МОН УКРАЇНИ

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

(УНУС)

Факультет агрономії

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

«_____»_____2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г.н. доцент

_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ЗЕРНОВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-а

спеціальності 201 Агрономія

Магдич Олександр Васильович

Керівник: РАССАДІНА Ірина, к.с.-г. н., доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТЕНСИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури)……..... 6
1.1. Ботаніко-біологічні особливості живлення ячменю ярого……... 6
1.2. Вплив добрив на врожай та якість зерна ячменю ярого…….. 8
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЬ……... 14
2.1. Характеристика досліджуваного сорту ячменю ярого КВС АМАДОРА…… 14
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ….. 15
3.1. Характеристика ґрунтів дослідних ділянок……..……. 15
3.2. Кліматичні та метеорологічні умови місця проведення досліджень.. 16
3.3. Схема досліду……... 18
3.4. Технологія вирощування ячменю ярого на дослідній ділянці……. 18
3.5. Методика проведення досліджень……..…… 20
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА РІСТ РОСЛИН, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)….……. 21
4.1. Забезпеченість рослин поживними речовинами……..…….. 21
4.2. Вплив мінеральних добрив на динаміку вмісту поживних речовин у ґрунті……... 24
4.3. Вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого. 26
4.4. Урожай та якість зерна ячменю ярого……. 31
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО…….. 34
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА…….. 37
6.1. Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час удобрення ячменю ярого в умовах

Правобережного Лісостепу…….. 37
6.2. Охорона довкілля при внесенні мінеральних добрив..……. 40
ВИСНОВКИ…… 43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 45
ДОДАТКИ…….. 51

ВСТУП

Збільшення виробництва високоякісного зерна та його більш раціональне використання дійсно є однією з головних проблем сучасного сільського господарства України. Ця проблема має вирішальне значення для поліпшення забезпечення населення продуктами харчування і подальшого економічного та соціального розвитку країни. Для досягнення цієї мети необхідно провести глибоке дослідження і розробку нових підходів до удосконалення та впровадження технологій вирощування врожайних сортів сільськогосподарських культур.

Для швидкого розвитку сільського господарства та збільшення виробництва продуктів тваринництва дійсно важливим є прискорене зростання виробництва зернових культур. Саме зернові культури відіграють велику роль у створенні стабільної кормової бази для тваринництва [1].

Ячмінь ярий має значний попит на європейському ринку, і ґрунтові та кліматичні умови зони Правобережного Лісостепу створюють чудові можливості для отримання високих врожаїв цієї культури. Ячмінь ярий має потенційно високу врожайність серед всіх ярих культур, і, отже, збільшення виробництва цієї культури та підвищення її продуктивності є важливим завданням для розвитку сільського господарства в цьому регіоні. Це може призвести до покращення економічного стану сільських господарств і забезпечення стабільної поставки цінних сільськогосподарських продуктів на ринок.

Метою наших досліджень було встановлення оптимальних норм і співвідношень мінеральних добрив для вирощування пивоварного ячменю, що забезпечували б високий врожай та високу якість зерна.

Завданням наших досліджень було вивчення впливу різних норм внесення мінеральних добрив на наступні аспекти:

- динаміку поживних речовин у ґрунті;
- ріст і розвиток ячменю ярого;
- біологічну активність ґрунту;

- врожайність та якість зерна ячменю ярого;
- економічну ефективність вирощування ячменю ярого.

Об'єктом дослідження є процес формування продуктивності та якості зерна ячменю ярого залежно від удобрення.

Предметом дослідження є показники врожайності, якості та структури продуктивності ячменю ярого.

Методи дослідження – тривалий стаціонарний дослід, лабораторно-аналітичні методи досліджень, хімічні аналізи грунтового і рослинного матеріалу, методи економічної оцінки та статистичної обробки інформації.

РОЗДІЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТЕНСИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури)

1.1. Роль та значення ячменю ярого як цінної злакової культури

Ячмінь справді є однією з найдавніших культурних рослин на Землі. Розкопки та археологічні дослідження свідчать про те, що він був відомий ще в кам'яному віці. Початок освоєння ячменю можна віднести до X та навіть XV тисячоліть до нашої ери. Знахідки ячменю виявлені в різних країнах, таких як Туреччина, Ірак і Іран, віддавна свідчать про широке поширення цієї культури. Із доісторичних часів вона була вирощувана в регіонах, таких як Греція, Італія і Китай. В Європі ячмінь став важливою культурою з Малої Азії в IV-III тисячоліттях до нашої ери. Можливо, що вирощування ячменю почалося на території сучасної України в той же період або навіть раніше. Щодо Америки, ячмінь є молодою культурою, і його завезення туди відбулося завдяки переселенцям з Європи в XVI-XVIII століттях [2–6].

Ячмінь ярий є дійсно цінною культурою з різними застосуваннями. Зерно ячменю використовується для виробництва продуктів харчування, включаючи крупи, які є важливою частиною харчування людей. Ячмінь є основною сировиною для виробництва солоду, який використовується при виготовленні пива та віскі. Також він є однією з основних зернофуражних культур і має збалансований амінокислотний склад зерна та є придатним для годівлі практично всіх видів сільськогосподарських тварин. Це робить ячмінь важливою культурою для задоволення різних потреб у продуктах харчування, а також у виробництві напоїв та годівлі тварин у сільському господарстві [7, 8].

Ячмінь ярий є однією з найбільш універсальних культур, що вирощуються в Україні. Він успішно культивується в різних ґрунтово-кліматичних зонах країни і використовується в різних галузях виробництва.

Завдяки своєму різноманітному застосуванню, ячмінь є важливою культурою для сільського господарства України та галузей виробництва, які використовують його продукцію.

В останні роки у зерні ячменю відкрили цінні для здоров'я людини компоненти – токали та фітати [9]. Ячмінне борошно багате на фосфор, кальцій, залізо, вітаміни В1, В2, РР. Для годівлі тварин також використовується і зелена маса ячменю, яку отримують при вирощуванні в суміші із зернобобовими культурами такими як вика яра, горох, кормові боби, люпин жовтий тощо [10]. Як грубий корм у тваринництві цінується і солома ячменю ярого, особливо від сортів, які мають гладенькі остюки.

Ячмінь ярий є цінною культурою, особливо і з агротехнічного погляду. За науковими дослідженнями, він ефективно використовує вологу для формування сухої речовини в урожаї. Ця культура має відносно короткий вегетаційний період і швидко звільняє зайняту площу. Ячмінь ярий також вважається відмінним попередником для більшості інших культур у польовій сівозміні, особливо для багаторічних бобових трав. Крім того, його використовують як страхову культуру для пересіву озимини у випадку, якщо вона загинула під час зимування [11].

За своїм поширенням серед інших сільськогосподарських культур він займає четверте місце у світі після пшениці, рису та кукурудзи [12]. У світовому рослинництві його посівна площа становить близько 75 млн. га., а валовий збір досягає 158 млн. т.

Частка України в світовому виробництві ячменю становить 8 %, або 9,9 млн. т., поступаючись лише країнам ЄС (59,8 млн. т), Росії (17,5 млн. т) і Австралії (13,4 млн. т). Проте за врожайністю (2,5 т/га) Україна значно поступається країнам Західної Європи, де цей показник перевищує 6 т/га [13].

Ячмінь вважається більш вимогливим до ґрунту порівняно з житом або овесом і менш вимогливим тільки перед пшеницею. Він погано переносить

кислі, перезволожені та засолені ґрунти. Тому рекомендується вирощувати ячмінь на ґрунтах, які мають нейтральну реакцію середовища [14–16].

Розвиток ячменю дійсно передбачає нерівномірне споживання поживних речовин з ґрунту упродовж різних стадій його життєвого циклу. У початковому періоді розвитку, особливо під час проростання насіння та росту першої трубки, рослина вимагає інтенсивного живлення та потребує достатньої кількості легкорозчинних поживних речовин. Важливо надавати рослині необхідні поживні речовини у цей період, щоб забезпечити їй потужний старт у рості та розвитку [17].

Покращення продуктивності ячменю ярого спостерігається після внесення гною під попередню культуру та після внесення мінеральних добрив під основну культуру. Ячмінь ефективно використовує післядію добрив [18].

Значний вплив на якісні показники зерна ячменю ярого мають кліматичні умови. Сприятливі температурі сприяють збільшенню білка, а волога навпаки суттєво підвищує вміст крохмалю [19].

Практика багатьох господарств, показує, що нормами висіву можна регулювати, як у сторону збільшення, так і в сторону зменшення. Збільшення норми висіву ячменю забезпечує більш рівномірне вистигання рослин, тоді як зріджені посіви дають, в результаті надмірного кущення ячменю ярого, багато недорозвинутих стебел і зерен. Тому густіші посіви забезпечують одержання ячменю з цінними пивоварними якостями [20–22].

1.2. Вплив добрив на врожай та якість зерна ячменю ярого

За результатами узагальнених дослідів з удобренням ячменю ярого приріст урожаю зерна в Україні від внесення добрив в середньому становив, ц/га: на багорі – 5,1–8,6; при зрошенні – 6,7–11,5 ц/га. При цьому найкращий вплив мінеральних добрив на Поліссі, менший в Лісостепу, ще менший в Степу. В дослідах інституту рослинництва, селекції і генетики ім.

В. Я. Юр'єва УААН на вилуговуваному чорноземі внесення під зяблеву оранку $N_{40}P_{40}K_{60}$ забезпечило в середньому за два роки досліджень урожай ячменю ярого 35,4 ц/га, або на 7 ц/га більше ніж без добрив [23, 24].

Дослідженнями, проведеними в умовах Лісостепу Чернігівської області [25, 26] встановлено, що внесення під ячмінь ярий $N_{90}P_{90}K_{90}$ при нормі висіву насіння 4–5 млн. схожих зерен на 1 га забезпечувало надбавку зерна порівняно з контролем 8 ц/га. Вміст білку в зерні ячменю ярого становить 9–12 %, крохмалю 62–68 %.

Ряд дослідників [27] прийшли до спільної думки про те, що ячмінь ярий добре використовує післядію добрив, тому його треба розміщувати в сівозміні після культур, під які вносяться органічні, і мінеральні добрива. При цьому кращими попередниками цієї культури є цукрові буряки, картопля, кукурудза.

Першорядну роль в підвищенні продуктивності ячменю ярого відіграє азот. Дослідженнями, проведеними в системі географічної мережі встановлено що прирости зерна ячменю ярого від N60 на фоні різних норм фосфорно-калійних добрив коливались в межах 1,3-10,2 ц/га , такої ж норми фосфорних (на фоні NK) –1,2-5,0 ; калійних на фоні (NP) – 1,2-3,7 ц/га Азот відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності ячменю ярого. Наукові дослідження, проведені в географічній мережі, показали, що приріст у врожаї ячменю ярого при внесенні N_{60} коливався від 1,3 до 10,2 ц/га. При внесенні тих самих норм фосфорних добрив на фоні азоту (NK), приріст врожаю становив від 1,2 до 5,0 ц/га, а для калійних добрив на фоні фосфору (NP) від 1,2 до 3,7 ц/га [28].

