

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПОЛЬОВИХ І ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР**

«Допущено до захисту»  
завідувач кафедри,  
доктор с.-г. наук, професор  
\_\_\_\_\_ Олександр РУДІК  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти  
Освітньої програми «Агрономія»  
За спеціальністю: 201 – Агрономія

**ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ АГРОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ НА ЇЇ  
ПРОДУКТИВНІСТЬ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: кандидат сільсько-  
господарських наук, асистент  
\_\_\_\_\_ **Ігор ДЯДЬКО**  
Рецензент: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Виконав \_\_\_\_\_ здобувач \_\_\_\_\_ другого  
(магістерського) рівня вищої освіти  
денної форми навчання  
**Олександр БІЛОКОНЬ**

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота  
містить результати власних  
досліджень. Використання ідей і  
текстів інших авторів має посилання  
на відповідне джерело.*  
\_\_\_\_\_ **Олександр БІЛОКОНЬ**

ОДЕСА – 2024

**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Агробіотехнологічний факультет**  
**Кафедра польових і овочевих культур**

Рівень вищої освіти: другий  
 (магістерський)  
 Спеціальність: 201 Агрономія  
 Освітня програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри польових і овочевих культур

Олександр РУДІК

(підпис) (ім'я і прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Олександр БІЛОКОНЬ

(ім'я, прізвище здобувача)

1. Тема роботи: «Вплив щільності агроценозу кукурудзи на її продуктивність в умовах Степу України»

науковий керівник : кандидат сільськогосподарських наук, асистент

Ігор ДЯДЬКО

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я та прізвище)

затверджені наказом ректора Одеського державного аграрного університету  
 від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

3. Перелік завдань, які потрібно розробити: Провести фенологічні спостереження, визначити запаси доступної вологи в ґрунті, ріст рослин, площу листової поверхні, урожайність зерна та його якість, економічну ефективність вирощування кукурудзи.

4. Орієнтовний перелік графічного та табличного матеріалу: навести у табличному та графічному вигляді фенологічні спостереження, динаміку запасів вологи в ґрунті, динаміку росту рослин, площу листової поверхні, облік урожаю, його структуру та якість, економічну ефективність вирощування кукурудзи.

5. Вихідні дані до кваліфікаційної Дослідження проводяться у зернопросапній короткоротаційній 6-ти пільній сівозміні із наступним чергування сільськогосподарських культур: горох – пшениця озима – ріпак озимий – пшениця озима – кукурудза – соняшник.

Місце проведення досліджень: ФГ «Вікторія» Подільського району Одеської області, с. Новоселівка.

Схема досліду : дослід однофакторний:

1. 45 тис. рослин на га;
2. 50 тис. рослин на га;
3. 55 тис. рослин на га– (контроль);
4. 60 тис. рослин на га.

Повторність досліду трьохкратна, розміщення варіантів систематичне в один ярус.

Загальна площа під дослідом – 142,8 га, посівна площа ділянки – 12,2га, облікова площа ділянки – 300 м<sup>2</sup>. Вивчався районований гібрид кукурудзи **П9361**.

Попередник – пшениця озима.

Додаткові матеріали: ґрунтовий нарис , агрохімічні картограми, метеорологічні спостереження, технологічні карти вирощування кукурудзи.

6. Дата видачі завдання: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 \_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи                        | Строк виконання етапів роботи |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.    | Визначення теми, об'єкта та предмета дослідження                           | 08.10.23                      |
| 2.    | Отримання завдання і складання змісту (плану) кваліфікаційної роботи       | 08.-15.10.23                  |
| 3.    | Складання календарного плану – графіку з підготовки кваліфікаційної роботи | 15.10-25.10.23                |
| 4.    | Написання першого (теоретико-методологічного) розділу роботи               | 01.11-01.02.24                |
| 5.    | Вивчення матеріалів базових підприємств                                    | 07.02-28.02.24                |
| 6.    | Написання другого (дослідницько-аналітичного) розділу роботи               | 01.04-01.09.24                |
| 7.    | Написання третього (проектно-рекомендаційного) розділу роботи              | 12.09-19.10.24                |
| 8.    | Написання висновків, списку літератури                                     | 20.09-27.09.24                |
| 9.    | Перевірка роботи науковим керівником                                       | 03.10-10.10.24                |
| 10.   | Доопрацювання роботи після зауважень наукового керівника                   | 11.10-15.10.24                |
| 11.   | Підготовка до захисту: доповідь, ілюстративний матеріал                    | 17.10-31.10.24                |
| 12.   | Подання кваліфікаційної роботи на кафедру                                  | 01.12.24                      |
| 13.   | Попередній захист на кафедрі                                               | 07.12.24                      |
| 14.   | Рецензування кваліфікаційної роботи                                        | 10.12.24                      |
| 15.   | Захист кваліфікаційної роботи магістра                                     | За графіком                   |

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Олександр БІЛОКОНЬ  
(підпис) (ім'я і прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Ігор ДЯДЬКО  
(підпис) (ім'я і прізвище)

## АНОТАЦІЯ

### Білоконь О.С. ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ АГРОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ НА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Спеціальність 201 «Агрономія», другий (магістерський) рівень вищої освіти, Одеський державний аграрний університет, 2024.

У роботі досліджено вплив різної щільності посівів кукурудзи на формування її продуктивності в умовах Степу України. Показано, що середньому за роки проведених наукових досліджень, запровадження щільності посіву кукурудзи у 50 тис. рослин на 1 га за умов Південного Степу України забезпечує збільшення виробництва зерна гібриду **П9361** на 0,12т/га або 2,6% у порівнянні з рекомендованою нормою висіву у 55 тис. рослин на 1 га. Саме цей факт надає можливість в сучасних умовах отримати найбільший урожай зерна, з найбільшим рівнем рентабельності виробництва – 176,3% і може бути рекомендований до впровадження у господарствах Степу України.

**Ключові слова:** кукурудза, щільність агроценозу, ґрунтові властивості, продуктивність.

80 с., Табл. 11. Рис. -. Бібліограф.: 96 найм.

### Bilokon O. S. THE INFLUENCE OF THE DENSITY OF THE CORN AGROCENOSIS ON ITS PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE OF UKRAINE

Specialty 201 "Agronomy", second (master's) level of higher education, Odesa State Agrarian University, 2024.

The paper investigates the influence of different densities of maize crops on the formation of its productivity in the Ukrainian Steppe. It is shown that, on average, over the years of scientific research, the introduction of a corn sowing density of 50 thousand plants per 1 ha in the Southern Steppe of Ukraine provides an increase in grain production of the P9361 hybrid by 0.12 t/ha or 2.6% compared to the recommended sowing rate of 55 thousand plants per 1 ha. This fact makes it possible to obtain the largest grain yield under current conditions, with the highest level of production profitability - 176.3% and can be recommended for implementation in the farms of the Ukrainian Steppe.

**Keywords:** corn, agrocenosis density, soil properties, productivity.

80 p., Table 11. Fig. -. Bibliography: 96 references.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                                                                          | 7  |
| РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПИТАНЬ ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ.....                                                                        | 14 |
| 1.1. Значення кукурудзи та її ботаніко-біологічні особливості.....                                                             | 14 |
| 1.1.1. Господарське значення кукурудзи.....                                                                                    | 14 |
| 1.1.2. Ботанічний опис і біологічні властивості кукурудзи.....                                                                 | 16 |
| 1.2. Стан вивчення питання, яке досліджується.....                                                                             | 20 |
| РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ, УМОВ ПРОВЕДЕННЯ<br>ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ<br>КУКУРУДЗИ У ДОСЛІДІ ..... | 31 |
| 2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....                                                                            | 31 |
| 2.1.1 Місце проведення досліджень.....                                                                                         | 31 |
| 2.1.2. Природно-кліматична характеристика зони.....                                                                            | 31 |
| 2.1.3. Погодні умови за роки проведення досліджень.....                                                                        | 34 |
| 2.2. АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ<br>ДОСЛІДІВ.....                                                                | 38 |
| 2.2.1. Програма досліджень.....                                                                                                | 38 |
| 2.2.2. Методика проведення досліджень.....                                                                                     | 38 |
| 2.2.3. Технологія вирощування кукурудзи в досліді.....                                                                         | 40 |
| 2.2.4. Характеристика об'єкту досліджень.....                                                                                  | 41 |
| РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ АГРОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ НА ЇЇ<br>ПРОДУКТИВНІСТЬ.....                                                    | 44 |
| 3.1. Фенологічні спостереження за розвитком кукурудзи.....                                                                     | 44 |
| 3.2. Забур'яненість посівів.....                                                                                               | 46 |
| 3.3. Динаміка росту .....                                                                                                      | 48 |
| 3.4. Площа листової поверхні.....                                                                                              | 49 |
| 3.5. Урожайність зерна кукурудзи.....                                                                                          | 52 |
| 3.6. Економічна ефективність результатів досліду.....                                                                          | 57 |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..... | 61 |
| ВИСНОВКИ.....                                   | 67 |
| ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....                     | 69 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....             | 70 |
| ДОДАТКИ.....                                    | 79 |

## ВСТУП

Кукурудза є найбільш високопродуктивною злаковою культурою універсального використання, що вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. Вона є однією з найцінніших кормових культур. За посівними площами та валовими зборами зерна кукурудза займає перше місце у світовому землеробстві. Останніми роками спостерігається тенденція до збільшення посівних площ цієї культури. За врожайністю зерна кукурудза перевищує всі інші зернові культури.

Так, популярність кукурудзи обумовлена кількома факторами: зміною клімату, зростаючим попитом на світовому ринку та високою рентабельністю її вирощування. В Україні кукурудзу вирощують у всіх природних зонах, проте найбільші площі під посіви кукурудзи на зерно та силос зосереджені в Степу, Лісостепу та Закарпатті. У цих регіонах посіви кукурудзи займають до 20% площ польової сівозміни.

Зусилля науковців та практиків аграрного виробництва останнім часом спрямовані на оптимізацію умов росту та розвитку агроценозу кукурудзи, саме підвищення його продуктивності у сучасних умовах зростаючої інтенсифікації землеробства, повинно визначатися науково обґрунтованим комплексним виконанням всіх технологічних операцій у встановлені оптимальні строки із ретельним дотриманням агротехнічних вимог, на фоні розвинутої подальшої екологізації землеробства. Особливої уваги пригортають заходи створення оптимальної щільності агроценозів сучасних високопродуктивних гібридів кукурудзи через адаптацію норм висіву під мінливі кліматичні та ґрунтові умови виробництва для підвищення продуктивності фотосинтезу та реалізації генетичного потенціалу найсучасніших гібридів.

**Загальна постановка проблеми та актуальність теми.** При значному поширенні кукурудзи основним завданням зернового господарства України є підвищення її врожайності та скорочення розриву між потенційною та

фактичною врожайністю. Перший етап підвищення врожайності кукурудзи після розпаду колишнього Радянського Союзу можна віднести до 2005 року, коли агроформування почали впроваджувати високопродуктивні гібриди та ретельно дотримуватися технології їх вирощування. Однак, у виробничих умовах потенціал цієї культури використовується лише на 30-50% .

Однак, потенційні можливості виробництва зерна кукурудзи в Україні великі. Навіть за існуючих посівних площ можна збільшити валовий збір зерна в 1,5-2,0 рази за рахунок підвищення врожайності . Це можливо лише за умови інтенсифікації галузі та раціонального використання матеріально-технічних засобів і ресурсів.

Величезним виробничим досвідом доведено, що кукурудза – це одна з найрентабельніших культур, яка потребує значних ресурсів для свого виробництва. Успішність вирощування кукурудзи залежить від використання гібридів та якості застосовуваних технологій. Впровадження нових високоінтенсивних гібридів, використання якісного насіння, удосконалення основних агротехнологічних прийомів та сучасних принципів вирощування дозволить наблизитися до потенційної продуктивності кукурудзи – 20,0-25,0 т зерна з гектара.

