МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту
«_____» 2025 р.
Гарант освітньої програми,
кандидат с.-г. наук, доцент
_____ Ірина ДІОРДІЄВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ПІД ВПЛИВОМ УДОБРЕННЯ У ТОВ «ТАЛЬНЕ-АГРО» ЗВЕНИГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 24 м-а
спеціальності 201 Агрономія
КУШНІР Антон Олександрович
Керівник: ЧЕРНО Олена

Умань–2025

З М І С Т

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	**ВИМОГИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ДО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ**	5
1.1	*Перспективи вирощування та господарське значення ячменю ярого*	5
1.2	*Вимоги ячменю ярого до умов живлення*	6
1.3	*Реакція ячменю ярого на удобрення*	8
РОЗДІЛ 2	**ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ**	15
2.1	*Біологічна особливості ячменю ярого*	15
2.2	*Характеристика сортуРеванш*	15
РОЗДІЛ 3	**ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**	17
3.1	*Ґрунтові умови*	17
3.2	*Погодні умови*	18
3.3	*Схема досліду*	20
3.4	*Технологія вирощування ячменю ярого*	21
3.5	*Методика проведення досліджень*	21
РОЗДІЛ 4	**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**	23
4.1	*Зміна вмісту мінерального азоту в процесі вегетації ячменю ярого*	23
4.2	*Вплив удобрення на ростові процеси ячменю ярого*	26
4.3	*Вплив мінерального живлення на врожайність ячменю ярого*	29
4.4	*Вплив удобрення на якість зерна ячменю ярого*	31
РОЗДІЛ 5	**ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ**	36
РОЗДІЛ 6	**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ**	39
6.1	Охорона праці та моделювання виробничих небезпек під час внесення мінеральних добрив	39
6.2.	Охорона довкілля за внесення мінеральних добрив	42
	ВИСНОВКИ	46
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
	ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Ячмінь ярий займає важливе місце в зерновому балансі країни завдяки своїм цінним біологічним і господарським властивостям. Він характеризується високим потенціалом урожайності, скоростиглістю, посухостійкістю, а також має високі кормові переваги. Ячмінь є цінною сировиною для пивоварної, круп'яної та кондитерської промисловості. Серед ярих культур першої групи він забезпечує найвищі та найстабільніші врожаї [1].

Для отримання високоякісного врожаю ячменю важливо створити оптимальні умови живлення рослин. Застосування мінеральних добрив може підвищити урожайність на 15–20 ц/га. Основними показниками, за якими оцінюється цінність сортів ярого ячменю, є рівень урожайності та якість зерна [2].

У зв’язку з вищезазначеним, вивчення впливу удобрення на продуктивність пивоварного ячменю, дасть змогу підвищити рівень реалізації генетичного потенціалу культури, а дане питання потребує подальшого вивчення.

Актуальність теми. Як і в попередні роки, основною проблемою вирощування культури залишається низька врожайність та незадовільна якість зерна пивоварного ячменю. Її вирішення полягає у вдосконаленні технологій вирощування цієї культури. Особливу увагу необхідно приділяти вивченню агротехнічних факторів, що впливають на вирощування пивоварного ячменю.

Важливим напрямом є вивчення процесів росту і розвитку рослин, формування їх репродуктивних органів та аналіз взаємозв’язків між цими параметрами. Для умов Правобережного Лісостепу України необхідно розробити та обґрунтувати елементи сортової агротехніки, які забезпечать отримання якісного і екологічно безпечного зерна пивоварного ячменю.

Тому метою наших досліджень було розроблення системи удобрення ячменю ярого та встановлення оптимального рівня мінерального живлення в умовах Правобережного Лісостепу України.

Наукова новизна досліджень полягає у комплексному вивченні впливу різних доз мінеральних добрив на елементи структури врожаю та якісні показники зерна даної культури. Також встановлено кореляційні зв’язки урожайності з показниками якості зерна ячменю ярого.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлено оптимальну дозу мінеральних добрив, яка сприяє одержанню високого і стабільного врожаю з екологічно безпечними показниками.

Апробація результатів. Результати досліджень неодноразово доповідалися на засіданнях наукового гуртка кафедри агрохімії і ґрунтознавства.

РОЗДІЛ 1

ВИМОГИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ДО УМОВ ВИРОЩУВАННЯ
(огляд літератури)

1.1 Перспективи вирощування та господарське значення ячменю ярого

Ячмінь – давня та універсальна зернова культура, важлива для продовольства, корму і технічного використання. Ячмінь є важливою культурою з високим вмістом білка та крохмалю (9–11 % та 82–85 % відповідно). З його зерна виготовляють борошно, крупи (перлову, ячну) та замінники кави. Для хлібопечення ячмінне борошно використовують обмежено, додаючи його до пшеничного або житнього (20–25 %). Водночас зерно є основною сировиною для пивоваріння, особливо цінуються дворядні сорти. Також ячмінь вирощують як страхову культуру для пересівання озимини та використовують у кормовиробництві завдяки високому вмісту поживних речовин [3, 4]. Його вирощують на зелену масу і сіно, а суміш із горохом та іншими високобілковими культурами він може дати врожайність зеленої маси на рівні 25–30 т/га.

Ячмінна солома є поживнішою за житню і пшеничну, її охоче споживають тварини після запарювання. Злак також вирощують для зеленого корму та сіна в сумішах із бобовими (горох, вика тощо).

Зерно ячменю є концентрованим кормом для тварин (в 1 кг міститься 1,27 корм. од. і 100 г перетравного білку), а ячмінна солома по поживності перевершує житню і пшеничну, яку добре поїдають тварини. Ячмінь іноді вирощують на зелений корм і сіно в сумішах з викою, горохом, чиною і іншими бобовими культурами [5].

Ячмінь ярий – скоростигла культура (до 100 днів), яка добре адаптується до різних умов. Рослина чутлива до рівня мінерального живлення, особливо до фосфору на початкових стадіях розвитку, що сприяє формуванню кореневої системи та виповненого зерна. Максимальне поглинання поживних речовин

відбувається до фази наливання зернівки, після чого частина елементів живлення повертається в ґрунт.

Рослина чутлива до кислотності ґрунту (оптимальне pH – 5,6–5,8), найкраще росте на чорноземах і сірих лісових ґрунтах. На кислих ґрунтах розвиток пригнічується, що впливає на врожайність.

Його вирощують на всій території нашої країни, а також північному Кавказі, Латвії та інших країнах [6].

1.2. Вимоги ячменю ярого до умов живлення

Потреба рослин у мінеральних елементах живлення змінюється впродовж онтогенезу, оскільки в їх організмі відбуваються зміни у спрямованості фізіологічних процесів і формуються нові органи, що впливають на загальну потребу в поживних речовинах. Дослідження щодо потреб ярого ячменю в основних елементах мінерального живлення на різних етапах розвитку дають змогу оцінити динаміку цих змін. Отримані дані можуть бути використані для розрахунку оптимальних доз внесення добрив із урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті [7].

Ярий ячмінь є культурою, що вирізняється високою чутливістю до агротехнічного фону. Він ефективно засвоює як прямий, так і залишковий ефект органічних і мінеральних добрив, демонструючи позитивну реакцію на інтенсифікацію вирощування. Висока вибагливість цієї культури до родючості ґрунту пояснюється її коротким вегетаційним періодом (до 100 діб) та швидким засвоєнням поживних речовин. Разом з тим, у ячменю на ранніх стадіях розвитку спостерігається слабко розвинена коренева система, яка має обмежену здатність засвоювати важкодоступні сполуки.

Для забезпечення інтенсивного росту та розвитку рослин важливо створити умови з достатнім рівнем доступних поживних речовин на початкових етапах онтогенезу. Оптимальним періодом для внесення добрив є фаза від проростання насіння до виходу рослин у трубку [8].

На початкових стадіях росту та розвитку ячменю особливу роль відіграє забезпечення рослин фосфором. Цей елемент сприяє розвитку кореневої системи, покращує співвідношення зерна до соломи та забезпечує формування більш виповненого зерна. Починаючи з IV–VI етапів органогенезу, концентрація елементів живлення у рослинах поступово знижується, досягаючи мінімуму в кінці вегетації. Найбільше накопичення поживних речовин відбувається до початку формування та наливу зерна. У завершальні етапи вегетації, з VIII–X етапів органогенезу до повного дозрівання, близько 30 % накопичених поживних речовин втрачається. Це зумовлено відмиранням і опаданням листя, а також відтоком речовин із надземних органів у кореневу систему та ґрунт, особливо за умов добрив під ячмінь ярий [9].

До фази виходу в трубку ячмінь ярий засвоює до 70 % калію, близько 50% фосфору та значну частину азоту, який активно використовується протягом усього вегетаційного періоду. Загалом, до початку цвітіння культура поглинає до 90 % поживних речовин із ґрунту. Висока доступність рухомих форм NPK у ґрунті суттєво підвищує врожайність. Тому забезпечення ячменю необхідними поживними речовинами на ранніх стадіях розвитку є критично важливим, оскільки в подальшому компенсувати їх нестачу буде неможливо [10].

Ячмінь ярий чутливий до реакції грунтового розчину. На початкових етапах росту у молодих рослинах під впливом надлишкової кислотності спостерігається пожовтіння листя, затримується їх ріст і розвиток через порушення процесу утворення хлорофілу. Оптимальна реакція грунтового розчину знаходиться в діапазоні більше pH 5,6–5,8. Тому на кислих грунтах без проведення вапнування ячмінь ярий не повністю реалізує генетичний потенціал урожайності.

Стосовно грунтових умов, то більш придатними для нього чорноземні, темно-сірі і сірі лісові ґрунти [11]. Під час розробки системи удобрення ячменю ярого важливо знати вміст поживних речовин і яку кількість дана культура виносить врожаєм із ґрунту.

За даними Г. М. Господаренка зі співавторами з 1 т зерна та відповідною кількістю соломи ячмінь ярий виносить з ґрунту 19–22 кг азоту, 7,8–9,2 – P2O5 і 14,0–16,8 кг K2O залежно від удобрення [12].

1.3. Реакція ячменю ярого на удобрення

Науково обґрунтоване удобрення є ключовим чинником підвищення врожайності. Ячмінь ярий добре реагує на органічні та мінеральні добрива, особливо при їх диференційованому внесенні залежно від фази розвитку. Тож завдяки удобренню можна одержати до 40–60 % приросту врожаю [13]. Оптимальне дозування добрив базується на врахуванні ґрунтово-кліматичних умов та запланованому напрямку використання культури (пивоварний чи кормовий) [14].

Особливості технології вирощування пивоварного ячменю полягають у виробництві сировини з належними пивоварними якостями, що затверджені ДСТУ. Тобто у зерні ячменю вміст білка не повинен перевищувати 10 %, а екстрактивність повинна бути — високою [15]. Тому для пивоварного ячменю перевагу надають фосфорним і калійним добривам.

В той же час для вирощування фуражного ячменю слід вносити підвищені дози мінеральних добрив, зокрема, азотних. Так за даними вчених, після удобрених попередників, в основне удобрення з осені вносять по $N_{30–40}$ $P_{30–40}K_{30–40}$ у вигляді нітроамофоски. У фазі кущіння в прикореневе підживлення додатково вносять ще по N_{30} кг/га д.р. Якщо попередник був не удобрений, то використовують мінеральні добрива під основний обробіток грунту дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$ у вигляді нітроамофоски, + N_{30} в підживлення. Такі самі дози добрив необхідно вносити на низьких агрофонах. Під час сівби у рядки рекомендують вносити мінеральні добрива дозою $N_{10–20}P_{15–25}K_{10–20}$ слід [16].

