Том 21. С 47 – 51.
4. Вислободська М., Вега Н. Ефективність застосування добрив при вирощуванні ярого ячменю. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія*. 2017. Випуск. 21. С. 177 – 181.
5. Вислободська М., Данилюк В., Бідна Л., Вурдик П. Формування урожайності та якості зерна ярого ячменю залежно від рівня мінерального живлення. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія*. 2017. Випуск. 21. С. 177 – 181.
6. Войтова Г. П. Вплив систем удобрення на урожайність ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу. *Зернові культури*. Том 5. № 1. 2021. С. 72 – 77.
7. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В., Гирка Т. В. Реалізація потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого в умовах зміни клімату. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 114 – 119.
8. Гноєвий В. І., Варчук С. С., Товстоган В. І. І ін. Біологічна цінність зерна різних зернофуражних культур // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2000. – Вип.. 42. – С. 118-119.

9. Гораш О. С., Климишена Р. І. Формування урожайності зерна ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 6. С. 25 – 27.
10. Гораш О. С., Рожик М. Р., Мастій В. В. Ефективність вирощування пивоварного ячменю ярого в умовах Західного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. № 5. С. 41 – 49.
11. Городній М. М., Білера Н. М. Вплив 50-річного застосування добрив в зерно-буряковій сівоzmіні зони Лісостепу на врожайність та якість зерна ячменю ярого. *Науковий вісник НАУ*. 2007. Вип. 116. С. 155 – 159.
12. Господаренко Г. М. Формування структурних елементів урожаю ячменю ярого за позакореневих підживлень міндобривами / Господаренко Г.М., Машинник О.О. //Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. — Умань, 2011. — Вип. 77, ч. 1: Агрономія. — С. 7-14.
13. Господаренко Г.М. Врожайність зерна ячменю ярого за тривалого застосування добрив у польовій сівоzmіні / Господаренко Г.М., Стасіневич О.Ю., Прокопенко Е.В. // Вісник Уманського національного університету садівництва. — 2017. — № 1. — С. 3-6. — Бібліогр.: 9 назв.
14. Господаренко Г.М., Стасіневич О. Ю., Прокопенко Е.В. Врожайність зерна ячменю ярого за тривалого застосування добрив у польовій сівоzmіні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 3 – 6.
15. Григор'єва Т. М. Ефективність застосування мінеральних добрив у комбінації з мікробними препаратами при вирощуванні ячменю / Григор'єва Т.М. // Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук, зб. — Чернігів, 2014. — Вип. 19. — С. 21-26.
16. Демидов О., Гудзенко В. Ячмінь ярий: реалізація потенціалу продукту. *Пропозиція*. 2017. № 2. С. 66–69.
17. Дубовий В. І., Чайка О. В., Янішевський Л. І. Агроекологічна оцінка сортів ячменю ярого різного еколого-географічного походження в умовах перехідної зони Полісся. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 63 – 68.

18. Жатов О. Г., Гуліда Г. В. Роль мінеральних добрив у процесі формування високоурожайного посіву ячменю. *Вісник Сумського НАУ: серія «Агрономія і біологія»*. 2011. Вип. 4. С. 61 – 64.
19. Захарченко Е. А. Ефективність застосування добрив при вирощуванні ярого ячменю. *Вісник Сумського НАУ*. 2007. № 10 – 11. С. 117 – 120.
20. Каленська С. М., Бачинський О. В., Качура Є. В. Вплив норм висіву та рівня азотного живлення на густоту продуктивного стеблостою різних сортів ярого пивоварного ячменю в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НАУ*. 2006. № 2 (3). С. 12 – 15.
21. Каленська С. М., Токар Б. Ю. Урожайність ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Випуск 23. С. 30 – 33.
22. Каленська С.М. Урожайність ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення / Каленська С.М., Токар Б.Ю. // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. — К., 2017. — Вип. 23. — С. 30-33.
23. 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.
24. Камінська В. В., Шморгун О. В. Особливості формування елементів продуктивності сортів ячменю ярого в північній частині Лісостепу. *Землеробство*. 2012. Вип. 84. С. 75 – 81.
25. Кирилюк 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.
26. Козелець Г., Іщенко В., Гайденко О. Доступне живлення для ярого ячменю. *Агробізнес сьогодні*. 2021. № 1 – 2 (440 – 441). С. 58 – 59.
27. Литвиненко М. А., Рибалка О. І. Зернові культури. Стан та перспективи створення нових сортів і гібридів у наукових установах УААН. *Насінництво*. № 1. С. 3 – 6.

28. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Петриченко П. В. Зерновиробництво. Львів : НВФ Українські технології, 2008. 624 с.

29. Лихочвор В. В. Практичні поради з вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Західної України. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2001. – 128 с.

30. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ “Українські технології”. – 2002. – 800 с.

31. Науково-методичне забезпечення інноваційного розвитку агровиробництва в Степу України: колективна монографія; за ред. І. М. Семеняки, О. М. Гайдена, В. А. Іщенка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 280 с.

32. Оничко В. І., Бердін С. І. Реакція сортів ячменю ярого на зміну норм висіву та рівня мінерального живлення в умовах північно-східного Лісостепу

33. Панфілова А. В. Продуктивність ячменю ярого залежно від обробки насіння /Панфілова А.В. // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету: наук.-теорет. зб. — Житомир, 2014. — Вип. 1(30), т. 1. — С. 83-86.

34. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Мазур В.А., Дідур І.М. Формування продуктивності сортів ячменю ярого залежно від удобрення. Збірник наукових праць ВНАУ. – Вінниця, 2011. – Вип. 47. – с. 3-7.

35. Філоненко Т. А. Забезпеченість сільськогосподарських культур елементами живлення та їх урожайність залежно від застосування зростаючих доз азотних добрив. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»*. 2015. № 1. С. 130 – 137.

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

37. Енергетична оцінка агроєкосистем / О. Ф. Смаглій, А. С. Малиновський, А. Т. Кардашов [та ін.]. – Житомир : Волинь, 2004. – 132 с.

38. Казакова І. В. Економічна та енергетична оцінка ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Інноваційна економіка: всеукр. наук.-виробн. журнал*. 2012. № 2. С. 113-116.

39. Артем'єва К. С. Економічна ефективність комплексного застосування рідких органо-мінеральних добрив. / К. С. Артем'єва // *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5 (782). С. 73-76.

40. Горщар В. І. Енергетична та економічна оцінка ефективності вирощування ячменю ярого при використанні стимуляторів росту і гербіциду. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 123-127.

41. 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.

42. Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур. – Чабани: Інститут землеробства УААН, 2001. – 22 с

43. 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

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

ДОДАТКИ

ПАРАМЕТРИ ДОСЛІДУ:	
Кількість варіантів:	4
Кількість повторень:	3
Рівень статистичної надійності	0,950

Результати обліку урожаю.

ДАНІ ДОСЛІДУ

ВАРІАНТИ	ПОВТОРЕННЯ			Суми V	Середні
	1	2	3		
1	4,68	4,42	4,73	13,83	4,61
2	5,02	4,65	5,12	14,79	4,93
3	5,41	4,98	5,60	15,99	5,33
4	5,68	5,12	5,85	16,65	5,55
Суми P	20,79	19,17	21,30	61,26	5,11

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ОДНОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ

ДИСПЕРСІЯ	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
ЗАГАЛЬНА	2,24	11	-	-	-
ПОВТОРЕНЬ	0,62	2	-	-	-
ВАРІАНТІВ	1,57	3	0,52	59,19	4,75706266
ЗАЛИШКОВА (ПОХИБКИ)	0,05	6	0,01		

T-коэф.= 2,4469119

НІР = 0,19 для ОЦІНКИ ІСТОТНОСТІ РІЗНИЦІ СЕРЕДНІХ