В сучасних умовах аграрного виробництва пошук новітніх та удосконалення існуючих енергоощадних, екологічно збалансованих адаптованих до глобального потепління та кліматичних змін технологій вирощування кукурудзи в умовах біологізації землеробства, які не знижують її урожайність та якість основної продукції, має велике значення та високу актуальність.

**Мета дослідження.** Запропоновані агровиробникам сучасні гібриди кукурудзи мають широкий спектр морфобіологічних характеристик, які значно впливають на рівень оптимальної густоти стояння рослин, а відтак і норми висіву. Доведено, що вагова норма висіву – це показник, який інтегрує в собі крупність насіння, його чистоту, схожість та кількісну норму висіву, саме тому, в залежності від цього коливання вагової норми висіву може



досягати 100 та більше відсотків.

До того ж, оскільки природні фактори змінити неможливо, використання агротехнічних та агрономічних прийомів дозволяє впливати на адаптаційні процеси рослин. Підвищення стресостійкості та посухостійкості, що є ключовими для успішного вирощування культур в умовах обмеженого вологозабезпечення. Оптимізацію використання елементів живлення та вологи, спрямовану на ефективне формування як вегетативної маси, так і генеративних органів.

Таким чином, раціональне застосування цих прийомів сприяє досягненню високої продуктивності навіть за несприятливих кліматичних умов.

Таким чином, мета наших досліджень полягає у визначенні оптимальної щільності агроценозу кукурудзи у конкретних природно економічних умовах Пдільського району Одеської області за умов біологізації землеробства, для створення оптимальних фотосинтетичних систем посівів, призначених для найкращого використання сонячної радіації на фотосинтез і формування урожаю рослин кукурудзи.

**Об'єкт і предмет дослідження.** З наведених нами наукових результатів об'єктом досліджень були – зміни показників умов росту та розвитку рослин кукурудзи в посівах різної щільності, особливості формування агрофітоценозу кукурудзи, його структурних елементів та врожайності зерна під впливом досліджуваних факторів.

За предмет досліджень було взято – різна щільність посівів кукурудзи, урожайність та якість зерна її товарної продукції.

**Методи дослідження.** З метою виконання програми досліджень і визначення кращого варіанту системи основного обробітку ґрунту, а також встановлення достовірної різниці між варіантами досліду, який був побудований за принципами єдиної логічної відміни, нами було застосовано польовий метод досліджень. Окрім того, з метою обґрунтування зміни комплексу показників родючості ґрунту, формування агрофітоценозу

пшениці озимої, його структурних елементів застосовувався лабораторний метод, для визначення достовірності відмінностей між варіантами досліду, енергетичної та економічної оцінки результатів досліду – дисперсійний енергетичний та економічний методи аналізу.

**Рівень вивчення проблеми.** З набуттям незалежності в Україні сформувалася багатоукладна економіка аграрного сектору, яка характеризується різноманітністю суб'єктів виробництва з різним економічним і соціальним становищем, а також особливостями демографічної ситуації. Виробництво рослинницької продукції здійснюється за різними технологіями, проте спільною метою для всіх є забезпечення сукупного виробництва для задоволення соціальних і економічних потреб населення.

Технологія як основний засіб виробництва покликана забезпечувати необхідні обсяги продукції та отримання прибутку. У сучасних умовах значна увага приділяється біологічним технологіям (органічним, екологічним, біодинамічним, адаптивним), які базуються на принципах екологізації та біологізації процесів інтенсифікації, спрямованих на збереження природних ресурсів і підвищення ефективності агровиробництва.

Кукурудза має великі потенційні можливості у формуванні високих урожаїв зерна і зеленої маси, що стає реальністю за сприятливих екологічних умов і дотримання технології вирощування, які відповідають біологічним вимогам кукурудзи. Знаючи ці вимоги, можна послабити або повністю уникнути негативного впливу того чи іншого фактора.

Дослідженнями доведено, що кукурудза є культурою інтенсивного типу, здатною формувати високі врожаї за умов оптимального агротехнічного забезпечення. Однак у сучасних умовах ведення аграрного виробництва технології вирощування кукурудзи ще не досягли такого рівня, який би дозволив повністю реалізувати генетичний потенціал сучасних гібридів. Це обумовлено низкою факторів, серед яких недостатня адаптація технологій до конкретних агрокліматичних умов, обмеження у забезпеченні

ресурсами, а також недостатнє впровадження інноваційних методів і підходів у процесі вирощування культури.

Проведений аналіз світового виробництва зерна кукурудзи показує, що її врожайність на 50% залежить від продуктивності гібрида, на 25% - від особливостей зональної технології вирощування та матеріально-ресурсного забезпечення, і ще на 25% - від погодних умов.

Для досягнення максимальної врожайності кукурудзи необхідно впроваджувати інтенсивні технології вирощування, що включають використання високопродуктивних гібридів, якісного насіння та сучасних агротехнологічних прийомів. Тільки за таких умов можна зменшити розрив між потенційною та виробничою врожайністю, забезпечити економічну конкурентоспроможність та повне використання генетичного потенціалу культури.

Однак, незважаючи на значні досягнення у селекції, реалізація генетичного потенціалу інтенсивних гібридів кукурудзи у виробничих умовах становить менше 50%. Це вказує на те, що існують недосліджені аспекти росту і розвитку цієї культури, а також процеси формування фотосинтетичного і симбіотичного апаратів, які впливають на продуктивність.

Безумовно, проведений пошук серед відомих літературних наукових джерел, показав, що думки багатьох дослідників і аграріїв з ефективності посівів кукурудзи із різною щільністю досить неоднозначні і іноді суперечливі. На жаль майже зовсім відсутні експериментальні наукові дані про переваги тієї чи іншої щільності агроценозів сучасних гібридів кукурудзи в умовах глобального потепління і жахливих кліматичних змін, особливо у степовій зоні України.

З такої ситуації через особливості ведення аграрного бізнесу у зоні ризикованого землеробства саме і постала необхідність в умовах посушливого Південного Степу України проведення наукового польового експерименту з визначення серед рекомендованих норм висіву для

формування певної щільності агроценозу кукурудзи з визначення найбільш ефективної і адаптованої до конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства та впровадження її у виробництво.

Так, саме через особливості ведення аграрного виробництва у зоні ризикованого землеробства високої актуальності набуває питання розробки новітніх та удосконалення існуючих систем основного обробітку ґрунту під пшеницю озиму за умов біологізації землеробства на тлі поліпшення економічної та енергетичної ефективності виробництва зерна.

**Елементи наукової новизни та практичне значення одержаних результатів.** У представлених дослідженнях наукова новизна полягає в тому, що уперше в умовах Подільського району Одеської області, у Південному Степу України на чорноземах типових у короткоротаційній сівозміні випробувано і встановлено оптимальну щільність агроценозу кукурудзи гібриду **П9361**, яка найкраще адаптована до ґрунтово-кліматичних умов регіону та вимог екологізації землеробства..

На підставі проведених наукових досліджень отримані достовірні результати з ефективності різної щільності посівів кукурудзи саме гібриду **П9361**, що дасть змогу господарству ефективно використовувати агрокліматичні ресурси зони при вирощуванні кукурудзи, створити передумови для реалізації закладеного генетичного потенціалу високої продуктивності рослин гібридів кукурудзи селекції фірми Піонер з підвищення продуктивності їх продуктивності, отримання стабільних і сталих врожаїв зерна та подальшого зростання економічного стану господарства.

**Особистий внесок здобувача** полягає у визначенні і виборі теми досліджень, розробці та пропозиції програми, схеми досліду, безпосередньому проведенні польових спостережень, а також спільно з керівником та допоміжним персоналом лабораторних аналізів. Представлена кваліфікаційна робота виконана і оформлена автором самостійно.

**Апробація результатів дослідження.** Основні результати кваліфікаційної роботи викладені та отримали позитивну оцінку у тезах доповідей Yurkevych Ye., Diadko I., Valentiuk N., Bilokon O. INFLUENCE OF THE DENSITY OF THE CORN AGROCENOSIS ON ITS PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE OF UKRAINE. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Modern Perspectives on Global Scientific Solutions» (December 2-4, 2024. Bergen, Norway). European Open Science Space, 2024. P. 23-25. [https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2024/12/Bergen\\_Norway\\_002.12.24.pdf](https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2024/12/Bergen_Norway_002.12.24.pdf) та засіданні кафедри.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг роботи становить 80 сторінок, з них основного тексту 72 сторінок. Робота містить 11 таблиць і 2 додатки. Список використаних джерел охоплює 96 найменування.

## **РОЗДІЛ 1**

### **ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПИТАНЬ, ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ**

#### **1.1 Значення кукурудзи та її ботаніко-біологічні особливості**

##### **1.1.1. Господарське значення**

Кукурудза є незамінною культурою для сучасного сільського господарства завдяки своїй високій продуктивності, універсальному використанню та економічній вигоді. Вона відіграє важливу роль у продовольчій безпеці, забезпеченні кормами та технічному виробництві, що робить її однією з найважливіших культур як в Україні, так і в світі.

Кукурудза – цінна кормова і продовольча культура. Вона є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання.

Кукурудза є багатофункціональною культурою, яка знаходить широке застосування в різних галузях промисловості. У харчовій промисловості вона використовується для виробництва різних продуктів, починаючи від крохмалю, кондитерських виробів до харчових пластівців і сиропів. Із зерна виробляють харчові пластівці, крупу (12,5% білків). Крім того, з кукурудзи виготовляють рослинну олію, що є важливим компонентом у харчуванні. Ще вживають в їжу і недостигле зерно у вигляді варених качанів та консервів. У технічних застосуваннях кукурудза є джерелом сировини для виробництва паперу, целюлози та хімічних речовин ацетон та ін., що робить її важливою культурою для економіки.

Кукурудза є однією з найцінніших кормових культур завдяки своїм поживним властивостям. Найбільш цінним кормом є зерно кукурудзи, яке містить: білки: 9-12%, вуглеводи: 65-70%, олії: 4-8%, мінеральні речовини 1,5%. Кормова цінність позначена у 100 кг зерна кукурудзи міститься 134 кормові одиниці (к. од.), зерно містить до 8 кг перетравного протеїну, а

енергетична цінність складає 100 кг сухого зерна кукурудзи забезпечує 1600 МДж обмінної енергії.

Завдяки високій енергетичній поживності, кукурудза є незамінним компонентом комбікормів, крім того у вигляді кормового борошна та висівок, зерно кукурудзи добре перетравлюється і засвоюється організмом тварин. Особливе значення має силосування кукурудзи, коли зерно кукурудзи також використовують на корм шляхом силосування качанів у фазі молочно-воскової стиглості. Такий корм за поживністю майже не поступається зерну повної стиглості.

Кукурудза є незамінною кормовою культурою завдяки високій поживній та енергетичній цінності. Використання зерна кукурудзи у різних формах (кормове борошно, висівки, силосовані качани) забезпечує високий рівень перетравності та засвоєння поживних речовин тваринами. Це робить кукурудзу важливим компонентом у раціоні тваринництва, підвищуючи продуктивність та ефективність виробництва.

Так, з подрібненого зерна вологістю біля 26% разом з подрібненими стрижнями качанів виготовляють зерно-стрижневу кормову масу, а у випадку тільки з подрібненого зерна з такою самою вологістю – корнаж (новий вид корму).

Високопоживний цінний силос для великої рогатої худоби виготовляють шляхом силосування усієї маси рослин – стебел, листя та качанів кукурудзи, зібраної у фазі молочно – воскової стиглості. Так, у 100 кг. такого силосу міститься 25-32 корм. од., а уміст перетравного протеїну 1,4-1,8 кг, крім того силос кукурудзи має добру перетравність і дієтичні властивості, ще багатий на каротин.

Навіть стрижні качанів після обмолоту у вигляді борошна використовують як компонент комбікормів.