Відносно незначний вміст в зерні ячменю фосфору і калію часто призводить до хибних висновків про низьку потребу культури в елементах живлення. Пивоварний ячмінь потребує збалансованого фосфорно-калійного

живлення для зменшення вмісту білка і підвищення якості зерна. Азотні добрива вносять переважно перед сівбою. Для кормового ячменю рекомендовано підвищені дози азоту для збільшення білковості зерна. Тож розроблення системи удобрення під ячмінь ярий слід проводити на основі рослинної діагностики в різні періоди росту й розвитку культури [4, 5, 13].

На чорноземах максимальний приріст урожайності (0,97–1,23 т/га) забезпечує поєднання азотних і фосфорних добрив у дозах N60–90P60–90. Внесення добрив також покращує фотосинтетичний потенціал рослин, сприяє розвитку листового апарату, збільшує кількість продуктивних стебел та масу зерна [12].

Ефективність добрив залежить від агрофону і погодних умов. У посушливих регіонах найкращі результати дає внесення добрив восени, що забезпечує рослину поживними речовинами навесні. Такий підхід до вирощування ячменю дозволяє досягати стабільно високих врожаїв і задовольняти потреби як переробної промисловості, так і тваринництва [17].

Дослідженнями виявлено вплив погодних умов на якість зерна ячменю ярого. Так, за надмірної кількості опадів на дерново-підзолистих грунтах Західного Лісостепу зерно ячменю відповідало пивоварному напряму використання, а за нестачі опадів – фуражному. Отже, погодні умови часто бувають причиною переведення зерна ячменю з пивоварного в кормовий напрям і навпаки [18, 19].

Загальновідомо, що найвищу врожайність даної культури забезпечує внесення повного мінерального добрива, але зі збільшенням вмісту в грунті поживних речовин ефект від удобрення знижується. Так, на звичайному чорноземі застосування добрив дозою $N_{60}P_{60}$ на полях з низьким вмістом фосфору окупність 1 кг добрив приростом врожаю склало 11,8 кг, а на полях, де його вміст був підвищеним – 2,3 кг, а прирости врожайності на цих же ділянках були на рівні 1,42 і 0,27 т/га відповідно [20].

Удобрення позитивно впливає на роботу асиміляційного апарату, збільшенням площі листкової поверхні та подовженням їх асиміляційного

періоду. При цьому підвищується біомаса рослин, кількість продуктивних стебел і врожайність ячменю ярого [21]. Дослідженнями [22], які проводились в Київській області встановлено, що за внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}K_{120}$ величина асиміляційного апарату становила 2,73 млн.м^2 діб/га, в той же час як у контрольному варіанті досліду даний показник був на 0,77 млн.м^2 діб/га менший.

Азотне голодування рослин на ранніх етапах росту спричинює різке відставання їх у рості, послаблює розвиток асимілюючої поверхні та скорочує тривалість життя листків, а також зменшує коефіцієнт засвоєння світлової енергії [23, 24].

Дослідженнями, що проводилися у Хмельницькій області на чорноземах опідзолених було виявлено, що підвищені дози азотних добрив призводили до вилягання посівів через самозатінення та надмірний ріст рослин ячменю ярого [23].

На темно-сірих опідзолених легкосуглинкових грунтах ННЦ “Інституту землеробства НААН” виявлено позитивний вплив удобрення на густоту продуктивного стеблостою. У дослідах спостерігалося підвищення щільності продуктивного стеблостою. Так дози добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечили густоту продуктивного стеблостою на рівні 539–685 шт./м^2, залежно від сорту, а за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ даний показник був найвищим і варіював від 663 шт./м^2 (сорт Вакула) до 817 шт./м^2 (сорт Гетьман) [24].

Іншими дослідженнями було виявлено, що надвисокі дози добрив сприяли зменшенню маси 1000 зерен, їх кількості у колосі та натури. В той же час вміст білка в зерні підвищувався, коли азотне живлення переважало над фосфорним і калійним. За внесення комплексних добрив спостерігалося підвищення як урожайності, так і вмісту білка в зерні [25–27].

Стосовно строків застосування добрив, то фосфорні і калійні добрива краще вносити під основний обробіток ґрунту, азотні – локально під передпосівну культивацію на глибину 10-12 см [28].

На грунтах із середнім вмістом поживних речовин більш ефективною є

доза $(NPK)_{40}$, яка забезпечує приріст зерна на рівні 0,62 т/га. Застосування азотних добрив у передпосівну культивацію дозою 30 кг/га д.р. дає можливість одержати приріст врожайності на рівні 0,40 т/га [29, 30].

Дещо інші результати одержані в умовах півдня України, де приріст врожайності зерна ячменю ярого від внесення азотних добрив дозою 60 кг/га склав 0,88 т/га. В той же час на темно-каштанових ґрунтах застосування фосфорно-калійних добрив цією ж дозою виявилося малоефективним. Максимальний приріст врожайності на рівні 0,97–1,23 т/га було одержано на азотно-фосфорному фоні за дози внесення $N_{60-90}P_{60-90}$. На думку вчених збільшення врожайності відбувалося за рахунок підвищення кількості продуктивних стебел і маси 1000 зерен [31, 32].

У період вегетації ячменю ярого поліпшити умови живлення рослин можна застосувавши підживлення посівів. Оптимальною дозою, яку потрібно вносити у підживлення, є N30–45 кг/га. На ґрунтах з відносно низькою родючістю під ячмінь ярий вносять 60–90 кг/га азотних добрив та $P_{60-90}K_{60-90}$ в основне удобрення [19].

При перенесення строків внесення фосфорних і калійних добрив навесні під передпосівну культивацію приріст врожайності зменшується у 1,5–2,0 рази. Вчені пояснюють це тим, що поживні речовини краще засвоюються за розміщення добрив у більш вологих шарах грунту [22, 23].

У Степовій зоні, навпаки, азотні добрива рекомендують вносити одноразово. Оскільки у посушливі роки підживлення азотними добрива не сприяє підвищенню врожайності ячменю ярого. А азот, який був внесений восени на важких грунтах у даній зоні не вимивається, а ефективно використовується у весняно-літній період вегетації [28, 29].

Ефективність азотних добрив підвищується в міру віддалення поля ячменю ярого в сівозміні від парового попередника [31].

Пивоварний ячмінь взагалі не потребує внесення мінеральних добрив, якщо під попередник вносили органічні. Це пояснюється тим, що під впливом органічної речовини гною підсилюються мікробіологічні процеси в ґрунті,

завдяки чому підвищується доступність для рослин елементів живлення [33].

За результатами досліджень Інституту рослинництва, що проводились на чорноземі типовому потужному середньогумусному, внесення під передпосівну культивацію азотних добрив суттєво впливало на врожайність ячменю ярого. В середньому за роки досліджень за внесення добрив у дозах N_{30} і N_{60} урожайність значною мірою залежала від фону основного удобрення і становила без основного внесення у середньому 4,75 т/га, а на фоні післядії гною – 5,60 т/га. Підвищення врожайності сортів ячменю ярого за застосування азотних добрив на цих фонах удобрення пояснюється значним збільшенням загальної кількості пагонів у фазі кущіння через покращання поживного режиму ґрунту. За внесення у передпосівну культивацію азотних добрив у дозі N_{90} урожайність дещо знижувалася, порівняно з меншими дозами. Суттєві прибавки врожайності зерна було отримано на органо-мінеральному фоні – післядія гною + $N_{30}P_{30}K_{30}$. На інтенсивніших фонах основного удобрення ефективність азотних добрив істотно знижувалася. Внесення азотних добрив під передпосівну культивацію суттєво впливало на показники якості зерна досліджуваних сортів ячменю. У цих дослідженнях зі збільшенням дози від N_0 до N_{90} під передпосівну культивацію вміст білка в зерні підвищувався відповідно від 10,2–11,2 до 11,9–12,4 % [34].

В той же час на дерново-підзолистих ґрунтах західного Лісостепу встановлено, що оптимальною для отримання стабільного врожаю пивоварного ячменю виявилась норма добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д. р./га, яка становила 4,75 т/га, що на 31,6 % (1,14 т/га) більше контрольного варіанту, де добрив не вносили. Норма добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ була недостатньою для створення оптимальних умов живлення ярого ячменю, а $N_{90}P_{90}K_{90}$ – надлишковою [27].

Результатами досліджень, які проводились у Полтавському інституту АПВ ім. М.І. Вавилова на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому встановлено, що найвищий рівень реалізації потенціалу продуктивності ярого ячменю забезпечила технологія, що передбачала

внесення мінеральних добрив у дозі $N_{68}P_{68}K_{45}$. При цьому в середньому за роки досліджень урожайність культури становила 5,27 т/га, що на 2,56 т/га більше, ніж на контролі. Проте варто зазначити, що окупність зерном 1 кг д.р. мінеральних добрив за такої дози була однією з найнижчих [35].

Сорт – є одним з основних засобів виробництва який відіграє важливу роль в одержанні високої та стабільної врожайності. Сучасні сорти ячменю ярого відзначаються високою адаптивною здатністю не лише до екологічних факторів, а й до певних агроприйомів і здатні забезпечувати стабільний рівень високої врожайності при оптимальних економічних витратах [36].

Різні сорти по-різному реагують на удобрення. Так, дослідженнями встановлено, що сорт Геліос навіть у варіантах без добрив формував врожайність на рівні 4,3 т/га, а сорт Командор – 3,7 т/га. Проте за внесення низьких доз добрив врожайність у сорту Геліос перевищила сорт Командор на 0,6 т/га. За внесення середніх та високих доз добрив сорт Геліос краще реагував на удобрення, забезпечивши врожайність на 8,0 і 7,8 т/га, що на 1,4 та 0,3 т/га більше, ніж у сорту Командор [36].

В умовах Північного Степу встановлено, що врожайність сортів ячменю ярого на контрольних ділянках досліду складала 3,62–4,47 т/га, за внесення N30P30K30 – 4,04–5,63 т/га, що 11–28 % перевищувало контрольний варіант досліду), за дози добрив N60P60K60 – 3,95–5,86 т/га. Стосовно врожайності сортів, то на неудобрених фонах вищу врожайність (4,47 т/га) забезпечував сорт Вікінг. За низьких доз добрив (N30P30K30) – сорт Святомихайлівський (5,33 т/га), а середніх (N60P60K60) – сорт Статок – 5,17 т/га [37].

Екстрактивність є важливим показником, який характеризує солодові властивості ячменю. Вважається, що комплексно-цінні солодові властивості є добрими за виходу екстракту понад 78 %. Високі дози азотних добрив можуть зменшувати екстрактивність на 0,32–0,40 %, тоді як фосфорні та калійні добрива підвищують цей показник на 1,7–2,7 % [38].

Аналіз літературних джерел свідчить, що питання технології вирощування ярого ячменю отримало значну увагу в наукових дослідженнях.

Проте залишається недостатньо вивченою реалізація продуктивного потенціалу різних сортів пивоварного напряму в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, які характеризуються специфічними погодними умовами та різними рівнями родючості ґрунтів. Тому метою наших досліджень було вивчення закономірностей формування продуктивності та якості зерна ярого ячменю в умовах Правобережної Лісостепової зони України залежно від рівня удобрення.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Біологічні особливості ячменю ярого

Ячмінь належить до роду Hordeum L. за кількістю розвинених плодоносних колосків на виступі стрижня цей вид поділяють на три види: багаторядний ячмінь, дворядний та проміжний. Види ячменю поділяються на різновидності.

