ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ агротехнологій і природокористування

Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Формування урожайності зерна кукурудзи залежно від впливу факторів технології в умовах ТОВ «Енселко Агро» Старокостянтинівського району Хмельницької області»

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної форми навчання
ВЕРБИЧ Денис Олександрович

Керівник:

кандидат с.-г. наук, доцент
_____ КЛИМИШЕНА Ріта Іванівна

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів ____ Шкала ECTS ___

«____»_____ 2025 р.

Допускається до захисту:
«____»_____2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
доктор с.-г. наук, професор
_____ ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна

м. Кам’янець–Подільський, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП …….. 4

РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБРАНОГО НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ (Огляд літератури) …….. 8

1.1. Густота стояння рослин кукурудзи та її вплив на формування продуктивності …… 8

1.2. Особливості удобрення кукурудзи ……... 12

1.3. Добрива і густота стояння рослин кукурудзи ……. 19

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 22

2.1. Ґрунтово-кліматичні та метеорологічні умови проведення досліджень ……. 22

2.2. Методика проведення досліджень ……..... 25

2.3. Характеристика досліджуваного сорту …… 28

РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ, ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ ТА РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ (Результати досліджень) …… 30

3.1. Польова схожість насіння та виживання рослин кукурудзи ……... 30

3.2. Особливості проходження міжфазних періодів кукурудзи 32

3.3. Особливості росту і розвитку рослин кукурудзи …… 35

3.4. Фотосинтетична діяльність рослин кукурудзи ……... 37

3.5. Індивідуальна продуктивність та урожайність зерна кукурудзи ……... 40

3.6. Якість зерна кукурудзи …….. 43

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ …….. 45

РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЯ ……... 49

5.1. Організаційно-технологічні заходи регулювання біотичних відносин в агроекосистемі ……. 49

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ …….. 56

6.1. Заходи направленні на покращення умов праці, зниження небезпек і шкідливостей при виробництві насіння ……... 56

ВИСНОВКИ …… 58

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ ……. 59

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …… 60

ДОДАТКИ …… 66

ВСТУП

Кукурудза – це одна з найвисокопродуктивніших зернових культур різнобічного використання, яку вирощують як для продовольчого, так і для кормового і технічного призначення. У світі для харчових цілей використовується близько 20% зерна кукурудзи, для технічних цілей – близько 15%, а інша спрямовується на корм [1].

В Україні відчувається потреба в збільшенні обсягів виробництва зерна кукурудзи. Це як правило, стимулює до розширення посівних площ та вдосконалення технологій вирощування цієї культури. Завдяки селекційним досягненням продуктивність гібридів істотно покращилася завдяки їх адаптації до обмежуючої кількості тепла. Нині селекція кукурудзи проводиться багатьма провідними науковими центрами, що зумовлює необхідність визначення оптимальної групи стиглості культури для регіональних умов, оцінки потенціалу продуктивності гібридів, а також розробки оптимальної системи удобрення [2].

Серед основних причин низької врожайності та невеликих валових зборів кукурудзи в Україні варто виділити необґрунтований вибір гібридів різних груп стиглості в межах агрокліматичних зон, недосконалість технології вирощування, а також низьку конкурентну здатність кукурудзи проти бур’янів. Останнє веде до засміченості ґрунту й посівів найбільш шкідливими й важковідокремлювальними бур’янами.

Підвищення продуктивності культури можливе шляхом розроблення та впровадження інтенсивних технологій її вирощування. Ці технології мають бути спрямовані на створення оптимальних умов росту та розвитку рослин через біологічний контроль за їхнім станом на ключових етапах органогенезу [3].

Впровадження у виробництво нових гібридів кукурудзи висуває потребу в удосконаленні технологій вирощування з акцентом на ефективніше використання біокліматичних ресурсів ґрунтово-кліматичних умов регіону, а

також на максимальне розкриття генетичного потенціалу високопродуктивних гібридів.

Кукурудза є не тільки основною фуражною, а також й енергетичною культурою. З усього обсягу світового виробництва кукурудзи понад 60% зерна використовується як корм для тварин, близько 25% спрямовується на харчові потреби, а решта застосовується для промислової переробки, виробництва олії, крохмалю, спирту, глюкози та цукру [4].

Світове виробництво фуражних зернових культур становить приблизно 1269 млн тонн. Головними виробниками кукурудзи залишаються США та Китай, на які сумарно припадає 59% світового виробництва цієї культури. На думку експертів, Україна вийшла на максимальний рівень виробництва кукурудзи. Площа посівів цієї культури в країні збільшилася до 5,4 млн га, що складає 17,5% у структурі всіх посівних площ. Україна наразі займає близько 17% світового ринку кукурудзи [1].

В теперешній час перед українськими виробниками сільськогосподарської продукції стоїть завдання щодо підвищення продуктивності вирощування кукурудзи на зерно для забезпечення потреб народного господарства. Досягнення цієї мети можливе завдяки використанню високоврожайних гібридів, сучасних енергозберігаючих технологій та якісного насіння [5]. Для вирощування у виробництві рекомендовано понад 250 гібридів різних груп стиглості. Зокрема, в умовах Лісостепу Правобережного на зерно переважно вирощують ранньостиглі гібриди, дещо рідше – середньоранні. Водночас важливо дослідити реакцію гібридів на удобрення та норми висіву за конкретних ґрунтово-кліматичних умов, адже саме ці фактори значною мірою впливають на рівень урожайності зерна кукурудзи [6].

Попри велику кількість проведених досліджень у різних регіонах, питання агротехнологічних заходів вирощування кукурудзи, зокрема оптимізація густоти стояння рослин і мінерального живлення, залишаються надзвичайно актуальними.

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень – обгрунтування особливостей формування врожаю кукурудзи залежно від внесення мінеральних добрив та густоти стояння рослин.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі завдання:

– дослідити особливості росту й розвитку рослин кукурудзи при застосуванні норм мінеральних добрив та густоти стояння рослин;

– встановити особливості формування якісних показників від досліджуваних факторів;

– проаналізувати вплив застосування мінеральних добрив та густоти стояння рослин на рівень урожайності кукурудзи;

– обґрунтувати економічну ефективність технологічних прийомів, що вивчаються.

Об'єктом дослідження є процес формування продуктивності рослин кукурудзи залежно від густоти посіву та мінерального удобрення, а також особливості їх взаємодії в умовах Старокостянтинівського району Хмельницької області.

Предмет дослідження охоплює вплив густоти посіву та мінерального удобрення на врожайність і якість зерна, а також економічну оцінку елементів технології вирощування, що вивчаються.

Методи дослідження включають наступні методи: 1) польовий метод, що полягає у спостереженні за ростом і розвитком рослин, а також формуванням їх урожайності; 2) лабораторний метод, спрямований на аналіз хімічного складу ґрунту і рослин, визначення показників асиміляційної поверхні та рівня накопичення сухої речовини; 3) математично-статистичний метод, який використовується для оцінки достовірності отриманих результатів досліджень; 4) розрахунково-порівняльний метод, що дозволяє визначити економічну доцільність вирощування кукурудзи при оптимальній густоті стояння рослин і відповідному рівні мінерального живлення.

Практична значущість дослідження полягає в оптимізації окремих технологічних методів вирощування, які сприятимуть створенню

високопродуктивних посівів кукурудзи з мінімальними енерговитратами. Отримані результати мають суттєве виробниче та наукове значення і рекомендуються для застосування в аграрних підприємствах Хмельницької області.

Особистий внесок полягає у розробці програми і безпосередній участі у проведенні польових досліджень, аналізі та узагальнені отриманих результатів.

Апробація результатів дипломної роботи. Результати досліджень доповідались на III Всеукраїнській студентській науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні питання землевпорядної та аграрної науки: сьогодення та перспективи розвитку» (м. Кам'янець-Подільський, 12 березня 2025 р.).

Структура та обсяг дипломної роботи. Дипломна робота викладена на 68 сторінках і складається зі вступу, 6 розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. До роботи включено 11 таблиць, 3 рисунка. Перелік літератури містить 57 найменувань

РОЗДІЛ 1
СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБРАНОГО НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ (Огляд літератури)

Розробка та удосконалення технології вирощування кукурудзи є актуальним питанням, оскільки кількісний і якісний склад гібридів дуже змінився. Найбільшою за кількістю залишається група середньоранніх гібридів, їх частка становить 50%, дещо зменшилася чисельність середньостиглих форм (близько 6%) і збільшилася на 7% кількість середньопізніх.

На необхідність вивчення і розробку технології вирощування гібридів кукурудзи звертали увагу багато науковців [7, 8], які відмічали, що найважливішими елементами технології вирощування кукурудзи є вибір попередника, обробіток ґрунту, рівень мінерального живлення, строки сівби та захист посівів від шкідливих організмів. Вони здійснили суттєвий внесок у розроблення основ і удосконалення технології вирощування цієї культури з урахуванням біологічних особливостей гібридів. Саме тому вдосконалення технології вирощування кукурудзи направляється для потреб рослин певного гібрида з більш високим ефективним використанням біокліматичного потенціалу ґрунтово-кліматичних умов даної зони [9-14].

1.1. Густота стояння рослин кукурудзи та її вплив на формування продуктивності

Правильний вибір густоти стояння рослин – це один із головних елементів інтенсивної технології вирощування, що дає можливість підвищити продуктивність кукурудзи на 20-30%.

Недостатня розробка рекомендацій з оптимальної густоти відповідних гібридів привела до того, що у виробництві гібриди кукурудзи різних груп стиглості висівають з одинаковою густотою, близькою до середньостиглих гібридів. Це є однією з причин значного зниження врожайності

ранньостиглих і середньопізніх гібридів і не дає можливість об’єктивно оцінити гібриди у виробничих умовах.

Великий вклад у розробку наукових основ визначення оптимальної густоти стояння рослин кукурудзи внесли науковці [10], які обґрунтували і рекомендували відповідні густоти рослин гібридів кукурудзи різних строків дозрівання. Вони встановили закономірність збільшення площі живлення рослин від ранньостиглих до пізньостиглих форм.

Відмічено, що врожайність гібридів кукурудзи знижується від більш пізніх до скоростиглих, але валовий збір зерна характеризується співвідношенням продуктивності рослини та їх кількістю на одиниці площі посіву. При цьому реакція гібридів різних груп стиглості на загущення посівів різна [15].

На основі аналізу результатів як вітчизняних, так і зарубіжних досліджень рекомендовано використовувати диференційовану густоту висаджування рослин кукурудзи з урахуванням морфобіологічних характеристик гібридів і умов вирощування.

Проведені дослідження засвідчили, що найвища врожайність була у середньостиглих та середньопізніх гібридів за умови сівби при однаковій густоті 35 тис./га [16]. Дослідники виявили, що оптимальною була густота стояння рослин 35 тис./га для середньораннього гібрида Піонер 3978, середньостиглого гібрида Дніпровський 505 МВ, середньопізнього гібрида Дніпровський 758 ТВ, проте врожайність зерна знижувалася в бік ранньостиглих. У гібридів Молдавський 291 М і Молдавський 400 АВМ, які належать до середньостиглих, кращою густотою стояння є 45-50 тис./га, за якої можна отримати високі врожаї зерна [17].

За багаторічними дослідженнями встановлено, що для Лісостепу оптимальна густота рослин має становити 50-55 тис./га – для ранньостиглих гібридів, 40-45 – для середньоранніх, 35-40 тис./га – для середньостиглих.

У польових дослідах Інституту зернового господарства НААН для ранньостиглого гібрида Дніпровський 187 МВ оптимальною виявилася

густота стояння рослин 55 тис./га при вирощуванні без зрошення (урожайність – 64,8 ц/га), для середньораннього Славутич 214 СВ – 50 тис./га (урожайність – 71,7 ц/га), для середньостиглого Дніпровський 358 МВ – 35 тис./га (урожайність –77 ц/га), для середньопізнього Дніпровський 476 МВ – 30 тис./га (урожайність –71,0 ц/га).

За умови загущення стеблостою індивідуальна продуктивність рослин зменшується, особливо в засушливі роки, в результаті передчасного засвоєння вологи з грунту. У посівах з неоптимальною густотою відбувається зниження врожаю кукурудзи через використання рослинами поживних речовин і вологи з ґрунту [18]. У зонах підвищеної вологості найвищу врожайність зерна ранньостиглих гібридів одержано при густоті стояння 80-90 тис./га.

За даними багатьох науковців, продуктивність гібридів кукурудзи знижується в сторону від пізніх до скоростиглих. Вона характеризується співвідношенням середньої маси рослини та кількістю їх на одиниці площі посіву. В загущених посівах ранньостиглих гібридів можна отримати такий врожай зерна, як і у пізньостиглих, а інколи й більший [17].

На Закарпатті для середньостиглих гібридів була встановлена оптимальна густота 60-80 тис./га, а для ранньостиглих – 80-100 тис./га, стосовно Лісостепу Чернігівської області, то для вказаних груп стиглості вона становила 41 та 60 тис./га відповідно.

В умовах північного Лісостепу України та Полісся вирощувати середньостиглі гібриди рекомендували при густоті 55-60 тис./га, а ранньостиглі – 70-80 тис./га [19]. На зрошуваних землях при оптимальному зволоженні густота середньоранніх гібридів повинна збільшуватись до 80-90 тис./га, середньостиглих та середньопізніх – становити відповідно 80 та 60 тис./га. Про доцільність збільшення густоти стояння рослин у вологі роки та при зрошенні свідчать також дані інших вчених [20, 21].

Науковці також зазначають, що найбільший рівень врожаю формують середньостиглі і середньопізні гібриди при однаковій густоті стояння 35 тис.

рослин/га.

На основі результатів досліджень науково-дослідними установами встановлено, що для вирощування на зерно кукурудзи слід рекомендувати в північній підзоні Степу середньоранні гібриди з густотою стояння рослин 40-45 тис./га, середньостиглі гібриди – 35-40, середньопізні гібриди – 30-35 тис./га [22]. Такі показники набагато вищі, як ті, що рекомендувалися раніше для гібридів певних груп стиглості.