При застосуванні підвищених норм азотних добрив ($N_{90\text{-}120}$) сучасна технологія рекомендує роздрібне їх внесення, що запобігає створенню високої концентрації азоту в ґрунті, виляганню посівів і найкращим способом забезпечує живлення рослин у відповідальні періоди росту і розвитку [29].

Досліди, проведені в Інституті рослинництва, селекції і генетики ім. Юр'єва на чорноземах глибоких, переконливо підтвердили ефективність внесення фосфорних добрив у вирощуванні ячменю ярого. У середньому з чотирьох дослідів виявлено, що при збільшенні дози фосфору з 20 до 60 кг/га урожай зерна зростав на вражаючі 1,9–3,6 ц/га.

Досліди, проведені в Інституті землеробства і тваринництва західного регіону УААН, підтверджують високу ефективність внесення фосфорних добрив на сірих опідзолених грунтах. У середньому з дев'яти дослідів було встановлено, що при внесенні фосфорних добрив у кількості від P_{20} до P_{90} на фоні азоту (N_{40-60}) та калію (K_{40-60}), приріст у врожаї зерна коливався в діапазоні від 1,6 до 5,0 ц/га. З цього можна зробити висновок, що на сірих опідзолених грунтах, які бідні на рухомі форми фосфору, доцільно збільшувати норми внесення фосфорних добрив для підвищення врожайності та поліпшення умов вирощування рослин [30, 31].

Вивчення взаємодії азотних і фосфорних добрив у посівах ячменю на сірому лісовому грунті виявило, що ефективність цих добрив значною мірою залежить від їх взаємодії під час живлення рослин. Ця взаємодія стала особливо важливою при вирощуванні ячменю з підсівом конюшини, при наявності помірного дефіциту вологи та низького вмісту рухомих фосфатів у грунті.Чисті посіви ячменю в аналогічних умовах не реагували на додаткове фосфорне підживлення і підвищували врожайність зерна за рахунок азоту, незалежно від рівня фосфору у грунті. Встановлено, що чутливість чистих посівів ячменю до азотних добрив була вдвічі вищою, ніж у посівах з підсівом конюшини. Дослідники також показали, що споживання азоту рослинами в посівах ячменю з конюшиною пов'язане зі споживанням симбіотичного азоту, який надходить за рахунок кореневих виділень. Завдяки цьому, ячмінь з підсівом конюшини був краще забезпечений азотним живленням і мав меншу потребу в додатковому азоті порівняно з чистими посівами ячменю [32].

Мікродобрива відіграють важливу роль в досягненні високого врожаю ячменю ярого. Дослідження показують, що вплив різних строків проведення позакореневих підживлень хелатними мікродобривами, що містять комбінацію цинку, марганцю і міді, важливі для формування структурних елементів урожаю ячменю ярого. На чорноземах опідзолених важкосуглинкових грунтах Правобережного Лісостепу України найбільш ефективним виявляється використання цинковмісних добрив через великий дефіцит цинку у рухомих сполуках грунту. Два позакореневих підживлення хелатом цинку в поєднанні з хелатом марганцю надають найбільшу кількість продуктивних стебел в кінці вегетації завдяки формуванню оптимальної густоти рослин і коефіцієнта продуктивного кущіння на рівні 2,1. Також важливим є збільшення маси зерен на кожному колоску, що можливо завдяки дворазовому позакореневому підживленню хелатом цинку в поєднанні з хелатом міді. Рекомендується проводити дворазове позакореневе підживлення хелатом цинку в поєднанні з хелатом марганцю або міді, що сприятиме значному підвищенню врожайності на рівні 1,3 тонни на гектар [33].

Результати досліджень Уманського національного університету садівництва щодо впливу норм висіву насіння та позакореневих підживлень біопрепаратами і мікродобривами на формування врожаю зерна ячменю ярого сорту Мономах в східній частині Лісостепу України показали, що у середньому протягом двох років досліджень (2012–2013) найвищу врожайність ячменю ярого, а саме 2,07 т/га, було отримано за нормою висіву в 5,0 млн. шт./га. Це було на 0,13–0,27 т більше, ніж за норми висіву в 4,0 і 4,5 мільйонів штук на гектар. За нормою висіву в 5,5 мільйонів врожайність зерна була на 2 % нижчою, ніж за нормою висіву в 5,0 млн. шт./га. Застосування позакореневих підживлень мало позитивний ефект. Найвищу врожайність, а саме 2,63 т/га, було отримано за варіантом комплексного використання суміші препаратів, яку складали кристалон і агро ЕМ. Проте на врожайність зерна ячменю норма висіву мала більший вплив, становячи

71,8–72,1 %, у порівнянні з позакореневим підживленням, яке мало менший вплив, а саме 15,6–12,2 %. Ефективність взаємодії обох факторів (норма висіву і позакореневе підживлення) була незначною, становлячи 0,5 % у 2012 році і 0,8 % у 2013 році, і не мала суттєвого впливу на врожайність ячменю [34].

Результати досліджень, проведених у 2013 році на Кіровоградській державній с.-г. дослідній станції НААН, розташованої в чорноземній зоні Північного Степу Правобережжя, вказують на те, що найвищу врожайність ячменю ярого плівчастого сорту Статок було досягнуто після передника сої та внесення мінеральних добрив у дозі $M_{40}P_{40}K_{40}$ + N_{30}, врожай становив в середньому 4,19 і 4,22 т/га, після пшениці озимої з внесенням добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$, врожай склав 4,07 т/га, після соняшнику з внесенням добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$, врожай становив 3,71 т/га. Зауважено, що сівба ячменю після пшениці озимої призводила до недобору врожаю в середньому на 7,7 %, тоді як після соняшнику – на 15,4 %, порівняно з вирощуванням після сої. Також було виявлено, що локальне підживлення рослин ячменю ярого азотом у фазі кущіння та його поєднання з внесенням комплексних добрив мало меншу ефективність порівняно з окремим застосуванням цих добрив [35].

Цікаві дослідження впливу деяких факторів на величину врожаю ячменю ярого були проведені в Чехії. Вивчалась частка впливу попередника, удобрення, норм висіву, глибини оранки і сорту на величину врожаю ячменю ярого. В результаті проведених досліджень встановлено, що найбільший вплив на величину врожаю мали мінеральні добрива – від 22,5 до 71,2 %. Вплив інших агротехнічних факторів був в межах – 1–29 % [36].

Численними даними досліджень, проведених в умовах західного Лісостепу України встановлено важливість мінеральних добрив у збільшенні врожайності й поліпшенні якості зерна ячменю ярого [37, 38].

Результати тривалого досліду на дослідному полі кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, що триває з 1964 року, вивчали вплив тривалого застосування добрив у польовій

сівозміні на врожайність зерна ячменю ярого упродовж періоду з 1965 по 2014 рік. Дані врожайності були аналізовані за допомогою лінійних моделей для різних періодів досліду. Статистична обробка експериментальних даних показала, що у першому періоді (1965–1974 рр.) врожайність значною мірою залежна від погодних умов (на 85,4 %) і лише на 5,5 % від удобрення. Аналіз впливу чинників на врожайність показав, що застосування добрив сприяло зменшенню впливу погодних чинників. Лінійні моделі динаміки врожайності дозволили прогнозувати рівень врожайності у майбутньому. Також виявлено, що за низьких доз добрив ($N_{60}P_{40}K_{50}$) не вдається підтримувати врожайність на постійному рівні, а за високих доз із часом відбувається зниження її приростів. Це свідчить про те, що поживний режим ґрунту вже не є лімітуючим чинником у формуванні врожаю ячменю ярого. Подальше підвищення врожайності можливе завдяки іншим чинникам, таким як сорт рослин [39].

Науковцями Агрономічної дослідної станції НУБіПу зроблено висновок про те, що в основі розробки елементів технології вирощування ячменю ярого першочерговим є встановлення раціональних норм удобрення, що є підґрунтям для реалізації продукційного потенціалу культури. Ефективність застосування добрив зростає за кількісного збільшення норм до рівня $N_{60}P_{60}K_{60}$. На чорноземі типовому малогумусному Правобережного Лісостепу України при застосуванні мінеральних добрив використання досліджуваних сортів ячменю ярого дасть змогу одержати врожайність на рівні 4,14–5,08 т/га ($N_{40}P_{40}K_{40}$), за збільшення норми удобрення до $N_{70}P_{40}K_{40}$ вона знижується за рахунок вилягання посівів до рівня 4,04–4,63 т/га [40].

Таким чином, у зв’язку зі створенням нових сортів ячменю ярого та впровадженням новітніх елементів в технології, норми внесення мінеральних добрив систематично вивчати та коригувати для різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування.

РОЗДІЛ 2
ОБ’ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика досліджуваного сорту ячменю ярого КВС АМАДОРА

Для сівби використовували пивоварний ячмінь сорту КВС АМАДОРА. Сорт рекомендується для вирощування в усіх кліматичних зонах. Сорт КВС Амадора внесений в державний реєстр в 2017 році. Усереднена урожайність сорту за п'ять попередніх років склала 25,3–39,4 ц/га. Урожайність сорту 38,6–47,8 ц/га. Тривалість періоду вегетації складає 87–89 діб. Висота рослини – 55,9–63,6 см. Стійкість до вилягання 8,2–9,0 балів. Стійкість до обсипання 8,6–8,8 балів. Стійкість до посухи 8,2–8,5 балів. Стійкість проти борошнистої роси 8,5–9,0 балів. Стійкість до гельмінтоспоріозу 8,3–8,8 балів. Стійкість проти сажки 8,7–9,0 балів. Вміст білка – 10,6–11,6 %. Вирівняність зерна – 94,7–97,1 %.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунтів дослідних ділянок

Досліди проводили на дослідних полях кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, що належить до ґрунтово-кліматичної зони Правобережного Лісостепу.

До ґрунтів Правобережного Лісостепу належать чорноземи типові і опідзолені та сірі лісові, які утворилися на карбонатних лесовидних та інших породах.

Польовий дослід було закладено на чорноземі опідзоленому, агрохімічна характеристика якого подана в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика чорнозему опідзоленого

Глибина орного шару	Вміст гумусу, %	РН сольової витяжки	Вміст поживних речовин, мг на кг ґрунту		
			легкогідролізований азот, N	рухомий фосфор, P_2O_5	обмінний калій, K_2O
0–30	2,6	5,8	102	106	98

Даний ґрунт характеризується сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур фізико-хімічними властивостями. За даними агрохімічних аналізів вміст гумусу в орному шарі 0 – 30 см становив 2,6 %. Реакцією ґрунтового розчину слабо кисла – pH сольове 5.8, сума ввібраних основ середня – 21,5 мг.-екв. на 100г ґрунту. Вміст легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і калію за методом Кірсанова становив, відповідно 102, 106 і 98 мг/кг ґрунту. За вмістом азоту даний ґрунт відносяться до низької, а фосфору і калію середньої забезпеченості.