Колос складається з колосового стрижня та колосків. Плід ячменю – плівчаста і гола зернівка. Маса 1000 насінин – 30–50 г.

Ячмінь ярий – невимоглива до тепла рослина. Мінімальна температура проростання насіння 1–2°С, оптимальна – 15–20°С. Сходи витримують заморозки –3–4°С, а іноді й до –6°С.

Ячмінь характеризується стійкістю до високої температури (запалу), й витримує її підвищення до 38–40°С. Це посухостійка культура. В той же час на ранніх етапах росту ячменю через слаборозвинену кореневу систему рослини погано переносять весняні посухи. Тому запізнення зі строками сівби може стати причиною сповільнення розвитку рослин на більш пізніх етапах росту. Транспіраційний коефіцієнт культури складає – 420–460.

Дана культура вимоглива до родючості ґрунту й добре росте і розвивається на ґрунтах, які забезпечені поживними речовинами [39].

2.2 *Характеристика сорту Реванш*

Сорт Реванш внесений в державний реєстр в 2020 році. Країна створення сорту Німеччина. Метод створення – самозапилення. Тривалість періоду вегетації складає 84–90 діб. Висота рослини – 57,2–70,4 см. Вміст білка – 11–12 %. Вирівняність зерна – 90,1–92,6 %.

Стійкість до вилягання 7 балів

- до обсипання 6–9 балів, до посухи 7–9 балів.
- Стійкість проти борошнистої роси 5– 9 балів.
- Стійкість проти бурої іржі 5–9 балів.
- Стійкість до гельмінтоспоріозу 6–8 балів.
- Стійкість проти внутрішньостеблових шкідників –9 балів.

Зона вирощування Лісостеп, Степ, Полісся. Напрям використання – пивоварний. Якість – низькобілковий. Урожайність в зоні Степу – 4,44 т/га, Лісостеп – 5,44, Полісся – 3,78 т/га [40].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтові умови

Дослідження проводили на темно-сірому лісовому важкосуглинковому глеюватому ґрунті на лесовидному суглинку, який формується в умовах поєднання двох процесів ґрунтоутворення: опідзолення («м'яка» форма підзолистого процесу) і дернового з переважанням першого процесу. Ці ґрунти є типовими для території господарства і досить поширеними в районі проведення досліджень.

Фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунту впливають на його поживний режим, біологічну активність, взаємодію добрив з ґрунтом та рослинами і, в результаті, зумовлюють рівень урожайності і якість сільськогосподарської продукції [41].

До закладання досліду ґрунт характеризувався наступними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Агрохімічні показники дослідної ділянки, 2024 р.

Шар ґрунту	Вміст, мг/кг					Гумус, %
	pHсол.	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O	
0–20	5,80	21,0	19,7	92	91	2,84
20–40	5,91	19,1	14,0	96	82	2,27

З таблиці видно, що даний тип грунту характеризується слабокислою реакцію ґрунтового розчину, середнім вмістом гумусу (0–20 см – 2,84 %; 20–40 см – 2,27 %), середнім вмістом мінерального азоту, середнім вмістом рухомих форм фосфору та підвищеним калію.

В цілому можна зробити висновок, що агрохімічні показники грунту є близькими до оптимальних і сприятливі для вирощування ячменю ярого.

3.2. Погодні умови

Клімат Тальнівського раойну помірно-континентальний і характеризується нестійким зволоженням. За даними метеостанції Тальне, середньобагаторічна температура повітря становить близько 7,1°С, кількість опадів – 602 мм зі значними відхиленнями в окремі роки.

За період вегетації сільськогосподарських культур випадає в середньому 342 мм опадів, але їх розподіл нерівномірний. Погодні умови у 2025 році досліджень в окремі періоди досить різнилися, що дозволило встановити їх вплив на продуктивність ячменю ярого. Погодні умови в рік проведення досліджень характеризувалися підвищеними температурами повітря та в окремі періоди тривалою відсутністю опадів і значною мірою відрізнялись від середньобагаторічних значень. Розподіл опадів та середня температура повітря за період проведення досліджень наведено на рис.1.

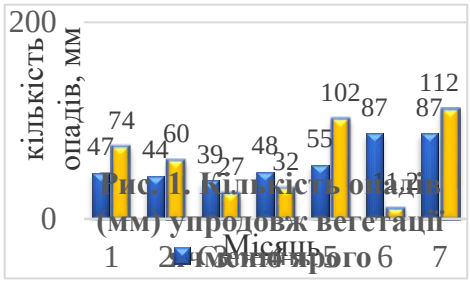
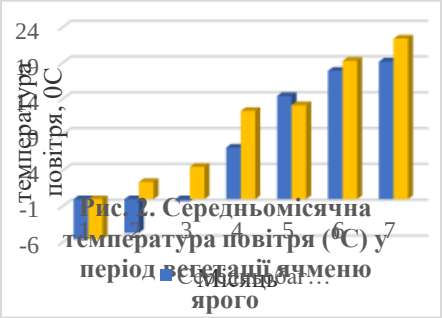


Рис. 1. Кількість опадів (мм) упродовж вегетації ячменю ярого



За квітень-травень 2025 року випало 135 мм опадів, що було дещо вище кліматичної норми. Починаючи з II декади травня спостерігалися сильні й тривалі дощі. Їх негативний вплив спостерігався до червня місяця, що негативно вплинуло на формування зерна через розвиток хвороб. В той же час чергування жарких періодів з прохолодними дефіцит опадів у червні (коли випало лише 11,2 мм опадів).

Липень був дуже дощовим, проте врожай встигли зібрати до дощів, тому втрат при збиранні не спостерігалось.

Отже, погодні умови 2025 року сильно різнилися від багаторічних значень і в окремі періоди мали неоднозначний вплив на ріст і розвиток ячменю ярого та продуктивність культури.

3.3 Схема досліду

Дослідження з вивчення питання продуктивності ячменю ярого за різних доз мінеральних добрив проводилися в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу у ТОВ «Тальне-Агро». Фосфорні та калійні добрива вносили вручну, азотні – в підживлення напровесні згідно схеми досліду (табл. 2).

Таблиця 2

Удобрення пшениці озимої в досліді

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни)	Основне удобрення	Доза внесення азоту напровесні
Без добрив (контроль)	–	–
$P_{40}K_{30}$ – фон	$P_{40}K_{30}$	–
Фон + N_{40}	$P_{40}K_{30}$	40
Фон + N_{60}	$P_{40}K_{30}$	60
Фон + N_{80}	$P_{40}K_{30}$	80
Фон + N_{100}	$P_{40}K_{30}$	100

Розмір облікової ділянки становив 50 м^2, повторність – трикратна. Схема розміщення варіантів у досліді та розміри ділянок наведені нижче на рис. 3.

Перша повторність						Друга повторність						Третя повторність					
1	3	5	2	6	4	3	2	1	6	4	5	2	4	6	3	1	5

Рис. 3. Розміщення варіантів у досліді

3.4 Технологія вирощування ячменю ярого

Попередником ячменю ярого була соя. Після її збирання проводили дискування та зяблеву оранку на глибину 22–25 см плугом ПЛН – 5–35.

При настанні фізичної стиглості ґрунту проводили ранньовесняну культивацію на глибину 6−8 см. Сіяли ячмінь сівалкою John Deere 1590, глибина загортання насіння 2−4 см, норма висіву 200 кг/га. Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток грунту, а азотні – у передпосівну культивацію. В досліді використовували 34,5 % аміачну селітру, 19,5 % суперфосфат гранульований та 40 % калійну сіль.

У фазу кущіння для боротьби з бур'янами вносили гербіцид Лонтрел 300, в. р. (0,4 л/га); проти комплексу хвороб – Імпакт 25 SC (0,5 л/га); проти хлібної блішки, стеблових блішок і шведських мух, гесенської мухи, імаго клопа шкідливої черепашки, злакової попелиці застосовували інсектицид Коннект 11,25%, к.с. (0,4-0,5 л/га). У фазу повної стиглості зерна збирання врожаю проводили комбайном John Deere S670i.

3.5. Методика проведення досліджень

Вміст мінерального азоту, рухомих сполук фосфору та калію визначали відповідно за ДСТУ 4729:2007 та ДСТУ 4115-2002.

Фенологічні спостереження проводили – за методикою Держсорто-випробування [42];

- структуру врожайності визначали методом пробного снопа;

- облік урожайності проводили поділянково методом суцільного обмолоту;

- масу 1000 зерен визначали шляхом зважування 500 насінин в двократній повторності;

- вміст білка в зерні ячменю ярого – на ІЧ-аналізаторі DA 7250.

Облік урожайності проводили поділянково комбайном John Deere S670i.

Розрахунки економічної ефективності здійснювали згідно технологічної карти за цінами, які склалися на 1.08. 2025 р.

Для перевірки достовірності дослідження та виявлення залежностей між вивченими показниками, отримані результати були проаналізовані за допомогою дисперсійного методу статистичної обробки.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Зміна вмісту мінерального азоту в процесі вегетації ячменю ярого

Зниження продуктивності ячменю ячменю ярого дуже часто спричинене дефіцитом основних елементів мінерального живлення – азоту, фосфору та калію. Адже врожайність є результатом комплексного впливу навколишнього середовища, технологічних чинників, серед яких ключову роль відіграють добрива. Вони впливають на агрохімічні, фізико-хімічні та фізичні властивості грунту, а також на продуктивність сільськогосподарських культур. Визначення оптимальних норм добрив є головним завданням, оскільки його вирішення забезпечить одержання високоякісного зерна та створить умови для підвищення родючості грунту [43].

Отже, для досягнення високих і стабільних врожаїв ячменю ярого необхідно створити оптимальні умови для росту і розвитку рослин, зокрема забезпечити оптимальним азотним живлення протягом вегетаційного періоду,

При вирощуванні даної культури надзвичайно важливо створити оптимальні умови живлення у верхньому шарі ґрунту. Це пов’язано з особливістю культури: її слаборозвинена коренева система має низьку здатність до засвоєння поживних речовин, особливо в початкові фази росту. Найбільший вплив на розвиток ячменю ярого має вміст мінерального азоту в ґрунті на початку вегетації [44].

У проведених дослідженнях було вивчено динаміку вмісту мінеральних форм азоту – нітратного та амонійного – у ґрунті під ячменем ярим. Аналіз показав, що утворення та накопичення цих форм азоту в темно-сірому лісовому ґрунті залежать від різноманітних умов, зокрема від інтенсивності мінералізації органічної речовини. Значний вплив на динаміку азоту мали погодні умови, зокрема вологість і температура, а також дози внесених добрив.