За узагальненими даними науково-дослідних установ НААН у зв'язку з різною реакцією нових гібридів на фактори зовнішнього середовища було рекомендовано оптимальну густоту рослин кукурудзи різних груп стиглості для Лісостепу України: середньоранніх – 70-80 тис./га, середньостиглих – 60-70 тис./га [19, 23]. Про необхідність зміни густоти стояння кукурудзи залежно від біотипу гібрида, ґрунтово-кліматичних умов, свідчать багато даних вітчизняних та закордонних дослідників.

За даними окремих дослідників, оптимальна густота стояння для гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу України становить 70–90 тисяч рослин на гектар для ранньостиглих гібридів та 50–70 тисяч рослин на гектар для середньоранніх [4, 7, 8].

Густота стояння рослин суттєво впливає на умови вирощування гібридів і, відповідно, на темпи їх росту та строки настання ключових фаз розвитку. У надто загущених посівах зменшується інтенсивність формування генеративних органів: у зачатках майбутніх качанів і волотей закладається менше квіток, що негативно позначається на продуктивності рослин. У роки з достатнім зволоженням загущені посіви сприяють збільшенню висоти рослин, тоді як у посушливі роки сповільнюється лінійний ріст, а нижнє листя передчасно відмирає [19, 23].

Під впливом густоти змінюються, як показники індивідуальної продуктивності, так і структури врожаю, при чому, при відхиленні густоти від оптимальної в сторону рідких посівів вони збільшуються, а при загущенні – зменшуються.

Збільшення густоти посівів до певної межі сприяє підвищенню накопичення сухої речовини надземної частини на одиницю площі. Однак при цьому знижується частка качанів в загальному врожаї та зменшується ефективність фотосинтезу.

Отже, густоту стояння рослин кукурудзи необхідно встановлювати залежно від біотипу гібридів та ґрунтово-кліматичних умов.

1.2. Особливості удобрення кукурудзи

Формуючи велику вегетативну масу і високий урожай зерна, кукурудза використовує велику кількість елементів живлення. За даними науковців [19, 22, 23], на утворення 150 ц сухої речовини кукурудза споживає 160 кг азоту, 45 кг фосфору і 125 кг калію. Дослідники [2] відзначають, що з урожаєм зеленої маси 400 ц/га з ґрунту виноситься 95 кг азоту, 28 кг фосфору і 110 кг калію.

За даними НДІ кукурудзи, для формування врожайності зерна 50 ц/га залежно від біотипів гібридів та інших умов з ґрунту виноситься 130-150 кг азоту, 40-50 кг фосфору і близько 130 кг калію [19, 23].

Орієнтовні норми мінеральних добрив для ґрунтово-кліматичних зон України становлять: на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся – $N_{90-120}P_{60-90}K_{60-90}$; на чорноземах глибоких опідзолених, сірих лісових ґрунтах Лісостепу – $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$; на чорноземах звичайних Степу – $N_{60-90}P_{60}K_{45-60}$ [3].

Найбільшу кількість елементів живлення кукурудза споживає в період від викидання волоті до молочної стиглості зерна. В цей час рослини накопичують до 80% сухої речовини. Найвища врожайність зерна спостерігається при поєднаному внесенні органічних та мінеральних добрив.

При вивченні потреби кукурудзи у елементах живлення з’ясувалось, що основним для неї є азот. Із внесенням підвищених норм азотних добрив підвищується не лише врожайність, але й покращується якість зерна. Інтенсивно азот споживається на початку вегетації рослин. Дефіцит його в

цей час зумовлює пригнічення росту рослин, вони набувають жовто-зеленого забарвлення, сповільнюються процеси фотосинтезу і білкового обміну. Термінове азотне підживлення рослин дозволяє нормалізувати їх ріст і розвиток.

У цей період надлишок азоту негативно діє на рослини, у них порушується обмін речовин і ростові процеси, що веде до затримки розвитку рослин і недобору врожаю.

На пізніших етапах розвитку рослин кукурудзи азотне живлення сприяє скороченню строків цвітіння чоловічих та жіночих суцвіть, що в свою чергу покращує запліднення, а також посилює ріст та прискорює формування качанів.

У фазі молочної стиглості зерна надходження азоту в рослину призупиняється [8]. Слід відмітити, що внесення азотних добрив збільшує питому масу качанів у врожаї, проте норма їх має бути оптимальною і залежить від ряду факторів: періоду вегетації, теплового, світлового та водного режимів, попередника.

Азотні добрива краще вносити при сівбі та у вигляді підживлення. Роль фосфору особливо проявляється в другу половину вегетації кукурудзи, проте дефіцит його на ранніх етапах розвитку не компенсується надмірним живленням у подальшому. Дефіцит фосфору приводить до сповільнення росту молодих рослин. Вони набувають темно-зеленого забарвлення. Дефіцит фосфору в період цвітіння викликає запізнення виходу рилець плетиків з обгорток качанів та неповного їх запліднення. Надлишок фосфору також шкодить рослинам, що приводить до затримки ростових процесів.

Для оптимального розвитку рослин кукурудзи фосфор потрібен їм з самого початку проростання насіння. Достатня забезпеченість цим елементом нормалізує ростові процеси у рослинах і подовжує тривалість життя листків, краще розвивається коренева система, підвищується посухостійкість, прискорюється формування та достигання зерна [8]. Фосфорні добрива краще вносити під основний обробіток ґрунту та при сівбі.

Підживлення під час вегетації фосфором малоефективне.

Калій також має велике значення у мінеральному живленні рослин кукурудзи. Він сприяє підвищенню їх стійкості до грибкових захворювань, дефіциту вологи, низьких та високих температур. Дефіцит його у молодому віці рослин кукурудзи приводить до гальмування ростових процесів, рослини набувають жовто-зеленого забарвлення, верхівки і краї листків, у першу чергу нижніх, жовтіють і висихають. Рослини характеризуються вкороченими міжвузлями, нерідко бувають низькорослими. Коренева система пригнічується хворобами, рослини вилягають.

Процеси запліднення і формування зерна порушуються, качани формуються недорозвинені. Надлишок калію не впливає помітно на ріст, розвиток і врожайність кукурудзи. Калій починає надходити у рослину високими темпами з перших днів появи сходів і до викидання волоті. У рослині накопичується до 90% його можливого вмісту. У період цвітіння вміст калію у рослині досягає максимуму, після чого він стабілізується [18, 19, 22, 23]. Калійні добрива найкраще вносити під основний обробіток ґрунту та в перше підживлення. Оптимальне співвідношення азотних, фосфорних і калійних добрив при вирощуванні кукурудзи – 1:1,3:0,5.

Поряд з макроелементами, для нормального росту і розвитку рослин необхідне надходження з ґрунту мікроелементів – насамперед кальцію, магнію, цинку, міді, марганцю, нікелю, бору та інших. Їх вносять у невеликих нормах у різні строки.

Достатньо висока ефективність мікроелементів встановлена при підживленні рослин у період викидання волоті. З метою покращення забезпечення рослин мікроелементами необхідно обробляти насіння розчинами солей потрібних мікроелементів, введенням їх до складу комплексних мінеральних добрив [18, 22]. Необхідність застосування тих чи інших мікроелементів та їх норми встановлюються на основі агрохімічних обстежень ґрунту. На ефективність дії мінеральних добрив великий вплив мають умови вологозабезпечення рослин за час їх вегетації [23]. Без

широкого застосування органічних та мінеральних добрив не може бути досягнуто підвищення якості зерна кукурудзи. Так, дослідженнями вчених Інституту зернового господарства НААН, встановлена залежність вмісту протеїну в зерні від застосування мінеральних добрив [23, 24].

Дослідники спостерігали, що внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню не тільки загального і білкового азоту, але й зерна.

Кукурудза належить до культур, що мають високі вимоги до забезпечення їх елементами живлення. Підвищена потреба кукурудзи у поживних речовинах обумовлена тим, що вона поглинає їх основну масу за порівняно короткий час, у період інтенсивного росту вегетативних органів. Однак слід відмітити, що використання поживних речовин кукурудзою продовжується до настання воскової стиглості зерна, тобто майже весь період життя. Відповідно з цим наростання маси продовжується протягом всього вегетаційного періоду: спочатку поступово починається з фази 6-7 листків, а максимальної величини досягає у період цвітіння.

За даними науково-дослідних установ НААН, кукурудза з 10 червня по 7 серпня накопичує майже половину органічних речовин і використовує майже 60% поживних елементів від максимального їх вмісту.

За результатами досліджень більшості науковців використання органічних або мінеральних добрив сприяє покращенню поживний режим ґрунту. Застосування добрив дає змогу раціонально використовувати доступну вологу для формування біомаси рослин, зумовлюючи одержання дещо вищого врожаю зерна кукурудзи, а також силосної маси.

Поглинання поживних речовин у різні періоди неоднакове. Одна і та ж кількість цих речовин у ґрунті може бути використана у різних фазах по різному. У життєдіяльності кукурудзи азоту належить провідна роль. При недостатній кількості його в період вегетації затримується ріст рослин і утворення хлорофілу, понижується інтенсивність фотосинтезу і білкового обміну. Порушення життєвих процесів унаслідок азотного голодування викликає пожовтіння листя, його відмирання, що негативно впливає на

продуктивність рослин і якість зерна.

При надмірному азотному живленні насіння проростає повільніше, сходи запізнюються, підвищується потреба води на транспірацію. Збільшення густоти стояння рослин кукурудзи від 35 до 50 тис/га зумовило зниження вмісту протеїну в зерні з 10,43 % до 8,8 % у варіантах без внесення азотних дорив. При внесенні N_{60} ця закономірність послаблюється, якість зерна при цьому покращується. При внесенні 100 кг/га суперфосфату зростає врожайність зерна на 3,5 – 5,0 ц/га, а вміст білка в ньому збільшується на 0,1-1,3%. За даними дослідників, внесення калійних добрив позитивно впливає на урожайність та якість зерна кукурудзи [17]. Порівняно з фоном $N_{90}P_{90}$, де врожайність становила 75,8 ц/га, внесення повного мінерального добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило врожайність зерна 95,0 ц/га. Проаналізувавши дані досліду, автори дійшли висновку, що підвищені норми добрив та густота стояння рослин подовжували строки достигання кукурудзи, зросло вилягання рослин, зменшилася кількість качанів на 100 рослин.

Використання норми мінеральних добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ забезпечило збільшення врожайності зерна залежно від впливу густоти стояння рослин на 5,0-14,0 ц/га порівняно з контрольним варіантом, тоді як при нормі $N_{160}P_{180}K_{180}$ порівняно до норми $N_{120}P_{120}K_{120}$ був незначний вплив.

В польових дослідженнях [25] при внесенні норми мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ на звичайному чорноземі дало можливість збільшити рівень врожайності зерна гібрида ВІР 42 МВ на 9,4; 8,1 і 7 ц/га у середньому за три роки при густотах стояння 20, 30 і 40 тис. рослин/га відповідно.

При вирощуванні кукурудзи без добрив урожайність становила 38,6 ц/га. Збільшення внесення гною з 20 до 60 т/га сприяло підвищенню зборів зерна на 3,9-7,9 ц/га. При внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{30}$ врожайність кукурудзи сягала 43,1 ц/га. Подібні висновки зустрічаються у публікаціях інших вчених [26].

В умовах північного Степу України кукурудза найкраще реагує на норму добрив у кількості $N_{60\text{-}90}P_{45\text{-}60}K_{40}$ [16], проте зустрічаються твердження,

що кращою нормою добрив для гібридів різних груп стиглості є $N_{45}P_{45}K_{45}$ [2].

У західному Лісостепу найвищу врожайність ранньостиглого гібрида було досягнуто за внесення 30 т гною та $N_{90}P_{90}K_{90}$ [27].

Дослідження, проведені науково-дослідними установами України та інших країн, демонструють, що різні сорти й гібриди кукурудзи по-різному реагують на мінеральне удобрення [28]. Відтак, на думку фахівців, для забезпечення оптимального живлення рослин слід враховувати специфічні потреби кожного конкретного сорту чи гібрида.

Дані досліджень показують, що внесення мінеральних добрив у кількості $N_{30}P_{30}K_{30}$ або $N_{60}P_{60}K_{30}$ сприяє підвищенню врожайності зерна у ранньостиглих і середньоранніх гібридів. Утім, максимальний приріст врожаю надавали добрива у найвищих нормах саме для середньостиглих і середньопізніх гібридів [29, 30, 31].

Також відзначено, що гібриди кукурудзи з різними строками дозрівання мають неоднакову реакцію на кореневе живлення. Як правило, пізньостиглі форми відгукуються на добрива краще, ніж ранньостиглі. Середньоранні гібриди, порівняно з пізньостиглими, більше засвоюють азот до періоду викидання волоті, а після завершення фази молочно-воскової стиглості – менше. Це пояснюється швидшим накопиченням біомаси ранньостиглими формами на початкових етапах росту і скороченням тривалості подальших фаз онтогенезу. У свою чергу, скоростиглі гібриди порівняно з середньопізніми інтенсивніше використовують калій на початку вегетації і значно менше – під кінець [32].

Експериментальні дані свідчать, що при нормі добрив $N_{133}P_{67}K_{137}$ врожайність гібрида Краснодарський ПГ 303 ТВ зростала на 20,0 ц/га, тоді як сорт Краснодарська 1/49 підвищував урожай тільки на 10,1 ц/га. За внесення $N_{160}P_{84}K_{172}$ врожайність гібрида ЗПСК 58 С збільшувалась на 19,2 ц/га, а гібрида ВІР 338 ТВ – на 11,6 ц/га.

При використанні середніх норм добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) на чорноземах звичайних північного Степу України спостерігали підвищення врожайності

зерна кукурудзи всіх гібридів, що вивчались. Значно менше реагував на внесення цієї норми добрив середньостиглий гібрид інтенсивного типу Дніпровський 505. Ефективніше використовували поживні речовини грунту та добрив рослини середньораннього гібриду Піонер 3978. Середньостиглий гібрид Краснодарський 436 краще реагував на внесення азотних добрив з N_{60} до N_{135}.