Більш того, кукурудза займає важливе місце ще і в зеленому конвеєрі, забезпечуючи тваринництво зеленою масою, багатою на вуглеводи й каротин, кормова цінність 100кг якої зібраної до викидання волотей зеленої

маси містить 16 корм.од.

Після збирання кукурудзи на зерно залишається листостеблова маса яка є добрим грубим кормом, і за поживністю він майже не попускається ячмінній та вівсяній соломі.

### **1.1.2. Ботанічний опис і біологічні властивості кукурудзи**

Культура кукурудза відноситься до родини Poaceae, роду кукурудза звичайна (*Z. mays*).

За плівчастістю, внутрішньою і зовнішньою будовою зерна у сучасній класифікації вид *Zea mays* має 9 підвидів: зубоподібна, кремниста, крохмалиста, напівзубоподібна, розлусна, цукрова, , крохмалисто – цукрова, воскоподібна, плівчаста.

**Зубоподібна.** Характерно зерно крупне, видовжено-призматичне, стиснене з боків, з ямкою на верхівці. За своєю формою зерно нагадує кінський зуб. Ендосперм рогоподібний розміщений по боках, а борошністий заповнює центральну частину і верхівку зернин. З висиханням зернини крохмалиста верхівка зморщується і втягується всередину, цей підвид налічує багато пізньостиглих і високоврожайних сортів і гібридів.

**Кремниста.** У цього підвиду зерно блискуче, округле, стиснене з боків, всередині борошністе, рогоподібний ендосперм розміщений по колу. До нього належать найбільш скоростиглі сорти з підвищеним вмістом білка у зерні, які вирощують переважно на зерно для кормових і продовольчих цілей і ці сорти кукурудзи мають значне поширення.

**Крохмалиста.** Зерно крохмалистої подібне до зерна кремнистої, але з матовою округлою поверхнею, заповнене борошністим ендоспермом (рогоподібного ендосперму немає або є незначна його кількість у верхній частині). Уміст крохмалю становить близько 82%, білка – 7-12 %, зародок великий з підвищеним вмістом жиру. У цього підвиду зерно придатне для крохмале-патокової і спиртової промисловості.

**Напівзубоподібна.** Зерно дуже схоже до зерна зубоподібної і відрізняється більш розвиненим рогоподібним ендоспермом та меншою



ямкою на верхівці. Підвид створений у результаті схрещування зубоподібної і кременистої кукурудзи, зустрічається у Закарпатті.

**Розлусна.** У цього підвиду зерно дрібне, блискуче, з сильно розвішеним рогоподібним ендоспермом, борошністої частини дуже мало. Характерно що при підсмажуванні зерно розтріскується, утворюючи білі пластівці. В основному використовується для виготовлення крупи і пластівців, уміст білка від 10 до 14 %.

**Цукрова.** Головна ознака крупне, зморщене, заповнене напівпрозорим рогоподібним ендоспермом зерно, яке містить багато декстрину, солодке на смак. Головне призначення – вирощування переважно як городня культура.

**Крохмалисто-цукрова.** Підвид має зерно з воскоподібним ендоспермом, характеризується підвищеним вмістом цукру, тому цінний для споживання.

**Воскоподібна.** Зерно за будовою подібне до кременистої, але має твердий зовнішній шар ендосперму, який за консистенцією нагадує твердий віск. Зерно матове на відміну від кременистої кукурудзи. Підвид малопоширений, вирощують для отримання декстрину.

**Плівчаста.** Зерно повністю вкривають сильно розвинуті колоскові луски, господарського значення не має.

Кукурудза – однорічна, однодомна, роздільностатева, перехресно-запильна рослина родини злакових, підродини просоподібних.

**Коренева система.** Коренева система у кукурудзи мичкувата, сильнорозвинута, багаторярусна, має п'ять типів коріння. Проростає зерно одним зародковим корінцем, а бічні зародкові (гіпокотильні) корінці розгалужуються і разом з першим зародковим корінцем утворюють первинну (зародкову) кореневу систему. Ця коренева система особливо важлива в перші фази росту – до формування 6-8 листків.

На першому міжвузлі розвиваються епикотильні корені, які ростуть горизонтально, не розгалужуються. Роль їх у живленні рослин не значна.

Головну складову кореневої системи становить вузлове коріння, що

утворюється ярусами з підземних стеблових вузлів після з'явлення на рослині 3 – 4 листків і максимального розвитку це коріння досягає у фазі цвітіння кукурудзи. Найбільша маса коріння ( до 60%) знаходиться в орному шарі ґрунту, однак окремі корені можуть проникати у ґрунт на глибину до 3м.

**Стебло.** Стебло у кукурудзи міцне, виповнене, має до 22 міжвузлів і більше та стільки ж листків.

**Листки.** Листки великі, з широкими і довгими пластинками, краї цих пластинок ростуть швидше, ніж середина, внаслідок чого листки стають хвилястими, що збільшує їх поверхню. Розміщення листків почергове і тому не затінюють один одного. Кількість листків варіює і залежить від групи стиглості гібриду, зазвичай їх буває від 10 – 12 у ранньостиглих і до 40 у пізньостиглих.

**Суцвіття.** У рослин кукурудзи суцвіття двох типів – волоть з чоловічими квітками і качан – з жіночими. Волоть складна і утворюється з центральної осі і бічних гілочок, двохквіткові колоски, розташовані попарно. При цвітінні у волоті формується 4 - 10 млн. пилкових зерен, які разносяться вітром.

**Качан.** З бруньки, що міститься у пазусі листя розвивається качан. Качан вкритий зовні обгорткою, яка складається з видозмінених листків, а будова його складається із стрижня, товстих колоскових лусок і тоненьких квіткових лусок. У кукурудзи квітка має маточку, що складається із зав'язі, довгого ниткоподібного стовпчика та невеликої роздвоєної приймочки. Доведено, що сприйнятливою для запилення є тепла, волога, з легким вітром погода і навпаки, у дощову погоду пилок змивається, а надмірна сухість вбиває його через це у таких умовах утворюється череззерниця.

**Плід.** Стигле зерно кукурудзи плід – зернівка, яке складається з трьох основних частин: насінневої оболонки (перикарп)  $\approx 6\%$ , ендосперма  $\approx 84\%$  і зародка  $\approx 10\%$ . У дрібнонасінних сортів маса 1000 зерен 100 – 150 г, у крупнонасінних- 300-400 г. В середньому один качан налічує 500 – 600 зерен.

Вимоги до тепла. Кукурудза відноситься до теплолюбних культур. Температура проростання насіння мінімальна більшості гібридів і сортів 8 – 10<sup>0</sup> С, а нормально розвинені і дружні сходи з'являються при температурі 10 – 12<sup>0</sup> С. Сходи можуть у кукурудзи витримувати температуру до - 3<sup>0</sup>С, у фазі 2 – 3 листків – до 3 - 5<sup>0</sup>С, однак, кукурудза краще витримує весняні заморозки, ніж ранні осінні ( -2 -3<sup>0</sup>С), які пошкоджують зерно незрілих качанів і різко знижують його схожість і товарну якість.

Росте і розвивається кукурудза найкраще при середньодобовій температурі до 25<sup>0</sup>С, за більш низьких температурах ( 14 – 15<sup>0</sup>С) ріст рослин затримується, а при зниженні їх до біологічного мінімуму ( 10<sup>0</sup> С) припиняється. Однак, високі температури ( 25 – 30<sup>0</sup> С) кукурудза до цвітіння витримує добре, але якщо вони в період викидання волотей і з'явлення стовпчиків качанів перевищують 30 – 35<sup>0</sup>С, у кукурудзи різко порушується нормальний хід цвітіння і запліднення рослин, внаслідок чого спостерігається значна череззерниця у качанах. Встановлено, що сума біологічно активних температур, яка необхідна для дозрівання скоростиглих гібридів і сортів, становить 1800-2000<sup>0</sup>С, середньо – і середньо ранньостиглих 2300 -2600<sup>0</sup>С, пізньостиглих 3000 -3200<sup>0</sup>С.

Вимоги до вологи. Кукурудзу відносять до посухостіких культур, яка завдяки сильному розвитку кореневої системи, що глибоко проникає у ґрунт і добре засвоює вологу з глибоких його шарів.

Коефіцієнт транспірації становить у середньому 250-400 у.од. З утворенням на рослинах 8 – 9 листків і особливо з появою волоті потреби кукурудзи у волозі різко зростають досягаючи максимуму в період від початку цвітіння ( викидання волоті) до початку молочної стиглості. За цей період кукурудза використовує близько 70% вологи від загальної спожитої її кількості. Дуже чутлива до вологи кукурудза також під час наливання зерна. Встановлено, що оптимальна вологість ґрунту в період активної вегетації має становити 75 – 80% НВ, водночас, надлишок вологи, зокрема близьке

залягання ґрунтових вод, негативно впливає на розвиток кукурудзи.

Вимоги до ґрунтів. Кукурудза росте і найкраще розвивається на ґрунтах з глибоким гумусовим горизонтом, які добре затримують вологу і не заболочуються при цьому, проникні для повітря, мають достатню кількість легкозасвоюваних поживних речовин і нейтральну або злегка кислу реакцію ґрунтового розчину (рН 5,5 – 7,0).

Відмічено кращий ріст кукурудзи на добре аерованих ґрунтах. За нестачу кисню в ґрунті припиняється ріст її кореневої системи, порушується засвоєння рослинами води і поживних речовин. Рослини кукурудзи дуже вибагливі до родючості ґрунту.

Вимоги до світла. Кукурудза – світлолюбна рослина. На утворення великої листкової поверхні та нагромадження достатньої кількості органічних речовин вона потребує інтенсивного сонячного освітлення в усі фази росту і особливо в початкові. Затінення навіть незначне молодих рослин призводить до їх «стікання» - витягування і пожовтіння, що негативно позначається на продуктивності посівів. Саме тому для вирощування високих врожаїв важливо дотримуватися оптимальної густоти стояння рослин, знищувати бур'яни протягом усього періоду вегетації.

За біологічними властивостями кукурудза – рослина короткого світлового дня і вона значно швидше закінчує вегетацію при тривалості світлового дня 8-9 годин, а при 12-14 годин вегетаційний період її подовжується [1,2].

### **1.3. Стан вивчення питання, яке досліджується**

Розглядаючи кукурудзу як сільськогосподарську культуру можна з певністю відмітити, що це найважливіша культура у світі. Вона здобула широке використання на зерно, на силос і у свіжому вигляді як чудовий корм для тварин в усіх регіонах світу. Саме висока її потенційна врожайність і відносно низькі витрати при вирощуванні забезпечили її широке

розповсюдження за площами посіву.

В Україні останніми роками щороку відбувається нарощування об'ємів виробництва кукурудзи і за експортом зерна кукурудзи вона займає друге місце у світі, випередивши Аргентину та Бразилію, поступаючись лише США [3,4,5].

Величезна різнобічність використання, а саме вона є зернофуражною культурою, сировиною для виробництва багатьох продуктів харчування, медичних препаратів, останнім часом розглядається питання можливості отримання із стебел кукурудзи біогазу (180-220 м<sup>3</sup> із 1 тони листостеблової маси, або з 1 га – 7-10 тис. м<sup>3</sup> біогазу) а із зерна біоетанолу сприяє поширенню кукурудзи.

Головні фактори які забезпечують популярність кукурудзи це: зміна клімату, попит на світовому ринку, висока її рентабельність [6,7]. Вона з успіхом вирощується майже у всіх природних зонах України, але посіви на зерно та силос займають найбільші площі в Степу й Лісостепу, а також у Закарпатті, де вони становлять до 20% структури посівних площ [5, 8, 9].