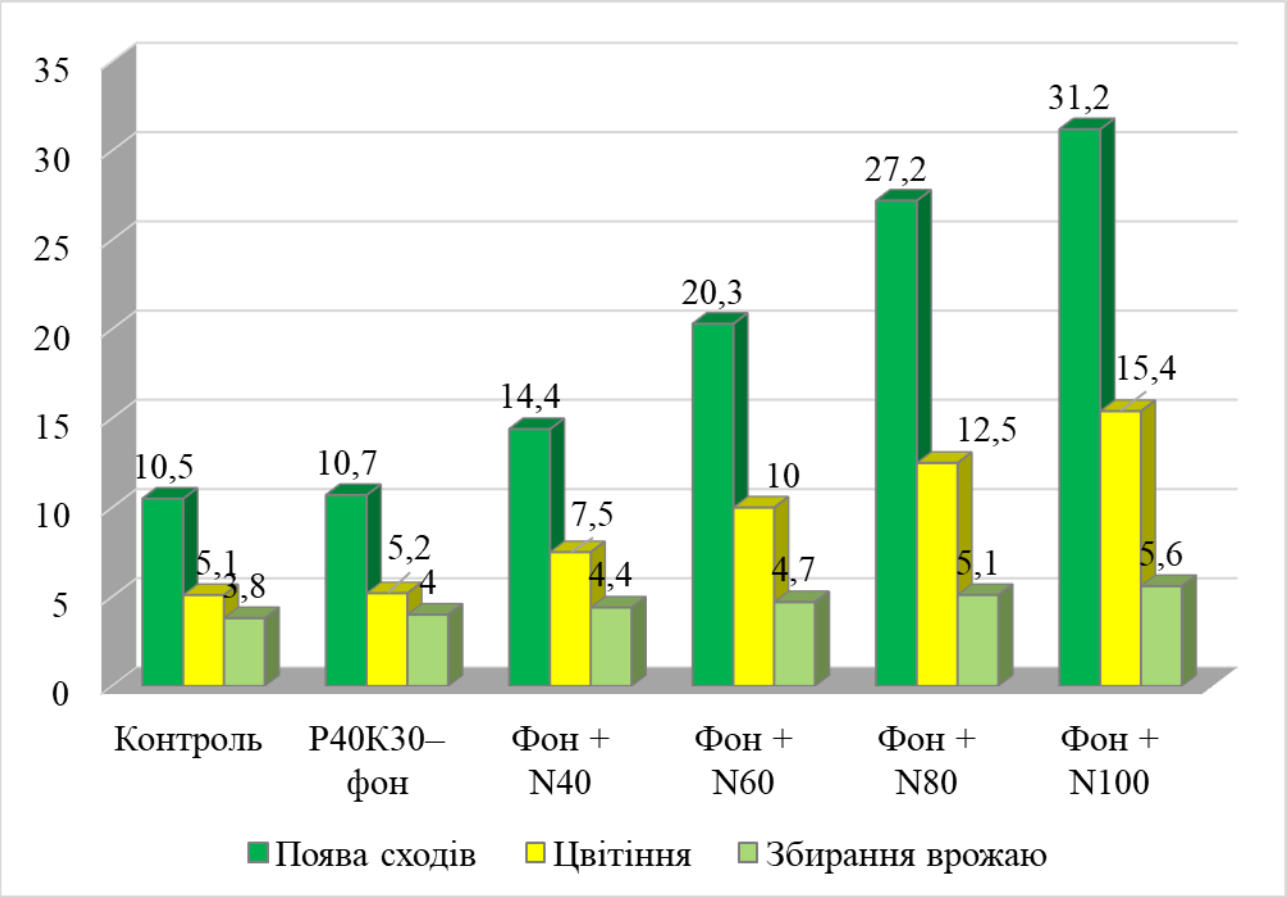


Рис. 4. Зміна вмісту мінерального азоту в грунті під ячменем ярий в процесі вегетації, мг/кг грунту

Застосування азотних добрив сприяло нагромадженню мінерального азоту в ґрунті. Найнижчим вміст даної форми азоту (на час появи сходів) був на ділянці, де добрив не вносили та у варіанті $Р_{40}К_{30,}$ а найвищим – за внесення Фон + N_{100} і становив 31,2 мг/кг ґрунту. В цілому застосування азотних добрив збільшувало вміст мінеральних сполук азоту на 37– 97 %.

Отже, вміст мінерального азоту в ґрунті залежав від доз добрив, фази розвитку культури. Найбільше рослини ячменю ярого його використовували у період від появи сходів до цвітіння.

Діагностика живлення рослин і визначення рівня забезпечення їх поживними речовинами в період вегетації є інструментом для раціонального використання добрив. Вона надає інформацію про стан забезпечення посівів основними елементами живленням, що є досить важливим при вирощуванні

сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями. Оскільки такі технології передбачають значно вищі дози добрив, порівняно з традиційними і вимагають контролю за живленням рослин упродовж усього вегетаційного періоду, а також аналізу впливу на доступність поживних речовин [29, 43].

Комплексна діагностика рослин включає рослинну та грунтову діагностику і дозволяє більш точно встановити потребу в елементах живлення на різних етапах росту рослин та вчасно скоригувати дозу добрив.

За допомогою польової лабораторії ОП-2 ми становили ступінь забезпеченості рослин ячменю ярого азотом на період виходу в трубку (рис. 5).

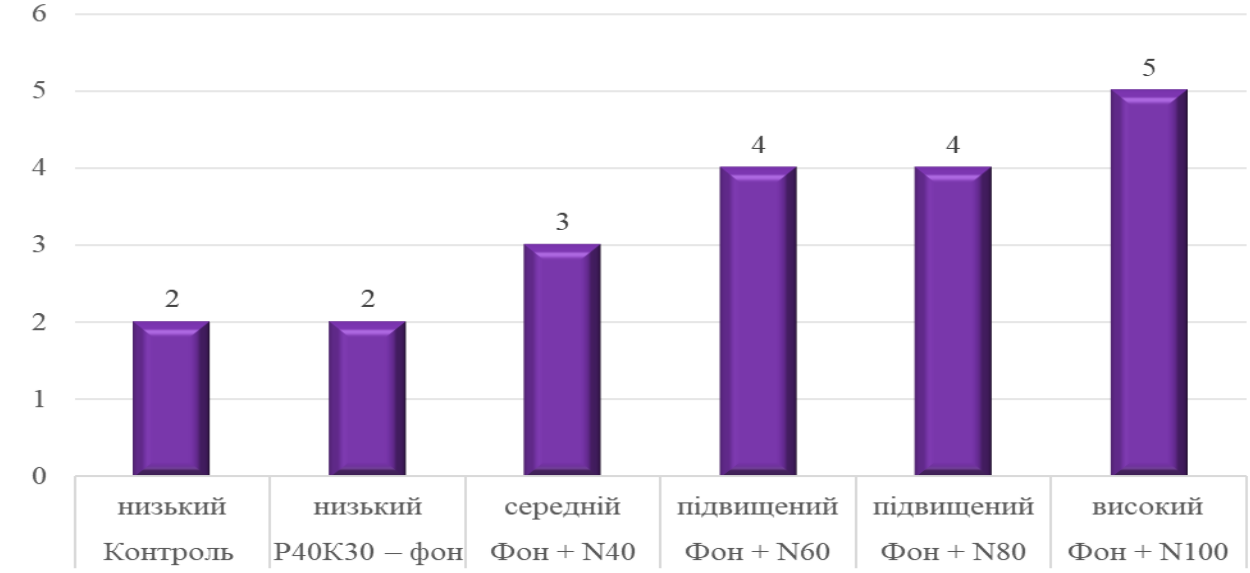


Рис. 5. Ступінь забезпеченості рослин азотом у період виходу в трубку під впливом удобрення

Встановлено, азотні добрива, що вносилися у передпосівну культивацію в сприяли поліпшенню забезпеченості рослин азотом. Так, на фосфорно-калійному фоні вона була низькою. За внесення азотних добрив дозою 40 кг/га д.р. – середньою, N 60 і N 90 кг/га д.р. – підвищеною, а за внесення N_{100} – високою.

Поліпшення азотного живлення позитивно вплинуло на продуктивність ячменю ярого.

4.2. Вплив удобрення на ростові процеси ячменю ярого

Ячмінь ярий є досить рентабельною культурою, що обумовлено незначними затратами на його вирощування, високою реакцією рослин на удобрення, що дає можливість одержувати високу врожайність, завдяки покращенню умов для формування продуктивного стеблостою, кількісних і якісних показників, що характеризують продуктивність колосу [1, 4].

Тому одним із завдань наших досліджень було вивчити вплив досліджуваних чинників на формування зазначених показників для сорту ячменю ярого Реванш. Як відомо, ячмінь ярий здатний інтенсивно кущитись, чим вигідно відрізняється від інших ярих зернових. З усіх елементів мінерального живлення найкраще сприяють процесу кущіння внесені разом азот і фосфор. Значна частина дослідників вважає, що в технологіях вирощування можливість досягнення рівнозначної продуктивності у рослин пагонів кущіння та головного колосу є цілком реальною. Перші три бокові пагони можуть забезпечити не тільки найбільшу продуктивність, а й порівняно з головним, однакові строки цвітіння, колосіння, кількість зерен та масу зернівки [20, 21, 23, 24, 45].

Більшість дослідників пов’язує вирішення проблеми формування високопродуктивних посівів в першу чергу із завданням утворення оптимальної густоти продуктивного стеблостою. Оптимальне число продуктивних пагонів на одиниці площі посіву повинно бути досягнуто мінімальним числом рослин, тобто завдяки порівняно високому коефіцієнту кущіння. Відповідно кущіння в технології вирощування ячменю слід розглядати як важливу біологічну властивість регуляції густоти посівів, що сприяє покращенню ценотичних умов реалізації потенціалу продуктивності рослин [46].

Дослідженнями було встановлено, що густота продуктивного стеблостою залежить від рівня мінерального живлення (табл. 3).

Таблиця 3

Густота продуктивного стеблостою залежно від норм мінеральних добрив, шт./м^2

Варіант удобрення	2025 р.	до контролю	
		±	%
Без добрив	399	–	–
$P_{40}K_{30}$ – фон	426	27	7
Фон + N_{40}	468	69	17
Фон + N_{60}	481	82	21
Фон + N_{80}	492	93	23
Фон + N_{100}	501	102	26
$НІР_{05}$	23,1	–	–

Встановлено, що на ділянках без добрив кількість продуктивних стебел була на рівні 399 шт/м^2, на фосфорно-калійному фоні – 426, що на 7 % вище контрольного варіанту досліду. За внесення N_{40} даний показник збільшився на 17 шт/м^2, N_{60} – 82, N_{80} – 93 і за внесення N_{100} – на 102 шт/м^2 або на 17–26 %.

Результати досліджень свідчать, що продуктивність агрофітоценозу ячменю ярого зумовлюється біологічними особливостями сорту та нормою мінеральних добрив (табл. 4).

Кількість зернівок у колосі є важливою ознакою, що характеризує продуктивність колоса. Як свідчать результати досліджень, за внесення лише фосфорних і калійних добрив спостерігалось незначне підвищення кількості зерен. Це можна пояснити тим, що густота продуктивного стеблостою у цих варіантах була вищою, а оскільки азотні добрива не вносились, або застосовувались в малих дозах, то все це сприяло незначній озерненості колоса [47].

Таблиця 4

Вплив мінеральних добрив на елементи продуктивності ячменю звичайного ярого, 2025 р.

Варіант удобрення	Кількість зерен, шт	до контролю		Продуктивність колоса, г	± до контролю
		⊣	%		
Без добрив	17,8	–	–	0,80	–
$P_{40}K_{30}$ – фон	18,1	0,3	2	0,83	0,03
Фон + N_{40}	18,5	0,7	4	0,88	0,08
Фон + N_{60}	19,6	1,8	10	0,95	0,15
Фон + N_{80}	19,7	1,9	11	0,99	0,19
Фон + N_{100}	20,0	2,2	12	1,00	0,20

Найвищою кількість зерен була у варіантах з внесенням Фон + N_{80} (19,7 шт), що на 1,9 шт. перевищувало контрольний варіант досліду.