3.2. Кліматичні та метеорологічні умови місця проведення досліджень

Клімат області помірно теплий з нестійким але достатнім зволоженням. Максимум прямої сонячної радіації припадає на липень; мінімум – на грудень.

Аналіз гідротермічних умов вегетаційного періоду в рік досліджень проведений згідно даних Уманської метеорологічної станції, що знаходиться в 12 км від місця проведення досліджень. Характерними особливостями погодних умов у 2023 році були значні коливання температури, кількості місячних і річних опадів та нерівномірний розподіл їх упродовж вегетації рослин (рис. 1, 2).

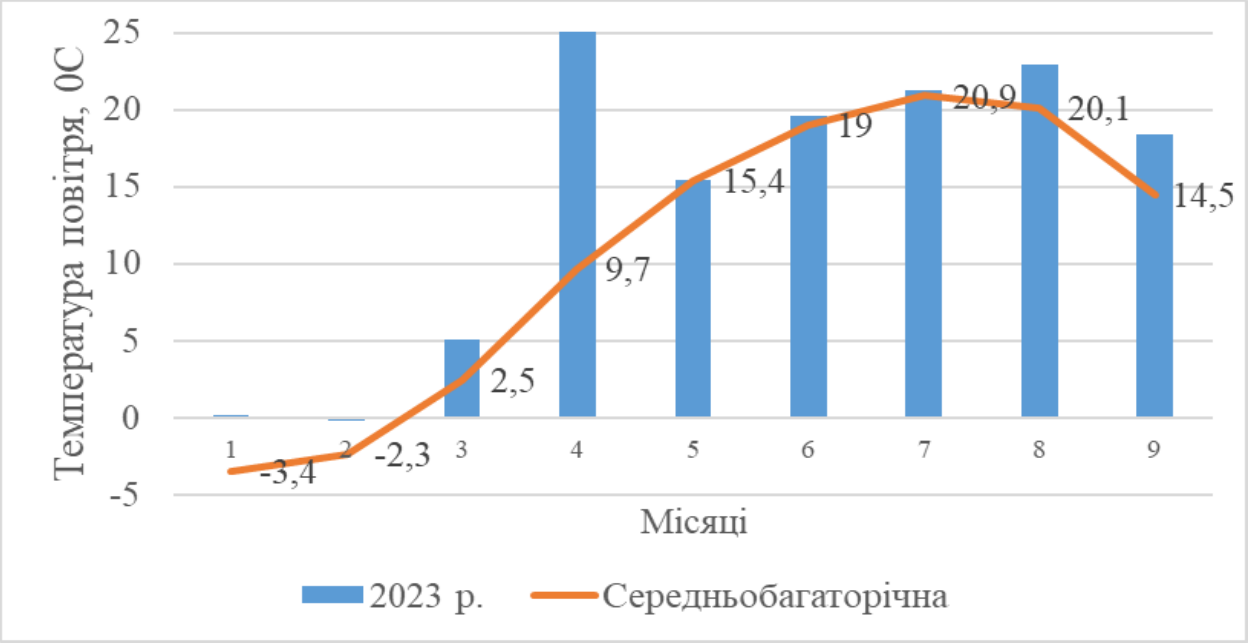


Рис. 1. Середньомісячна температура повітря

Метеорологічні умови квітня дуже відрізнялися як від багаторічних показників, так і 2022 року. Особливо за кількістю опадів у цьому місяці, а їх випало аж 129,6 мм, що в три рази більше порівнно з багаторічними даними і на 71,9 мм більше, ніж їх випало у 2022 році. Температура теж мала відхилення. Так, у квітні вона була прохолодною і становила 8,8 ^{0}C, що майже на 1 ^{0}C менше від середніх багаторічних показників. Такі погодні

умови квітня вплинули на строки сівби ячменю ярого, а вони були пізні, що негативно позначилося на перших етапах розвитку рослин ячменю ярого і в подальшому також відзначилося на урожайності культури.

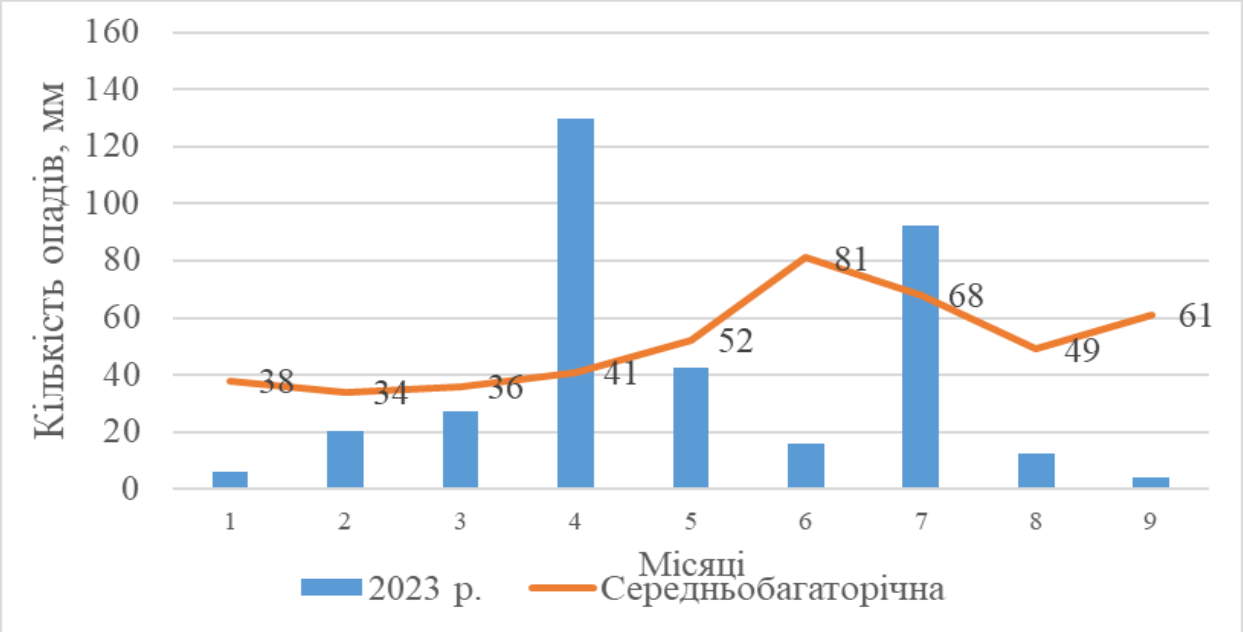


Рис. 2. Середньомісячна кількість опадів

Значно теплішим був травень. Середньомісячна температура становила 15,4 ^{0}C, що відповідало середньо багаторічному показнику. Опадів в ці місяці випало менше на 9,6 мм. Літні місяці, зокрема червень і липень за кількістю опадів також різнилися. У червні опадів майже не було, лише під кінець місця випала їх незначна кількість, яка в п’ять разів була менше норми. У липні опадів було достатньо і вони рівномірно випадали упродовж місяця. Температура цих місців була жаркою і перевищувала середні багаторічні показники, у червні на – 0,6 ^{0}C, а в липні на – 0,4 ^{0}C.

Отже, проаналізувавши кліматичні умови 2023 року, можна зробити висновик, що вони були досить нетиповими і позначилися на продуктивності культури, але в цілому були спритливими.

3.3. Схема досліду

Досліди проводили методом польових і лабораторних досліджень за такою схемою:

1. Контроль (без добрив)
2. $P_{30}K_{30}$
3. $N_{30}P_{30}K_{30}$
4. $N_{45}P_{30}K_{30}$
5. $N_{60}P_{30}K_{30}$.

Із форм мінеральних добрив використовували аміачну селітру (34 %), гранульований суперфосфат (20,5 %) і калійну сіль (40 %). Фосфорно-калійні добрива вносились в два терміни: 65 % – осінню під основний обробіток грунту та 35 % – при посіві. Азотні добрива вносились в два терміни: 50 % при посіві та 50 % – в підживлення в фазу виходу в трубку. Досліди проводились в чотирьох кратній повторності. Загальна площа дослідної ділянки складала 65 м^2, облікова – 50 м^2.

3.4. Технологія вирощування ячменю ярого на дослідній ділянці

При вирощуванні ячменю ярого в господарстві використовували агротехніку загальноприйняту для даної зони.

Для досягнення успіху у вирощуванні ячменю ярого, зерно якого використовується на пивоварні цілі, важливо враховувати вимоги до попередників, які відрізняються від тих, що використовуються для кормових і продовольчих цілей. Один з ключових аспектів – це забезпечення необхідного вмісту білка в зерні.

Добрим попередником для ячменю ярого можуть бути цукрові буряки. При вирощуванні попередника ячменю ярого, у ґрунт вносили 60 т/га гною і мінеральних добрив нормою $N_{120}P_{130}K_{130}$. Це допомагало створити сприятливі умови для росту і розвитку ячменю та забезпечувало потрібний вміст білка в

кінцевому продукті, який використовується на пивоварні для виробництва пива.

Після вирощування цукрових буряків і перед розміщенням ячменю ярого, провели оранку ґрунту на глибину 20–22 см.

Передпосівний обробіток ґрунту під ячмінь ярий розпочинали при фізичному його достиганні, як тільки ґрунт перестав бути мазким внаслідок весняних танень. Для підготовки ґрунту до посіву проводили наступні заходи:

1. Боронування: з метою закриття вологи в ґрунті використовували борону, яка розгладжувала поверхню і розподіляла залишкову рослинність.

2. Шлейфування зябу: зяба (залишки цукрових буряків) оброблювалася шлейфувальним агрегатом, який впоперек оранки розрівнював та розмелював рештки рослин, підготовлюючи ґрунт для наступних операцій.

3. Передпосівна культивація: Далі використовували комбінований агрегат типу РВК-3,6 для виконання передпосівної культивації. Цей агрегат обробляв ґрунт на глибину, яка була необхідна для засіву насіння ячменю ярого.

Передпосівну культивацію проводили впоперек до напряму сівби.

Перед сівбою насіння ячменю ярого протруїли препаратом Байтан універсал, 19,5 % з.п. з розрахунку 2 кг/т. Ширина посіву 15 см.

Оптимальна глибина сівби при сприятливих умовах 2–4 см.

Для сівби використовували пивоварний ячмінь сорту Скарлет. Норма висіву – 4,5 млн.шт. схожих насінин на 1 га.

Для боротьби з хворобами, що уражують рослини в період вегетації, посіви обприскували фунгіцидами. Обробку розпочинали на самому початку розвитку хвороб. Для обприскування використовували: Байлетон, 25 % з.п. (0,5 кг/га) проти борошнистої роси, септоріозу, бурої листкової іржи та інших хвороб.

На дослідній ділянці ячмінь ярий збирали, при настанні повної фази стиглості. Вручну скошували облікову ділянку. Проводили вручну обмолот, очистку від домішок і зважували. В послідуючому проводили перерахунок урожаю зерна на 1 га.

3.5. Методика проведення досліджень

Основні спостереження та обліки проводились відповідно до державної методики сортовипробувань для зернових культур та цілого ряду методичних рекомендацій та порад [41, 42].