За такого значного поширення кукурудзи головним завданням зернового господарства України є підвищення її урожайності та скорочення розриву між потенційної та виробничою врожайністю. Підвищення врожайності кукурудзи в Україні відбувалося поетапно і першим етапом підвищення урожайності кукурудзи, після розвалу радянського союзу, можна вважати 2005 рік, саме коли агроформування почали впроваджувати високопродуктивні гібриди та ретельно дотримуватися технології їх вирощування. За даними літературних джерел у виробничих умовах потенціал цієї культури використовується лише на 30-50% [10, 11, 12].

В Україні на жаль на сьогодні потенційні можливості виробництва зерна кукурудзи не вичерпані і навіть при існуючих посівних площах можна в 1,5-2,0 рази збільшити валовий збір зерна за рахунок підвищення урожайності [13]. Однак, підвищення продуктивності кукурудзи можливе лише за умови інтенсифікації галузі та раціонального використання

матеріально-технічних засобів і ресурсів.

Технологія вирощування кукурудзи є неперервним процесом, що складається з багатьох модулів, кожен з яких впливає на кінцевий результат – урожай. Найбільш оптимальне визначення терміну «технологія вирощування» – це комплекс агротехнічних прийомів, які узгоджені між собою в часі і просторі та адаптовані до конкретних умов. Кожен етап цієї технології, від підготовки ґрунту до збирання врожаю, має важливе значення для досягнення максимального урожаю і якості продукції. Правильний вибір і своєчасне виконання кожного агротехнічного прийому забезпечують ефективне використання природних і технічних ресурсів, зменшують ризики, пов'язані з несприятливими погодними умовами, та сприяють стійкому виробництву кукурудзи.

Сучасні технології в аграрному виробництві представляють собою високопродуктивні та ресурсощадні рішення, що дозволяють ефективно обробляти ґрунт і вирощувати культури на основі різних підходів — класичного, мінімального або нульового обробітку ґрунту. Ці технології включають: машини для обробітку ґрунту які забезпечують формування насінневого ложа на точно задану глибину, при цьому розпушуючи верхній покривний шар ґрунту, зберігаючи при цьому його капілярну структуру. Це сприяє оптимальному водному режиму ґрунту і створює ідеальні умови для розвитку рослин;

сівалки точного висіву що здатні рівномірно висіяти конкретну норму насіння на задану глибину, забезпечуючи однорідність посівів і оптимальну густоту стояння рослин, що є важливим фактором для досягнення високих урожаїв;

високопродуктивні обприскувачі саме вони дозволяють швидко і точно вносити засоби захисту рослин в агрономічно доцільні строки, забезпечуючи ефективний захист посівів від шкідників, хвороб і бур'янів;

а також сучасні збиральні комбайни які дозволяють максимально швидко і з мінімальними втратами збирати вирощений урожай, що є

критично важливим для збереження його якості та запобігання втратам.

Цей підхід до використання сучасних технологій забезпечує не тільки високі врожаї, але і зменшення витрат на матеріальні та енергетичні ресурси, що робить виробництво більш ефективним та стійким [14].

Відомі агротехнології вирощування кукурудзи базуються на наступних провідних принципах:

1. Високий рівень екологізації: адаптація технологій вирощування кукурудзи до особливостей агроландшафтів, враховуючи екологічні вимоги, мінімізацію впливу на навколишнє середовище і підтримання агроєкосистем.

2. Адаптивність до рівня інтенсифікації: можливість налаштування технологій під різний рівень інтенсифікації агропромислового виробництва, враховуючи ресурси і потенціал господарства.

3. Урахування багатокладності господарювання: адаптація технологій до різних форм організації праці (особисті, родинні, колективні, фермерські господарства), що забезпечує їхню доступність та ефективність.

4. Універсальність і альтернативність: наявність вибору між різними технологіями, які побудовані на принципі подолання природних факторів, що обмежують вирощування кукурудзи, залежно від умов регіону та можливостей виробника.

5. Знання біологічних особливостей культури: використання біологічних властивостей кукурудзи для оптимізації умов вирощування, включаючи вибір гібридів, сівозміни, режиму зрошення, живлення тощо.

Ці принципи є основою для побудови ефективних технологій, які забезпечують максимальне використання потенціалу культури в конкретних агроєкологічних умовах.

Але у цілому характер і зміст технології визначається:

- станом розвитку продуктивних сил;
- сучасним рівнем знань;
- рівнем і характером у суспільстві соціальних та економічних відносин.

Підсумовуючи, з урахуванням багатоукладності економіки аграрного сектору, різноманітного економічного і соціального стану суб'єктів виробництва, а також демографічної ситуації, можна стверджувати, що виробництво рослинницької продукції, включаючи кукурудзу, здійснюється за різноманітними технологіями.

Спільною рисою для всіх цих технологій є спрямованість на виробництво сукупної продукції, яка покликана вирішувати соціальні та економічні потреби населення. Відтак технологія, як засіб виробництва, повинна забезпечувати не лише відповідні обсяги виробництва, але й сприяти отриманню економічно обґрунтованого прибутку.

Така інтеграція виробничих процесів і технологічних рішень є основою сталого розвитку аграрного сектору та відповідає вимогам сучасного агровиробництва. [14-17].

У літературних джерелах широко висвітлена кукурудза як сама рентабельна культура, але у своє вирощування вона потребує великих ресурсів [18-22].

Кукурудза володіє значним потенціалом для отримання рекордних урожаїв зерна, що можуть сягати 20,0-25,0 т/га. Однак досягнення таких результатів можливе лише за умови суворого дотримання технології вирощування, яка враховує біологічні особливості цієї культури.

Основними складовими такої технології є коригування строків сівби — забезпечення оптимальних умов для проростання та початкового розвитку рослин; оптимальне забезпечення елементами живлення — збалансоване внесення мінеральних і органічних добрив, адаптоване до потреб культури; використання новітніх гібридів — перевага надається гібридам із низькою передзбиральною вологістю, високим потенціалом урожайності та стійкістю до стресових факторів; якісне насіння — гарантія отримання рівномірних сходів і здорового старту рослин, а також комплексний захист посівів — своєчасні заходи з контролю шкідників, хвороб і бур'янів.

Виконання цих умов сприяє повноцінній реалізації генетичного



потенціалу кукурудзи та досягненню стабільно високої врожайності навіть за змінних кліматичних і виробничих умов [14,23-26].

Одним з факторів отримання високих і сталих врожаїв кукурудзи є густота стояння її рослин яка залежить від групи стиглості гібридів, у пізньостиглих форм площа живлення збільшується порівняно із ранньостиглими, а густота стояння відповідно зменшується.

У першу чергу густота стояння визначається біологічними характеристиками гібридів та умовами зон їх вирощування. Так , при розміщенні кукурудзи після найкращих попередників орієнтуються на збільшення оптимальної густоти стояння, а після гірших – навпаки на меншу [27].

Традиційно для компенсації зниження польової схожості насіння кукурудзи та природної загибелі рослин протягом вегетації норма висіву визначається з певним перевищенням відносно оптимальної. Це дозволяє забезпечити рекомендовану густоту рослин перед збиранням урожаю. Зокрема:у степовій зоні норму висіву збільшують на 10–15%, у лісостеповій зоні – на 15–20% і поліській зоні – на 20–25%.

Водночас, оскільки природні фактори неможливо змінити, досягнення стабільної врожайності залежить від застосування ефективних агротехнічних і агрономічних прийомів. Вони спрямовані на: зміцнення імунітету рослин – створення умов, які зменшують вплив стресових факторів, підвищення стресостійкості та посухостійкості – адаптація технологій до зони вирощування з урахуванням водного режиму, а також на оптимізацію використання ресурсів – забезпечення балансу елементів живлення та доступності вологи для формування потужної вегетативної маси й генеративних органів.

Ці заходи сприяють підвищенню продуктивності кукурудзи, зменшенню втрат через несприятливі умови та забезпеченню ефективного використання ресурсного потенціалу культури [14, 28,29].

Сучасний підхід до агротехнічних прийомів базується на системі уявлень, яка розглядає їх як засоби створення оптико-біологічних систем посівів. Ці системи спрямовані на максимізацію використання сонячної радіації для фотосинтезу та оптимізацію формування врожаю рослин шляхом налаштування просторової структури посівів [30-34].

Одним із ефективних прийомів є використання позакоренових підживлень мікроелементами у поєднанні з азотними добривами під час вегетації кукурудзи що сприяє підвищенню адаптивності рослин до несприятливих стрес-факторів довкілля, таких як посуха чи коливання температур, покращенню інтенсивності ростових процесів, забезпечуючи більш ефективне використання поживних речовин і вологи і особливо зростанню продуктивності, що виражається у збільшенні врожайності та покращенні якісних показників урожаю.

Такий підхід є основою екологічно збалансованих технологій вирощування, які поєднують продуктивність із мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище [35-37].

Експериментально доведено, що процеси живлення і фотосинтезу в рослинах взаємозалежні та взаємообумовлені. Водночас, механізми їхньої взаєморегуляції залишаються частково не до кінця з'ясованими.

Основними чинниками, що визначають цей зв'язок, є показники фізіологічних процесів рослин, серед яких ключову роль відіграють вміст і співвідношення пігментів фотосинтезу – хлорофілу, каротиноїдів та інших.

Ці пігменти забезпечують поглинання світлової енергії, впливаючи на швидкість та ефективність фотосинтезу. Спрямованість фотосинтезу – на синтез вуглеводів, амінокислот або інших метаболітів, залежно від умов живлення. Швидкість і характер метаболізму рослин, яка обумовлює анатомо-морфологічні зміни, включаючи розвиток листового апарату та кореневої системи і зокрема формування адаптивних властивостей, що підвищують стійкість рослин до стресових умов.

Таким чином, підтримання оптимального живлення є критично важливим не тільки для забезпечення фотосинтетичної активності, але й для загального метаболізму та морфогенезу рослин. Це підкреслює необхідність інтегрованого підходу до агротехнічних заходів, спрямованих на оптимізацію умов живлення та світлового режиму [30, 38].

Самий ефективний метод впливу на процеси продуктивності та збільшення врожайності кукурудзи є коригування процесом фотосинтезу, підвищення його продуктивності [39-41]. Як свідчать експериментальні дані величина урожаю біомаси кукурудзи знаходиться у прямій залежності від розмірів асиміляційної поверхні рослини [30, 42-44].

Доведено, що перший і другий строки сівби кукурудзи є кращими для накопичення надземної маси і розвитку фотосинтетичного апарату. Через погіршення температурних умов вологозабезпечення інтенсивність ростових процесів гібридів третього строку сівби знижується [45, 46].

Облік асиміляційної поверхні рослин через підрахунок кількості листків на головному стеблі, включаючи навіть відмерлі, є важливим агротехнічним прийомом який дозволяє оперативно оцінити етап органогенезу рослин прямо в польових умовах і тим самим оптимізувати проведення таких агротехнічних операцій як зрошення, внесення гербіцидів, підживлення добривами, захист проти шкідників, хвороб у ключові періоди їхньої вразливості та інші коригування технології вирощування, спрямованої на забезпечення максимальної ефективності використання ресурсів [47,48].

Дослідження підкреслюють важливий аспект в агрономії, пов'язаний із оптимізацією площі асиміляційної поверхні для досягнення максимальних результатів у виробництві культури. Дійсно, надто мала площа листової поверхні на ранніх фазах розвитку рослин обмежує здатність рослин використовувати фотосинтетично-активну радіацію, що знижує ефективність фотосинтезу. Водночас, надмірна площа листової поверхні також може мати негативний ефект через взаємозатінення листків нижніх ярусів, що зменшує їхню здатність до фотосинтезу та обмежує виробництво енергії для розвитку

рослини. Крім того, неоптимальний перерозподіл продуктів асиміляції, що може призвести до їх нерівномірного використання та зниження ефективності росту та розвитку культур.

Листки, які розташовані вищими на стеблі, мають кращі умови для фотосинтезу завдяки більшому доступу до сонячного світла і можуть бути більш фізіологічно активними. Це, в свою чергу, підтримує ефективний розвиток качанів або інших генеративних органів, що визначає загальний рівень урожайності.