Продуктивність колоса ячменю ярого залежала від кількості продуктивних стебел, кількості зерен у колосі й біологічних особливостей сорту. У контрольному варіанті маса 1 колоса становила 0,80 г. За внесення фосфорно-калійних добрив та у варіанті з внесенням N_{40} його маса збільшувалась незначною мірою. За внесення азотних добрив у передпосівну культивацію дозою 60 кг/га д.р. вона збільшилась на 0,15 г. А найвищою маса колоса була у варіанті Фон + N_{100} і становила 1,0 г, що на 0,2 г перевищувало контрольний варіант.

Отже, добрива, що застосовувались у досліді позитивно впливали на густоту продуктивного стеблостою, кількість зерен в колосі і мало впливали на масу колосу.

4.3. Вплив мінерального живлення на врожайність ячменю ярого

Вирощування ячменю з високими якісними показниками потребує створення оптимальних умов живлення. Оскільки ця культура має підвищені вимоги до вмісту поживних речовин, короткий період накопичення живильних речовин і слаборозвинену кореневу систему, яка не здатна засвоювати важкодоступні елементи живлення. Тому раціональне застосування добрив дозволяє суттєво підвищити врожайність ячменю ярого [48, 49].

Ми досліджували вплив мінерального живлення на врожайність ячменю ярого (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив мінерального живлення на врожайність ячменю ярого, т/га

Варіант удобрення	2025 р.	± до контролю	%
Без добрив	3,21	–	–
$P_{40}K_{30}$ – фон	3,54	0,33	10
Фон + N_{40}	4,11	0,90	28
Фон + N_{60}	4,58	1,37	43
Фон + N_{80}	4,87	1,66	52
Фон + N_{100}	5,01	1,80	56
НІР 05	0,30	–	–

Як показали результати досліджень на рівень врожайності мало суттєвий вплив удобрення. Внесення фосфорних і калійних добрив мало впливало на врожайність ячменю ярого і даний показник збільшувався на 0,33 т/га. Внесення азотних добрив у передпосівну культивацію дозою N_{40} сприяв збільшенню врожайності на 0,90 т/га, а збільшена удвічі доза азотних добрив забезпечила приріст врожайності на рівні 1,66 т/га, що перевищувало контрольний варіант досліду на 52 %. Максимальна доза азотних добрив (Фон

+ N_{100}) забезпечила приріст врожайності на рівні 1,80 т/га. За найвищої норми добрив врожайність збільшилась на 72 %.

Дані дисперсійного аналізу свідчать про те, що в рік досліджень були одержані істотні прирости врожаю як по відношенню до контрольного варіанту досліду, так і між собою, окрім варіантів з внесенням Фон + N_{80} та Фон + N_{100}, у якому він був несуттєвим, порівняно відповідно до варіантів Фон + N_{60} та Фон + N80.

Агрономічну ефективність застосування добрив характеризує такий показник як окупність 1 кг добрив приростом врожаю (рис. 6).

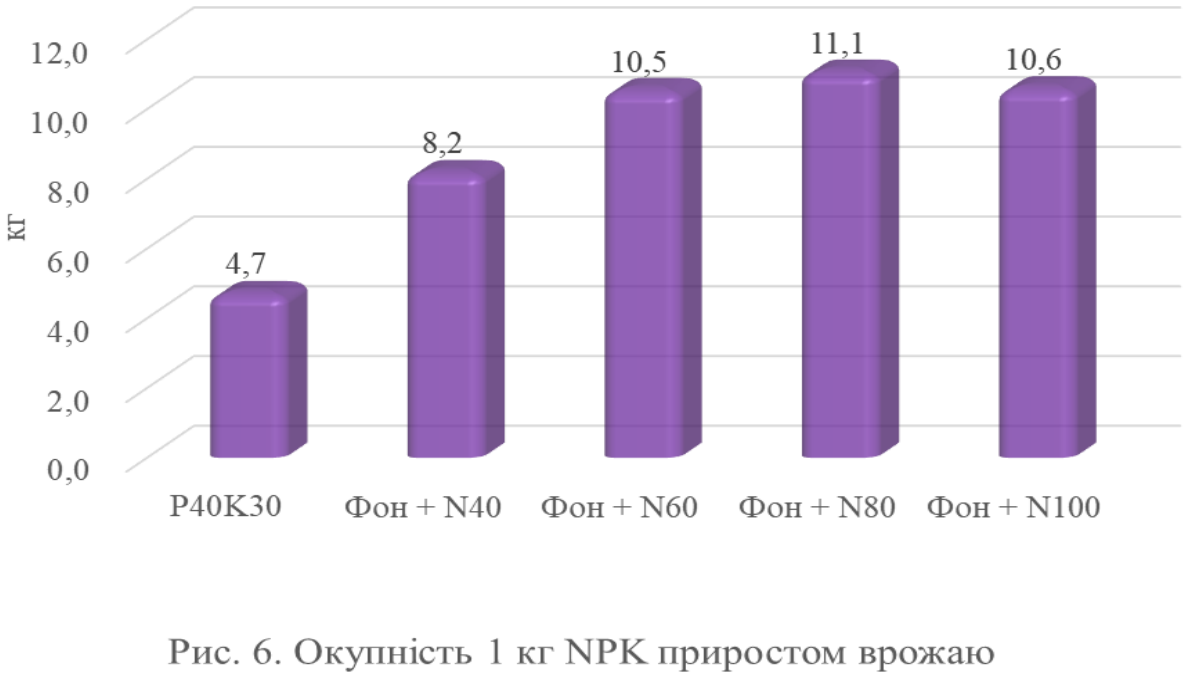


Рис. 6. Окупність 1 кг NPK приростом врожаю

Встановлено, що найменша окупність добрив (4,7 кг) приростом зерна була у варіанті з внесенням фосфорно-калійних добрив. Під впливом азотних добрив вона підвищувалася і найвищою (11,1 кг) була у варіанті Фон + N_{80}. Збільшення дози азотних добрив до 100 кг/га д.р. призвело до її зменшення, що свідчить про недоцільність подальшого підвищення доз азотних добрив.

Отже, за врожайністю кращим був варіант Фон + N60, а за окупністю – Фон + N_{80}.

4.4. Вплив удобрення на якість зерна ячменю ярого

Ячмінь – універсальна культура з широким спектром використання. З його зерна виробляють різноманітні крупи, солодові екстракти та інші продукти. Крім того, ячмінь є сировиною для пивоварної промисловості. Пивоварні властивості зерна залежать від сортових характеристик, ґрунтово-кліматичних умов і технології вирощування [50].

З розвитком потужних промислових підприємств для виробництва пива попит на пивоварне зерно в Україні постійно зростає. Це спонукає впроваджувати технології вирощування ячменю, які б задовольняли вимоги пивоварних компаній щодо якості сировини для виробництва пива як на внутрішньому, так і на світовому ринках. Проте дослідження щодо впливу удобрення на пивоварні властивості ячменю дають неоднозначні результати [49].

Одним із важливих фізичних показників якості зерна є маса 1000 зерен. Встановлено, що під впливом удобрення даний показник підвищувався (рис. 7).

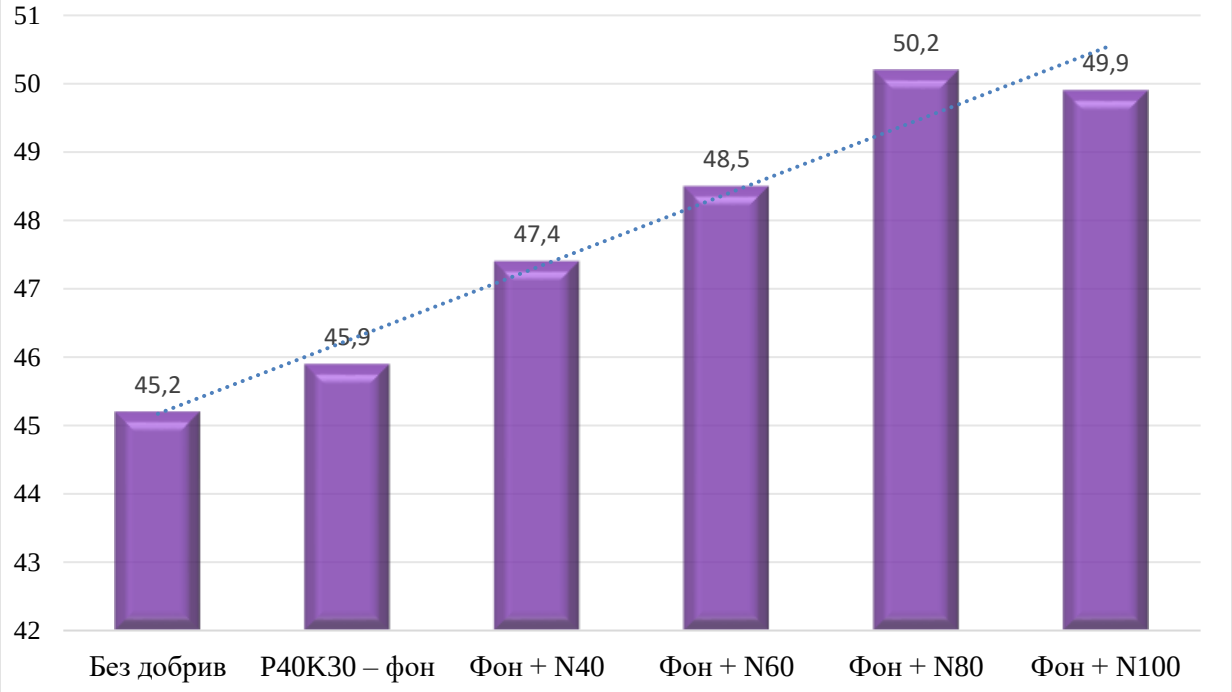


Рис. 7. Вплив удобрення на масу 1000 зерен (г)

Досліджено, що маса 1000 зерен підвищувалася залежно від доз азотних добрив та погодних умов. Посушливі погодні умови та високі температури повітря під час наливу зерна не сприяли формуванню високої маси 1000 зерен. Фосфорно-калійні добрива підвищували даний показник на 0,7 г. За внесення азотних добрив у передпосівну культивацію даний показник збільшувався на 2,2–5,0 г, а найвищим – (50,2 г) він був у варіанті Фон + N_{80}. Подальше підвищення дози добрив спричиняло зниження маси 1000 зерен на 0,3 г, порівняно до попереднього варіанту досліду. В рік проведення досліджень маса 1000 зерен була високою і згідно стандарту для пивоварного ячменю в усіх варіантах досліду відповідала І класу якості. Для використання зерна на продовольчі цілі даний показник не регламентується.

Важливим показником якості зерна ячменю є його натурна маса. Згідно ДСТУ [51] зерно, що вирощується на харчові цілі повинно мати натуру не нижче 600 г/л, а для пивоваріння цей показник не регламентується.

В процесі досліджень виявлено, що удобрення впливало на натуру зерна (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив мінерального живлення на натуру (г/л) зерна та склоподібність (%) ячменю ярого

Варіант удобрення	**Натура зерна**	**± до контролю**	**Склоподібність**	**± до контролю**
Без добрив	621	–	23	–
$P_{30}K_{40}$ – фон	631	10	25	3
Фон + N_{40}	636	15	28	5
Фон + N_{60}	639	18	31	8
Фон + N_{80}	637	16	36	13
Фон + N_{100}	630	9	35	12

У варіанті де добрива не застосовувалися, натурна маса зерна була найменшою – 621 г/л. Застосування фосфорно-калійних добрив сприяло її підвищенню на 10 г/л, а у варіанті Фон + N_{40} – на 15. Найвищим даний показник був за внесення Фон + N_{60} і становив 639 г/л. Подальше збільшення доз азотних добрив не справляло позитивного впливу на даний показник. Це пояснюється тим, що у варіантах, де вносилися підвищені дози добрив, густота стеблостою та кількість зерен в колосі були вищими, тому зерно було менш ваговитим. Але не зважаючи на цей згідно ДСТУ 3769 – 98 за натурною масою зерно відповідало І класу якості і його можна використовувати на харчові цілі.