Наростання вегетативної маси і накопичення сухої речовини впродовж вегетації ячменем ярим визначали шляхом відбору проб у першій і третій повтореннях з 0,33 погонного метра з двох суміжних рядків. Зразки рослин відбирали у фазі кущіння, виходу в трубку, колосіння та повної стиглості. В них визначали вміст сухої речовини шляхом висушування за температури 105^0С до постійної ваги.

Визначення структури врожаю проводили за методикою Авраменко Р.А., Кірсанової Г.В. [43]. Для оцінки якості зерна сорту ячменю ярого визначали: вміст білка за Берштейном, крохмалю – поліметричним методом Реверса, вирівняність зерна – пропусканням через сита.

Економічну ефективність елементів агротехнології ячменю ярого розраховували за технологічними картами та відповідними рекомендаціями на основі цін, що склалися на ринку осінню 2023 року.

Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу польового досліду, використовуючи сучасні комп’ютерні технології (ПІК «Agrostat», MS Office Excel).

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА РІСТ РОСЛИН, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

4.1. Забезпеченість рослин поживними речовинами

Ячмінь є важливою культурою через своє використання в різних галузях, включаючи продовольчі, кормові і технічні цілі. Однак ця рослина має досить слаборозвинуту кореневу систему, що робить її вимогливою до родючості ґрунту. Забезпечення нею доступними елементами живлення, такими як азот, фосфор і калій, є ключовим для отримання сталих і високих врожаїв [44].

За даними Ю.В. Цехеновича, інтенсивне надходження основних елементів живлення до рослин ячменю ярого відбувається у період від фази кущіння до колосіння, який триває приблизно 26–28 днів. Упродовж цього періоду рослини споживають значну кількість поживних речовин, зокрема: 42–46 % азоту, 61–64 % фосфору і 64–74 % калію. У фазі колосіння практично завершується поглинання калію, фосфору споживається 90 %, азоту – 80 % від загального виносу їх урожаєм. Проте це залежить від біологічних особливостей сортів, наявних запасів поживних речовин у ґрунті, попередників, тощо. На формування 1 тонни зерна та відповідної кількості побічної продукції ячмінь ярий виносить із ґрунту 14–27 кг азоту, 11–15 кг фосфору та 13–24 кг калію [45]. Тому удобренню належить важливе місце у впливі на забезпеченість рослин основними елементами живлення, за фазами розвитку, та урожайність ячменю ярого.

Дані таблиці 2 показують, що середній вміст азоту, фосфору і калію у сухій речовині листків ячменю ярого коливався в значних межах. Ці коливання вмісту поживних речовин були в першу чергу обумовлені фазами росту і розвитку рослин, а також рівнем мінерального живлення.

Таблиця 2

Вміст основних елементів живлення в рослинах ячменю ярого, % на повітряно-суху речовину, 2023 р.

Варіант досліду	N	P_2O_5	K_2O
Фаза кущення			
Контроль (без добрив)	2,67	0,66	1,65
$P_{30}K_{30}$	2,82	0,84	1,85
$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,91	0,86	1,96
$N_{45}P_{30}K_{30}$	3,01	0,87	1,99
$N_{60}P_{30}K_{30}$	3,20	0,90	2,06
Фаза виходу в трубку			
Контроль (без добрив)	1,98	0,38	1,16
$P_{30}K_{30}$	2,19	0,45	1,27
$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,34	0,49	1,37
$N_{45}P_{30}K_{30}$	2,51	0,52	1,58
$N_{60}P_{30}K_{30}$	2,62	0,56	1,72
Фаза повної стиглості			
Контроль (без добрив)	0,60	0,20	0,70
$P_{30}K_{30}$	0,92	0,25	0,83
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,00	0,27	0,89
$N_{45}P_{30}K_{30}$	1,04	0,29	0,92
$N_{60}P_{30}K_{30}$	1,09	0,31	0,99

Найбільше елементів живлення (азоту, фосфору і калію) містилось у листках ячменю ярого в фазі кущення, а найменше – в фазі повної стиглості, свідчить про специфічний спектр потреб рослин в різних фазах їх росту і розвитку.

Так, якщо у фазі кущення вміст азоту, залежно від рівня мінерального живлення коливався від 2,67 до 3,20 %, P_2O_5 – 0,66–0,90 %, а K_2O – 1,63–2,04 %, то у фазі повної стиглості – відповідно: 0,60 – 1,09 %; 0,20–0,31 %;

0,67–0,97 %, або в 2,4–4,6 по азоту, 2,6–3,7 по фосфору та 2,1–2,3 рази менше по калію.

Внесення мінеральних добрив позитивно впливало на забезпеченість рослин елементами живлення. Так, внесення під ячмінь ярий фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{30}K_{30}$ активізувало на 5,0 % надходження в рослину N, на 29 % P_2O_5 і на 7,8 % K_2O. Подальше удобрення повним мінеральним добривом збільшувало вміст азоту, фосфору і калію в листі рослин. І найкраще цими елементами рослини упродовж усього періоду вегетації були забезпеченні при удобренні повним мінеральним добривом у дозі $N_{60}P_{30}K_{30}$.

Потрібно зазначити, що оптимальний вміст азоту (2,91– 3,20 %) на суху речовину у фазі кущення мали варіанти з внесенням повних мінеральних добрив у дозі $N_{30\text{-}60}P_{30}K_{30}$, оптимальний вміст P_2O_5 (0,84–0,90 %) – варіанти з внесенням $P_{30}K_{30}$ і $N_{30\text{-}60}P_{30}K_{30}$, а K_2O (1,85–2,06 %) – всі удобрені варіанти досліду.

Варіант досліду де вносили добрива у дозі $N_{60}P_{30}K_{30}$ гарантував оптимальний вміст азоту у листі ячменю ярого у фазі виходу в трубку, який становив – 2,62 %. Оптимальний вміст P_2O_5 (0,32–0,47 %), у цій же фазі був на всіх варіантах удобрення (0,38–0,56 %), а K_2O (1,6–1,9 %) – лише при внесенні під ячмінь ярий $N_{45\text{-}60}P_{30}K_{30}$ (1,58–1,72 %).

В подальшій фазі, а саме колосіння ячменю ярого, спостерігався значний дефіцит NPK в рослинах. Так, за оптимального вмісту в листках (2,4–2,8 %) від сухої речовини азоту тут містилося його 0,92–1,09 % при оптимальному вмісті P_2O_5 0,32–0,36 % – 0,20–0,26 % і K_2O 1,1–1,3 % – 0,70–0,99 % на суху речовину. Це говорить про доцільність проведення позакореневого підживлення ячменю ярого у більш пізні фази органогенезу, а також збільшення кількості міндобрив.

4.2. Вплив мінеральних добрив на динаміку вмісту поживних речовин у грунті

В умовах сьогодення спостерігається грубе порушення технології вирощування сільськогосподарських культур. Ячменю ярому, як правило, дістаються найгірші попередники, що висушують і виснажують грунт, має місце неякісний обробіток ґрунту, вноситься недостатня кількість добрив або взагалі відсутнє їх використання, застосування засобів захисту рослин проводиться на низькому рівні, невірно формується сортовий склад, не враховуються біологічні та технологічні особливості сорту [46].

Як показали дані досліджень, внесення мінеральних добрив під ячмінь ярий істотно впливало на динаміку вмісту рухомих форм поживних речовин у ґрунті (табл. 3). Аналіз вмісту поживних речовин у ґрунті за вирощування ячменю ярого на період закладання досліду мав наступні показники: лужногідролізованого азоту – від 64,2 до 71,7 мг/кг ґрунту (низька забезпеченість), рухомих сполук фосфору від 125,2 до 132,2 мг/кг ґрунту (низька і середня забезпеченість), обмінного калію – від 64,2 до 68,8 мг/кг ґрунту (дуже низька забезпеченість) (Додаток А).

Таблиця 3

Варіанти досліду	До закладання досліду			Вихід рослин у трубку			Після збирання врожаю		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Контроль (без добрив)	68,6	126,5	66,8	60,1	112,0	63,1	51,9	108,5	56,7
$P_{30}K_{30}$	68,6	131,2	66,6	59,9	136,0	77,4	50,6	131,1	65,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$	68,2	126,8	68,0	79,9	131,7	73,5	67,1	124,9	66,7
$N_{45}P_{30}K_{30}$	70,0	127,8	67,7	82,9	127,5	72,3	68,9	126,1	65,9
$N_{60}P_{30}K_{30}$	64,9	127,8	66,5	84,8	128,0	71,5	71,5	128,2	64,5

Отримані результати вказують на те, що внесення різних доз

мінеральних добрив надавало певного покращення поживного режиму ґрунту. З показників якісного аналізу ґрунту, при виході ячменю в трубку, на варіантах досліду $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{30}K_{30}$ спостерігалось збільшення вмісту рухомих сполук азоту, фосфору і калію в ґрунті. Так, якщо у ґрунті вміст азоту в фазу виходу ячменю в трубку на контрольному варіанті складав 60,1 мг/кг ґрунту, то на варіантах із внесенням азоту у дозі N_{30}, N_{45} та N_{60} відповідно 79,9, 82,9 та 84,8 мг/кг грунту. У цей же період вміст азоту за внесення лише фосфору і калію у дозі $P_{30}K_{30}$ мав дещо нижчі від контролю показники – 59,9 мг/кг ґрунту. У наступну фазу розвитку ячменю ярого спостерігали поступове зменшення вмісту азоту в грунті на всіх варіантах досліду. Після збирання ячменю, провівши агрохімічний аналіз ґрунту, відмічено зменшення вмісту азоту на всіх досліджуваних варіантах, крім останнього, де вносили $N_{60}P_{30}K_{30}$. Так, на контролі вміст азоту зменшився до 51,9 мг/кг, а це на 16,7 мг/кг грунту менше ніж до закладання досліду, на варіанті $P_{30}K_{30}$ – до 50,6 мг/кг грунту, а це на 18,0 мг/кг менше, ніж до закладання досліду, на варіанті з внесеням по 30 кг/га д. р. NPK – до 70,1 мг/кг ґрунту, а це менше на 1,1 мг/кг ґрунту, на варіанті $N_{45}P_{30}K_{30}$ до 68,9 мг/кг, а це на 1,1 мг/кг менше і на варіанті де вносили 60 кг/га д.р. азоту та по 30 кг/га д.р. фосфору і калію до 73,9 мг/кг, що більше на 9,0 мг/кг, ніж до закладання досліду. Отримані дані свідчать про те, що на всіх варіантах досліду, крім останнього, де вносили 60 кг/га азоту відбувався більший винос рухомих форм азоту із грунту, ніж надходило його із мінеральними добривами.