У польових експериментах було встановлено, що ефективність мінеральних добрив значною мірою залежить від погодних умов під час вегетації кукурудзи. У засушливі роки врожайність зерна середньостиглого гібрида ВІР 42 МВ на удобрених ділянках виявлялася нижчою порівняно з неудобреними. Натомість у роки з помірною вологістю добрива суттєво підвищували продуктивність кукурудзи.

Залежність результативності мінеральних добрив від рівня вологозабезпечення підтверджується також різницею в їхній ефективності на незрошуваних і зрошуваних землях, що перебувають у практично однакових ґрунтово-кліматичних умовах [26].

Внесення органічних добрив у поєднанні з мінеральними збільшує ефективність їх використання. При цьому значно підвищується коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту і мінеральних добрив. За даними науковців, сумісне внесення гною і повного мінерального добрива в зоні північного Лісостепу забезпечує зростання врожайності кукурудзи на 80% і більше, у той час, коли внесення їх окремо підвищує врожайність відповідно на 50-60 і 40-50%. Цим саме і підкреслюється ефективність їх взаємодії. Аналогічні результати одержані в різних зонах вирощування кукурудзи. Дослідники стверджують, що внесення великої кількості лише мінеральних добрив у грунт викликає депресію ростових процесів рослин. Завдяки буферній та адсорбційній здатності органічної речовини гною мінеральна частина добрив поглинається і не вимивається з ґрунту та не потрапляє у рослини як надлишкова.

Таким чином, питанню встановлення оптимальних норм добрив при

вирощуванні кукурудзи в літературі приділяється багато уваги, проте в наукових джерелах мало висвітлена реакція різних біотипів цієї культури на зміну рівня живлення.

1.3. Добрива і густота стояння рослин кукурудзи

Встановлення оптимальної площі живлення рослин різних культур, їх сортів та гібридів є важливою умовою високої ефективності застосування добрив.

Ефективність використання рослинами площі живлення значно залежить не лише від біологічних особливостей сортів і гібридів, але й від рівня родючості ґрунту. За даними дослідників, чим вищі показники родючості ґрунту та сприятливіші умови вологозабезпечення, тим меншою має бути густота стояння рослин. Надмірне загущення кукурудзи на високому агрофоні призводить до утворення більшої кількості стебел і меншої кількості качанів. Дослідники наголошують на недоцільності загущення посівів на удобрених і родючих ґрунтах [13].

У дослідах, проведених у південно-західній частині Степу України, встановлено, що підвищення норм добрив із $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{60}P_{60}K_{30}$ у роки з достатнім рівнем вологозабезпечення сприяло зростанню врожайності зерна у гібридів Краснодарський 440 М і Одеський 50 М. У роки менш сприятливі за гідротермічними умовами спостерігалося зниження врожайності за рахунок збільшення норм добрив. У середньому за результатами багаторічних досліджень підвищення врожайності було помітним лише у гібрида Краснодарський 440 М. Оптимальна передзбиральна густота стояння рослин для цих гібридів складала 30-35 тис./га, а збільшення густоти рослин при збільшених дозах добрив виявилося неефективним.

На Полтавській дослідній станції за внесення підвищених норм мінеральних добрив густоту стояння рослин у вологі роки можливо збільшувати до 80 тис./га, а у посушливі – до 60 тис./га [80].

Результати досліджень також показали, що оптимальна густота стояння

для середньораннього гібрида Піонер 3978 становила 35-40 тис./га, для середньостиглого Дніпровський 505 МВ – 35 тис./га, а для середньопізнього Дніпровський 758 ТВ – 30-35 тис./га. За таких густот на фоні мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ була досягнута максимальна врожайність кукурудзи. Збільшення норми добрив до $N_{90}P_{90}K_{90}$ виявилося малоефективним через недостатнє вологозабезпечення рослин у досить критичний час вегетації у більшості років [25].

Без удобрення позитивний вплив загущення посівів проявлявся до густоти 60 тис.шт/га, при $N_{120}P_{120}K_{120}$ – при 80 тис. /га, при $N_{180}P_{180}K_{180}$ –70 тис./га. Менша ефективність загущення посівів при нормі $N_{180}P_{180}K_{180}$, порівняно з $N_{120}P_{120}K_{120}$, обумовлювалася значним виляганням рослин. Якість зерна була досить високою і від досліджуваних факторів суттєво не змінювалася, проте вміст нітратів у зерні становив без удобрення – 86 мг/кг, при NPK (120) – 76 мг/кг, при NPK (180) – 73 мг/кг. Це пояснюється покращенням фосфорно-калійного живлення рослин, за якого нітратний азот перетворюється у органічні сполуки [17].

В умовах достатнього зволоження Чернігівської дослідної станції [10] при малих нормах азотних добрив і неудобреному фоні підвищення густоти стояння рослин вище 47,6 тис./га не забезпечувало істотної прибавки врожаю зерна. При внесенні 90-120 кг/га азоту на фоні фосфорно-калійних добрив урожайність підвищувалася до густоти 71,4 тис./га.

Комплексне дослідження впливу густоти стояння рослин та мінеральних добрив на врожайність зерна середньопізнього гібрида Краснодарський ПГ 303 ТВ показало, що за неудобреного фону та внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищі врожаї було отримано при густоті стояння 40 тис./га – відповідно 53,8 і 53,3 ц/га.

Водночас, тривалі дослідження науковців підтверджують високу ефективність збільшення густоти стояння рослин за умов підвищених норм внесення добрив, що сприяє зростанню рівня оптимальної густоти та продуктивності кукурудзи.

Цю тенденцію відзначають і інші дослідники [14]. Згідно з результатами роботи [17], за умови внесення $N_{105}P_{80}K_{120}$ у поєднанні з 20 т/га органічних добрив, підвищення густоти рослин до 80-90 тис./га, порівняно з рекомендованою нормою 50-60 тис./га у контрольному варіанті без добрив, забезпечувало приріст урожайності зерна на 12,1-14,8 ц/га.

На чорноземах типових малогумусних в умовах північно-східного Лісостепу України найвищий рівень врожайності досягався при застотсуванні повного комплексу мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ при густоті стояння рослин 100 тис./га. При цьому врожайність зерна змінювалася залежно від площі живлення на 6,4-16,8 ц/га або на 11-12%. За норми $N_{180}P_{180}K_{180}$ зміни врожайності становили 4,0-10,1 ц/га або 7-19%.

Дослідження, проведені на Синельниківській дослідній станції Інституту зернового господарства НААН [34], свідчать, що за внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ оптимальною густотою кукурудзи для отримання зерна є 60 тис./га.

В іншому експерименті на середньоранньому гібриді Дніпровський 438 МВ визначено, що оптимальна густота становила 40 тис./га за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$. Збільшення норми мінеральних добрив до понад 30 кг/га та підвищення густоти до 50 тис./га не приводили до подальшого росту врожайності зерна.

Дослідами, проведеними на Агрономічній дослідній станції Національного аграрного університету було встановлено, що для середньораннього гібрида кукурудзи Ювілейний 60 МВ і ранньостиглого Колективний 100 СВ оптимальною густотою при внесенні 40 т/га гною і $N_{120}P_{90}K_{100}$ виявилась 70 тис./га, при цьому урожайність зерна відповідно становила 78,7 і 74,5 ц/га.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні та метеорологічні умови проведення досліджень

Дослідження проводилися в умовах ТОВ «Енселко Агро» Старокостянтинівського району Хмельницької області, який розташований на сході Хмельницької області.

ТОВ «Енселко Агро» – це аграрне підприємство, яке в основному займається вирощуванням зернових та олійних культур. Земельний банк становить 134 тис. га в Хмельницькій та Тернопільській областях.

Старокостянтинівський район розташований у північно-східній частині Хмельницької області в межах Лісостепової зони України, що зумовлює поєднання достатнього теплового ресурсу, помірного зволоження та високої агроресурсної придатності території.

Ґрунтовий покрив району має високу природну родючість і сформований переважно на лесових та лесовидних суглинках. Найпоширенішими є сірі та темно-сірі опідзолені лісові ґрунти, а також опідзолені чорноземи. Сірі лісові ґрунти характеризуються середнім вмістом гумусу (1,5–2,5%), кислою або слабокислою реакцією та достатнім запасом поживних речовин за умов раціональної системи удобрення. Чорноземи опідзолені мають вищий вміст гумусу (до 3–4%), кращу структурність та водопроникність, що робить їх особливо цінними для сільськогосподарського виробництва. У заплавних частинах річкових долин (Случ, Ікопоть та інші) трапляються лучні й лучно-болотні ґрунти, придатні для вирощування кормових культур і формування природних сінокосів.

Поєднання родючих ґрунтів, достатнього теплового режиму та помірного зволоження створює сприятливі умови для вирощування зернових (пшениця, жито, ячмінь, кукурудза), технічних (цукровий буряк, ріпак, соя) та кормових культур. Разом з тим, клімат району характеризується певними

ризиками — можливими літніми грозами з градом, періодичними весняними поворотними заморозками та короткочасними посухами, які слід враховувати при плануванні агротехнічних заходів.

Клімат району – помірно континентальний, із теплим вологим літом та помірно холодною зимою. Середньорічна температура становить близько +7°C. У літні місяці середні температури сягають +18…+20°C, а в окремі періоди можуть підвищуватися до +35°C. Зимові температури, як правило, коливаються в межах –2…–6°C, проте у сильні морози можливі зниження до –25°C. Вегетаційний період триває в середньому 180–185 днів, що забезпечує умови для вирощування широкого спектра польових культур.

Річна кількість опадів у районі складає орієнтовно 550–600 мм, при цьому основна їх частина припадає на літній період у вигляді дощів з грозовими явищами. Вологозабезпечення загалом оцінюється як достатнє, однак у окремі роки можливі як літні посухи, так і перезволоження ґрунтів у весняний період. Сніговий покрив нестійкий, найчастіше формується у другій половині грудня та зберігається до кінця лютого; товщина снігу зазвичай невелика. Глибина промерзання ґрунту коливається в межах 5–40 см залежно від температурних умов зими.

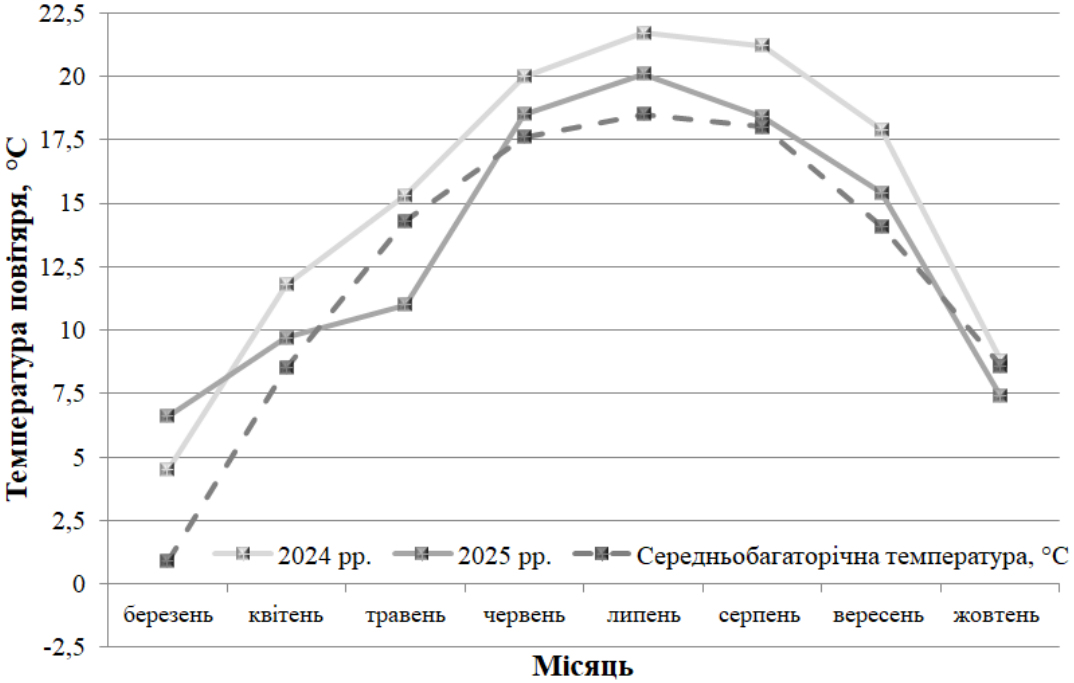

Рис. 2.1. Температура повітря за роки досліджень

Протягом квітня – серпня 2024-2025 років спостерігалась порівняно тепла і суха погода. Опади різної інтенсивності випадали нерівномірно. У період травень-липень 2024 р. спостерігалась достатня забезпеченість ґрунту вологою, а у 2025 р. надмірна – 303 мм опадів, що в 1,3 раза (+74 мм) більше середньо багаторічних показників.