Склоподібність характеризує консистенцію зернівки. Під впливом удобрення (табл. 6) вона підвищувалася на 3–13 абс. %, що є небажаним явищем, оскільки для використання ячменю на пивоварні цілі консистенція зернівки повинна бути борошнистою.

Білок ячмінного зерна за вмістом незамінних амінокислот перевершує білок пшениці. Він містить більше лізину та треоніну, Клейковина ячмінного зерна має сірий колір, коротку розривність і низьку гідратаційну здатність. Ячмінне борошно можна використовувати у хлібопечінні [3–8].

Нині особлива увага приділяється не лише врожайності, а й поліпшенню якісних показників зерна ячменю, зокрема вмісту білка, адже для продовольчих і фуражних потреб високобілкове зерно є затребуваною статтею експорту. Проте для пивоваріння вміст білка у ньому не повинен перевищувати 11 %. Загальновідомо, що високі дози азотних добрив негативно впливають на якість зерна пивоварного ячменю, підвищуючи вміст білка [3, 5, 35].

Вважається, що вагомий вплив на врожайність і якість зерна ячменю також мають погодні умови в період вегетації рослин. У роки з достатнім зволоженням азотні добрива більше сприяють підвищенню врожайності ячменю, ніж підвищенню його білковості. А в посушливі під час дозрівання зерна, навпаки, підвищується вміст білка у ньому [38, 39].

Нами встановлено значний вплив удобрення на якісні показники зерна ячменю ярого (табл. 7).

Таблиця 7

Вплив удобрення на вміст білка (%) та його умовний збір з 1 га (кг), 2025 р.

Варіант удобрення	2025 р.	± до контролю	Збір білка	до контролю	
				±	%
Без добрив	8,5	–	235	–	–
$P_{30}K_{40}$ – фон	8,8	0,3	268	33	14
Фон + N_{40}	9,4	0,9	332	97	41
Фон + N_{60}	9,6	1,1	378	143	61
Фон + N_{80}	10,0	1,5	419	184	78
Фон + N_{100}	10,2	1,7	439	204	87
НІР05	0,47	–	–	–	–

Як зазначалося у р. 2, сорт Реванш характеризується низьким вмістом білка. Тож навіть в умовах сприятливих для його нагромадження вміст білка був невисоким. В той же час, азотні добрива, які вносилися у передпосівну культивацію, впливали додатковому його накопиченню на 0,3–1,7 абс. %. Найвищим (10,2 %) даний показник був у варіанті Фон + N_{100}.

За достатніх вологозапасів грунту, незважаючи на посушливі умови червня 2025 року, вміст білка в зерні ячменю ярого не перевищував 11 %, що згідно Держастандарту відповідало І класу якості.

Нами встановлено пряму кореляційну залежність між врожайністю і вмістом білка в зерні ячменю ярого (рис. 8). Між даними показниками існує тісний кореляційний зв'язок (r=0.98).

На основі даних врожайності, вмісту білка в зерні ячменю ярого ми розрахували умовний збір білка з 1 га. Було встановлено, що збір білка з 1 га суттєво залежав як від доз добрив, так і вмісту білка у ньому. Виявлено, що за внесення фосфорно-калійних добрив збір білка підвищувався лише на 14 %, порівняно з контрольними ділянками досліду. За внесення азотних добрив

дозою 40 кг/га д.р., це збільшення було більш суттєвим і складало 41 %. Зі збільшенням доз добрив від 60 кг/га д.р. до 100 кг/га даний показник підвищився на 61–87 %. Отже, за внесення азотних добрив дозою 100 кг/га д.р. умовний вихід білка був найвищий і складав 439 кг/га.

Було встановлено також пряму кореляційну залежність між врожайністю і умовним збором білка з 1 га (рис. 9). Між даними показниками виявлено також тісний кореляційний зв'язок (r=0.98).

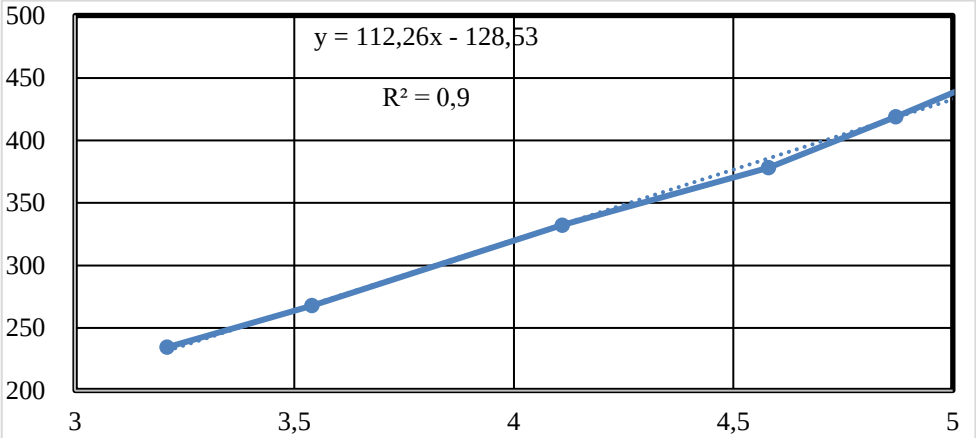


Рис. 9. Кореляційна залежність між врожайністю (т/га) і умовним збором білка (кг/га)

Отже, удобрення впливало на ростові процеси ячменю ярого, урожайність та якість зерна культури.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

Інтенсифікація рослинництва є переважною потребою для всіх країн світу, адже чисельність населення постійно зростає, а можливості розширення орних земель різко зменшилися, до того ж родючість грунту постійно знижується. Важливим чинником, що сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур є застосування добрив, адже за даними численних досліджень вони забезпечують до 30–50 % приросту врожайності.

Питання ефективного використання мінеральних добрив залишається актуальним і нині, адже в умовах змін у земельних відносинах і цінової нестабільності його значимість зростає. Особливо це стосується України, де різке підвищення вартості матеріально-грошових витрат у т. ч. й добрив створює проблему їх раціонального використання і робить цю проблему ще гострішою, а її вирішення вимагає постійної і посиленої уваги.

Для забезпечення ефективного управління агроресурсами необхідно обґрунтувати оптимальні підходи до використання мінеральних добрив. Такий підхід дозволить прийняти зважені й обгрунтовані рішення та сприяти підвищенню економічної ефективності їх зстосуванню [53].

Економічну доцільність удобрення ми встановлювали шляхом порівняння результатів одержаних за різних доз застосування добрив. При цьому враховували наступні показники: вартість валової продукції (у цінах 2025 р.), матеріально-грошові витрати, собівартість 1 т зерна, чистий прибуток та рівень рентабельності виробництва (табл. 8).

Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив збільшували врожайність ячменю ярого на 0,33 т/га. Внесення азотних добрив у передпосівну культивацію збільшували приріст врожайності на 0,90–1,80 т/га. Ціна реалізації продукції була однаковою, поскільки у всіх варіантах досліду

зерно відповідало І класу якості. Вартість валової продукції на удобрених ділянках досліду зростала на 2310–12600 грн/га.

Таблиця 8

Економічна ефективність вирощування ячменю ярого на різних фонах мінерального живлення (у цінах 2025 року)

Показник	Контроль	$P_{40}K_{30}$ – фон	Фон + N_{40}	Фон + N_{60}	Фон + N_{80}	Фон + N_{100}
Врожайність, т/га	3,21	3,54	4,11	4,58	4,87	5,01
- в т.ч. приріст до контролю	–	0,33	0,9	1,37	1,66	1,80
Ціна реалізації, грн/т	7000	7000	7000	7000	7000	7000
Вартість валової продукції, грн/га	22470	24780	28770	32060	34090	35070
- в т.ч. додаткова	–	2310	6300	9590	11620	12600
Матеріально-грошові витрати, грн./га	8310	11609	13585	14573	15561	19848
- в т.ч. додаткові	–	3299	5275	6263	7251	8239
Собівартість 1 т зерна, грн.	2588,8	3279,4	3305,4	3181,9	3195,3	3961,7
Умовно-чистий доход, грн/га	14160	13171	15185	17487	18529	15222
- т.ч. додатковий	–	-989	1025	3327	4369	4361
Рівень рентабельності, %	170	113	112	120	119	77

Під впливом удобрення собівартість 1 т зерна зростала, а найвищою вона була у варіантах з внесенням фосфорно-калійних добрив та Фон + N_{100}.

Велику частку у матеріально-грошових витратах припадає на придбання та внесення добрив. І найвищими вони були у варіанті Фон + N_{100} і становили, що перевищувало контрольний варіант досліду на 8239 грн/га.

Розрахунки показують, що чистий прибуток був найвищим у варіанті Фон + N_{80} і перевищував контрольний варіант досліду на 4369 грн/га. Збільшення дози азотних добрив до 100 кг/га д.р. призвело до зменшення прибутку від даного агрозаходу.

Слід зазначити, що у варіанті, де вносилися лише фосфорні і калійні добрива умовно-чистий прибуток був меншим, ніж у контрольному варіанті досліду. Ми це пов’язуємо невисоким приростом врожайності на цих ділянках.

Високі ціни на добрива, паливно-мастильні матеріали та низька ціна реалізації стали тими чинниками, що сприяли зниженню рівня рентабельності виробництва в удобрених варіантах досліду, порівняно з контрольним, де добрив не вносили. Тож даний показник був на 50–93 % нижчим, ніж на ділянках без добрив.

Отже, з економічної точки зору під ячмінь ярий сорту Реванш доцільною виявилась доза добрив Фон + N_{80}, яка забезпечила одержання чистого прибутку на рівні 15222 грн/га.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

6.1. Охорона праці та моделювання виробничих небезпек під час внесення мінеральних добрив

Мінеральні добрива, регулятори росту рослин, пестициди та інші хімічні речовини широко увійшли в практику рослинництва. Вони забезпечують отримання та збереження високих врожаїв. Проте всі ці речовини в тій чи іншій мірі небезпечні для людини і навколишнього середовища. Неправильне застосування або неграмотне поводження з ними завдає величезної, часто непоправної шкоди працівникам, які не тільки працюють з ними, але й іншим людям, тваринному і рослинному світу, грунті, атмосфері [54].

Основні шляхи профілактики отруєнь пестицидами і мінеральними добривами: дотримання норм, правил та інструкцій з охорони праці при роботі з ними; застосування засобів колективного та індивідуального захисту працюючих; суворе дотримання агротехніки, кратності обробок посівів і норм витрати хімічних препаратів; проведення хімічних обробок на достатній відстані видаленні від населених пунктів, ферм водойм, при дозволених швидкостях вітру; витримування термінів останньої обробки рослин до збору врожаю; застосування тільки вивчених, дозволених препаратів. Хороші результати щодо поліпшення умов праці дає застосування пестицидів (навіть високотоксичних) у формі гранул [54].

Роботодавець повинен забезпечити безпечні і нешкідливі умови праці відповідно до Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників.