Характеризуючи динаміку рухомих сполук фосфору, можна відмітити наступне: внесення фосфору до посіву ячменю ярого суттєво збільшує вміст фосфору в грунті на варіантах де вносили по 30 кг/га P_2O_5. На період виходу рослин ячменю ярого в трубку вміст фосфору в ґрунті на удобрених варіантах складав 127,5–136,0 мг/кг ґрунту. Поряд з цим чітко спостерігається залежність вмісту фосфору в грунті від норми мінеральних добрив. Так, максимальна кількість P_2O_5 зафіксована на варіанті $P_{30}K_{30}$ без

внесення азоту – 136,0 мг/кг грунту. На інших варіантах досліду, де значна частина фосфорних добрив йшла на формування вегетативної маси рослин ячменю ярого, вміст фосфору був нижчий – 128,0 – 131,7 мг/кг грунту. У кінці вегетації вміст P_2O_5 у ґрунті порівняно з попередніми періодами зменшився на всіх варіантах досліду. Дана тенденція пояснюється значним виносом фосфору рослинами ячменю ярого, недосконалим розподілом фосфорних добрив у ґрунті через недостатність вологи. Вміст P_2O_5 у ґрунті на контролі становив 108,5 мг/кг ґрунту, на удобрених варіантах – 126,2–133,1 мг/кг. Зі збільшенням дози азотних добрив, на фосфорно-калійному фоні вміст P_2O_5 зменшувався із 133,1 до 126,2 мг/кг ґрунту.

Аналогічно вмісту в ґрунті P_2O_5 змінювався і вміст K_2O. Найвищий він був у ґрунті коли рослини ячменю ярого виходили в трубку на варіанті $P_{30}K_{30}$ – 77,4 мг/кг, найнижчий – на варіанті $N_{60}P_{30}K_{30}$ – це 71,5 мг/кг грунту.

На кінець вегетації вміст K_2O в ґрунті на всіх варіантах досліду зменшувався і складав 56,7 мг/кг на неудобреному варіанті, та 65,3 мг/кг за внесення $P_{30}K_{30}$. Чітко простежувалась закономірність зменшення вмісту обмінного калію з підвищенням норми азотних добрив. За внесення найвищої дози азоту N_{60} в досліді вміст K_2O в ґрунті на кінець вегетації був найнижчий із усіх удобрених варіантів і складав 64,5 мг/кг ґрунту. За нашої думки, по фосфору і калію зі збільшенням застосування кількості азотних добрив із 15 до 60 кг/га необхідно збільшити норму внесення фосфорних і калійних добрив.

4.3. Вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин ячменю ярого

Важлива умова вирощування високих врожаїв зернових культур полягає у формуванні однорідних та вирівняних за розвитком всіх складових компонентів посівів [47]. Доведено, що ефективна реалізація кущіння ячменю ярого сприяє оптимізації посівів за оптичною щільністю. Це

покращує освітленість фотосинтезуючої поверхні рослин, що досить важливо для забезпечення трансформації енергії квантів ФАР в енергію ковалентних зв'язків органічних речовин. Проте, реалізація кущіння ярого ячменю характеризується реалізацією розвитку бічних пагонів за законом біологічної черги. Фактично диференціація розвитку, яка проявляється у відставанні формування вегетативної сфери кожного наступного пагона рослин, породжує проблему вирівняного та однорідного розвитку. Шляхи вирішення цієї проблеми займають наразі багатьох вчених Європи. Вони полягають у селекційному спрямуванні, якості насіння та технологічному, включаючи застосування відповідних факторів. Щодо технологічного управління ростом і розвитком посівів ярого ячменю досягнуто значних результатів [48].

Провівши дослідження ми виявили, що застосування мінеральних добрив позитивно впливає на ростові процеси рослин ячменю ярого (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив рівня мінерального живлення на кущистість ячменю ярого, шт./рослину, 2023 р.

Варіанти досліду	Загальне кущення	Продуктивне кущення
Контроль (без добрив)	2,4	1,7
$P_{30}K_{30}$	2,7	1,9
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,0	2,2
$N_{45}P_{30}K_{30}$	3,3	2,4
$N_{60}P_{30}K_{30}$	3,5	2,4

Основою майбутнього урожаю рослин ячменю ярого є такий показник, як кущистість. З отриманих результатів встановлено, що внесення мінеральних добрив збільшує як загальне, так і продуктивне кущення. На мінеральному фоні $P_{30}K_{30}$ воно становило відповідно 2,7, 1,9 стебел/1 рослину, внесення азотних добрив ще більше підвищувало кущення. Воно становило за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$: загальне – 3,0, продуктивне – 3,1; за внесення $N_{45}P_{30}K_{30}$ відповідно 3,3, 2,4; за внесення $N_{60}P_{30}K_{30}$ – 3,5, 2,4

стебел/1 рослину. Отже, всі види добрив позитивно впливають на інтенсивність кущення рослин ячменю ярого.

Мінеральні добрива позитивно впливали і на накопичення зеленої маси рослин ячменю ярого (табл. 5). Найменша вегетативна маса рослин досліджуваної культури зафіксована у фазу кущіння – 0,9 т/га. Внесення ж добрив у кількості $P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню ваги рослин ячменю ярого у фазу кущіння до 1,2 т/га, а внесення на фоні цих добрив азоту: в нормі 30 кг/га підвищувало масу рослин до 1,5 т/га; в нормі 45 кг/га до 1,7 т/га, а в нормі 60 кг/га до 1,9 т/га.

Таблиця 5

Динаміка накопичення зеленої маси рослин ячменю ярого у різні фази органогенезу, т/га

Варіанти досліду	Фази розвитку		
	кущіння	стеблування	колосіння
Контроль (без добрив)	0,9	3,2	6,8
$P_{30}K_{30}$	1,2	3,9	7,6
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,5	5,3	8,5
$N_{45}P_{30}K_{30}$	1,5	5,6	8,9
$N_{60}P_{30}K_{30}$	1,6	6,8	9,2

У наступні фази органогенезу ячменю ярого мінеральні добрива ще сильніше впливали на накопичення зеленої маси рослин. У період стеблування маса зеленої маси ячменю ярого на неудобреному варіанті складала 3,2 т/га за внесення $P_{30}K_{30}$ – 3,9 т/га, по мірі збільшення дози азотних добрив від 30 до 60 кг/га на фосфорно-калійному фоні зростала і зелена маса рослин від 5,3 до 6,8 т/га. З цих даних стає зрозуміло, що в зростанні маси рослин ячменю ярого найбільшу роль відіграють саме азотні добрива. Якщо приріст зеленої маси від фосфорно-калійних добрив складав 0,8 т/га, то від азотних добрив 1,5–3,0 т/га.

У фазу колосіння зелена маса на удобрених варіантах ще помітніше

відрізнялася від неудобрених. Так, на контролі вага становила 6,8 т/га, за внесення $P_{30}K_{30}$ вона вже була на 0,8 т/га більша, а на варіантах де вносили азотні добрива зелена маса рослин була більша ніж на контролі на 1,7–2,4 т/га.

Із вище зазначеного робимо висновок, що внесення мінеральних добрив відіграє важливу роль для зростання рослин. Найістотніший вплив мають саме азотні добрива. З усіх варіантів досліду, найкращою є норма добрив $N_{60}P_{30}K_{30}$ при якій зелена маса рослин ячменю ярого в період колосіння складала 9,2 т/га, що на 2,4 т/га більше ніж на контролі.

Аналізуючи висоту рослин ячменю ярого у дослідженнях, можна зробити висновок, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на цей показник (рис. 3). Якщо на неудобреному варіанті висота становила 48,4 см, то внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню висоти рослин ячменю ярого. Так, внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило збільшення висоти рослин до 54,1 см.

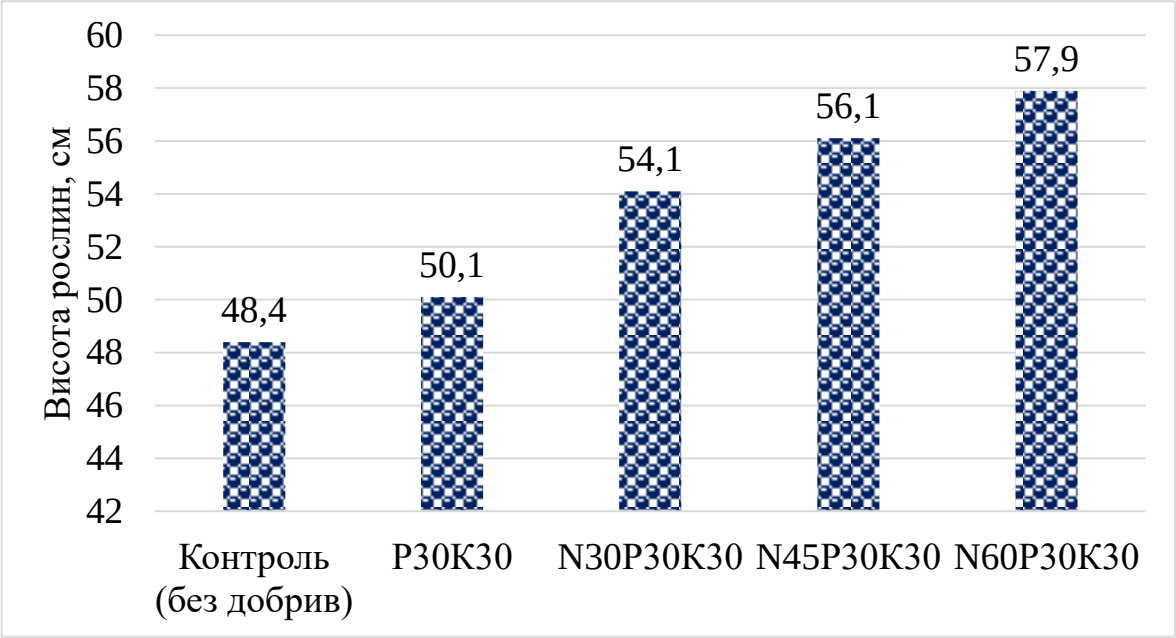


Рис. 3. Вплив доз мінеральних добрив на висоту рослин ячменю ярого, 2023 р.

А послідуюче збільшення норми азотних добрив на фосфорно-

калійному фоні спонукало ще до більшого росту рослин. Так, при нормі N_{45} вона склала 56,4 см, а при N_{60} – 58,7 см. Слід зазначити, що збільшення норми азотних добрив із 30 до 60 кг/ га, хоч і веде до росту рослин, проте з кожною наступною нормою все ж приріст стає меншим: із 30 до 45 кг/га азоту – 2 см, із 45 до 60 кг/га азоту – 1,8 см. Тому можна припустити, що внесення високих норм азотних добрив не спричинить до різкого збільшення висоти рослин ячменю ярого.

Ще одним важливим показником структури ячменю ярого є кількість зерен у колосі. Залежно від рівня мінерального живлення даний показник варіював від 18,1 до 20,2 шт. (рис. 4).