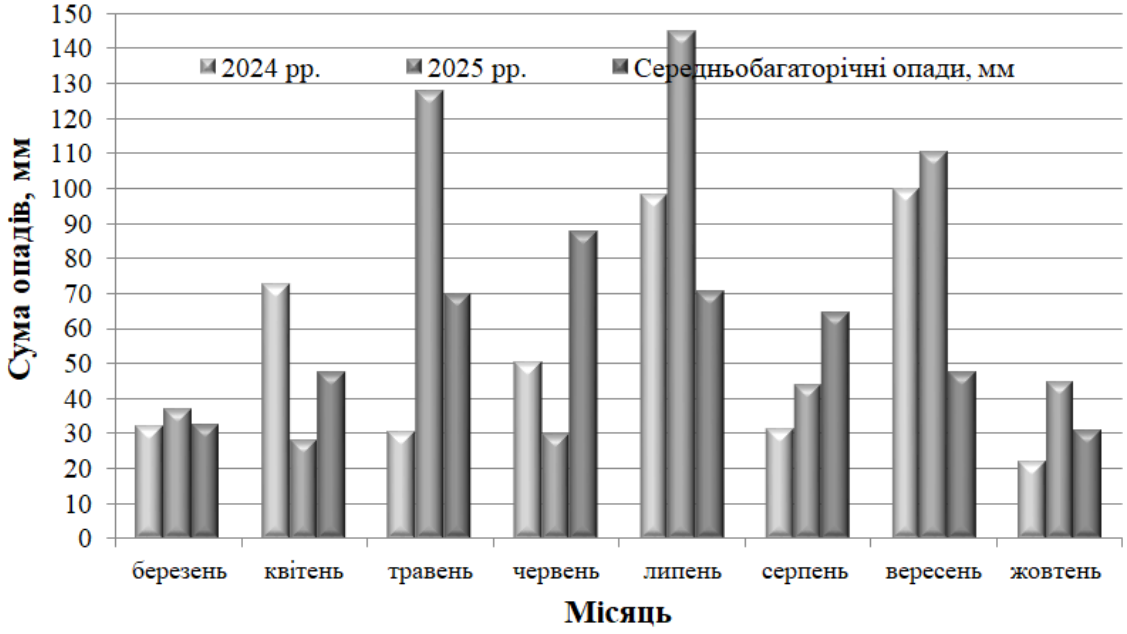

Рис. 2.2. Опади за роки досліджень

При цьому зафіксована тепла погода, відхилення за середньо багаторічною нормою у квітні становило +1,2−3,3ºС. У травні 2024 р. температура повітря становила 15,3°С, що вище за середньобагаторічну температуру на 1°С; у 2025 р. температура повітря виявилася нижчою на 3,3°С за середньобагаторічну температуру. Червень характеризувався дощовою та жаркою погодою, опади в основному зливового характеру випадали нерівномірно. В липні випало 122 мм опадів, що більше на 1,7% від норми. Серпень характеризувався досить високими середньодобовими температурами при цьому (відхилення склало +1,8ºС від норми). Опадів випало лише 37 мм при багаторічній нормі 65 мм.

2.2. Методика проведення досліджень

Програмою досліджень було передбачено проведення польових дослідів з метою встановлення реакції рослин кукурудзи на густоту стояння рослин та рівень мінерального живлення, фотосинтетичні і ростові процеси у рослинах, урожайність кукурудзи та економічні показники.

Двофакторний польовий дослід проводили за схемою:

Фактор А. Удобрення

1. Без добрив (контроль);

2. N_{60} P_{60} K_{60}*;*

3. N_{90} P_{90} K_{90}*;*

4. N_{120} P_{120} K_{120}*.*

Фактор В. Густота стояння рослин:

1. 60 тис./га;

2. 70 тис/га;

3. 80 тис./га;

4. 90 тис./га.

Площа облікової ділянки 100 м^2. Польові досліди проводили за методом розщеплених ділянок. На ділянках першого порядку вивчали рівні мінерального живлення (фактор А), другого – густоти стояння рослин (фактор В). Ділянки першого порядку розміщували систематично окремими блоками; другого – систематично блоками у дві смуги. Повторність досліду – трьохразова. Схема досліду наведена в табл. 2.1.

Для вивчення особливостей росту, розвитку і формування продуктивності рослин, встановлення закономірностей реакції їх на заходи, що вивчалися, належного наукового обґрунтування висновків і практичних рекомендацій виробництву в дослідах проводили наступні спостереження і дослідження:

1. Фенологічні спостереження за рослинами кукурудзи проводили за методикою держкомісії з сортовипробування сільськогосподарських культур. Початок кожної фази росту й розвитку кукурудзи встановлювали після

настання її у 10% рослин, масову – у 75% рослин. Фенологічні спостереження проводили за фазами: сходи, 9-10 листків, викидання та цвітіння волоті, молочно-воскова, воскова та повна стиглість зерна кукурудзи. Фази стиглості визначали шляхом спостережень за верхніми качанами (вибірка становила 10 качанів на ділянку; день, коли 8 качанів із 10 набували певної фази, реєстрували за дату її настання.

Таблиця 2.1

Схема двофакторного польового досліду 4х4

Фон живлення	Густота стояння рослин, тис./га
Фактор А	Фактор В
Без добрив	60
	70
	80
	90
$N_{60}P_{60}K_{60}$	60
	70
	80
	90
$N_{90}P_{90}K_{90}$	60
	70
	80
	90
$N_{120}P_{120}K_{120}$	60
	70
	80
	90

2. Густоту стояння рослин кукурудзи визначали по всіх варіантах досліду шляхом підрахунку рослин на 14,3 метра рядка у п’яти місцях по діагоналі ділянки у фазу 5-7 листків і перед збиранням врожаю з наступним перерахунком на один гектар.

3. Висоту рослин визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки волоті головного стебла у фазу молочної стиглості, висоту прикріплення нижнього качана – від поверхні ґрунту.

4. Площу листкової поверхні визначали методом «висічок».

5. Облік врожаю зерна кукурудзи проводили за методом суцільного збирання з облікової ділянки у фазу повної стиглості з наступним перерахунком на сухе зерно за формулою:

$$X = У \times П \times (100 - В) / 8600, \text{ де}$$

Х – урожайність зерна при вологості 14%, *ц/га*;

У – урожайність качанів у повній стиглості зерна, *ц/га*;

П – вихід зерна з качана, *%*;

В – фактична вологість, *%*;

8600 – коефіцієнт перерахунку урожаю качанів до урожаю зерна при вологості 14%.

6. Важливою ознакою була передзбиральна вологість зерна. Для її визначення на передодні збирання з кожної ділянки через рівний інтервал відбирали по 10 качанів, очищали від обгорток, зважували і об'єднували у середню пробу. Передзбиральну вологість зерна визначали відразу після відбору середніх зразків з тим, щоб запобігти їх підсиханню.

7. Статистичний аналіз результатів досліджень проводився за кореляційними і регресійними зв'язками, багатофакторним дисперсійним методом з використання пакету програм для персонального комп'ютера «Statistica-10».

8. Економічну оцінку ефективності досліджуваних елементів технології вирощування культури проводили за методикою оцінки ефективності наукових досліджень. Витрати на вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та норм мінеральних добрив, визначали шляхом складання технологічних карт за певними нормативами на ручні й механізовані роботи. Вартість основної продукції, добрив, засобів захисту, насіння визначали за закупівельними цінами. За визначеними витратами і фактичним врожаєм розраховували собівартість центнера зерна і рівень рентабельності його виробництва.

Попередником кукурудзи на зерно була озима пшениця. Після її збирання проводили лущення стерні дисковими лущильниками на глибину 5-

7 см, повторне – через 2-3 тижні після проростання бур'янів. Багато дослідників відмічають ефективність цього захисту в боротьбі з бур'янами та накопиченні вологи в ґрунті. Через 2-3 тижні після появи бур'янів і падалиці озимої пшениці проводили оранку на глибину 25-27 см. Під зяблеву оранку вносили органічні добрива. Ранньовесняне боронування проводили важкими зубовими боронами. Мінеральні добрива: аміачну селітру, гранульований суперфосфат і калійну сіль відповідно до схеми досліду вносили під першу культивацію, глибина якої 8-10 см. Під передпосівну культивацію вносили ґрунтовий гербіцид *Дуал-голд* в нормі 1,1-1,3 л/га (витрата робочої рідини 300-400 л/га). Глибина передпосівної культивації – 6-8 см.

Сівбу кукурудзи проводили у першій декаді травня сівалкою СУПН - 8 на кінцеву густоту згідно схеми досліду. Потім поле боронували та прикочували кільчасто-шпоровими котками. Для знищення бур'янів посіви кукурудзи у фазу 5-7 листків обробляли страховим гербіцидом *Тітус, 25 % в.г.* з розрахунку 50 г/га з додаванням *ПАР тренд 90* (100 мл на 100 л води). Перший міжрядний обробіток проводили у фазі 3-5 листків у кукурудзи на глибину 8-10 см. При другому (на 6-8 см) обробітку культиватори обладнували підгортачами. Збирання проводили вручну суцільним методом з кожної облікової ділянки у фазу повної стиглості зерна кукурудзи.

2.3. Характеристика досліджуваного сорту КВС АЛЛЕГРО (ФАО 250).

Стабільний гібрид для посушливих умов вирощування (рис. 2.3).

Адаптований до екстенсивних та напівінтенсивних умов вирощування.

Напрям використання: зерно.

Агрономічні властивості:

- стабільний гібрид
- тип рослин: напівремонтантний з напіверектоїдним типом листків
- тип зерна: зубовий
- вологовіддача: дуже швидка

- адаптований для всіх агрокліматичних зон
- придатний до вирощування в монокультурі
- висока стійкість до летючої сажки
- придатний для вирощування на полях з мінімальним обробітком ґрунту.

Рис. 2.3. Сорт кукурудзи КВС АЛЛЕГРО

Потенціал урожайності зерна: 16 т/га.

Морфологія та структура врожайності:

Висота рослин	280-290 см
Висота прикріплення качанів	120-130 см
Кількість рядів зерен	14
Кількість зерен в ряду	34-38
Маса 1000 зерен	310-330 г

Рекомендована густота стояння на момент збирання:

Зона достатнього вологозабезпечення	75-85 тис./га
Зона середнього вологозабезпечення	65-70 тис./га
Зона недостатнього вологозабезпечення	50-60 тис./га

РОЗДІЛ 3
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ, ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ ТА РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ
(Результати досліджень)

3.1. Польова схожість насіння та виживання рослин кукурудзи

Сівба – перший і відповідальний період у технології вирощування кукурудзи, який значною мірою зумовлює час з'явлення і повноту сходів, наступний ріст та розвиток рослин [11]. Відмічено, що в умовах північного Лісостепу України навесні часто буває коливання температур – після різкого потепління холодна погода, тому частина висіяного насіння, що має 100% схожість, не дає стільки рослин, скільки висіяно зерен [22].

Надаючи великого значення проблемі з'явлення нормальних сходів, у літературі зустрічаються трактування про те, що на першому етапі свого життя рослина особливо чутлива до різних несприятливих умов. Тому обережне, уважне проведення рослин через перший етап, що закінчується з'явленням дружних і сильних сходів є найважливішою умовою боротьби за врожай.

Одержання високої польової схожості – одне з найважливіших завдань технології вирощування, оскільки від неї, в значній мірі, залежить рівень майбутнього врожаю. Польова схожість насіння та врожайність польових культур пов'язані прямою залежністю. Розрахунки показують, що зниження польової схожості насіння на 1% призводить до зниження врожаю ярих зернових культур на 1,5-2,0%. Від її величини залежить вибір тих чи інших агрозаходів для формування необхідної густоти стояння рослин перед збиранням. По суті польова схожість зумовлює майбутню технологію на полі.

Таблиця 3.1

Польова схожість насіння кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, % (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння, тис.шт./га	Польова схожість насіння, %			
	без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$
60	90,8	91,8	92,2	92,0
70	90,2	91,6	91,9	91,7
80	89,8	90,6	90,2	90,4
90	89,3	90,0	89,8	90,1

На не удобрених ділянках з густотою стояння рослин 60 тис./га польова схожість становила 90,8%, а з внесенням повної норми мінеральних добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ цей показник збільшився до 92,0%. При збільшенні густоти стояння рослин до 90 тис./га польова схожість насіння зменшилась до 89,3%.

Рослини кукурудзи гібриду КВС АЛЛЕГРО були досить адаптовані до несприятливих умов вирощування у період вегетації, про що свідчать показники виживання рослин (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Виживання рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, % (середнє за 2024-2025 рр.)

Удобрення	70 тис./га			90 тис./га		
	кількість рослин на 1 га, тис. шт.		виживання, %	кількість рослин на 1 га, тис. шт.		виживання, %
	сходи	збирання		сходи	збирання	
Без добрив (контроль)	63,1	53,0	84,0	80,4	66,2	82,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	64,1	58,4	91,1	81,0	71,7	88,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	64,3	59,7	92,8	80,8	73,4	90,8
$N_{120}P_{120}K_{120}$	64,2	61,4	95,6	81,1	75,2	92,7

Із збільшенням густоти стояння з 60 до 90 тис./га ефективність добрив знижувалась. Так, у рослин кукурудзи виживання впродовж вегетаційного періоду при густоті 70 тис./га складало від рівня мінерального живлення 84,0-95,6%.

Збільшення густоти стояння до 90 тис./га призводило до зниження загального виживання рослин, що негативно вплинуло на формування оптимальної передзбиральної густоти стояння та продуктивності кукурудзи. Так, із збільшенням густоти стояння рослин з 70 тис./га до 90 тис./га загальне виживання зменшилось на 2,9%.

Удобрення кукурудзи позитивно впливало на стійкість рослин проти несприятливих зовнішніх чинників. На варіанті без внесення добрив загальне виживання рослин кукурудзи становило 84,0%, із збільшенням рівня мінерального живлення до $N_{120}P_{120}K_{120}$ на період збирання залишилось 95,6%.

Отже, польова схожість насіння кукурудзи більшою мірою залежала від рівня мінерального удобрення і менше від густоти стояння рослин.

3.2. Особливості проходження міжфазних періодів кукурудзи

Кукурудза впродовж вегетаційного періоду проходить відповідні фази розвитку пов’язані з утворенням нових органів та їх формуванням. Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність рослин перебуває в певній залежності від зовнішніх факторів. На підставі фенологічних спостережень за фазами росту й розвитку рослин кукурудзи можна краще підібрати сорти і гібриди, які відповідають біокліматичним умовам певної ґрунтово-кліматичної зони і оцінити ефективність того чи іншого елементу технології. Складні фізіологічні процеси рослин здійснюються при наявності таких основних зовнішніх факторів життя: тепла, світла, вологи та мінерального живлення [35]. Від зміни цих умов, як показали дослідження, змінюється його якість.

Тривалість вегетаційного періоду визначається генетичними особливостями сорту чи гібриду кукурудзи. Науковці наводять параметри

тривалості вегетаційного періоду і кількості листків на головному стеблі кукурудзи: ранньостиглі з періодом від сходів до повного визрівання зерна 80-90 днів, кількістю листків 10-13; середньоранньостиглі – 90-100 днів і 12-14 листків; середньостиглі – з вегетаційним періодом 100-115 днів і 14-16 листками; середньопізньостиглі – 115-130 днів і 16-18 листків; пізньостиглі – 130-150 днів і 18-20 листків; дуже пізньостиглі – з вегетаційним періодом більше 150 днів і кількістю листків більше двадцяти.