Таким чином, оптимальна кількість листків на кожній стадії розвитку, їхня розподіленість та розмір важливі для правильного балансу між забезпеченням рослини енергією та ресурсами, що призводить до більш високої продуктивності та кращої якості продукції [40,42,44].

Ваша заява підтверджує важливу роль фотосинтезу для формування зерна кукурудзи, зокрема для ефективного використання сонячної енергії. Дійсно, верхні листки відіграють ключову роль у процесі фотосинтезу та формуванні врожаю, оскільки вони отримують більшу частину сонячного світла та забезпечують енергією для розвитку качанів.

Водночас, листки середніх та нижніх ярусів можуть використовувати менш інтенсивне освітлення, що дозволяє їм активно брати участь у фотосинтетичних процесах, хоча їх здатність до виробництва енергії обмежена через менш ефективне використання сонячної радіації. Проте це також має позитивний ефект, оскільки на таких рівнях вони можуть сприяти виробленню поживних речовин і продукувати необхідну енергію для росту та розвитку рослин, особливо при більш низьких рівнях освітлення.

Просторова орієнтація листків дозволяє максимізувати використання сонячного світла залежно від кута падіння прямих сонячних променів, а чим більша площа листків, тим більше фотосинтетично-активної радіації (ФАР) може бути поглинено рослиною, що підвищує ефективність фотосинтезу.

Загалом, гібриди кукурудзи, які мають збалансований розподіл листової поверхні між верхніми, середніми та нижніми ярусами, є більш

продуктивними, оскільки вони оптимізують використання як інтенсивного, так і послабленого світла, що веде до підвищеного утворення органічних речовин і зрештою до більшого врожаю [42,49].

Основними факторами, що визначають ефективність процесу фотосинтезу у рослин, є наявність та склад пігментів, таких як хлорофіл і каротиноїди, а також їх співвідношення. Дослідження показали, що вміст хлорофілу є генетично зумовленою характеристикою, яка може змінюватися під впливом зовнішнього середовища та змін в кількісних ознаках рослини. Загальний вміст хлорофілу в хлоропластах становить близько 5% від сухої речовини. Більше 99% хлорофілу міститься в складі пігментно-білкових комплексів, які виконують функцію антени — поглинають сонячну енергію або зосереджують її від допоміжних пігментів (каротиноїдів або фікобілінів) і передають до реакційних центрів [14,49,50].

В умовах ризикованого землеробства та глобального потепління основною перевагою кукурудзи порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами є її здатність ефективніше використовувати світло завдяки можливості фіксації  $\text{CO}_2$  за допомогою молекули з чотирма атомами вуглецю [3]. Завдяки цим властивостям кукурудза відноситься до групи рослин з  $\text{C}_4$  типом фотосинтезу [6,51,52,].

Такі відомі культури, як кукурудза та сорго, завдяки типу фотосинтезу  $\text{C}_4$  здатні активно здійснювати процеси засвоєння та трансформації світлової енергії навіть при температурах повітря від  $+35$  до  $+40^\circ\text{C}$  [53-56].

Спостереження за формуванням асиміляційного апарату показали, що існують два максимуми продуктивності роботи листків: перший — під час «викидання-цвітіння волоті», а другий — під час «наливу зерна». Перший максимум пов'язаний з різким збільшенням ростових процесів, що веде до суттєвого споживання асимілянтів, що, у свою чергу, сприяє підвищенню продуктивності листового апарату. Другий максимум визначається інтенсивним споживанням асимілянтів під час процесу наливу зерна [57,58].

Особливо важливо зазначити, що втрата рослинами 25% листків на всіх стадіях розвитку, крім періоду викидання волоті та молочної стиглості, призводить до зниження на 10% врожайності зерна кукурудзи [24, 59,60].

Висновки до розділу 1. Огляд літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи у повній мірі довів про ефективність різної щільності посівів кукурудзи при її вирощуванні за умов окремих ґрунтово-кліматичних зон України. Крім того, встановлена і актуальність факту, що на сьогодні сформувалася система уявлень, згідно з якою всі агротехнічні прийоми розглядаються як засоби створення фотосинтетичних систем посівів, спрямованих на найкраще використання сонячної радіації для фотосинтезу та формування урожаю рослин. Саме тому визначення шляхів удосконалення технології вирощування кукурудзи з урахуванням створення оптимальної щільності агроценозу є важливим завданням. Це дозволить доповнити вивчення цього питання в умовах Південного Степу України, що є надзвичайно актуальним для господарства та відповідає задачам і програмі наших досліджень.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ, УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ У ДОСЛІДІ**

#### **2.1. Характеристика умов проведення досліджень**

##### **2.1.1. Місце проведення дослідів**

Досліди та наукові спостереження проводилися у ФГ «Вікторія» Подільського району Одеської області. Земельні угіддя господарства розташовані у межах Причорноморської низини, що представляє собою слабко нахилену з півночі на південь рівнину та відноситься до зони Степу України. Виробничий центр знаходиться у с. Новоселівка Подільського району Одеської області на відстані 16,3 км від районного центру м. Подільськ до залізничної станції – Любашівка 72,9 км і 211 км від обласного центра м. Одеси. ФГ «Вікторія» є господарством зерноолійного виробничого напрямку, в якому головне місце займає вирощування зернових і технічних культур.

##### **2.1.2. Природно-кліматична характеристика зони**

Колишній Любашівський район розташований у північно-східній частині Одеської області, в перехідній зоні між лісостепом і степом. Район має витягнуту форму з півночі на південь, що обумовлює його розташування: північна частина (до с. Троїцьке) належить до лісостепової зони, тоді як південна частина знаходиться в зоні північного степу.

Район межує: на півночі – з колишнім Савранським районом, на заході – з Балтським та Ананьївським районами, на півдні – з Ширяєвським та Миколаївським районами Одеської області, на сході – з Врадіївським та Кривоозерським районами Миколаївської області.

Рельєф місцевості є середньо-пересіченим, характерними формами є вододіли, річкові долини та балки. Центральною частиною району з заходу на схід протікає річка Кодима, де лівий берег пологий, а правий – крутий. На

півдні з північного заходу на південний схід протікає річка Тилігул, яка має пологі береги з обох боків.

Клімат району помірно-континентальний. Максимальна кількість опадів припадає на липень (82 мм), мінімальна – на жовтень (28 мм). Клімат формується під впливом вологих атлантичних та середземноморських повітряних мас. Основною характеристикою клімату є значна кількість тепла і сонячного світла протягом теплого періоду при дефіциті корисної вологи в ґрунті та нестійких погодних умовах узимку. Літо тепле і сухе, зима м'яка, коротка, зі значною хмарністю та високою відносною вологістю. Середньорічна кількість опадів становить 560 мм.

Безморозний період у північній частині району триває близько 170 днів, а в південній – 180 днів.

Періоди із середньодобовою температурою: вище 0 °С складають 260-265 днів, вище 10 °С – 170-175 днів, вище 15 °С – 125-130 днів.

Тепловий режим району є сприятливим для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур. Проте недостатня кількість вологи є основним лімітуючим фактором, що впливає на врожайність. Загалом, район відноситься до середньозабезпечених вологою територій.

У районі від'ємні температури зазвичай спостерігаються в грудні, січні, лютому та в першій декаді березня. Перші осінні приморозки припадають на вересень, тоді як останні весняні приморозки закінчуються наприкінці квітня – на початку травня.

Абсолютний мінімум температур у північній частині району становить -33 °С, середній із абсолютних річних мінімумів – -28 °С. У південній частині району абсолютний мінімум сягає -31 °С, тоді як середній із річних мінімумів становить -21 °С.

Останнім часом літа стають жаркими та тривалими: середня температура повітря в липні досягає +25...+27 °С, а річний максимум сягає +38...+39 °С.



Середньорічна кількість опадів складає близько 560 мм, з яких понад 200 мм припадає на кінець весни та літо. У цей період характерними є грози та зливи, які спричиняють значний поверхневий стік води, через що волога лише частково засвоюється ґрунтом, а решта залишається невикористаною.

Взимку у північній частині району спостерігається стійкий сніговий покрив, тоді як у південній його частині сніговий покрив є нестійким. Середня максимальна декадна висота снігового покриву за зиму становить близько 15 см. Тривалість періоду зі стійким сніговим покривом складає 65-50 днів.

Розподіл опадів за порами року є нерівномірним, що впливає на водний баланс району. Територією Подільського району протікають річки Кодима, Тилігул та Чічіклія, які є важливими елементами гідрографічної мережі.

На території району переважають такі типи ґрунтів: чорноземи типові малогумусні та чорноземи важкосуглинкові — займають 12,88% площі району; чорноземи глибокі слабо змиті важкосуглинкові — складають 26,13% території; чорноземи типові та чорноземи сильно реградовані середньо змиті важкосуглинкові — покривають 12,42% району.

На вододілах природна степова рослинність практично зникла, замінившись культурною. Проте на схилах річкових долин збереглися масиви деревно-чагарникових протиерозійних насаджень. Загальна площа лісів і лісонасаджень становить 6,28 тис. га.

Ґрунтовий покрив господарств району здебільшого представлений чорноземами типовими середньогумусними на лесі важкосуглинкового механічного складу, а також їх слабо змитими різновидами.

Таким чином, ґрунти господарств характеризуються: значними запасами гумусу, доброю шпаруватістю, високою насиченістю вбирного комплексу основами, відсутністю ознак солонцюватості, грудкувато

зернистою структурою. Ці характеристики свідчать про високу родючість ґрунтів району [61].

Висновки до підрозділу 2.1.2. Ознайомлення та проведений аналіз ґрунтовокліматичних умов району показав, що агрокліматичні ресурси Подільського району Одеської області, де розташоване землекористування ФГ «Вікторія», у певній мірі задовольняють біологічні потреби більшості сільськогосподарських культур, а їх продуктивність знаходиться у прямій залежності і обмежується та визначається виключно рівнем вологозабезпечення та запасами доступної вологи у ґрунті.

### 2.1.3. Погодні умови в роки проведення дослідів

Спостереження за погодними умовами під час наукових досліджень наведені в таблиці 2.1. Аналіз метеорологічних даних за 2022-2023 сільськогосподарський рік показує, що загалом цей період був достатньо сприятливим для росту та розвитку кукурудзи з огляду на зволоження та температурний режим, за винятком другої половини вегетаційного періоду.

**Таблиця 2.1 Характеристика погодних умов у роки проведення досліджень**

| Роки                          | Місяці |      |       |      |      |      |      |      |      |      |       |      | За рік |
|-------------------------------|--------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
|                               | IX     | X    | XI    | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII   | VIII |        |
| 1                             | 2      | 3    | 4     | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    | 13   | 14     |
| Середні багаторічні опади, мм | 27     | 37   | 28    | 27   | 20   | 16   | 19   | 28   | 33   | 54   | 48    | 40   | 398    |
| температура, t <sup>0</sup> C | 16,5   | 10,7 | 4,3   | -0,6 | -3,2 | -2,5 | 1,8  | 8,2  | 15,1 | 20,3 | 21,9  | 21,3 | 8,3    |
| 2022-2023 с.г. рік опади, мм  | 20,1   | 49,3 | 110,1 | 17,3 | 10,4 | 4,0  | 28,0 | 22,4 | 16,0 | 0,2  | 144,4 | 0,0  | 428,2  |
| температура, t <sup>0</sup> C | 19,6   | 16,1 | 9,8   | 6,3  | 1,2  | 3,7  | 7,6  | 11,2 | 18,4 | 25,1 | 28,0  | 27,7 | 14,5   |

Сільськогосподарський рік 2022-2023 можна загалом вважати досить

сприятливим для росту та розвитку багатьох культур, зокрема соняшнику. Протягом року випало 428,2 мм опадів, що становить 107,3% від багаторічної норми (398 мм). Середня річна температура повітря склала 14,5°C, перевищуючи багаторічну норму на 6,2°C. Отже, розвиток сільськогосподарських культур відбувався за типових для цієї зони умов зволоження, але під впливом досить високих температур.