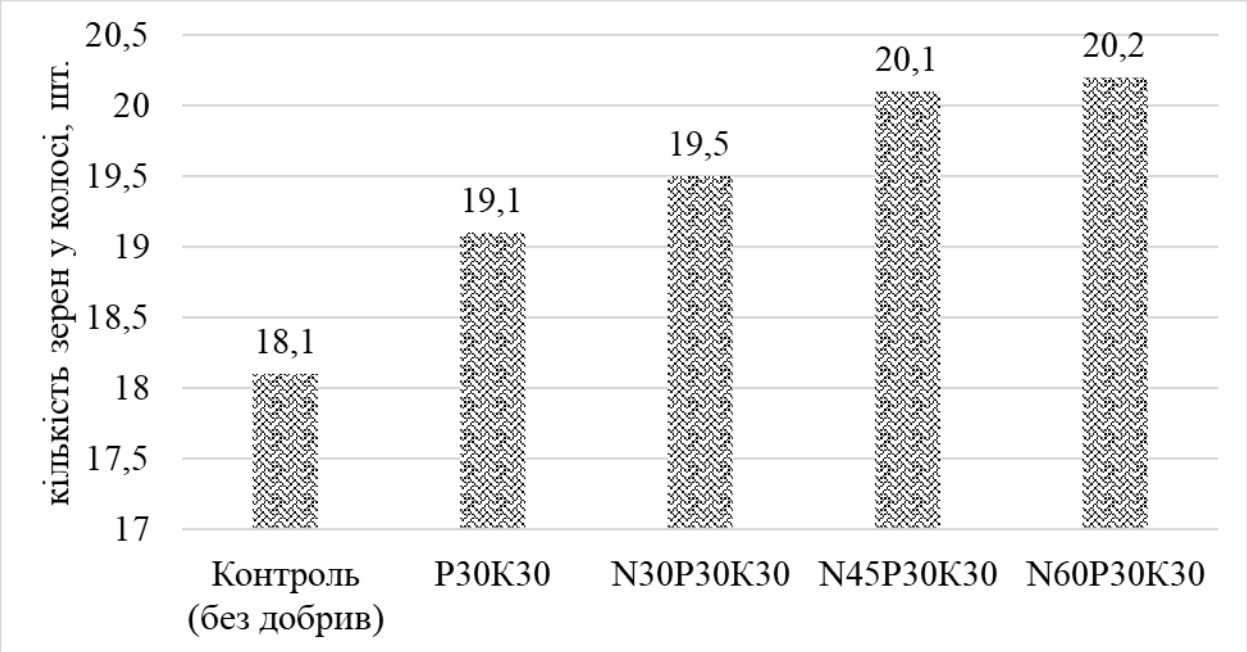


Рис. 4. Вплив рівня удобрення на кількість зерен у колосі ячменю ярого, шт., 2023 р.

Згідно даних рис. 2, залежно від варіантів досліду, у колосі ячменю ярого містилось 18,1–20,2 шт. зерен. Як і в інших структурних показників, внесення мінеральних добрив також збільшувало і кількість зерен у колосі ячменю ярого. При цьому найвищі дані цього показника структури врожаю зафіксовано на варіантах де добрива вносили нормою $N_{45\text{-}60}P_{30}K_{30}$.

Отже, облік структури продуктивності ячменю ярого показав позитивний вплив різних норм мінеральних добрив на кущистість, накопичення зеленої маси, висоту рослин та кількість зерен у колосі.

4.4. Урожай та якість зерна ячменю ярого

В Україні було створено багато цінних сортів ячменю, які мають великий потенціал для отримання високих врожаїв. За сучасних умов, при дотриманні відповідних сільськогосподарських технологій, середні врожаї ячменю в Україні можуть досягати 4–6 т/га, як у багатьох європейських країнах. Це створює можливість повністю задовольнити потреби країни у фуражному зерні і сировині для пивоварної промисловості.

Однак характерною рисою виробництва ячменю ярого в Україні є коливання урожайності та валових зборів зерна через надмірну чутливість до зміни вирощувальних умов. Залежно від погодних умов і агротехнік вирощування, врожаї можуть сильно варіюватися. Якщо створити сприятливі умови для вирощування ячменю ярого, він може надавати значні врожаї зерна. Проте наразі потенціал цієї культури ще не використовується в повному обсязі.

Важливо відзначити, що не всі сорти ячменю ярого, які зареєстровані в Державному реєстрі сортів рослин України, мають високий адаптивний потенціал. Тобто, деякі сорти можуть бути менш пристосованими до мінливих умов вирощування в різних регіонах України. Для підвищення стабільності та продуктивності вирощування ячменю ярого, може бути необхідно подальше вдосконалення сортів та сільськогосподарських технологій [49, 50].

Рівень урожайності, як сільськогосподарських культур, так і ячменю ярого зокрема, є одним з найважливіших показників оцінки ефективності того чи іншого агротехнічного заходу, у тому числі й оцінки ефективності внесення мінеральних добрив. Як показали отримані дані досліджень,

удобрення ячменю ярого істотно збільшувало урожайність зерна (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив мінеральних добрив на урожайність ячменю ярого, т/га, 2023 р.

Варіант досліду	Урожайність	± до контролю
Контроль (без добрив)	2,43	–
$P_{30}K_{30}$	2,65	0,22
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,01	0,58
$N_{45}P_{30}K_{30}$	3,23	0,80
$N_{60}P_{30}K_{30}$	3,38	0,95

Зроблений аналіз урожайності ячменю ярого свідчить про велике значення мінеральних добрив в отриманні вищого врожаю. Серед варіантів досліду де вносили добрива, внесення $P_{30}K_{30}$ дає найнижчу прибавку врожаю – 0,22 т/га, або 7,9 %. Значно більшу урожайність ячменю ярого одержано на варіантах із внесенням азотних добрив на фосфорно-калійному фоні.

Так, урожайність зерна ячменю ярого за внесення 30 кг/га азоту складала 3,01 т/га, що на 0,58 т/га, або 20,9 % більше ніж на контрольному варіанті; за внесення 45 кг/га азоту урожайність збільшувалася до 3,23 т/га, що на 0,80 т/га або 28,4 % більше ніж на неудобреному варіанті; за внесення 60 кг/га азоту урожайність мала найвищі показнику у досліді і досягала 3,38 т/га, що на 0,95 т/га, або 33,7 % більше ніж на контролі. Прибавка від азотних добрив є значно більшою ніж від фосфорних і калійних. Отже, внесення мінеральних добрив є невід'ємною складовою збільшення урожайності ячменю ярого.

Пивоварна якість зерна ячменю ярого також в значній мірі залежала від рівня мінерального живлення (табл. 7). За результатами отриманих даних, висвітлених у таблиці 7 на ділянках, де не вносились мінеральні добрива вміст білку був найнижчий і складав 9,13 %. При внесенні фосфорно-

калійних добрив нормою $P_{30}K_{30}$ досліджуваний показник зріс і вже становив 9,42 %. Значно впливали на підвищення вмісту білка в зерні азотні добрива. Так, за внесення азоту у нормі N_{30} у зерні збільшилось білку до 10,2 %, або на 13,1 % більше порівняно з варіантом без добрив. Подальше підвищення дози азоту до N_{45} збільшувало вміст білку до 10,7 % і найвищим (11,2 %) він був зерні ячменю ярого на ділянках з внесенням $N_{60}P_{30}K_{30}$.

Таблиця 7

Вплив добрив на пивоварну якість зерна ячменю ярого, 2023 р.

Варіант досліду	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %	Плівчастість, %
Контроль (без добрив)	9,13	63,2	8,3
$P_{30}K_{30}$	9,42	62,3	8,4
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10,2	61,0	8,7
$N_{45}P_{30}K_{30}$	10,7	60,6	8,7
$N_{60}P_{30}K_{30}$	11,2	59,5	8,7

Важливим показником якості зерна пивоварного ячменю є вміст крохмалю. Згідно вимог його повинно бути не менше 63–65 %, бо це в значній мірі відзначається на екстрактивності зерна. Найбільше крохмалю в досліді, а саме 63,2 % містилося в зерні ячменю ярого, вирощеного на не удобрених ділянках. З внесенням мінеральних добрив цей показник дещо знижувався і на варіанті з удобренням $N_{60}P_{30}K_{30}$ він мав найнижчі значення і складав 59,5 % від абсолютно-сухої маси зерна, що є меншим від допустимих вимог для зерна пивоварного ячменю.

Внесені під ячмінь ярий мінеральні добрива підвищували плівчастість зерна з 8,3 % на контролі до 8,7 % при удобренні $N_{30\text{-}60}P_{30}K_{30}$.

Отже, мінеральні добрива, особливо азотні, підвищують урожай ячменю ярого і поліпшують якісні показники пивоварного зерна.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Основним завданням діяльності сільськогосподарських товаровиробників є досягнення максимальної кількості високоякісної продукції та здобуття прибутку, який сприятиме впровадженню сучасних технологій, придбанню нової техніки та високоякісного насіння, а також стимулюванню продуктивності праці. Для досягнення цих цілей необхідно ретельно планувати та впроваджувати оптимальні та економічно обґрунтовані заходи з вирощування польових культур, включаючи ячмінь ярий [52, 53].

Оцінка економічної ефективності застосування відповідних елементів технології дозволяє виявити потенційні можливості для підвищення ефективності у виробничих умовах сільськогосподарського виробництва. Цей процес полягає в аналізі витрат та доходів, пов'язаних з використанням конкретних технологічних рішень або елементів [54].

Зростання цін на мінеральні добрива та інші засоби хімізації сільського господарства, а також процеси приватизації, які відбуваються при переході до ринкових відносин, ставлять перед аграрним сектором нові виклики та вимагають поліпшення використання та підвищення економічної ефективності застосування органічних і мінеральних добрив.

Для вибору та впровадження найбільш ефективних варіантів застосування добрив дійсно потрібна виробнича перевірка і економічна оцінка. Цей процес дозволяє визначити, які види добрив і які їхні кількості є найбільш вигідними для конкретного сільськогосподарського підприємства.

Для розрахунку економічної ефективності вирощування ячменю ярого брали ціни 2023 року. Ціна реалізованого зерна в 2023 році складала 3000 грн/т.

Як показали наші розрахунки економічна ефективність добрив при

вирощуванні ячменю ярого в значній мірі залежить від норм їх внесення (табл. 8).

Таблиця 8

Економічна оцінка застосування мінеральних добрив під ячмінь ярий, 2023 р.

№п/п	Варіант досліду	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн.	Виробничі витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
1	Контроль (без добрив)	2,43	7290	6450	2654	840	113
2	$P_{30}K_{30}$	2,65	7950	7060	2664	890	113
3	$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,01	9030	8165	2713	865	111
4	$N_{45}P_{30}K_{30}$	3,23	9690	8755	2711	935	111
5	$N_{60}P_{30}K_{30}$	3,38	10140	9175	2714	965	111

Так, на ділянках, де не вносили мінеральні добрива врожай зерна становив 2,43 т/га, його вартість при цьому складала 7290 грн., за внесення $P_{30}K_{30}$ збільшувалась урожайність (2,65 т/га) і відповідно вартість валової продукції також (7950 грн.), на ділянках з внесенням повнго мінерального добрива нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ ці показники зросли до 3,01 т/га і 9030 грн.