Результати досліджень показали, що тривалість міжфазного періоду сівба – сходи становила 11 діб і не залежала від густоти стояння рослин і рівня мінерального живлення. В той же час тривалість періоду сходи – викидання волоті гібриду кукурудзи залежала від густоти стояння рослин і норм мінеральних добрив (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Тривалість міжфазного періоду сходи – викидання волоті у рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, днів (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння, тис. шт./га	Тривалість міжфазного періоду			
	без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$
60	60	59	58	57
70	60	59	58	57
80	62	61	60	59
90	64	62	62	60

Із збільшенням густоти стояння рослин з 60 до 90 тис./га, не залежно від рівня мінерального живлення, тривалість даного періоду збільшується. Так, на неудобреному фоні зі збільшенням густоти стояння до 90 тис./га тривалість періоду сходи – викидання волоті знаходидася в межах від 60 до 64 днів, на варіанті із внесенням добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ – тривалість періоду зросла з 57 до 60 діб.

Внесення мінеральних добрив сприяло зменшенню тривалості

міжфазного періоду сходи – викидання волоті в середньому на 3-4 дні.

Тривалість періоду викидання волоті – повна стиглість зерна меншою мірою залежить від густоти стояння рослин, а більшою мірою від рівня мінерального живлення (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Тривалість міжфазного періоду викидання волоті – повна стиглість зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, днів (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння, тис.шт./га	Тривалість міжфазного періоду			
	без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$
60	49	49	49	50
70	49	49	50	51
80	51	51	52	53
90	51	51	52	54

Із збільшенням густоти стояння з 60 до 90 тис./га тривалість періоду в середньому збільшилась на 2-4 дні, незалежно від норм мінеральних добрив. Внесення мінеральних добрив, особливо $N_{120}P_{120}K_{120}$, сприяло збільшенню тривалості даного періоду. Відчутне збільшення спостерігається в більш загущених варіантах. Так, при густоті 90 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$ довжина періоду в середньому збільшилась на 3 дні, а при 60 тис./га – на 1 день.

Отже, тривалість вегетаційного періоду безпосередньо залежить від температурного режиму, ступеня вологозабезпеченості посівів, а також від густоти стояння рослин і рівня мінерального живлення. А тому фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку мають велике значення для підбору гібридів кукурудзи і ефективності впливу елементів технології в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

3.3. Особливості росту і розвитку рослин кукурудзи

Проблема вивчення особливостей росту сільськогосподарських рослин залежно від різних факторів, у тому числі кукурудзи, як культури з високим потенціалом продуктивності, займає одне із центральних місць у наукових дослідженнях. Це пояснюється тим, що ріст рослини, є одним із провідних процесів у реалізації спадкоємної програми організму, забезпечуючи його морфогенез, онтогенетичний розвиток і філогенетичний зв'язок поколінь.

Актуальне значення ця проблема має у практичному землеробстві, тому що немає таких заходів регулювання продуктивності рослин і врожайності посівів, які в остаточному підсумку не змінювали б інтенсивність, спрямованість і локалізацію ростових процесів.

Рослини досліджуваного гібриду кукурудзи КВС АЛЛЕГРО відрізнялися по варіантах неоднаковими темпами росту, для них характерною була різна тривалість вегетаційного періоду під впливом густоти стояння і норм добрив. Ці елементи технології вирощування здійснювали певний вплив і на ростові процеси рослин. Висота стебла одна із важливих морфобіологічних ознак, яка характеризує реакцію рослин на зміни умов вирощування (табл. 3.5).

Результати біометричних вимірів у фазу 11-13 листків у кукурудзи (вихід у трубку) засвідчили, що висота рослин залежала більшою мірою, від норм добрив і меншою мірою від густоти стояння. У фазу 11-13 листків найнижчими були рослини на неудобреному варіанті 103-115 см.

Збільшення густоти стояння з 60 до 80 тис./га збільшувало висоту рослин на варіанті без добрив 15 см. Збільшення густоти стояння до 90 тис./га призводило до зменшення висоти рослин середньому на 7-8 см, що пов’язано з затримкою фізіологічних процесів. Внесення мінеральних добрив позитивно впливало на ростові процеси рослин кукурудзи. Найвищими рослини були на варіанті при внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$. При збільшенні норми добрив із $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{120}P_{120}K_{120}$ на варіанті 80 тис./га висота рослин

підвищувалась.

Таблиця 3.5

Висота рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, см (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння, тис.шт./га	без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$
фаза 11-13 листків				
60	100	107	113	119
70	107	114	120	126
80	115	122	127	133
90	107	113	118	123
викидання волоті				
60	196	204	211	217
70	206	215	220	228
80	211	219	225	234
90	199	208	214	219
молочно-воскова стиглість зерна				
60	214	222	229	236
70	224	233	238	246
80	229	237	243	252
90	217	226	232	237

Встановлено, що найінтенсивніший ріст рослин був у період викидання – цвітіння волоті. Підвищення густоти стояння рослин з 60 до 90 тис./га негативно впливали на добовий приріст. Внесення добрив збільшувало добовий приріст рослин у висоту в середньому на 8,2–17,4%. Найвищими були рослини на варіанті з густотою стояння 80 тис.шт./га та внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$ і становили 234 см.

Висота рослин кукурудзи у фазу молочно-воскової стиглості зерна була максимальною при внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$ та при густоті стояння рослин 80 тис./га – відповідно 252 см.

3.4. Фотосинтетична діяльність рослин кукурудзи

В умовах сучасного землеробства наступив час наукового підходу до планування продуктивності посівів з урахуванням потенційних можливостей рослин, принципи й методи яких згодом увійдуть у науку й практику виробництва. Із цією метою необхідно використати всі найголовніші засоби активного керування ходом формування врожаїв.

Серед факторів, що визначають рівень продуктивності посівів кукурудзи різних за своїм походженням гібридів, важлива роль належить енергії сонячного світла, рівню забезпеченості посівів вуглекислим газом, елементами мінерального живлення й гідротермічними умовами життя рослин.

Високі коефіцієнти використання рослиною енергії сонячної радіації будуть тоді, коли рослини оптимально забезпечені факторами життя. За сучасними твердженнями оптимальні за структурою, забезпечені водою, мінеральним живленням і вуглекислим газом посіви найбільш продуктивних рослин можуть використати енергію ФАР з коефіцієнтом корисної дії 4-5%. Такі посіви, на думку авторів, протягом вегетації можуть у середньому поглинати 50% падаючої на них енергії радіації й 10-12% з поглиненої енергії використати на фотосинтез і акумуляцію органічних речовин у врожаї. У той же час коефіцієнт використання енергії ФАР у виробництві становить усього лише 0,5-1%. У зв'язку із цим не випадково, що в перспективі складаються необмежені можливості збільшення врожаїв. На шляху до вирішення цього завдання визначальна роль належить створенню посівів з високою оптичною щільністю.

Пізнання закономірностей і особливостей росту всіх надземних органів кукурудзи, як культури високих потенційних можливостей, з метою цілеспрямованого їхнього розвитку має велике наукове й практичне значення. Дослідження, спрямовані на вивчення умов формування структури посівів з оптимальною фотосинтетичною активною поверхнею, є

найважливішим завданням науки й сучасного практичного землеробства. Встановлення закономірностей ростових процесів розвитку різних гібридів кукурудзи дає можливість раціонально використати нові науково – обґрунтовані й існуючі прийоми технології для вирощування високих урожаїв кукурудзи.

На звичайному малогумусному чорноземі Лісостепу [36] вивчали вплив густоти рослин і норм добрив на ростові процеси кукурудзи. Встановлено, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{90}$ призводило до збільшення площі листкової поверхні гібридів.

Результати наших досліджень узгоджуються з даними літературних джерел. На формування величини асиміляційної поверхні значний вплив мали добрива та різна густота стояння рослин кукурудзи. Із збільшенням густоти стояння з 60 до 90 тис./га площа листкової поверхні однієї рослини на всіх варіантах досліду зменшувалась, а загальна площа посіву – збільшувалась (табл. 3.6).

У фазу 9-10 листків найбільша площа асиміляційної поверхні у гібрида кукурудзи КВС АЛЛЕГРО однієї рослини і посіву в цілому була відмічена на рівні 11,0-16,4 тис.м^2/га.

У фазу цвітіння волоті закономірність зміни площі листкової поверхні залежно від густоти стояння і норм добрив у досліді збереглась. Збільшення густоти стояння з 60 до 90 тис./га в середньому сприяло зменшенню площі листкової поверхні однієї рослини на 15,5-26,1%. Внесення добрив збільшило цей показник на 21,7-26,4%. Найбільшу площу асиміляційної поверхні однієї рослини було зафіксовано при густоті 60 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 0,79 м^2. Найбільша площа листкової поверхні посіву була зафіксована при густоті 90 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$ – відповідно 62,3 тис. м^2/га, а на варіанті без внесення добрив відповідно – 49,7 тис. м^2/га.

У фазу молочної стиглості зерна площа листкової поверхні як однієї рослини, так і посіву зменшилась внаслідок підсихання нижніх ярусів листків.

Таблиця 3.6

Площа листкової поверхні рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, тис. м^2/га (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння рослин, тис./га	без добрив (контроль)		$N_{60}P_{60}K_{60}$		$N_{90}P_{90}K_{90}$		$N_{120}P_{120}K_{120}$	
	однієї рослини, м^2	посіву, тис.м^2/га	однієї рослини, м^2	посіву, тис.м^2/га	однієї рослини, м^2	посіву, тис.м^2/га	однієї рослини, м^2	посіву, тис.м^2/га
Площа листкової поверхні у фазу 9-10 листків								
60	0,13	8,0	0,18	11,0	0,20	12,2	0,22	13,4
70	0,13	9,3	0,18	12,8	0,19	13,5	0,20	14,2
80	0,12	9,8	0,17	13,8	0,18	14,6	0,19	15,4
90	0,12	11,0	0,16	14,6	0,17	15,5	0,18	16,4
Площа листкової поверхні наприкінці цвітіння волоті								
60	0,65	39,2	0,74	44,6	0,77	46,4	0,79	47,6
70	0,63	44,3	0,72	50,6	0,75	52,7	0,76	53,4
80	0,60	48,2	0,69	55,4	0,72	57,8	0,73	58,6
90	0,55	49,7	0,65	58,7	0,68	61,4	0,69	62,3
Площа листкової поверхні у фазу молочної стиглості зерна								
60	0,53	32,0	0,59	35,6	0,62	37,4	0,63	38,0
70	0,51	35,9	0,57	40,1	0,60	42,2	0,61	42,9
80	0,49	39,4	0,55	44,2	0,57	45,8	0,59	47,4
90	0,45	40,7	0,51	46,1	0,53	47,9	0,55	49,7

Проаналізувавши динаміку формування площі асиміляційної поверхні кукурудзи можна зробити висновок, що формування асиміляційного апарату у перший період вегетації проходить повільно: протягом першого місяця після появи сходів утворюється лише 5% листкової поверхні до максимальної. Далі цей процес прискорюється і протягом наступних 30 днів утворюється близько 90% листової поверхні. Максимальна площа листків утворюється на 70-й день після появи сходів. За фенологією він приходиться на час цвітіння – викидання волоті. Після цього йде поступове зменшення

площі листової поверхні.

3.5. Індивідуальна продуктивність та урожайність зерна кукурудзи

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежить від оптимального співвідношення індивідуальної продуктивності рослин і їх кількості на одиниці площі. Зі збільшенням густоти стояння продуктивність рослин знижується, але у кожного гібрида по різному, що в першу чергу пов'язано з їх біологічними властивостями. Тільки зі створенням гібридів з підвищеною стійкістю до загущення, з'явились рекомендації щодо можливості збільшувати густоту стеблостою на 10-15%.

Експериментальні дані, які одержані науково-дослідними установами України та інших країн у різних ґрунтово-кліматичних умовах, свідчать, що врожай зерна кукурудзи в значній мірі залежить від передзбиральної густоти рослин. Посилення ростових процесів та фотосинтетичної діяльності посівів під впливом добрив позначилось на індивідуальній продуктивності рослин і урожайності зерна гібридів. Отже, вплив густоти стояння рослин, рівня мінерального живлення, а також комплексна їх дія на урожай зерна кукурудзи залежить від морфобіологічних особливостей гібридів, ґрунтово-кліматичних умов вирощування кукурудзи тощо. Агротехнічні заходи, які застосовуються при вирощуванні кукурудзи, істотно впливають на створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин, що значною мірою позначається на формуванні врожайних показників, розмірах генеративних органів і елементах структури врожаю. Як вказують деякі дослідники, внесення мінеральних добрив позитивно впливало на збільшення показників структури врожайності.

Встановлено, що густота стояння рослин та різний рівень мінерального живлення суттєво впливали на величину показників структури врожаю, що і визначило рівень врожаю (табл. 3.7). Одним із елементів структури врожаю є кількість зерен в качані. Встановлено, що кількість зерен з качана перш за все залежала від густоти стояння рослин і в меншій мірі від рівня мінерального

живлення.

Таблиця 3.7

Кількість та маса зерен з качана кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння, тис.шт./га	без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{90}K_{90}$
Кількість зерен з качана, шт				
60	491,2	511,8	536,9	521,4
70	468,2	484,1	496,9	502,6
80	442,3	449,1	462,6	476,4
90	408,4	412,3	425,8	431,0
Маса зерен з качана, г				
60	130,3	138,7	151,2	155,2
70	121,6	127,9	136,1	141,9
80	113,5	117,5	124,4	132,4
90	102,4	105,4	110,7	116,7

Найбільший вплив на кількість зерен з качана у наших дослідженнях мала густота стояння рослин. Збільшення густоти з 60 до 90 тис./га зменшило кількість зерен з качана відповідно на 24%. Кількість зерен з качана при внесенні мінеральних добрив зростала більше на варіантах з меншою густотою стояння рослин кукурудзи. Збільшення норми мінеральних добрив до $N_{120}P_{120}K_{120}$ сприяло зменшенню формування кількості зерен з качана, що на нашу думку пов’язано із збільшенням маси 1000 зерен на цих варіантах. Зменшення кількості зерен відмічено при густоті 60 тис./га, а із збільшенням густоти до 80-90 тис./га кількість зерен збільшується на – 5-7%, порівняно з $N_{90}P_{90}K_{90}$. Отже, кількість зерен з качана в більшій мірі залежала від густоти стояння рослин (2-25%) і норми внесених мінеральних добрив. Збільшення густоти стояння рослин з 60 до 90 тис./га зменшувало кількість зерен з

качана. Внесення добрив збільшувало кількість зерен. Найбільшу кількість зерен з качана було сформовано при внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Маса зерна з одного качана при загущенні посіву з 60 до 90 тис./га зменшувалась в середньому за роки досліджень на 25%. Внесення мінеральних добрив збільшувало масу зерна з одного качана. Найбільшу масу зерна з качана рослини кукурудзи утворювали при густоті стояння 60 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$. Залежно від варіантів досліду маса зерна з качана була в межах 83-136 г.