Аналіз надходження атмосферної вологи показав значну нерівномірність її розподілу за сезонами, що суттєво відрізнялося від багаторічної норми.

Восени випало 110,1 мм опадів, що становило 119,7% від середньої багаторічної норми. Однак, через високу температуру повітря значна частина опадів випарувалася з ущільненого та пересохлого ґрунту, не поповнивши його вологозапас. Зима була досить теплою, і середня температура повітря рідко опускалася нижче нуля. Найхолоднішим місяцем був січень. Зима пройшла без снігу, а кількість опадів склала лише 31,7 мм, що відповідає 50,3% від середньої багаторічної норми.

Весна 2022-2023 сільськогосподарського року також була посушливою: за цей період випало лише 66,0 мм опадів, що становить 82,5% від багаторічної норми. Недостатня кількість опадів негативно вплинула на глибинні запаси ґрунтової вологи, що не могло забезпечити формування високих врожаїв озимих та ярих культур. Під впливом різкого підвищення температури повітря скорочувалася тривалість міжфазних періодів і загалом фази вегетації. Проте, попри посилення дефіциту ґрунтової вологи, кукурудза змогла сформувати певний рівень урожаю зерна.

Влітку випало 144,6 мм опадів, що становить 104,7% від середньої багаторічної норми. Уся ця кількість опадів припала на липень у вигляді сильних злив, що покращило умови вегетації пізніх ярих культур, таких як соняшник і кукурудза. Однак, ці дощі суттєво не поповнили запаси ґрунтової

вологи. Спекотний і посушливий серпень, коли опади були відсутні, створив несприятливі умови для формування та наливу зерна кукурудзи.

Погодні умови 2023-2024 сільськогосподарського року суттєво відрізнялися від попереднього року за своїми гідротермічними показниками і характером та часом випадіння атмосферних опадів (табл. 2.2).

**Таблиця 2.2 Характеристика погодних умов у роки проведення досліджень**

| Роки                          | Місяці |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | За рік |
|-------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|                               | IX     | X    | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |        |
| 1                             | 2      | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14     |
| Середні багаторічні опади, мм | 27     | 37   | 28   | 27   | 20   | 16   | 19   | 28   | 33   | 54   | 48   | 40   | 398    |
| температура, t <sup>0</sup> C | 16,5   | 10,7 | 4,3  | -0,6 | -3,2 | -2,5 | 1,8  | 8,2  | 15,1 | 20,3 | 21,9 | 21,3 | 8,3    |
| 2022-2023 с.г. рік опади, мм  | 0      | 4,4  | 88,6 | 15,0 | 18,0 | 3,5  | 94,0 | 65,0 | 42,5 | 89,6 | 15,1 | 46,3 | 480,3  |
| температура, t <sup>0</sup> C | 21,3   | 15,5 | 8,1  | 4,7  | 1,5  | 6,8  | 6,3  | 15,8 | 16,4 | 24,0 | 28,0 | 26,7 | 14,3   |

Цьогорічна осінь була вкрай сухою і спекотною. У вересні опади повністю були відсутні, через що пересохлий ґрунт важко піддавався обробці, а температура перевищувала багаторічну норму на 6,0 °C. Невеликі дощі в жовтні, що становили лише 13,2% від багаторічної норми, не сприяли поповненню вологозапасів у ґрунті. Лише в листопаді, з випаданням 88,6 мм опадів (316,4% від норми), вдалося частково відновити запаси доступної вологи в ґрунті.

Низький рівень вологозабезпечення регіону взимку також не дозволив поповнити запаси вологи в ґрунті, оскільки зимові опади склали лише 36,5 мм, що становить 58% від середньої багаторічної норми. Проте, загалом зима була теплою, і навіть короточасні зниження температури до від'ємних значень не спричинили загибелі озимих культур, які продовжували повільну

вегетацію.

Весна, як і в минулому році, розпочалася з різкого підвищення температури: з березня по травень вона зросла з +6,3 до +16,4 °C, що майже вдвічі перевищувало багаторічну норму для травня. Варто зазначити, що саме в цей період різке підвищення температури супроводжувалося значними опадами — за весну випало 199,0 мм, або 248,7% від багаторічної норми. Це забезпечило отримання повних і дружніх сходів кукурудзи та сприяло її інтенсивному росту та розвитку.

У 2023-2024 сільськогосподарському році літо було надзвичайно спекотним, із температурою повітря від +24,0 до +28 °C. Опади в цей період склали 149 мм, що відповідає середній багаторічній нормі. Проте липень був особливо посушливим — випало лише 15 мм опадів. Загалом погодні умови були несприятливими для росту та розвитку кукурудзи. Літня посуха з високими температурами та низькою відносною вологістю повітря, особливо в другій половині сезону, негативно позначилася на врожайності ярих пізніх культур, таких як кукурудза. Численними дослідженнями було доведено, що температурні показники й рівень відносної вологості повітря під час цвітіння та формування зерна є вирішальними для врожаю кукурудзи. У цей рік саме високі температури та низька вологість повітря призвели до порушень фізіологічних процесів формування продуктивних органів кукурудзи, що спричинило неповне запилення та утворення череззерниці. У результаті врожайність зерна кукурудзи в досліді була нижчою за очікуваний рівень.

Висновки за підрозділом 2.1.3. Таким чином за показниками тепло та вологозабезпеченості 2022-2023 сільськогосподарський рік, що відповідає середнім багаторічним параметрам, за характером розподілу їх за сезонами року та фазами росту і розвитку більшості сільськогосподарських культур, виявився не зовсім сприятливим, що і відбилося наприкінці вегетації на рівні урожайності у тому числі і соняшнику.

## **2.2. Агротехнічні умови та методика проведення досліджень**

### **2.2.1. Програма досліджень**

За розробленою програмою наукових досліджень, було передбачено проведення аналізу та вивчення впливу різних норм висіву кукурудзи на формування щільності її агроценозу і його продуктивності. Дослідження також фокусуються на змінах ґрунтових і космічних умов та формуванні продуктивного агрофітоценозу при вирощуванні кукурудзи в конкретних природно-кліматичних умовах господарства у ФГ «Вікторія» Подільського району Одеської області..

Головною метою цього дослідження є отримання важливих наукових висновків, що сприятимуть удосконаленню технології вирощування та підвищенню її ефективності за вирощування кукурудзи. Результати отримані під час проведення цього дослідження можуть бути корисними для господарства ФГ «Вікторія» Подільського району Одеської області та інших аграрних підприємств, сприяючи оптимізації виробничих процесів та підвищенню стійкості агроєкосистеми до змін що відбуваються у середовищі.

В цілому, за результатами отриманих наукових спостережень на підставі проведених досліджень, розробити і рекомендувати господарству удосконалену найефективнішу технологію вирощування сучасних гібридів кукурудзи за умов глобального потепління та кліматичних змін, з метою отримання високих і сталих врожаїв зерна на тлі заощадження енергії і коштів та відновлення родючості ґрунту.

### **2.2.2. Методика проведення досліджень**

Для виконання і розв'язування поставлених програмою задач, було закладено однофакторний дослід у 2022 році в польовій сівозміні господарства ФГ «Вікторія» Подільського району Одеської області.

Схема досліду:

1. 45 тис. рослин на га;

2. 50 тис. рослин на га;
3. 55 тис. рослин на га – (контроль);
4. 60 тис. рослин на га.

Розміщення варіантів досліду систематично в один ярус у 3-х повтореннях.

Загальна площа під дослідом 124,8 га, посівна площа ділянок в досліді 10,4га, облікова – 300 м<sup>2</sup>. Попередник – пшениця озима, висівали районований гібрид кукурудзи – Р9361.

Науково-методичне забезпечення, а саме виконання лабораторних аналізів, облік урожаю, розрахунки окремих кількісних показників, та обґрунтування результатів досліду проводились за традиційними методиками польового досліду [62,63].

Проведення наукових спостережень за ростом рослин кукурудзи і розвитком її агроценозу у польовому досліді проводилися за наступними методиками:

- за методикою Державного сортовипробування, у кукурудзи відзначали основні фази розвитку. Проведення фенологічних спостережень відбувалося в одній із повторності досліду на закріплених типових рядках ділянок [64].
- вимірювання висоти рослин в період вегетації проводили у основні фази розвитку рослин кукурудзи у несуміжних повтореннях досліду [62,63].
- підрахунок густоти стояння агроценозу проводили у фазу 4-5 листків та перед збиранням. З метою визначення густоти стояння рослин, на всіх ділянках в у двох позиціях, на майданчиках площею 10м<sup>2</sup> раховували кількість рослин і переводили на 1 га [62,63].
- вимірювання площі асиміляційної поверхні рослин кукурудзи проводили у фазу 7-8 листків та викидання волоті, шляхом вимірювання довжини листка та його ширини У розрахунках використовували коефіцієнт 0,67. При цьому, цього з кожного варіанту відбиралися по 10 рослин за

діагоналлю ділянки, визначали площу листя однієї рослини і потім робили перерахунки на 1 га за фактичної густоти стояння рослин [62,63].

- визначення кількості бур'янів у посіві визначали кількісно-ваговим методом так саме: у фазу 15 листків і перед збиранням за допомогою облікової рамки у 1,0 м<sup>2</sup> (140х70 см)[65,66].

- структуру врожаю визначали за загальноприйнятою методикою Держсортотпробування [64]. Для проведення аналізу структури урожаю у двох несуміжних ділянках перед збиранням по всіх варіантах у трьох місцях ділянки відбирали снопи із площі 1 м<sup>2</sup> (140х70см). Потім у відібраних зразках обчислювали кількість рослин, кількість качанів, масу зерна з однієї рослини, маси 1000 зерен [64].

- фактичну урожайність зерна кукурудзи визначали з кожної ділянки, самохідним комбайном John Deere, при чому зібране зерно з кожної ділянки після очищення зважували, визначали вологість і перераховували на 1 га за стандартної вологості [62,63].

- економічну ефективність вирощування кукурудзи у досліді визначали за методиками В.С. Рибка [68].

- отримані результати обліку урожайності зерна кукурудзи для встановлення істотної різниці між варіантами досліді обробляли методом дисперсійного аналізу за В.О. Єщенком та М.С. Кравченко [62,69].

### **2.2.3. Технологія вирощування кукурудзи в досліді**

У нашому досліді попередником кукурудзи була пшениця озима і зразу після збирання пшениці, на всіх ділянках досліді було внесено біорозкладник соломи – Біодеструктор стерні, 1л/га обприскувач HORSCH Leeb RT 330 ввечері після заходу сонця. Після внесення біодеструктору його загортали у ґрунт дискуванням агрегатом трактор NewHolland TD 5+ дискова борона COMPACT+ 40 на глибину 10-12 см за технологією Mini-till. Основний обробіток ґрунту проводили агрегатом NewHolland TD 5 + глибокорозпушувач ЧГ-4 на глибину 25-27 см



Після появи бур'янів і сходів падалиці пшениці по всіх ділянках внесли гербіцид Гліфат у дозі 4л/га обприскувач HORSCH Leeb RT 330. Навесні у оптимальні строки сіяли кукурудзу агрегатом трактор NewHolland TD 5 +сівалка John Deere 1780 з одночасним внесенням добрив, вносили мінеральне добриво нірофоску дозою  $N_{16}P_{16}-K_{16}$  діючої речовини на 1га.

У досліді висівали районований гібрид кукурудзи П9361з нормою висіву за схемою дослідів. У фазу 2-5 листків кукурудзи вносили гербіцид МайсТер® Пауер в дозі 1,35л/га обприскувачем HORSCH Leeb RT 330.

За вегетаційний період кукурудзи було зроблено 2 позакореневе підживлення в бакову суміш: 3-5 листочків – ЛФ Цинк 140 + Гумат Лист + БІО АЗОТ 300; 5-10 листочків – ЛФ Кукурудза амінохелат + Гумат Лист + карбамід.