Зі збільшенням доз азотних добрив вартість продукції випереджала додаткові виробничі затрати. При цьому зростав чистий дохід. На неудобреному варіанті він становив 840 грн/га, за внесення $P_{30}K_{30}$ – 890 грн/га. Найвищий чистий дохід на варіанті де вносили повну норму добрив $N_{60}P_{30}K_{30}$ – 965 грн/га. Собівартість продукції при внесенні добрив зростала з 2654 грн. за 1 т ячменю ярого на контрольній ділянці і до 2714 грн. – на варіанті $N_{60}P_{30}K_{30}$.

Це свідчить про те, що затрати на вирощування ячменю ярого із

внесенням добрив зростають швидше ніж збільшується урожайність зерна. Це підтверджує і розрахований рівень рентабельності. Із внесенням добрив він знижується. На неудобреному варіанті він складав 113 %, а на варіанті $N_{60}P_{30}K_{30}$ – 111 %.

Отже, доза мінеральних добрив $N_{60}P_{30}K_{30}$ є найбільш ефективною при внесенні під ячмінь ярий, бо вона забезпечує найвищий чистий прибуток з гектара. Слід відмітити, що і дві інші дози мінеральних добрив є досить ефективними при вирощуванні ячменю ярого.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час удобрення ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу

У період внесення добрив важливо надавати велику увагу забезпеченню безпеки праці. З метою запобігання травмам необхідно зміцнити нагляд та контроль з боку керівників сільськогосподарських підприємств та інженерно-технічного персоналу щодо дотримання всіма учасниками процесу азотних підживлень вимог інструкцій з охорони праці. Також важливо підготувати робочі місця відповідно до вимог нормативних документів, забезпечити працюючих необхідними засобами індивідуального захисту, та створити комфортні побутові умови для працівників.

Усім працівникам, які працюють з шкідливими речовинами, зокрема агрохімікатами, а також в приміщеннях, де накопичується пил, надається безоплатно спеціальний індивідуальний захист. Цей захист включає в себе спеціальний одяг, взуття та інші необхідні засоби.

Працівникам надаються респіратори, які можуть бути універсальними або призначеними для захисту від пилу. Крім того, вони отримують спеціальний спецодяг, який використовується під час роботи з агрохімікатами, а також куртки для додаткового захисту. У разі необхідності надається спеціальне взуття, зокрема чоботи, щоб забезпечити додатковий захист ніг під час роботи з шкідливими речовинами та пилом.

Ці заходи допомагають забезпечити безпеку працівників і запобігти можливим негативним впливам шкідливих речовин на їхнє здоров'я.

Для внесення добрив допускаються лише повнолітні особи, які не молодші 18 років і відповідають наступним вимогам:

1. Пройшли медичний огляд.
2. Пройшли виробниче навчання відповідно до 14-годинної програми.
3. Отримали відповідне посвідчення для роботи з агрохімікатами.

Працівники також повинні пройти інструктажі, зокрема вступний і на робочому місці.

Медичний огляд, виробниче навчання і перевірка знань працівників щодо обробки отрутохімікатів проводяться не рідше одного разу в 12 місяців.

Перед тим як працівники отримають дозвіл на самостійну роботу, вони повинні пройти стажування тривалістю не менше 3 днів під керівництвом бригадира або досвідченого працівника і набути практичних навичок.

Після успішної перевірки знань і навичок, дозвіл на самостійне виконання робіт видається керівником робіт з обов'язковим записом цього в журнал реєстрації інструктажу на робочому місці.

Під час відпочинку та прийому їжі на полі працівники мають використовувати тільки спеціально відведені місця, які повинні бути відзначені віхами чи прапорцями вдень і освітлюватися ліхтарями вночі. Відпочивати в недозволених місцях, таких як біля машин, в купах соломи, в траві чи кущах, забороняється.

Місця відпочинку повинні бути обладнані питною водою, рукомийниками, милом, рушниками та медичною аптечкою.

Забороняється входити в зону, де проводилася обробка або обробляються агрохімікатами. Межа цієї зони повинна бути позначена забороняючими знаками.

Особи, які порушують вимоги цієї інструкції, підлягають притягненню до відповідальності відповідно до правил внутрішнього розпорядку установи.

Заходи безпеки при внесенні мінеральних добрив у грунт є важливими для запобігання ситуаціям, пов'язаним із загрозою здоров'ю працівників агропідприємства. Якщо сталася аварія чи пошкодження техніки для внесення хімікатів, працівники повинні дотримуватися наступних заходів:

1. Стати в навітряний бік на безпечній віддалі від місця витоку небезпечної речовини і одразу вдягти засоби індивідуального захисту, зокрема протигази, щоб захистити дихальні шляхи.
2. Негайно перекрити крани та вентилі у місткості, де знаходиться небезпечна речовина, для запобігання подальшого витоку.
3. Вжити заходи для очищення ділянки, де сталася аварія, від інших працівників та осіб, які не пов'язані з ліквідацією наслідків, щоб уникнути подальшого поширення небезпечної речовини.
4. При можливості, відвести технічний засіб, що пошкоджений чи має витік, на велику відстань від населеного пункту, щоб зменшити ризик подальших негативних наслідків.
5. Негайно повідомити відповідальних осіб про аварійну ситуацію, і встановити нагляд за місткістю з небезпечною речовиною, для подальших дій і рішень щодо ліквідації наслідків аварії.

Ці заходи допоможуть зменшити ризики та максимально забезпечити безпеку працівників та оточуючого середовища в разі аварій при внесенні мінеральних добрив у грунт.

Зважаючи на вище вказану інформацію, наводимо можливу модель небезпечних виробничих факторів при внесенні добрив:

1. НУ1 – Вплив хімічних речовин на здоров'я:
    - НС1 – можливість вдихання парів або пилу добрив, що може призвести до подразнення дихальних шляхів чи отруєння.
    - О – ризик отруєння та подразнення дихальних шляхів.
2. НУ2 – Неналежний захист та інструктаж:
    - НД1 – працівник працює без необхідного індивідуального захисту, наприклад, респіратора.
    - НД2 – недостатньо надано інструкцій та навчання щодо безпеки при внесенні добрив.
3. НУ3 – Технічний стан обладнання:

- НС2 – ризик потрапляння до працівника злежаних частин або пилу через несправність агрегатів.

4. НУ4 – Недостатнє управління та контроль:
    - НД3 – відсутність контролю за діями працівників у небезпечних зонах.
    - Т – можливість травмування через несанкціонований доступ до обладнання.

$$НУ_1 \longrightarrow НС_1 \longrightarrow О$$
$$НУ_2 \longrightarrow НД_1 \longrightarrow НД_2$$
$$НУ_3 \longrightarrow НС_2$$
$$НУ_4 \longrightarrow НД_3 \longrightarrow Т$$

Отже, для запобігання виникненню небезпечних ситуацій під час внесення мінеральних добрив, які можуть призвести до травм та опіків, головним спеціалістам галузей потрібно ретельно контролювати виконання працівниками правил безпеки праці.

6.2. Охорона довкілля при внесенні мінеральних добрив

Мінеральні добрива містять необхідні поживні елементи, які рослини використовують для здорового росту та розвитку. Азотні, фосфорні та калійні добрива є основними компонентами земельного добрива і важливими для сільськогосподарського виробництва.

Застосування мінеральних добрив допомагає забезпечити стабільний врожай і зменшити ризик втрат врожаю через недоукомплектованість поживних елементів. Відмова від використання мінеральних добрив може призвести до серйозного скорочення виробництва продуктів харчування, що може вплинути на доступність продуктів для населення.

Проте важливо також дотримуватися раціонального та екологічно відповідного використання мінеральних добрив, щоб зменшити негативний вплив на довкілля, такий як забруднення ґрунту і водойм, та сприяти сталому розвитку сільського господарства.

Забруднення навколишнього середовища при використанні мінеральних добрив відбувається в основному через недосконаліть властивостей і хімічного складу добрив та порушення технології виробництва, зберігання та застосування мінеральних добрив.

Правильний вибір доз, термінів і способів внесення добрив, співвідношення поживних елементів не тільки забезпечить отримання високого врожаю, але й дозволить виключити забруднення ґрунтів і продукції токсичними елементами і сполуками, а також підтримувати природну родючість ґрунтів на необхідному рівні.

Виробництво мінеральних добрив у найближчому майбутньому повинне бути орієнтоване на їх попереднє очищення. Це може істотно підвищити вартість добрив, однак знизиться захворюваність і збільшаться тривалість життя і працездатність населення. Доцільним є і введення еколого-гігієнічних нормативів якості мінеральних добрив [54].

На жаль, від хімічного методу захисту рослин жодна з країн поки що не відмовляється, і тому в умовах масового застосування добрив необхідна розробка прийомів обмеження та раціонального і більш безпечного їх використання. До таких прийомів належать:

– застосовувати добрива лише в збалансованих поєднаннях;

– удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив, шляхом зменшення нерівномірності розсіювання добрив;

– для зменшення втрати мінеральних добрив забезпечити належні умови їх зберігання в відповідних приміщеннях та не зберігати мінеральні добрива на відкритому просторі;

– використовувати тільки екологічно безпечні висококонцентровані добрива, які не містять важких металів та інших токсичних елементів;

– розробка гігієнічних нормативів, санітарних норм і правил;

– екологічна оцінка регламентів застосування мінеральних добрив;

– суворе дотримання правил транспортування і зберігання мінеральних дорбрив та їх утилізації в разі закінчення терміну зберігання;

У сільському господарстві поряд з підвищенням урожайності та поліпшенням якості продукції на перший план повинні висуватися питання збереження та захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Необхідним є впровадження природоохоронних ресурсозберігаючих технологій, які б забезпечували збереження в чистоті ґрунту, води та повітря [55].

Отже, для поліпшення стану навколишнього природного середовища необхідно дотримуватися технологій внесення мінеральних добрив, вивчити властивості та їх хімічний склад, та застосовувати науково обґрунтовані співвідношення внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські культури [56].

ВИСНОВКИ

Виходячи з теоретичного обґрунтування обраної теми і польових досліджень, проведених у 2023 році можна зробити наступні висновки:

1. Одержані дані свідчать, що середній вміст азоту, фосфору і калію у сухій речовині листків ячменю ярого коливався в значних межах і залежав в першу чергу, від фаз росту і розвитку рослин, а також від рівня мінерального живлення. У фазі кущення містилося найбільше елементів живлення, а у фазі повної стиглості дані досліджуваного показника були найменшими.

Так, якщо у фазі кущення рослин вміст азоту, залежно від норми добрив коливався в межах 2,67–3,20 %, фосфору – 0,66–0,90 %, а калію – 1,65–2,06 %, то у фазі повної стиглості – відповідно: 0,60–1,09 %; 0,20–0,31 %; 0,70–0,99 %, що пов'язано з відтоком елементів живлення з листків у генеративні органи рослин.

2. Внесення мінеральних добрив спонукало до певного покращення поживного режиму ґрунту. Як свідчать показники якісного аналізу ґрунту, при виході ячменю в трубку, на варіантах $N_{45}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{30}K_{30}$ іде збільшення вмісту рухомих сполук азоту, фосфору і калію в ґрунті. Проведений агрохімічний аналіз ґрунту після збирання ячменю засвідчив зменшення вмісту азоту на всіх варіантах досліду.