Урожайність зерна кукурудзи змінювалась під впливом густоти стояння рослин та норм мінеральних добрив у роки проведення досліджень (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Урожайність зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння, тис.шт./га	Удобрення			
	Без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$
60	8,70	10,20	10,61	10,95
70	9,20	10,64	11,21	11,62
80	9,57	10,89	11,44	12,08
90	9,51	10,78	11,26	11,80
$НІР_{0,5}$, т/га	добрива, 2024/2025		0,15 / 0,12	
	густота, 2024/2025		0,15 / 0,12	
	взаємодія, 2024/2025		0,23 / 0,21	

Для формування показника урожайності оптимальною виявилася густота стояння рослин 80 тис./га. Найвища врожайність формувалася за густоти стояння 80 тис./га – відповідно 9,57 т/га. На удобрених фонах різниці в урожаї були дещо більшими, що пояснюється кращою чутливістю рослин до мінеральних добрив. Прибавка врожаю на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ складала 1,27-1,50 т/га, а на фоні $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 2,25-2,29 т/га, різниця врожайності між

нормами добрив становила 1,19 т/га.

Максимальний показник урожайності зерна кукурудзи – 12,08 т/га було сформовано на варіанті із густотою стояння рослин 80 тис. шт./га та фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$.

3.6. Якість зерна кукурудзи

Важливе значення для оцінки ефективності агротехнічних прийомів при вирощуванні гібридів різних груп стиглості має визначення в зерні вмісту білка, жиру, крохмалю, клітковини, бо вони визначають її кормову цінність. За даними ряду авторів мінеральні добрива сприяють збільшенню вмісту сирого протеїну в зерні кукурудзи [15].

Відомо, що умови вирощування впливають на хімічний склад зерна кукурудзи. Білок накопичується інтенсивніше за високих температур. Більшу кількість білка в зерні гібриди пізньостиглої групи накопичують у несприятливі роки, ніж у роки з достатньою вологозабезпеченістю [37].

Найважливіша частина зерна – вуглеводи, склад яких може досягати 80%. Основні з них – крохмаль, цукри, клітковина, геміцелюлоза, пентозани. При використанні зерна для харчування людей і корму тварин крохмаль слугує джерелом енергії [4].За даними науковців під впливом добрив відмічено збільшення вмісту білку на 1,43-2,42 % порівняно з контролем. А стосовно крохмалю та жирів суттєвих змін не відмічалось.

У проведених нами дослідженнях підтверджуються ці висновки літературних джерел. Встановлено, що збільшення густоти стояння рослин з 60 до 90 тис./га погіршувало якісні показники зерна кукурудзи (табл. 3.9).

Внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню вмісту білка на загущених і зріджених посівах. Вміст жиру і крохмалю в зерні кукурудзи із збільшенням густоти стояння рослин до 90 тис./га в середньому зменшувався. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ збільшило кількість жиру і крохмалю порівняно з варіантом без добрив на 10,2% і 2,4% відповідно.

Таблиця 3.9

Якість зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин, % (середнє за 2024-2025 рр.)

Густота стояння рослин, тис./га	Без добрив			$N_{60}P_{60}K_{60}$			$N_{90}P_{90}K_{90}$			$N_{120}P_{120}K_{120}$		
	білок	жир	крохмаль	білок	жир	крохмаль	білок	жир	крохмаль	білок	жир	крохмаль
60	10,5	4,93	69,3	11,2	5,25	70,2	12,0	5,43	70,6	12,9	5,64	71,1
70	10,1	4,74	68,2	10,8	5,06	69,1	11,6	5,24	69,5	12,5	5,45	70,0
80	9,6	4,58	67,3	10,3	4,90	68,2	11,1	5,08	68,6	12,0	5,29	69,1
90	9,3	4,43	66,5	10,0	4,75	67,4	10,8	4,93	67,8	11,7	5,14	68,3

Отже, загущення посіву кукурудзи призводило до зменшення вмісту в зерні білка, жиру і крохмалю, а внесення добрив – до покращення його якісних показників. Максимальні показники якості зерна кукурудзи (білок – 12,9%, жир – 5,64%, крохмаль – 71,1%) зафіксовано на варіанті із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ та за густоти стояння рослин 60 тис./га.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Головний шлях зростання виробництва зерна – це підвищення продуктивності кожного гектара ріллі, збільшення врожайності на основі інтенсифікації землеробства. Інтенсифікація зернового виробництва означає збільшення витрат на одиницю площі й зниження собівартості продукції при зростанні врожайності та продуктивності праці на основі підвищення культури землеробства, впровадження й чіткого дотримання всіх елементів передової технології.

Серед культур здатних у значній мірі вирішувати проблему виробництва зерна приділяється кукурудзі, як такій, що має високі потенційні можливості зернової продуктивності.

Основні фактори, які суттєво впливають на продуктивність кукурудзи і ефективність її вирощування, є застосування основних заходів сортової агротехніки, притаманних конкретному біотипу культури. Оптимізації прийомів різних за скоростиглістю гібридів дозволяє не тільки покращити умови росту, розвитку та формуванню врожаю, а і значно скоротити виробничі витрати, зменшити собівартість продукції, підвищити її конкурентоспроможність.

У сучасних умовах у зв’язку з різким зростанням цін на мінеральні добрива, гербіциди, енергоносії та інші ресурси поряд з агротехнічною оцінкою технологій вирощування кукурудзи важливе значення має встановлення економічної ефективності окремих елементів і в цілому сортової технології цієї культури. За таких умов гібриди повинні мати не тільки високий потенціал урожайності, але й низьку передзбиральну вологість зерна та підвищену чутливість на застосування добрив, що забезпечить зменшення витрат на післязбиральну доробку зерна та окупність туків. Технологія вирощування кукурудзи на зерно протягом багатьох років

базувалася на використанні високих норм мінеральних добрив, високоефективних гербіцидів, високопродуктивних машин і знарядь.

Дослідження, що проводились свідчать, що на проведення робіт, що пов'язані з вирощуванням кукурудзи (основний обробіток ґрунту, внесення добрив, сівба та догляд за посівами) припадає 44-49% витрат сукупної енергії, а на збирання, транспортування і доробку зерна – більше половини експлуатаційних витрат. Останнє в значній мірі залежить від передзбиральної вологості зерна. При врожайності зерна 50 ц/га на сушіння зерна при збиральній вологості 26-36% до базисної кондиційної 14% необхідно витратити від 90 до 170 кг пального, а на його вирощування і збирання витрачається лише 100-120 кг/га.

Дослідження показали, що рослини кукурудзи формували неоднакову урожайність зерна з різною передзбиральною вологістю. Значення останнього показника збільшувалися як від тривалості періоду вегетації, так і залежно від рівня мінерального живлення, що позначилось на рівні виробничих витрат, пов'язаних з сушінням вологої зернової маси.

Однак ця стаття витрат залежала також від об'ємів одержаного зерна. Найменшою витратністю виробничого процесу відзначались посіви кукурудзи без внесення добрив незалежно від інших факторів дослідження. На неудобреному фоні за оптимальної густоти стояння рослин витрати на вирощування, збирання і доробку зерна були на рівні 32668-35139 грн/га. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ призводило до збільшення виробничих витрат при вирощуванні кукурудзи на 7% порівняно з неудобреним фоном, а при підвищенні її до $N_{120}P_{120}K_{120}$ – на 23%. У структурі виробничих витрат питома вага мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ становила 13%.

Найбільший чистий прибуток при вирощуванні кукурудзи отримано на варіантах із внесенням $N_{90\text{-}120}P_{90\text{-}120}K_{90\text{-}120}$. Максимальний чистий прибуток складав 63178 грн./га відповідно або на 53% більше, ніж без застосування добрив. У середньому за період проведення досліджень показник

рентабельності виробництва зерна на неудобреному фоні і при густоті стояння рослин 60-90 шт./га становив 126-132%.

Таблиця 4.1.

Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин (середнє за 2024–2025 рр.)

Удобрення (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Урожайність, т/га	Затрати, грн./га	Доход, грн./га	Собівартість, грн./т	Чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
контроль	60	8,70	32668,5	73950	3755	41281,5	126
	70	9,20	34086,0	78200	3705	44114,0	129
	80	9,57	35121,9	81345	3670	46223,1	132
	90	9,51	35139,5	80835	3695	45695,6	130
$N_{60}P_{60}K_{60}$	60	10,20	36618,0	86700	3590	50082,0	137
	70	10,64	37580,5	90440	3532	52859,5	141
	80	10,89	37733,9	92565	3465	54831,2	145
	90	10,78	37751,6	91630	3502	53878,4	143
$N_{90}P_{90}K_{90}$	60	10,61	36710,6	90185	3460	53474,4	146
	70	11,21	38170,1	95285	3405	57115,0	150
	80	11,44	38106,6	97240	3331	59133,4	155
	90	11,26	37777,3	95710	3355	57932,7	153
$N_{120}P_{120}K_{120}$	60	10,95	36956,3	93075	3375	56118,8	152
	70	11,62	38694,6	98770	3330	60075,4	155
	80	12,08	39501,6	102680	3270	63178,4	160
	90	11,80	39046,2	100300	3309	61253,8	157

Максимальна економічна ефективність зафіксована на варіанті досліду з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ при цьому вартість урожаю становила 3270 грн/га, виробничі витрати 39502 грн/га, умовно чистий прибуток 63178 грн/га та рівень рентабельності 160%.

РОЗДІЛ 5
ЕКОЛОГІЯ

5.1. Організаційно-технологічні заходи регулювання біотичних відносин в агроекосистемі

Біотичні відносини в агроекосистемах формуються в результаті взаємодії культурних рослин, супутньої рослинності, фауни, мікроорганізмів та антропогенного впливу. Вони охоплюють як корисні взаємозв'язки (симбіоз, коменсалізм, трофічні ланцюги), так і небажані – конкуренцію з бур'янами, фітотоксичний вплив, пошкодження шкідниками та ураження хворобами. Ефективне регулювання цих відносин є ключовою умовою стабільності виробництва, підвищення продуктивності культур та збереження екологічної рівноваги в агроландшафтах.

Організаційно-технологічні заходи спрямовані на створення керованого середовища, у якому негативні біотичні чинники зменшуються, а корисні — посилюються. Вони включають комплекс рішень щодо структури посівних площ, сівозмін, просторової організації полів, системи удобрення, зрошення, обробітку ґрунту, впровадження інтегрованого захисту рослин та використання сучасних агробіотехнологій.

1. Оптимізація структури посівних площ та впровадження науково обґрунтованих сівозмін

Одним із базових організаційно-технологічних інструментів регулювання біотичних відносин є побудова раціональної структури посівів. Чергування культур за групами (зернові, технічні, бобові, кормові) дозволяє знизити фітосанітарне навантаження та порушити життєві цикли шкідливих організмів.

Сівозміна впливає на чисельність бур'янів (через зміну строків проведення технологічних операцій), на популяції шкідників (через відсутність монокультури), а також на розвиток хвороб, особливо ґрунтової природи. Включення в сівозміну бобових культур сприяє збагаченню ґрунту азотом завдяки симбіозу з ризобіальними бактеріями та поліпшує умови живлення

наступних культур.

Чергування культур з різною кореневою системою забезпечує структуроутворення ґрунту, активізує корисну мікрофлору та зменшує чисельність патогенів, які прив'язані до певного «господаря». Важливим організаційним прийомом є уникнення «небезпечних попередників», наприклад: озима пшениця після пшениці, кукурудза після кукурудзи, ріпак після капустяних.

2. Регулювання біотичних взаємодій через системи обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту має суттєвий вплив на структуру біоти: мікроорганізмів, комах, бур’янів і ґрунтових патогенів. Традиційна оранка з оборотом пласта зменшує чисельність деяких шкідників та зародків хвороб за рахунок загортання рослинних решток та переривання їх життєвих циклів. Водночас надмірна інтенсивність обробітку може призводити до зниження біорізноманіття та руйнування екосистемних зв’язків.

Системи мінімального та нульового обробітку сприяють збагаченню ґрунтової мікрофлори, підвищенню активності сапрофітів і антагоністів патогенів, що веде до природного пригнічення чисельності шкідливих організмів. Збереження рослинних решток на поверхні створює умови для формування стабільної агроекосистеми, підсилює корисну ентомофауну та сприяє розмноженню дощових черв’яків.

Важливим організаційним заходом є узгодження обробітку ґрунту із системою удобрення, строками сівби та сортовою політикою, що дозволяє підтримувати баланс між фізичними й біологічними властивостями ґрунту.

3. Використання сортів і гібридів з підвищеною стійкістю до шкідливих організмів

Селекційно-генетичні заходи є одним з найефективніших способів регулювання біотичних відносин без додаткового хімічного навантаження. Стійкі сорти мають природні механізми захисту, що знижують розвиток хвороб або ускладнюють поширення шкідників.

Сучасні технології дозволяють поєднувати стійкість до грибкових та

бактеріальних захворювань із толерантністю до стресових факторів, що підвищує загальну стабільність агроекосистеми. Використання гібридів інтенсивного типу потребує точного дотримання агротехніки, натомість адаптивні сорти краще взаємодіють із біотою ґрунту та формують більш збалансоване довкілля.