♦Роботодавець зобов’язаний створити службу охорони праці відповідно до Типового положення про службу охорони праці.

♦Роботодавець зобов’язаний за власні кошти організувати проведення медичних оглядів працівників під час прийняття на роботу (попередній

медичний огляд) та протягом трудової діяльності (періодичні медичні огляди) відповідно до вимог Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій.

♦Працівники повинні проходити навчання і перевірку знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

♦Не допускається залучення жінок до робіт, визначених у Переліку важких робіт та робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок.

Підіймання та переміщення важких речей жінками необхідно здійснювати з дотриманням вимог Граничних норм підіймання і переміщення важких речей жінками.

♦Забороняється залучення неповнолітніх до робіт, визначених у Переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх.

Підіймання та переміщення важких речей неповнолітніми необхідно здійснювати з дотриманням вимог Граничних норм підіймання і переміщення важких речей неповнолітніми.

♦Транспортування, зберігання та застосування пестицидів необхідно здійснювати з дотриманням вимог Закону України «Про пестициди і агрохімікати».

♦Доставку пилоподібних мінеральних добрив на поле з подальшим їх внесенням у ґрунт необхідно здійснювати на спеціальному транспортному засобі, обладнаному устаткуванням для вивантаження. Кузов транспортного засобу повинен бути без щілин і накритий брезентом.

Перевозити аміачну селітру з іншими мінеральними добривами на одному транспортному засобі не дозволяється.

♦Не дозволяється у темний час доби виконання робіт, пов’язаних з транспортуванням аміачновмісних мінеральних добрив, приготування розчинів, змішування їх та внесення у ґрунт.

♦Не дозволяється транспортувати разом різні види пестицидів, хімічна взаємодія яких, у разі порушення упаковки, може спричинити їх займання.

♦Не дозволяється перевозити пестициди та протруєне насіння разом з біологічними засобами захисту рослин, харчовими і кормовими продуктами та іншими вантажами.

♦Не дозволяється використовувати для зберігання продуктів, фуражу, води тощо тару від мінеральних добрив, навіть після її знешкодження.

♦У машинах, які застосовуються для роботи з пестицидами, усі з'єднання магістралей переміщення пестицидів (фланці, затички, штуцери, ніпелі, люки тощо) повинні мати ущільнювальні прокладки. Не дозволяється використовувати машини з недостатнім ущільненням з'єднань.

З мінеральних добрив особливу обережність слід дотримувати при роботі з водним аміаком. Аміаковози повинні мати заземлювачі. Ємності для зберігання фарбують у світлі тони (для попередження нагріву від сонячної радіації і вибуху). Регулярно перевіряють їх герметичність, стан запірної апаратури, з'єднань.

При внесенні рідкого аміаку в грунт за 8-10 м до кінця борозни вимикають насос-дозатор. Не допускається робота при несправних робочих органах, підтіканні рідини. В аварійній ситуації (при розриві шланга, корпусу насоса) тракторист повинен негайно покинути кабіну і відійти на безпечну відстань. Усувати несправності можна тільки в засобах індивідуального захисту. Небезпечна умова може призвести до небезпечних дій (НД). Не виконання правил техніки безпеки, експлуатації машин та вимог санітарії зумовлює виникнення небезпечних ситуацій (НС), що свою чергу можуть призвести до травм (рис. 8).

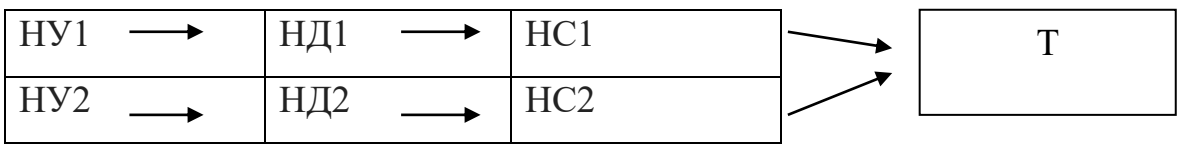


Рис. 8. Моделювання виробничих небезпек при внесенні добрив

Недотримання правил безпеки, експлуатації машин та санітарних норм при роботі з мінеральними добривами та пестицидами може призвести до небезпечних ситуацій, які загрожують життю і здоров'ю працівників, а також негативно впливають на стан навколишнього середовища. Тому особлива увага приділяється не лише правильному дозуванню та вибору форм добрив, а й організації всіх етапів їх використання: від транспортування та зберігання до внесення у ґрунт.

Раціональне використання мінеральних добрив передбачає застосування комплексного підходу, який включає науково обґрунтовані норми внесення, контроль стану ґрунту і рослин, використання сучасної техніки і захисного обладнання. Інтеграція органічних та мінеральних добрив, сівозмін та агротехнічних заходів дозволяє зберігати гумусний баланс ґрунту, покращує його структуру та родючість, а також знижує екологічний ризик забруднення водних ресурсів і повітря.

Важливим є використання сучасних технологій точного землеробства, що дає змогу визначати потребу конкретних ділянок у поживних елементах, оптимізувати витрати добрив і зменшити втрати азоту та фосфору у ґрунті. Особливо ефективним є застосування комбінованих добрив із збалансованим складом мікроелементів, що забезпечує рівномірне живлення рослин та підвищує продуктивність сільськогосподарських культур.

Таким чином, сучасне сільське господарство потребує комплексного і контрольованого підходу до застосування мінеральних добрив. Виконання технологічних норм, дотримання правил безпеки та використання інноваційних методів внесення добрив є ключовими для збереження родючості ґрунту, отримання високих і якісних врожаїв, а також для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Отже, мінеральні добрива є незамінним елементом сучасного землеробства, проте їх ефективне та безпечне застосування потребує дотримання науково обґрунтованих норм, правил транспортування, зберігання та внесення. Раціональна організація робіт із добривами, поєднання

мінеральних і органічних підживлень, використання сучасної техніки і засобів захисту забезпечує високу продуктивність культур, зберігає родючість ґрунтів та зменшує екологічні ризики. Недотримання цих принципів призводить до економічних втрат, погіршення якості врожаю та шкоди для здоров'я людей і навколишнього середовища.

6.2. Охорона довкілля за внесення мінеральних добрив

Значення мінеральних добрив у світі настільки велике і очевидне, що не можна серйозно сприймати пропозиції деяких учених про повну заборону або суттєве обмеження їх застосування. Таке рішення могло б призвести до катастрофічного скорочення виробництва продуктів харчування та створити загрозу голоду в багатьох країнах. Мова йде не про відмову від мінеральних добрив, а про вдосконалення технології їх застосування: внесення науково обґрунтованих доз, дотримання правил транспортування, зберігання та підготовки до внесення [55].

Однією з головних проблем підвищення родючості ґрунтів є забезпечення їх азотом, адже при інтенсивному використанні ґрунтів запаси доступного азоту зменшуються до мінімуму. Високі дози азотних добрив змінюють властивості ґрунту: посилюється міграція фульвокислот, гумінових кислот, катіонів кальцію та магнію, відбувається підкислення ґрунту, що негативно впливає на кореневу систему рослин. Одноразове внесення великих доз азотних добрив призводить до втрат поживних речовин не лише з добрив, але й з ґрунту, оскільки підвищується рухливість елементів живлення. Тому внесення оптимальних доз і форм азотних добрив є ключовим фактором відтворення запасів азоту та підвищення продуктивності сільського господарства [55].

За токсичністю та впливом на людину азотні добрива умовно поділяють на три групи.

Перша група: безводний аміак, аміачна вода, вуглеаміакати, амонію сульфат. Безводний аміак легко займається, а його суміш з повітрям (15,5–27%)

вибухонебезпечна. Концентрації 0,1 мг/л викликають подразнення слизових оболонок, 0,35–0,7 мг/л — небезпечні для життя. Робота з безводним аміаком потребує протигаза, гумових чобіт і рукавичок. Сульфат амонію із вмістом роданіду амонію понад 1 % є отруйним.

Друга група: сечовина, кальцієва та натрієва селітри. Добрива дуже гігроскопічні, подразнюють шкіру та слизові оболонки. Аміачна селітра пожежо- та вибухонебезпечна; її не можна зберігати разом із іншими мінеральними добривами або органічними матеріалами (вугілля, папір, бавовна).

Третя група: амоній хлорид, амоній карбонат, амоній бікарбонат. Вони мало шкідливі для людини і тварин.

Оскільки виробництво і застосування азотних добрив зростає щороку, велике значення набуває знання причин непродуктивних втрат азоту у газоподібній формі та вміння ефективно його використовувати з мінімальними втратами. Гальмування процесів денітрифікації та мінералізації органічної речовини ґрунту при інтенсивній механічній обробці має не лише економічне, а й значне екологічне значення. Раціональна система обробітку ґрунту дозволяє краще використовувати органічну речовину та азот, що зменшує витрати промислових азотних добрив [55].

При внесенні фосфоритного борошна разом із фосфором у ґрунт потрапляють уран, радій та інші радіоактивні елементи, хоча і в малих кількостях. Суперфосфати містять різні домішки важких металів; вміст кадмію коливається від 1 до 170 мг/кг. Систематичне внесення суперфосфату з 1,5 % водорозчинного фтору призводить до його накопичення, забруднення ґрунту і рослин, пригнічення ферментів, фотосинтезу та білкового обміну. Надлишок фтору знижує активність ґрунтової мікрофлори та продуктивність тварин. При концентрації у питній воді понад 2 мг/л пошкоджується емаль зубів та виникають інші захворювання.

Сучасні поліфосфати руйнують органічний комплекс ґрунту, переводять у розчин зв’язані з органікою елементи, посилюючи їх міграцію як комплексів (поліформів), що може призвести до дефіциту поживних елементів для рослин.

Причини несприятливого впливу мінеральних добрив на навколишнє середовище пов’язані з недосконалістю організаційних форм: технології виробництва, транспортування, зберігання, змішування і внесення. Під час виробництва добрив у повітря та ґрунт потрапляють пил, гази та розчини з солями важких металів. Втрати фосфорних добрив під час підготовки фосфоритів можуть сягати 40 %, під час перевезення та внесення — 10–15 % через брак спеціальної техніки. Незатарені добрива змінюють гранулометричний склад, що призводить до нерівномірного росту культур, зниження врожаю та погіршення його якості.

Мінеральні добрива містять основні елементи живлення (N, P, K, Ca, Mg, S) та домішки: солі важких металів, радіоактивні речовини, органічні сполуки. Вміст домішок може досягати 5 %, більшість з яких токсичні. Наприклад, у карбаміді (сечовині) часто міститься біурет (0,5–3 %), шкідливий для рослин.

Для зменшення негативного впливу добрив на ґрунт необхідно вдосконалювати асортимент: виготовляти висококонцентровані добрива, вільні від токсичних елементів, збалансовані та бажано без важких металів. Слід дотримуватися науково обґрунтованих оптимальних норм, глибини загортання, способів та строків внесення добрив, розроблених з урахуванням властивостей ґрунту, кліматичних умов, культур та сівозмін.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень у ТОВ «Тальне-Агро» встановлено:

1. Мінеральні добрива поліпшували поживний режим грунту. Ячмінь ярий використовує азот упродовж всього періоду вегетації, а найбільше (майже 53 %) у фази від з'явлення сходів – до цвітіння.