Збирали кукурудзу у фазу повної стиглості зерна з кожної ділянки самохідним комбайном John Deere.

#### 2.2.4 Характеристика об'єкту досліджень

##### Кукурудза від виробника «PIONEER в Україні

##### Гібрид кукурудзи П9361

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Селекція              | Піонер                 |
| Призначення           | Зерно, спирт, крохмаль |
| Насіння               | Зубоподібне            |
| ФАО                   | 320                    |
| Тип гібрида           | Простий                |
| Потенціал врожайності | 10-12 т/га             |
| Стійкість до посухи   | Дуже добра             |

Гібрид рекомендований для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

- Демонструє високий потенціал продуктивності.
- Має високі показники врожайності.

- Показує хороші показники при вирощуванні у зонах Степу та Лісостепу України.

### **МОРФОЛОГІЧНІ ТА АГРОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІБРИДА КУКУРУДЗИ P9361:**

- Використання – зерно, спирт, крохмаль;
- Група стиглості – середньостиглий;
- Тип зерна – зубоподібне;
- Кількість рядів середня – 16-18;
- Уміст крохмалю в зерні – 70%;
- Адаптивність – високо адаптивний;
- Тип ФАО – 320;
- Темпи початкового розвитку – 9;
- Тип віддача вологи зерном – відмінна 9.

### **СТІЙКІСТЬ ДО ХВОРОБ І СТРЕСОВИХ ФАКТОРІВ ГІБРИДА КУКУРУДЗИ P9361:**

- Стійкість до посухи – дуже добра 8;
- Стійкість до холоду – 8;
- Стійкість до вилягання – 9;
- Толерантність до хвороб – Пухирчаста сажка, фузаріоз качана, гельмінтоспоріоз

Технологія обробітку – класична, зрошення.

#### **Рекомендована густина на період прибирання:**

- достатній рівень волого забезпечення – 60-65 тис. рослин / га;
- недостатній рівень вологозабезпечення – 55-60 тис. рослин/га

[70] <https://www.pioneer.com/ua/products/corn/P9361.html> (дата звернення 25.09.2024)

Висновки до розділу 2. Визначена, розроблена і запропонована схема дослідів, методика проведення супутніх наукових спостережень, гібрид кукурудзи, обрані варіанти щільності агроценозу кукурудзи, а також технологія вирощування її, у повній мірі відповідають вимогам наукового польового експерименту і забезпечують отримання істотних результатів дослідів.

### **РОЗДІЛ 3**

## **ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ АГРОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ НА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ**

### **3.1 Фенологічні спостереження за розвитком кукурудзи**

Кукурудза характеризується нерівномірністю та значною мінливістю в процесі розвитку. Багато вчених пояснюють це тривалим періодом культурного використання цієї рослини та її високою пластичністю у відповідь на природні умови ареалу. Мінливість ознак кукурудзи коливається в широких межах. Наприклад, тривалість вегетаційного періоду у різних сортів і гібридів варіює від 81-95 днів до 4 місяців, а висота рослин – від 81 до 710 см. Кількість листків на стеблі може становити від 7-10 до 41-43, вага 1000 насінин – від 30-45 до 950 г, довжина качана – від 4-5 до 52 см, а вихід зерна – від 51 до 91% від загальної маси качана [71].

Так, наведені приклади свідчать про природну неоднорідність кукурудзи. На її ріст і розвиток впливають різноманітні фактори навколишнього середовища, такі як температура, вологість ґрунту й повітря, режим живлення, тип ґрунту, інтенсивність сонячного випромінювання тощо. Рослини кукурудзи демонструють нерівномірний розвиток навіть на одному полі. Так, дослідження наукових установ показали, що період початку цвітіння волотей у рослин на одному полі може розтягуватися на 17-25 дні, а поява рилець – на 25-30 днів [72].

Безумовно вивчення біології кукурудзи, особливостей її росту та розвитку, фенології, морфологічного складу, а також реакції на вологість і температуру дозволяє визначити оптимальні умови для її вирощування в різних природних зонах. Це, в свою чергу, дає змогу науково обґрунтувати комплекс агротехнічних заходів, які забезпечують максимальні врожаї за

наявних погодних умов. (табл. 3.1).

**Таблиця 3.1 Фенологічні спостереження за розвитком гібридів кукурудзи, середнє за 2 роки**

| Варіант                                     | Дата настання фази |       |                     |           |       | Днів від<br>сходів до<br>повної<br>стиглості |
|---------------------------------------------|--------------------|-------|---------------------|-----------|-------|----------------------------------------------|
|                                             | посів              | сходи | Викидання<br>волоті | стиглість |       |                                              |
|                                             |                    |       |                     | воскова   | повна |                                              |
| 1. 45 тис.<br>рослин на га;                 | 22.04              | 2.05  | 23.07               | 23.08     | 7.09  | 128                                          |
| 2. 50 тис.<br>рослин на га;                 | 22.04              | 2.05  | 22.07               | 22.08     | 6.09  | 127                                          |
| 3. 55 тис.<br>рослин на га –<br>(контроль); | 22.04              | 2.05  | 22.07               | 22.08     | 4.09  | 125                                          |
| 4. 60 тис.<br>рослин на га.                 | 22.04              | 2.05  | 21.07               | 18.08     | 3.09  | 124                                          |

Дані таблиці показують, що період сівба-сходи був однаковий для всіх варіантів дослідів і складав в середньому за роки досліджень – 10 днів.

Однак. проходження наступних фаз розвитку рослин кукурудзи проходив із певним прискорення на 1-2 дні у фазу викидання волоті, на 1-5 днів у фазу воскової стиглості та на 1-4 дні при досягненні повної стиглості у варіантів із загущенням посівів у порівнянні з варіантом із густотою стояння у 45 тис. рослин на 1 га. Зважаючи на це кількість днів до повної стиглості була різна і коливалася у межах 124-128 днів в залежності від норми висіву і густоти стоянні рослин на 1 га. Для гібриду П9361: оптимальний вегетаційний період складає 125-127 днів що саме і було досягнуто у у варіантах при густоті стояння 50-55 тис. рослин на 1 га відповідно.

Висновки до підрозділу 3.1. Таким чином, можна зробити висновок, що норма висіву суттєво впливає як на окремі періоди росту і розвитку

кукурудзи, так і на тривалість всього вегетаційного періоду і з загущенням посіву кукурудзи тривалість вегетаційного періоду зменшується що безумовно впливає і на загальну продуктивність кукурудзи.

### **3.2. Забур'яненість посівів**

З літературних джерел відомо, що бур'яни є одним із найсильніших факторів, що знижують продуктивність кукурудзи. Вони значно погіршують водний, поживний та світловий режими в посівах, що призводить до втрат очікуваного врожаю на 25–30% і збільшення витрат на вирощування. Бур'яни поглинають у 6–40 разів азоту більше, за сільськогосподарські рослини. Навіть при щільності 100–200 рослин бур'янів на 1 м<sup>2</sup>, вони можуть вилучати з ґрунту близько 60–140 кг/га азоту, 20–30 кг/га фосфору і 140 кг/га калію. В посівах кукурудзи частка однорічних бур'янів становить 15–55%, причому на злакові бур'яни припадає 36–76%, а на деяких ділянках – до 90% [73,74].

Потенційний запас насіння бур'янів в орному шарі ґрунту на кукурудзяних полях може досягати від 900 тисяч до 1 мільярда насінин на 1 гектар, що призводить до втрат врожаю зерна кукурудзи до 70%. Серед бур'янів, які найбільш часто зустрічаються на посівах кукурудзи, можна виділити однорічні: гірчицю польову, дурнишник зубовидний, просо куряче, лободу, щетинник сизий, щирицю. До багаторічних бур'янів належать свинорий пальчастий, пирій повзучий та в'юнок польовий [75-77].

Наші спостереження за фітосанітарним станом посівів кукурудзи показали, що із зміною щільності посіву кукурудзи змінюється і рівень її забур'яненості (табл. 3.2).

**Таблиця 3.2 Забур'яненість посівів кукурудзи в залежності від густоти стояння рослин, см. середнє за 2 роки**

| Варіант                               | Забур'яненість посіву перед збиранням |                  |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
|                                       | шт./м <sup>2</sup>                    | г/м <sup>2</sup> |
| 1. 45 тис. рослин на га;              | 30,1                                  | 42,2             |
| 2. 50 тис. рослин на га;              | 24,7                                  | 30,7             |
| 3. 55 тис. рослин на га – (контроль); | 21,4                                  | 28,4             |
| 4. 60 тис. рослин на га.              | 18,3                                  | 26,5             |

Так, найбільша забур'яненість посівів кукурудзи у досліді як у кількісному так і ваговому вимірі спостерігалася у варіанті із густотою стояння у 45 тис. рослин на 1 га і становила відповідно 30,1 шт/м<sup>2</sup> та 42,2г/м<sup>2</sup>. Що перевищувало контрольний варіант із щільністю посіву кукурудзи 55 тис. рослин на 1 га відповідно на 8,1шт/м<sup>2</sup> та на 22,5г/м<sup>2</sup>. З збільшенням густоти стояння рослин кукурудзи в досліді відбувається зменшення її забур'яненості і самі чисті від бур'янів посіви кукурудзи були в досліді у варіанті з густотою стояння 60 тис. рослин на 1 га де забур'яненість була менша за контрольний варіант на 16,4% у кількісному та на 6,7% у ваговому вимірі.

Висновки до підрозділу 3.2. Таким чином, створенням оптимальної густоти посіву кукурудзи відповідно до її мофогенетичних особливостей та умов вирощування, можна впливати на рівень забур'яненості посівів.

### **3.3 Динаміка росту**

Зміни клімату значно впливають на технологію вирощування гібридів зернової кукурудзи. Глобальне потепління зумовило зміщення груп стиглості

гібридів, скорочення періоду цвітіння на 12-15 днів та дозрівання на 18-27 днів. Ранні фази вегетації можуть призвести до збільшення врожайності за рахунок використання пізньостиглих сортів або до зменшення витрат енергоносіїв на сушіння зерна. Однак, існує й інший аспект цього процесу – дефіцит вологи, що посилюється в умовах потепління.[78-80].

Так, було встановлено імовірність весняних посух в Україні, з урахуванням локальних умов, становить 84%, літніх – 98%, а осінніх – 71%. Зокрема, надзвичайно посушливі та катастрофічні явища трапляються з ймовірністю 8,3% та 5,0% відповідно. В умовах глобального потепління проблема забезпеченості вологою вирішується завдяки раннім строкам сівби, що також розширює ареал вирощування кукурудзи. Це відкриває можливість освоєння нових площ на півночі, оскільки підвищення середньої температури на 1°C зміщує межі культивування культури на 200 км на північ. [81].

З літературних джерел відомо, що висота рослин має суттєву залежність від врожайності та часто відображає біологічну закономірність, пов'язану з тривалістю вегетаційного періоду. Саме, низькорослі гібриди за однакової тривалості вегетаційного періоду та кількості листків значно поступаються високорослим за врожайністю. [82, 83].

Численні дослідження також свідчать, що інтенсивний ріст рослин кукурудзи у висоту відбувався від фази 11-12 листків до фази викидання волоті. Однак, за умов сприятливого волого забезпечення, а також температури повітря, рістові процеси у рослин кукурудзи можуть продовжуватися і до настання фази молочно-воскової стиглості. [84, 85].

Динаміка висоти рослин кукурудзи в досліді в залежності від густоти стояння у посіві в середньому за роки досліджень наведена у таблиці 3.3.