3. Внесення мінеральних добрив істотно вливало на кущення ячменю ярого: при внесенні повної норми добрив $N_{60}P_{30}K_{30}$ загальне кущення збільшилось на 1,1, продуктивне на – 0,7 стебла на одну рослину. При цьому збільшується довжина колоса із 48,4 до 57,9 см, та кількість зерен в колосі із 18,1 до 20,2 шт. Однак, при підвищенні норми азотних добрив знижується стійкість рослин до вилягання.

4. Найвищий урожай зерна (3,38 т/га) забезпечує внесення під ячмінь ярий повних мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{30}K_{30}$.

5. Мінеральні добрива, внесені під ячмінь ярий, підвищують якісні показники зерна пивоварного ячменю. Значний вплив на підвищення вмісту

білка в зерні мали азотні добрива. Вже при додатковому внесенні N_{30} в зерні збільшилось білку до 10,2 %. Подальше підвищення дози азоту до N_{45} дало можливість збільшити вміст білку до 10,7 %. І найвищим (11,2 %) він був в зерні ячменю ярого на ділянках з внесенням N_{60} на фоні $P_{30}K_{30}$.

З внесенням мінеральних добрив крохмалистість дещо знижувалась і на варіанті з удобренням $N_{60}P_{30}K_{30}$ він складав 69,5 % від абсолютно-сухої маси зерна, що є меншим від допустимих вимог для зерна ячменю пивоварного.

Внесені під ячмінь ярий мінеральні добрива підвищували плівчастість зерна з 8,3 % на контролі до 8,7 % при удобренні $N_{60}P_{30}K_{30}$ та $N_{45}P_{30}K_{30}$.

6. Найвищий чистий прибуток і собівартість 1 т зерна одержали на варіанті $N_{60}P_{30}K_{30}$ – 965 грн/га та 2714 грн. Найвищий рівень рентабельності отримано на контрольному варіанті досліду і за внесення фосфорних і калійних добрив нормою $P_{30}K_{30}$ – 113 %. На контролі і найвища собівартість зерна – 228,16 грн/ц.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Бугай С. М. Рослинництво : посібник для с-г. вузів. Вид. 2-е, перероб. і допов. Київ : Урожай, 1968. 412 с.

2. Бельдій Н., Захинайло М., Носуля А. Ячмінь - культура прибуткова. Пропозиция, №4, 2009. С. 54–56.

3. Кияк Г. С. Рослинництво. Київ : Вища школа, 1971. 450 с.

4. Ячмінь / Кононюк В. А., Борисонік З. Б. та ін. Київ : Урожай, 1986. 144 с.

5. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.

6. Муратов А. Г. Ранні зернофуражні культури, Київ : Урожай, 1992. 112 с.

7. Єщенко В. О. Сівозмінні проблеми сьогодення. Сучасні аграрні технології, №4, 2013. С. 12–18.

8. Єщенко В. О. Місце науково обґрунтованих сивозмін у сучасному сільському господарстві. Вісник Уманського НУС, №2, 2014. С. 3–6.

9. Abraham, Z., Iglesias-Fernandez, R., Martinez, M., Rubio-Somoza, I., Diaz, I., Carbonero, P. & Vicente-Carbajosa, J. (2016). A developmental switch of gene expression in the barley seed mediated by HvVP1 (Viviparous-1) and HvGAMYB interactions. Plant Physiol., 170, pp. 2146-2158. https://doi.org/10.1104/pp.16.00092

10. Bai, B., Peviani, A., Gamm, M., Snel, B., Bentsink, L. & Hanson, J. (2017). Extensive translational regulation during seed germination revealed by polysomal profiling. New Phytol., 214, pp. 233-244. https://doi.org/10.1111/nph.14355

11. Пальчук Л. М., Михайлова Г. Б. Продуктивність ячменю ярого залежно від удобрення. Степове землеробство. 1991. Вип. 25. С. 11-43.

12. Тітенко А. О. Вплив проміжної культури та обробітку ґрунту на продуктивність ячменю ярого. Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. 2005. Вип. 4. С. 24–28.

13. Григор'єва Т. М. Ефективність застосування мінеральних добрив у комбінації з мікробними препаратами при вирощуванні ячменю. Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук, зб. Чернігів, 2014. Вип. 19. С. 21-26.

14. Мазур Г. А., Медвідь Г. К., Сімачинський В. М. Підвищення родючості кислих ґрунтів. Київ, 1984. 176 с.

15. 10. Сайко В. Ф. Фактори покращення родючості грунтів. Агросвіт України. 2000. № 5-6. С. 6.

16. Шевченко Л. А. Ефективність вапнування легких дерново-підзолистих грунтів Полісся. Землеробство. 1979. Вип. 50. С. 21–25.

17. Губернатор В. С. Ячмінь. Київ : Урожай, 1977. 104 с.

18. Дмитренко П. О., Носка Б. С. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур. Київ : Урожай, 1985. 208 с.

19. Носко Б. С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. Київ : Аграрна наука, 1999. 110 с.

20. Лихочвор В. В. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е вид., випр. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.

21. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво : Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. 730 с.

22. Муратов А. Г. Ранні зернофуражні культури, Київ : Урожай, 1992. 112 с.

23. Карасюк І. М., Геркіяк О. М., Господаренко Г. М. та ін. Агрохімія: Підручник. К.: Вища школа, 1995.-471 ст.: іл.

24. Лобас М. Г. Розвиток зернового господарства України. К.: Агроінком, 1991. 447 с.

25. Носко Б. С., Сайко В. Ф., Пікуш Г. Р. та ін. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування. К.: Урожай, 1990. 200 с.

26. Кирилюк В. П. Тимощук Т. М., Котельницька Г. М. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність ячменю ярого. Наукові горизонти. 2019. № 9 (82). С. 36–44.

27. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Залежність системи удобрення та продуктивності ячменю ярого. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки 2020 №2 (17). Випуск 6 (68). 2012. С. 57–69.

28. Веремеєнко С. І., Ткачук С. О., Трушева С. С. Продуктивність нових сортів ячменю озимого за мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вісник ЖНАЕУ. 2017. № 2 (61), т. 1. С. 12–19.

29. Романюк В. І. Формування високопродуктивних посівів ячменю ярого залежно від факторів інтенсифікації в умовах Лісостепу Правобережного. Вісник аграрної науки, 9 (786), 2018. С. 79–84.

30. Копчик З. М. Вплив застосування азотних добрив і туру на урожай та якість зерна ярого ячменю. Передгірне та гірське землеробство. К.: Урожай, 1988. С. 46-48.

31. Крилова Г. І. Ефективність мінеральної і органо-мінеральної системи удобрення сільськогосподарських культур в зерно-просапній сівозміні. Підвищення ефективності добрив і захист навколишнього середовища від забруднення. Львів, 1991. С. 5–13.

32. Лень О. І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. Вісник Полтавської держ. аграр. академії, 4, 2010. С. 182–185.

33. Господаренко Г. М., Машинник О.О. Формування структурних елементів урожаю ячменю ярого за позакореневих підживлень міндобривами. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань, 2011. Вип. 77, ч. 1: Агрономія. С. 7–14.

34. Рожков А.О. Урожайність ячменю ярого за впливу норм висіву та позакореневих підживлень біопрепаратами та мікродобривами. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. Вип. 85. С. 35–39.

35. Гирка А.Д., Іщенко В.А., Андрейченко О.Г., Ткач А.Ф. Підбір фону мінерального живлення ячменю ярого залежно від попередника при вирощуванні в умовах північного Степу України. Вісник Степу: зб. наук. пр. Кіровоград, ін-т АПВ. Кіровоград, 2012. Вип. 12. С. 10–13.

36. Guariguata, L., Whiting, D.R., Hambleton, I.R., Beagle, J., Linnenkamp, U. & Shaw, J.E. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. Diabetes Res. Clin. Pract., 103, 2014. pp. 137-149.

37. Федько В. І., Копчик З. М. Урожай та якість зерна ярого ячменю залежно від норм висіву та удобрення. Вісник сільськогосподарської науки, 1977. №9. С. 374.

38. Муратов А. Г. Ранні зернофуражні культури. К.: Урожай, 1992. 112 с.

39. Господаренко Г.М., Стасінєвич О.Ю., Прокопенко Е.В. Врожайність зерна ячменю ярого за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. № 1. С. 3-6.

40. Каленська С.М., Токар Б.Ю. Урожайність ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. К., 2017. Вип. 23. С. 30–33.

41. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп’яні та зернобобові культури) /За ред. В.В. Волкодава. К. 2001. 69 с.

42. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 334 с.

43. Авраменко Р.А., Кірсанова Г.В. Визначення біологічного врожаю основних сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Дніпропетр. держ. агр. ун-т. Дніпропетровськ, 2004. 84с.

44. Городній М. М. Та ін. Агрохімія. К.: Вища школа, 1993. 416 с.

45. Цехенович Ю.В. Біологічний винос основних елементів живлення ячменю при різних рівнях застосування добрив. Видавництво БРСР. Серія сільськогосподарських наук. 1991, №1. С. 56–59.

46. Гамаюнова В. В. Зміна родючості ґрунтів південного Степу України під впливом добрив та підходи до їх ефективного застосування у сучасному землеробстві. Агрохімія і ґрунтознавство, спеціальний випуск, (1), 2015. С. 38–47.

47. Машинник О.О. Ефективність позакореневих підживлень ячменю ярого мікродобривами на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.04 «Агрохімія». Харків, 2012. 23 с.

48. Гораш О.С. Управління продуційним процесом пивоварного ячменю : монографія. Кам’янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2010. 368 с.

49. Шевченко О. І. Основи формування продуктивності ячменю ярого. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2012. № 2. С. 20–26.

50. Ященко Л. А. Баланс елементів живлення в ланці сівозміни при вирощуванні ячменю ярого в умовах Лісостепу України. Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. 2010. № 149. С. 87–90.

51. Забуранна Л.В. Економічна ефективність виробництва зерна та шляхи її підвищення в сільськогосподарських підприємствах. Економіка АПК. 2014. № 3. С. 55–61.

52. Материнська О.А. Економічна ефективність виробництва зернових культур в сільськогосподарських підприємствах. Ефективна економіка. 2013. № 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2521.

53. Лебідь Є.М., Шевченко М.С. Наукові основи підвищення ефективності виробництва зерна в Україні. Бюлетень інституту зернового господарства. 2008. № 33–34. С. 3–7.

54. Петрук Р.В. Комплексний метод переробки фосфоровмісних пестицидів до екологічно безпечних продуктів та рекультивації ґрунтів. В.: 2013. 175 с.

55. Ситник В.П. Вдосконалення економічного механізму в АПК. К.: Урожай, 1989. 184 с.

56. Саблуко П. Г., Кропивко М. Я. Агропромисловий комплекс України: стан та перспективи розвитку. К.: ІАЕ УААН, 1999. 252 с.

ДОДАТКИ