2. Добрива, що вносилися у досліді, збільшували густоту продуктивного стеблостою на 7–26 %, кількість зерен – на 2–12 шт, при цьому фосфорно-калійні добрива мали найменший вплив на даний показник. Маса колоса мало змінювалася під впливом удобрення і найвищою була у варіантах Фон + N_{80} і Фон + N_{100} і становила 0,99–1,00 г відповідно.

3. Врожайність ячменю ярого підвищувалася за внесення азотних добрив у поєднанні з фосфорно-калійними. Найвищу врожайність (4,58 т/га) одержано у варіанті Фон + N_{80}, у цьому ж варіанті була найвища окупність добрив приростом врожайності, яка становила 11,2 кг.

4. Під дією мінеральних добрив поліпшувалися якісні показники зерна : маса 1000 зерен збільшувалася на 0,7–5,0 г, натура зерна – на 9–18 г/л. Склоподібність зерна зростала під впливом удобрення.

5. За вмістом білка в усіх варіантах досліду одержано зерно 1 класу якості. Добрива сприяли підвищенню даного показника на 0,3–1,7 %, а оптимальним він був у варіанті Фон + N_{80}.

6. Внесення азотних добрив у передпосівну культивацію дозою N_{80} на фоні внесення фосфорних і калійних добрив забезпечило одержання найвищого чистого прибутку – 18529 грн/га в т. ч. від досліджуваного агрозаходу – 4369 грн/га.

Отже, в умовах Правобережного Лісостепу під пивоварний ячмінь сорту Реванш доцільно вносити азотні добрива у передпосівну культивацію дозою $N_{80}P_{40}K_{30}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Касаткіна Т. О., Гамаюнова В. В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на півдні України. Наукові горизонти. 2018. Т. 21. № 7–8. С. 131–138.

2. Черлінка В. Вирощування ячменю: технологія успішного виробництва. EOS Data Analytics. 28.05.2024. Електронний ресурс. https://eos.com/uk/blog/vyroshchuvannia-yachmeniu/

3. Баштанник В.П. Ярий ячмінь: агротехніка, врожай і якість зерна. К.: Знання, 2015. 89 с.

4. 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.

5. Барат Ю. М. Урожайність та якість зерна пивоварних сортів ярого ячменю залежно від мінерального живлення. Вісник Полтавської ДАА. Полтава, 2012. №. 4. С. 205–208.

6. Рибалко О.І., Моргун Б.В., Поліщук С.С. Ячмінь як продукт функціонального харчування. Київ: Логос. 2016. 619 с.

7. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алєксєєв О.О. Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика): монографія. Вінниця: ТОВ Друк, 2022. 392 с.

8. Русанов В. І. Технології вирощування ячменю ярого і їх оцінка. Агроном. К., 2018. №11. С. 84–88.

9. 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-yachmenyu-yarogo/

10. Климишена Р. І. Польова схожість та виживання рослин озимого пивоварного ячменю залежно від внесених мінеральних добрив та норм висіву

насіння. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць. К. : ФОП Корзун Д.Ю., 2016. Вип. 14. С. 71–73.

11. Гораш О. С., Рожик М. Р., Мастій В. В. Ефективність вирощування пивоварного ячменю ярого в умовах Західного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2017. № 5. С. 41–49.

12. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Бойко В. П. Засвоєння і винесення основних елементів живлення ячменем ярим за різного удобрення. Вісник Уманського НУС. 2020. №2.

13. Жатов О. Г., Гуліда Г. В. Роль мінеральних добрив у процесі формування високоурожайного посіву. Вісник Сумського НАУ: серія «Агрономія і біологія». 2018. Вип. 4. С. 61–64.

14. Бачинський О. В., Качура Е. В. Шлях підвищення продуктивності ячменю ярого пивоварного в умовах Північного Лісостепу України. Вісник аграрної науки. 2013. № 8. С. 44–49.

15. Городній М. М., Білєра Н. М. Вплив 50-річного застосування добрив в зерно-буряковій сівозміні зони Лісостепу на врожайність та якість зерна ячменю ярого. Науковий вісник НАУ. К., 2012. Вип. 116. С. 155–159.

16. Марчук І. І., Ященко А. А. Застосування тукосумішей у сільському господарстві України. Посібник українського хлібороба. 2018. С. 114–118.

17. Панчишин В. З., Мойсієнко В. В., Сладковська Т. А., Перепелиця Л. О., Корево Н. І. Продуктивність ячменю ярого (hordeum vulgare l.) залежно від сорту та позакореневого підживлення в умовах Лісостепу України/ Український журнал природничих наук. 2024. № 7. С. 148–158.

18. Шкурко В. С. Вплив погодних умов на врожайність ячменю ярого і можливості прогнозування врожаїв. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 4. С. 156–159.

19. Синицький М. П. Агротехнологічні основи формування продуктивності сучасних сортів ярого ячменю в Північній підзоні Степу України : дис. ... кандидата с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» / М. П. Синицький. Дніпропетровськ, 2016 р. 282 с.

20. Черенков А. В. Технологічні заходи підвищення продуктивності багаторядних сортів ячменю ярого в умовах Північного Степу України / А. В. Черенков, А. Д. Гирка, Ю. Я. Сидоренко [та ін.]. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. №1. С. 3–8.

21. Бігуляк С.П. Формування посівів ярого ячменю за параметрами кількості рослин залежно від впливу технологічних факторів. Новітні агротехнології. 2013. №1(1). С.18–26.

22. Камінська В. В., Шморгун О. В., Дудка О. Ф. Особливості формування лементів продуктивності сортів ячменю ярого в північній частині Лісостепу. Землеробство: міжвідом. темат. наук. збірник. К. : ВП «Едельвейс», 2012. Вип. 84. С. 75–81.

23. Гнатюк М. П., Забитівська Ю. М. Вплив норм і співвідношень мінеральних добрив на врожай ячменю ярого і його кормову якість. Передгірне і гірське землеробство. 2018. № 27. С. 30–33.

24. Авраменко С., Манько К., Усов О. та ін. Елементи удобрення ячменю ярого. Пропозиція. 2017. Режим доступу : https://propozitsiya.com/ua/elementi-udobrennya-yachmenyu-yarogo

25. Вислободська М., Вега Н. Ефективність застосування добрив при вирощуванні ярого ячменю Вісник Львівського НАУ. 2018. Вип. 53. С. 177–181.

26. Горащ О.С. Особливості формування структури урожаю пивоварного ячменю у взаємозв'язку з якістю. Вісник аграрної науки. 2017. №3. С. 27.

27. Лопушняк В. І., Вислободська М. М. Продуктивність ярого ячменю залежно від рівня удобрення грунтів. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2014. № 7. С. 48–51.

28. Гирка А. Д. Вплив системи мінерального живлення на продуктивність рослин вівса і ячменю ярого в північному Степу України / А. Д. Гирка, Т. В. Гирка, І. О. Кулик [та ін.]. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. №3. С. 28–33.

29. Гирка А. Д. Формування елементів продуктивності рослинами озимої пшениці залежно від строків сівби та азотних підживлень. Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2018. №8. С. 15–20.

30. Вінюков О. О. Агробіологічні особливості підвищення продуктивності ярих колосових культур у східній частині північного Степу України: дис. … канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 / Вінюков О. О. – Дніпропетровськ, 2013. 163 с.

31. Лінчевський А. А. Головний фактор високого врожаю ячменю. Насінництво. 2016. № 4. С. 4–7.

32. Вирощування високоякісного зерна пшениці, ячменю і гороху : науково-методичні рекомендації / [Нікішенко В. Л., Нетіс І. Т., Коваленко А. М. та ін.]. Херсон : Олді-плюс, 2014. 44 с.

33. Технологія вирощування ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України: Навчальний посібник / В. В. Кириченко, В. М. Костромітін [та ін.]; за редакцією В. В. Кириченка. Харків.: ІР ім. В.Я.Юр'єва НААН, 2011. 168 с.

34. Лень О. І. Ефективність технології вирощування ячменю ярого в умовах Східного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 1. С. 158–161.

35. Мірошниченко М. М. Управління якістю зерна ячменю: рекомендації. Харків. 2018. 55 с.

36. Оничко В. І., Бердін С. І. Реакція сортів ячменю ярого на зміну норм висіву та рівня мінерального живлення в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2011. Вип. 11. С. 76–84.

37. Маслійов С. В., Коржова Н. О., Ярчук І. І., Люклянчук В. Ф. Вплив різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток ячменю ярого в зоні Степу України. Вісник ПДАА. 2019. № 4. С. 28−35.

38. Управління якістю зерна ячменю / М. М. Мірошниченко, А. І. Фатєєв, О. В. Доценко [та ін.]. Посібник українського хлібороба. 2011. С. 239–242.

39. Марков І. Біоекологічні особливості ячменю посівного. Агробінес сьогодні. 15 червня 2017. Режим доступу: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8902-bioekolohichni-osoblyvosti-iachmeniu-posivnoho.html.

40. Сорт Реванш: (ячмінь звичайний, ячмінь ярий). Аграрії разом. Режим доступу: https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety /revansh.

41. Лабораторний практикум з грунтознавства.: О. В. Сидякіна, Н. І. Драчова, О. Л. Сидоренко. Херсон: РВЦ Колос, 2012. 147 с.

42. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні: К., 2016. С. 4–12.

43. Азотний режим ґрунту в посівах озимої пшениці та доцільність ранньовесняного підживлення в північному Степу України / А. В. Черенков, В. І. Чабан, В. Ю. Коваленко [та ін.]. Бюлетень Інституту зернового господарства НААН. Дніпропетровськ, 2011. № 35. С. 119–121.

44. Шувар І. А., Гнидюк В. С., Сендецький В. М. Поліпшення родючості грунтів застосуванням органічних добрив і комплексних гумінових препаратів, виготовлених за новітніми технологіями. Посібник українського хлібороба. 2016. Том 1. С. 195–201.

45. Гораш О.С., Хоміна В. Я. Управління процесом кущіння рослин ячменю. Агроном. 24. 11. 2016. Режим доступу: https://www.agronom.com.ua/upravlinnya-protsesom-kushhinnya-roslyn-yachmenyu

46. 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. 2016. № 2(3). С. 12–15.

47. Каленська С.М., Шутий О.І. Формування показників структури врожаю пшениці твердої ярої залежно від елементів технології вирощування. Землеробство. 2015. Вип. 3(29). С. 170–173.

48. Костромітін В.М. Сортова агротехніка ячменю ярого в Лесостепу. К.: Урожай, 2016. С. 228–234.

49. Іскринський В. І. Інтенсивні технології вирощування ячменю ярого. К.: “Українські технології”, 2011. 128 с.

50. Цапенко О. І. Вплив мінеральних добрив на якість зерна ярого ячменю на чорноземах звичайних північного Степу України. Зб.наук. праць СНАУ. 2013. Вип. 13. С. 86–90.

51. ДСТУ 3769 – 98. Ячмінь. Технічні умови. Національний стандарт України. К., Держспоживстандарт України. 1998. 18 с. Чинний від 26 червня 1998 р.

52. Вислободська М., Вега Н. Ефективність застосування добрив при вирощуванні ярого ячменю. Вісник Львівського НАУ. 2018. Вип. 53. С. 177–181.

53. Лушнікова О. Економіко-математичне обґрунтування ефективності використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах. Agricultural and Resource Economics: International Scientific. 2015. Vol. 1. №. 2. P.63–75 E-Journal. Режим доступу: www.are-journal.com.

54. Бутлеров К. П. Охорона праці. Дніпропетровськ. 2013. 324 с.

55. Лагутенко О. Т. Агроекологія. К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. 88 с.