4. Фітосанітарний моніторинг і прогнозування біотичних ризиків

Організаційно-технологічною складовою регулювання біотичних відносин є створення системи моніторингу. Регулярне обстеження полів дозволяє відстежувати динаміку шкідників, бур'янів та хвороб, прогнозувати їх розвиток і своєчасно застосовувати заходи протидії.

Система моніторингу включає:

- феромонні та світлові пастки для виявлення шкідників;
- ґрунтові аналізи на зараженість хворобами;
- облік забур'яненості за видами та щільністю;
- визначення економічних порогів шкідливості;
- прогнозування поширення інфекцій на основі погодних умов.

Завдяки таким заходам агровиробник може не лише зменшити витрати на захист рослин, а й скоротити загальну пестицидне навантаження, що сприяє збереженню корисних організмів і довготривалій стійкості агроекосистеми.

5. Інтегрована система захисту рослин як ключовий елемент регулювання біотичних відносин

Інтегрований захист рослин є комплексною системою заходів, що базується на поєднанні агротехнічних, біологічних, генетичних і хімічних методів. Її мета – знизити чисельність шкідливих організмів до рівня, який не спричиняє економічних збитків, зберігаючи при цьому стабільність екосистеми.

Головними принципами інтегрованого захисту є:

- **превентивні заходи**, включаючи здорове насіння, сівозміни, оптимальний обробіток ґрунту;
- **біологічні методи**: застосування ентомофагів (трихограма, хижі кліщі), мікробіологічних препаратів (Bacillus thuringiensis, Trichoderma),

біофунгіцидів і біостимуляторів;

- **екологізація хімічного захисту** – вибір препаратів із вузькою дією, мінімальними строками очікування, використання сучасних формуляцій і технологій точкового внесення;
- **системи точного землеробства**, що дозволяють локалізувати проблемні ділянки та уникати надлишкового внесення засобів захисту.

Таке поєднання дозволяє не лише ефективно контролювати популяції шкідників та патогенів, але й підтримувати природні механізми саморегуляції агроекосистем.

6. Регуляція біотичних відносин через удобрення, живлення та управління органічною речовиною

Система удобрення має прямий вплив на розвиток біоти ґрунту та фітосанітарний стан посівів. Збалансоване живлення підсилює імунітет культурних рослин, робить їх менш уразливими до інфекцій та шкідників. Надлишок азоту, навпаки, провокує розвиток грибкових хвороб і сприяє розмноженню деяких видів комах.

Органічні добрива, сидерати та рослинні рештки підтримують розвиток корисної мікрофлори, що виступає природним антагоністом патогенів. Внесення компостів, вермикомпостів і бактеріальних препаратів стимулює процеси гуміфікації та поліпшує активність ґрунтових біоценозів.

Особливо важливо регулювати співвідношення вуглецю та азоту в ґрунті. Оптимальний баланс сприяє розвитку сапрофітних мікроорганізмів та зменшує кількість токсичних метаболітів, що пригнічують кореневу систему рослин.

7. Просторово-територіальна організація агроландшафтів

Організаційно-технологічні заходи включають раціональне планування полів і лісосмуг, що значною мірою визначає хід біотичних процесів. Лісосмуги та захисні насадження:

- стримують поширення шкідників повітряними потоками;
- слугують місцем існування ентомофагів;
- створюють мікроклімат, сприятливий для культурних рослин;

- зменшують вітрову ерозію та пересихання ґрунту.

Додатково застосовують пространнє чергування культур, яке унеможливлює швидке поширення інфекцій та дає змогу регулювати міграцію шкідників.

8. Застосування сучасних біотехнологій у регулюванні біотичних взаємодій

Біотехнологічні методи дедалі ширше використовуються в сучасному землеробстві. До них належать:

- біопрепарати на основі корисних бактерій та грибів;
- інокулянти для бобових культур;
- препарати для пригнічення ґрунтових патогенів;
- стимулятори росту природного походження;
- використання ентомопатогенних грибів та вірусів для боротьби зі шкідниками.

Такі технології дозволяють знизити залежність від хімічних засобів, підвищити екологічність виробництва та забезпечити довготривалу стійкість агроекосистеми.

Отже, організаційно-технологічні заходи регулювання біотичних відносин є важливою складовою сталого землеробства. Вони забезпечують гармонічне функціонування агроекосистем, зменшують негативний вплив шкідливих організмів та підсилюють дію природних регуляторів. Комплексне застосування сівозмін, збалансованого обробітку ґрунту, інтегрованого захисту рослин, сортової політики, біотехнологій та фітосанітарного моніторингу дозволяє отримувати стабільно високі врожаї при мінімальному антропогенному впливі.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Заходи направленні на покращення умов праці, зниження небезпек і шкідливостей при виробництві насіння

Процес виробництва насіння є багатоетапним та пов'язаний із використанням різних машин, обладнання, агрохімікатів і технологічних операцій, що створюють низку виробничих небезпек та шкідливих факторів для працівників. Високий рівень запиленості, шумове навантаження, ризики ураження рухомими частинами машин, хімічні загрози під час протруювання насіння, небезпека травмування під час транспортування та завантаження – усе це потребує впровадження комплексу організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. Метою таких заходів є створення безпечного виробничого середовища, збереження здоров’я працівників та забезпечення нормальних умов праці.

1. Організаційні заходи щодо підвищення безпеки праці

Одним із найважливіших напрямів покращення умов праці є належна організація виробничих процесів. Передусім необхідно забезпечити чітке планування робіт, визначення зон небезпеки, інструктаж працівників та контроль за дотриманням правил безпеки.

Організаційні заходи включають:

- проведення вступного, первинного та періодичного інструктажу з охорони праці;
- навчання персоналу правилам безпечної експлуатації машин, протруювачів, сепараторів, транспортного обладнання;
- розробку та впровадження інструкцій з охорони праці для кожного виду робіт (протруювання, сушіння, транспортування, завантаження);
- визначення відповідальних осіб за техніку безпеки на кожній виробничій ділянці;
- позначення небезпечних зон, встановлення попереджувальних

знаків, заборонних плакатів;

- створення графіків обслуговування та ремонту обладнання, що дозволяє запобігти аваріям;
- регламентацію тривалості робочого дня та перерв для працівників, які працюють у шкідливих умовах (підвищена запиленість, контакт із хімікатами).

Організаційні заходи також передбачають правильний добір працівників. До робіт з агрохімікатами допускаються лише особи, що пройшли медичний огляд, мають відповідне навчання та не мають протипоказань до роботи з токсичними речовинами.

2. Технічні заходи для зниження небезпек і шкідливостей

Технічні рішення відіграють ключову роль у мінімізації ризиків під час виробництва насіння, оскільки більшість небезпек пов'язана саме з експлуатацією обладнання.

2.1. Підвищення безпеки машин та механізмів

До основних технічних заходів належать:

- оснащення небезпечних елементів машин (протруювачів, транспортерів, норій, вентиляторів) захисними кожухами, огородженнями та блокуваннями;
- застосування автоматичних систем контролю та зупинки обладнання у разі порушення технологічних параметрів;
- встановлення аварійних вимикачів у легкодоступних місцях;
- використання датчиків перегріву, перевантаження та рівня вібрацій;
- своєчасне технічне обслуговування протруювачів та очищувального обладнання для запобігання поломкам.

Окрему увагу приділяють безпечному підключенню електрообладнання, використанню заземлення, стабілізаторів напруги, а також дотриманню норм пожежної безпеки.

2.2. Система вентиляції та боротьба із запиленістю

Виробництво насіння супроводжується значним виділенням пилу,

особливо під час очищення, сортування, сушіння та переміщення зерна. Надмірна запиленість може спричиняти професійні захворювання, зниження продуктивності праці та аварійні ситуації.

Необхідні технічні заходи:

- обладнання робочих зон місцевою витяжною вентиляцією;
- встановлення аспіраційних систем біля джерел пиловиділення;
- регулярне очищення фільтрів, циклонів і повітропроводів;
- підтримання герметичності протруювачів та конвеєрів;
- застосування пилопригнічувачів у місцях вивантаження зерна.

Ефективна вентиляція забезпечує підтримання концентрації пилу та шкідливих речовин у межах допустимих норм.

2.3. Вдосконалення систем освітлення та мікроклімату

Комфортні умови праці забезпечуються регульованим освітленням, правильним температурним режимом і достатньою кількістю свіжого повітря.

Основні заходи:

- використання світлодіодних ламп із достатньою освітленістю робочих зон;
- усунення темних ділянок, де підвищується травмонебезпека;
- встановлення систем кондиціонування або вентиляційних шахт для боротьби з перегрівом;
- підтримання оптимальної вологості повітря в сушильних приміщеннях.

Зручний мікроклімат сприяє підвищенню продуктивності та зниженню стомлюваності працівників.

3. Санітарно-гігієнічні заходи

Санітарно-гігієнічні заходи спрямовані на зменшення впливу шкідливих факторів на організм працівників. Вони особливо важливі в приміщеннях, де здійснюється протруювання насіння або де застосовуються агрохімікати.

3.1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Працівникам обов’язково видаються:

- захисні костюми з пилонепроникної тканини;
- гумові або нітрилові рукавиці;
- респіратори або протигази залежно від класу токсичності препаратів;
- захисні окуляри та щитки;
- гумові чоботи або закрите взуття;
- головні убори.

Засоби індивідуального захисту повинні регулярно перевірятися, очищуватися або замінюватися. Роботодавець забезпечує працівників інструкціями з правильного користування ЗІЗ.

3.2. Підтримання санітарного стану виробничих приміщень

До комплексу заходів належать:

- регулярне вологе прибирання приміщень;
- очищення обладнання від залишків насіння та пилу;
- дезінфекція приміщень (особливо для насіннєвих складів);
- контроль за якістю питної води та функціонуванням санітарних вузлів;
- наявність спеціальних душових та кімнат для переодягання після роботи з протруйниками.

Також важливо забезпечувати працівників аптечками першої допомоги та засобами нейтралізації хімічних речовин.

4. Заходи щодо безпечного поводження з агрохімікатами та протруйниками

Виробництво насіння неможливе без протруювання, що є джерелом хімічних небезпек. Протруйники містять фунгіциди, інсектициди або комбіновані препарати, які можуть спричиняти отруєння при неправильному поводженні.

Для забезпечення безпеки необхідно:

- проводити протруювання у спеціально обладнаних приміщеннях;
- застосовувати герметичні машини із закритими системами подачі

препарату;

- уникати ручного дозування токсичних речовин;
- забезпечувати працівників інструкціями щодо роботи з конкретними препаратами;
- зберігати протруйники в окремих приміщеннях із вентиляцією та надійним доступом;
- вести журнал обліку використання хімічних препаратів;
- забезпечувати нейтралізацію та утилізацію залишків препаратів і тари відповідно до чинних норм.

У випадку аварійного розливу хімікатів персонал повинен діяти за регламентом: ізолювати місце, застосувати сорбенти, забезпечити провітрювання приміщення.

5. Профілактика виробничого травматизму

У процесі виробництва насіння поширеними є травмування кінцівок, удари, защемлення та падіння. Тому профілактика виробничого травматизму є одним із ключових завдань.

Необхідні заходи:

- утримання проїзних шляхів і проходів у справному стані;
- своєчасне усунення розсипаного насіння, пилу та сторонніх предметів, що можуть спричинити падіння;
- заборона перебування людей у зоні руху транспортерів та навантажувачів;
- забезпечення достатнього простору біля робочих зон для уникнення зіткнення з рухомими частинами машин;
- обов’язкове використання касок у зонах, де можливе падіння предметів;
- застосування протиковзких покриттів у місцях з підвищеною вологістю.

Також проводяться регулярні інструктажі з надання першої медичної допомоги.

6. Медичні та соціальні заходи

Для підтримання здоров'я працівників на належному рівні впроваджуються щорічні медичні огляди. Особливо це стосується працівників, що працюють із агрохімікатами, у запилених або шумових умовах.

Додатково передбачаються:

- скорочені зміни для працівників у шкідливих умовах;
- додаткові перерви для відпочинку у спеціально відведених кімнатах;
- забезпечення працівників питною водою та засобами гігієни;
- організація раціонального режиму праці та відпочинку.

Соціальні заходи сприяють зменшенню стресових факторів і створенню більш сприятливого психологічного клімату на підприємстві.

7. Пожежна безпека у насіннєвому виробництві

Пожежонебезпека виникає через наявність великої кількості сухого насіння, пилу, легкозаймистих матеріалів і роботи електрообладнання.

Основні заходи:

- наявність справних вогнегасників, пожежних щитків та систем оповіщення;
- заборона паління та використання відкритого вогню в насіннєвих цехах;
- регулярна перевірка електропроводки;
- встановлення датчиків задимлення та температури;
- проведення протипожежних інструктажів;
- створення плану евакуації та навчання персоналу діям у надзвичайних ситуаціях.

Дотримання протипожежних правил дозволяє уникнути серйозних аварій і збитків.

Отже, покращення умов праці та зниження небезпек у виробництві насіння є багатокомпонентним процесом, що вимагає поєднання організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і медичних заходів. Системний

підхід дозволяє створити безпечне робоче середовище, зменшити ризик аварій, попередити професійні захворювання та забезпечити ефективне функціонування насіннєвого господарства. Регулярне оновлення інструкцій, модернізація обладнання та підвищення рівня культури безпеки серед персоналу є ключовими умовами успішної роботи підприємства.

.

ВИСНОВКИ

На підставі узагальнених відповідних літературних даних, проведених наукових досліджень і отриманих результатів у дипломній роботі наведено теоретичне обґрунтування та нові шляхи вирішення завдань з підвищення урожайності кукурудзи на основі комплексного запровадження густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення. У зв'язку з цим сформовано такі висновки:

1. Удобрення кукурудзи мінеральними добривами позитивно впливало на стійкість рослин проти несприятливих зовнішніх чинників. На варіанті без внесення добрив загальне виживання рослин кукурудзи становило 84,0%, із збільшенням рівня мінерального живлення до $N_{120}P_{120}K_{120}$ на період збирання залишилось 95,6%. Польова схожість насіння кукурудзи більшою мірою залежала від рівня мінерального удобрення і менше від густоти стояння рослин.

2. Тривалість вегетаційного періоду безпосередньо залежить від температурного режиму, ступеня вологозабезпеченості посівів, а також від густоти стояння рослин і рівня мінерального живлення. А тому фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку мають велике значення для підбору гібридів кукурудзи і ефективності впливу елементів технології в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

3. Встановлено, що найінтенсивніший ріст рослин був у період викидання – цвітіння волоті. Внесення добрив збільшувало добовий приріст рослин у висоту в середньому на 8,2–17,4%. Найвищими були рослини на варіанті з густотою стояння 80 тис.шт./га та внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$ і становили 234 см. Висота рослин кукурудзи у фазу молочно-воскової стиглості зерна була максимальною при внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$ та при густоті стояння рослин 80 тис./га – відповідно 252 см.

4. Формування асиміляційного апарату у перший період вегетації проходить повільно: протягом першого місяця після появи сходів утворюється лише 5% листкової поверхні до максимальної. Далі цей процес прискорюється і

протягом наступних 30 днів утворюється близько 90% листової поверхні. Максимальна площа листків утворюється на 70-й день після появи сходів.

5. Найбільшу масу зерна з качана рослини кукурудзи утворювали при густоті стояння 60 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}K_{120}$. Залежно від варіантів досліду маса зерна з качана була в межах 83-136 г.

6. Максимальний показник урожайності зерна кукурудзи – 12,08 т/га було сформовано на варіанті із густотою стояння рослин 80 тис. шт./га та фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$.

7. Загущення посіву кукурудзи призводило до зменшення вмісту в зерні білка, жиру і крохмалю, а внесення добрив – до покращення його якісних показників. Максимальні показники якості зерна кукурудзи (білок – 12,9%, жир – 5,64%, крохмаль – 71,1%) зафіксовано на варіанті із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ та за густоти стояння рослин 60 тис./га.

8. Максимальна економічна ефективність зафіксована на варіанті досліду з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ при цьому вартість урожаю становила 3270 грн/га, виробничі витрати 39502 грн/га, умовно чистий прибуток 63178 грн/га та рівень рентабельності 160%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою отримання високої врожайності зерна кукурудзи доброї якості в умовах ТОВ «Енселко Агро» Старокостянтинівського району Хмельницької області необхідно вносити мінеральні добрива в нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ та дотримуватисяя густоти стояння рослин 80 тис./га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гусєв М.Г., Сніговий В.С., Коковіхін С.В. Інтенсифікація польового кормовиробництва на зрошуваних землях. Монографія. К. Аграрна наука. 2007. 244 с.

2. Окрушко С.Є. Оцінка впливу гербіцидів та стимулятора росту на забур'яненість та урожайність кукурудзи. *Annali d'Italia*. 2020. № 8. С. 3-9.

3. Бикін А.В., Тарасенко О.В. Вологозабезпечення рослин кукурудзи за внесення мінеральних добрив і прямої сівби. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 133–137.

4. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: Підручник. 2013. 636 с.

5. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Ґрунти Вінницької області. Вінниця. ВДАУ. 2004. 45 с.

6. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Навч. посіб. Вінниця. Данилюк В.Г. 2010. 633 с.

7. Паламарчук В.Д. Вплив глибини загортання та фракції насіння на вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2018. №2. С. 55-65.

8. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алєксєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с.

9. Пастернак О. Перспективи кукурудзи в Україні. *Агробізнес сьогодні*. К. 2015. №7 (23.). С. 24-29.

10. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ. АРТ-ПРЕС. 2009. 224 с.

11. Петриченко В., Лихочвор В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Навчальний посібник для студентів аграрних

закладів освіти I–IV рівнів акредитації, що вивчають дисципліну. Львів, 2014. С. 725.

12. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця. Віноблдрукарня, 1997. 240 с.

13. Бомба М., Дудар І., Литвин О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. *Вісн. Львівського нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія.* 2013. № 17 (2). С. 64–67.

14. Прутська О.О. Державне регулювання розвитку ринку біопалива в Україні. *Вісник Запоріжського аграрного університету*. 2010. №1. С. 179-182.

15. Ткаліч Ю.І., Цилюрик О.І., Козечко В.І. Оптимізація застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин у посівах кукурудзи північного степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 4 (46). С. 20-25.

16. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Volume 8, Issue 3. 8(3), 47–53.

17. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М.. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Навч. посіб. Данилюк В.Г. Вінниця. 2011. 431 с.

18. Окрушко С.Є. Оцінка впливу гербіцидів та зеастимуліну на забур’яненість та урожайність кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17. С. 95-105.

19. Лебідь Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. [та ін.]. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

20. Мазур В.А., Горщар В.І., Конопльов О.В. Екологічні проблеми землеробства. Київ : Центр наук. літ. 2010. С. 34–45.

21. Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2018. № 8. С. 5–13.

22. Надь Я. Кукурудза. Вінниця. ФОП Д.Ю. Корзун. 2012. 580 с.

23. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія. К. Фенікс. 2019. 752 с.

24. Годлин М.М. Бистрый В.А. Зміст, розподіл і форми азоту, фосфору та калію на чорноземах Лісостепу України. *Арохімія*. 1986. №2. С. 13–26.

25. Циков В.С. Кукурудза: технологія, гібриди, насіння. Дніпропетровськ: видавництво Зоря, 2003. 296 с.

26. Якунін О.П., Заверталюк О.В., Заверталюк В.Ф. Агротехнічна і економічна ефективність заходів контролювання забур'яненості посівів кукурудзи цукрової. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрнотехнічного університету*. 2015. Вип. 23. С. 38-44.

27. Задорожний В.С., Карасевич В.В., Свитко С.М., Задорожний А.В., Сокульський М.А. Ефективність гербіцидів у системі захисту посівів кукурудзи від бур'янів. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 88. С. 63-70.

28. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду. Херсон. Грінь. 2014. 448 с.

29. Каменщук Б.Д. Оцінка гібридів кукурудзи на придатність до виробництва біоетанолу. *Агроном*. 2013. №3. С. 162-163.

30. Кернасюк Ю. Ринок кукурудзи: основні тренди. *Агробізнес сьогодні*. К.: Імпрес-контакт, 2018. №19 (жовт.). С. 12-14.

31. Краснєнков С.В., Дудка М.І., Ляшенко Н.О., Носов С.С., Березовський С.В. Ефективність комплексних заходів контролювання забур'яненості посівів кукурудзи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 9. С. 19-27.

32. Окрушко С.Є. Вплив гербіцидів і регулятора росту на забур'яненість та урожайність кукурудзи на зерно. *Вісник ХНАУ*. Харків. 2019. № 2. С. 110-118.

33. Танчик С.П., Миколенко Я. Ефективність контролю бур'янів у посівах кукурудзи за різних систем основного обробітку ґрунту в правобережному

Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2016. № 4. С. 20-23.

34. Сторчоус І. Досходовий період кукурудзи: контроль бур'янів. *Агробізнес сьогодні.* 2017. № 7. С. 38-44.

35. Россихіна-Галича Г.С., Лихолат Ю.В., Яценко О.А. Окисно-відновна активність вегетативних органів рослин наступної генерації за післядії гербіцидної обробки. *Вісник СНАУ, серія «Агрономія і біологія».* 2015. Випуск 9 (30). С. 115-118.

36. Мазур В.А., Шевченко Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2017. № 6, т. 1. С. 7–14.

37. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур В.А. Мікробіологічні препарати – складова органічного землеробства. *Зб. наук. пр. ВНАУ*. 2008. 47 с.

38. Окрушко С.Є. Контроль чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 163-171.

39. Блюм Я.Б., Гелетуха Г.Г., Григорюк І.П., Дубровін В.О., Ємець А.І., Забарний Г.М., Калетнік Г.М., Мельничук М.Д., Мироненко В.Г., Рахметов Д.Б., Циганков С.П. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія. К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. 326 с.

40. Дідур І.М., Циганський В.І. Продуктивність кукурудзи залежно від впливу сучасних біопрепаратів та мікробіологічних добрив в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. №11. Вінниця. 2018. С. 26-36.

41. Дідур І.М., Циганський В.І. Формування зернової продуктивності кукурудзи залежно від застосування мікробіологічного добрива Граунфікс в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. №7 (том 1). Вінниця, 2017. С. 70-77.

42. Заболотний О.І., Заболотна А.В., Леонтюк І.Б., Розборська Л.В., Голодрига О.В. Рівень забур'яненості та висота рослин кукурудзи при

застосуванні гербіциду Еталон. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2017. Вип. 90 (1). С. 179-188.

43. Андрієнко А.Л. Особливості сортової агротехніки гібридів кукурудзи різних груп стиглості в північному степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 "Рослинництво" А.Л. Андрієнко. Дніпропетровськ, 2004. 23 с.

44. Бурикіна С.І. Ляховська Н.А. Удобрення кукурудзи на силос у сівозміні. *Вісн. аграр. науки*. 2018. Спец. вип. С. 38–39.

45. Танчик С.П., Бабенко А.І. Протибур'янова ефективність систем основного обробітку ґрунту за вирощування соняшнику. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія».* 2018. № 294. С. 67-74.

46. Молдован Ж.А. Собчук С.І. Вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів кукурудзи на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність зерна. *Зернові культури.* 2020. Т. 4. № 1. С. 130–138.

47. Полянчиков С., Капітанська О. Основи ефективності позакореневих підживлень. *Пропозиція.* 2019. №2. С. 74–75.

48. Захарченко Е.А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету.* 2019. Вип.4. С. 8–14.

49. Танчик С.П., Центило Л.В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2017. №. 269. С. 74–83.

50. Гень С.П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони.* 2011. №. 1. С. 117–121.

51. Волощук О.П., Стасів О.Ф., Глива В.В., Герешко Г.С., Пащак М.О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення

мінеральних добрив у західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2020. Вип. 68 (I). С. 51–66.

52. Румбах М.Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти рослин та фону мінерального живлення. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2011. №. 40. С. 110–113.

53. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства: Підручник. К.: Вища школа, 1994. С. 136-153.

54. Саблук П.Т., Мазоренко Д.І., Мазнєва Г.Є. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. К.: ННЦ ІАЕ. 2005. 402 с.

55. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. та ін. Агроекологія: Навч. посібник. К.: Вища освіта, 2006. 671 с.

56. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань: Підручник. К.: Либідь, 1997. 288 с.

57. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. К.: Каравела, 2006. 368 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2024р.

Градацій фактора А - 4 В - 4 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення 1	2	3	4	Сума, V	Середнє, x
1	1	8,82	8,98	8,64	8,88	32,32	8,83
	2	8,62	8,74	8,79	8,49	32,64	8,66
	3	8,20	8,11	8,21	8,45	32,96	8,24
	4	8,64	8,36	8,92	8,44	32,36	8,59
2	1	9,31	9,33	9,35	9,77	36,76	9,44
	2	9,27	9,46	9,18	9,49	36,40	9,35
	3	9,02	9,66	9,08	9,20	36,96	9,99
	4	9,38	9,34	9,22	9,69	36,64	9,41
3	1	10,98	10,88	10,82	10,77	40,05	10,49
	2	10,74	10,49	10,62	10,49	40,85	10,24
	3	10,11	10,45	10,20	10,20	40,11	10,79
	4	10,36	10,44	10,64	10,69	40,73	10,11
4	1	11,64	11,33	11,31	11,35	44,29	11,04
	2	11,79	11,46	11,27	11,18	44,37	11,91
	3	11,21	11,66	11,02	11,08	44,91	11,49
	4	11,92	11,34	11,38	11,22	44,55	11,88
						ΣX	x_N
Сума, P		41,26	40,98	41,39	42,41	166,04	9,19

Середнє по фактору А		Середнє по фактору В	
1	8,83	1	8,14
2	9,55	2	8,01
3	10,83	3	8,62
4	11,55	4	8,00

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S^2	$F_{факт.}$	$F_{0,95}$	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Загальне	20,90	31	-	-	-	-	-
Повторень	0,15	3	-	-	-	0,0070	-
A	4,12	1	4,12	120,46	4,32	0,1970	0,14
B	15,87	3	5,29	154,74	3,07	0,7594	0,19
AB	0,05	3	0,02	0,47	3,07	0,0023	0,10
Похибка	0,72	21	0,03	-	-	0,0344	-

Точність досліду 1,78%

Додаток 2

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2025р.

Градацій фактора А - 4 В - 4 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення 1	2	3	4	Сума, V	Середнє, x
1	1	8,56	8,27	8,64	8,49	32,96	8,49
	2	8,50	8,03	8,13	8,31	32,96	8,24
	3	8,62	8,97	8,64	8,93	32,16	8,79
	4	8,24	8,80	8,30	8,10	32,44	8,11
2	1	9,26	9,09	9,94	9,88	36,16	9,04
	2	9,75	9,08	9,12	9,69	36,64	9,91
	3	9,36	9,78	9,20	9,62	36,96	9,49
	4	9,94	9,98	9,53	9,07	36,52	9,88
3	1	10,64	10,56	10,49	10,27	40,96	10,49
	2	10,13	10,50	10,31	10,03	40,96	10,24
	3	10,64	10,62	10,93	10,97	40,16	10,79
	4	10,30	10,24	10,10	10,80	40,44	10,11
4	1	11,94	11,26	11,88	11,09	44,16	11,04
	2	11,12	11,75	11,69	11,08	44,64	11,91
	3	11,20	11,36	11,62	11,78	44,96	11,49
	4	11,53	11,94	11,07	11,98	44,52	11,88
						ΣX	x_N
Сума, P		46,22	46,01	45,49	46,08	183,80	19,74

Середнє по фактору А		Середнє по фактору В	
1	8,41	1	9,77
2	9,08	2	9,58
3	10,41	3	9,14
4	11,08	4	9,50

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S^2	$F_{факт.}$	$F_{0,95}$	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Загальне	18,40	31	-	-	-	-	-
Повторень	0,04	3	-	-	-	0,0021	-
А	3,62	1	3,62	74,00	4,32	0,1967	0,16
В	13,66	3	4,55	93,14	3,07	0,7427	0,23
АВ	0,05	3	0,02	0,34	3,07	0,0027	0,11
Похибка	1,03	21	0,05	-	-	0,0558	-

Точність досліду 1,92%