**Таблиця 3.3 Динаміка висоти рослин кукурудзи в залежності від норми висіву, см. середнє за 2 роки**

| Варіант                              | Фаза розвитку |            |                  |                   |
|--------------------------------------|---------------|------------|------------------|-------------------|
|                                      | 7-8 листків   | 15 листків | викидання волоті | молочна стиглість |
| 1. 45 тис. рослин на га;             | 52            | 114        | 185              | 201               |
| 2. 50 тис. рослин на га;             | 53            | 114        | 184              | 198               |
| 3. 55 тис. рослин на га– (контроль); | 55            | 112        | 180              | 193               |
| 4. 60 тис. рослин на га.             | 55            | 111        | 176              | 189               |

С початку розвитку рослини кукурудзи в середньому за роки досліджень у розріджених варіантах з густотою стояння 45-50 тис. рослин на 1 га поступалися по висоті рослинам на контролі згустотою стояння у 55 тис. рослин на 1га та варіанту із щільністю посіву у 60 тис. рослин на 1га на 2 - 3 см. Крім того, у більш пізні фази розвитку темпи приросту рослин у висоту в цих варіантах зростають, і найбільш чітко ця тенденція простежується у варіанті з густотою стояння 45 тис. рослин на 1 га. Так, у фазі молочної стиглості найвищі рослини сформувалися у варіанті з густотою стояння 45 тис. рослин на 1 га — 201 см. У той час, рослини у варіанті з густотою стояння 50 тис. рослин на 1 га були на 3 см нижчі, а найнижчі рослини — 189 см — спостерігалися у варіанті з щільністю посіву 60 тис. рослин на 1 га, що на 4 см нижче за контроль і на 9-12 см нижче за рослини у варіантах з густотою 50 та 45 тис. рослин на 1 га. Крім того, найбільший приріст рослин кукурудзи у висоту від фази викидання волоті до його припинення, спостерігався у варіантах з густотою стояння 45 тис. рослин на 1 га, відповідно – 16 см і густотою стояння 50 тис. рослин на 1га – 14см, тоді як у контрольному варіанті з густотою стояння 55 тис. рослин на 1 гата варіанті у

60 тис. рослин на 1 га він склав лише – 13 см.

Висновки до підрозділу 3.3 Проведені спостереження за динамікою росту рослин кукурудзи в залежності від щільності агроценозу кукурудзи в досліді показали, що в середньому за роки дослідження загущення посівів гібриду кукурудзи понад 50 тис. рослин на 1 га сприяло зменшенню висоти рослин гібриду кукурудзи П9361 на 9-2см.

### **3.4. Площа листової поверхні**

Специфіку листа як органу, що здійснює фотосинтез, вивчено вже давно. Незважаючи на те, що сучасній науці відомі численні аспекти фотосинтезу, такі як енергетичні, фотохімічні, біохімічні, метаболічні та структурні процеси, можливість ефективного управління продуктивністю посівів залишається складним завданням. Численні дослідження показали, що керування фотосинтетичною активністю рослин тісно пов'язане з площею листової поверхні. Існує кілька оптимальних варіантів площі листа на 1 гектар: 30–40, 40–50 та 50–60 тисяч м<sup>2</sup> [86].

Дослідження підтвердили, що різні генотипи рослин здатні формувати різну площу листків як на окремій рослині, так і на гектарі. Однак, не було виявлено прямої пропорційної залежності між площею листків і врожаєм. Темпи листоутворення та кількість листя контролювати дуже складно, а іноді й неможливо. Тому збільшення площі листової поверхні слід шукати через агротехнічні заходи. Це можна досягти шляхом створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин [87].

За нашими спостереженнями у дослідях було встановлено, що густина стояння рослин впливає на формування площі асиміляційної поверхні рослин кукурудзи на протязі всього життя її.

Головним чином, вплив густоти стояння рослин кукурудзи виявляється на формуванні листків, їх розмірах і характері наростання листової асиміляційної поверхні, а також сприяє найкращому використанню рослинами

продуктів фотосинтезу. У результаті проведених досліджень було встановлено, що кукурудза формує максимум листової поверхні до фази викидання волоті, при цьому у всіх випадках спостерігалась перевага рослин у варіантах із розрідженою щільністю посівів (табл. 3.4.).

**Таблиця 3.4 Динаміка площі листової поверхні кукурудзи, м<sup>2</sup>на 1 рослину, середнє за 2 роки**

| Варіант                              | Фаза розвитку |                  |                                 |
|--------------------------------------|---------------|------------------|---------------------------------|
|                                      | 9-10 листків  | Викидання волоті | Фаза молочно-воскової стиглості |
| 1. 45 тис. рослин на га;             | 0,2358        | 0,3621           | 0,3140                          |
| 2. 50 тис. рослин на га;             | 0,2232        | 0,3530           | 0,3033                          |
| 3. 55 тис. рослин на га— (контроль); | 0,2151        | 0,3422           | 0,2884                          |
| 4. 60 тис. рослин на га.             | 0,2102        | 0,3385           | 0,2630                          |

За літературними джерелами доведено, що ущільнення посівів кукурудзи визначає зменшення площі листя однієї рослини [88, 89].

Таким чином, у досліді на підставі багаторчних даних встановлено, що до формування 9-10 листків у середньостиглого гібриду кукурудзи утворюється в середньому 62,1-65,1% листової поверхні від найбільшої її величини та із зростанням густоти стояння від 45 тис. рослин на 1га до 60 тис. рослин на 1га відстежується стійке зменшення площі листя 1-ї рослини у гібрида відповідно з 0,2358 м<sup>2</sup>/рослину до 0,2102 м<sup>2</sup>/рослину. Так у нашому досліді зменшення площі листової поверхні однієї рослини при загущенні до 60 тис. рослин на 1 га становило 10,8%.

У фазу викидання волотей рослини формують максимальну площу листяної поверхні, але встановлена закономірність за впливом щільності посіву на її розміри зберігається. Так у цю фазу, найбільшу площу листяної поверхні сформували рослини кукурудзи у варіанті досліді з густотою стояння у 45 тис. рослин на 1 га –  $0,3621\text{м}^2$ , а у фазу молочно-воскової стиглості –  $0,3140\text{ м}^2$  і перевищували контрольний варіант відповідно на  $0,0199 - 0,0256\text{ м}^2$ , або на 5,6 – 8,9%.

Найменшу площу листяної поверхні сформували рослини кукурудзи в середньому за рік досліджень у варіанті із густотою стояння 60 тис. рослин на 1 га і поступалися контрольному варіанту у фазу викидання волоті та молочно-воскової стиглості відповідно на  $0,0037\text{м}^2 - 0,0254\text{м}^2$ , або на 1,1 – 8,8%, що свідчить про те, що із загущенням посівів кукурудзи відбувається прискорення старіння і відмирання листя рослин.

Зовсім протилежна ситуація спостерігалася при перерахунку площі листяної поверхні на 1 га посіву кукурудзи (табл. 3.5).

**Таблиця 3.5 Динаміка площі листової поверхні кукурудзи, тис.  $\text{м}^2/\text{га}$ , середнє за 2 роки**

| Варіант                              | Фаза розвитку |                  |                                 |
|--------------------------------------|---------------|------------------|---------------------------------|
|                                      | 9-10 листків  | Викидання волоті | Фаза молочно-воскової стиглості |
| 1. 45 тис. рослин на га;             | 10,49         | 16,11            | 13,97                           |
| 2. 50 тис. рослин на га;             | 10,98         | 17,36            | 14,43                           |
| 3. 55 тис. рослин на га— (контроль); | 11,84         | 18,58            | 15,66                           |
| 4. 60 тис. рослин на га.             | 12,42         | 20,00            | 15,54                           |

Так, із збільшенням щільності посіву кукурудзи його фотосинтетичний потенціал збільшувався по всіх фазах спостереження від фази 9-10 листків до фази молочно-воскової стиглості, однак у варіанті із густотою стояння 60 тис. рослин на 1 га саме у цю фазу ми спостерігали незначне зменшення цього показника на 0,12 тис. м<sup>2</sup>/га у порівнянні з контролем.

Висновки до підрозділу 3.4. Аналізуючи динаміку площі листя в середньому за роки досліджень, можна констатувати факт послідовного зменшення її у всіх варіантах густоти стояння під впливом старіння кукурудзи та посилення конкурентних стресів між рослинами в боротьбі за вологу, поживні речовини і світло. Крім того, порівнюючи площу листя в фазі викидання волотей та молочно-воскової стиглості, зменшення листової поверхні однієї рослини склало в варіантах досліду від 45 тис. рослин на 1 га до 60 тис. рослин на 1 га відповідно 13,7-22,3%. У рідших посівах (45 тис. рослин на 1 га) листки всихали повільніше, ніж при густоті 60 тис. рослин на 1 га. Це, безумовно, відбувалося через посилення конкуренції в посіві, зменшення розмірів кореневої системи та кількості й розмірів листків на рослині.

### **3.5. Урожайність зерна кукурудзи**

На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва отримання високих і стабільних урожаїв польових культур із високою якістю є його головною метою. Рівень врожайності та якість продукції визначаються сукупним впливом багатьох чинників, таких як умови зволоження, поживний режим, агрофізичні характеристики, кліматичні умови та продуктивні властивості культури. Чим більше ці чинники відповідають біологічним потребам рослин, так повніше розкриваються їхні біологічні особливості та продуктивність [90].

У зоні Степу на врожай кукурудзи найбільший вплив мають погодні умови та комплекс заходів щодо накопичення і збереження вологи, які тісно

пов'язані з методами та системами обробітку ґрунту, їх глибиною, а також строками посіву та щільністю агроценозу кукурудзи. Особлива взаємдія цих факторів на величину врожаю зерна кукурудзи, зокрема в залежності від щільності агроценозу, є складним і може варіюватися в різні роки та зони вирощування. Тому це питання потребує додаткових досліджень для визначення оптимальних способів сівби та густоти стояння рослин кукурудзи різних за скоростиглістю гібридів, з метою підвищення її врожайності, особливо в умовах глобального потепління клімату в останні десятиліття [91].

Достатньо добре відомо, що при різних нормах висіву складаються неоднакові умови освітлення, забезпеченості елементами живлення, вологості ґрунту, що накладає відбиток на продуктивність рослин.

Так, за нашими спостереженнями різні норми висіву кукурудзи і певні метеорологічні умови в рік досліджень надали значного впливу на її врожай (табл.3.6).

**Таблиця 3.6 Урожайність зерна кукурудзи в залежності від густоти стояння рослин, т/га, середнє за 2 роки.**

| Варіант                                         | Урожайність, т/га |        |         | Відхилення від контролю (+, -) |     |
|-------------------------------------------------|-------------------|--------|---------|--------------------------------|-----|
|                                                 | 2023р.            | 2024р. | середнє | т/га                           | %   |
| 1. 45 тис. рослин на га;                        | 5,22              | 3,77   | 4,50    | -0,15                          | 3,2 |
| 2. 50 тис. рослин на га;                        | 5,63              | 3,91   | 4,77    | +0,12                          | 2,6 |
| 3. 55 тис. рослин на га(контроль) – (контроль); | 5,71              | 3,59   | 4,65    | -                              | -   |
| 4. 60 тис. рослин на га.                        | 5,88              | 3,33   | 4,60    | -0,05                          | 1,1 |
| НІР <sub>05</sub>                               | 0,14              | 0,17   |         |                                |     |

З наведених даних таблиці видно, що найбільшу врожайність зерна кукурудзи було отримано в умовах 2022-2023 сільськогосподарського року у варіанті при нормі висіву 60 тис. шт./га – 5,88 т/га, який перевищував контрольний варіант із нормою висіву у 55 тис. рослин на 1 га на 0,17т/га, або на 3%. Зменшення щільності посіву кукурудзи до 45 – 50 тис. рослин на 1 га призвело до зниженню врожаю у порівнянні з контролем у 55 тис. рослин на 1га на 0,5т/га та на 0,08т/га. Слід також відмітити, що саме в умовах 2022-2023 сільськогосподарського року урожайність зерна кукурудзи у варіантах з щільністю посіву у 50 і 55тис. рослин на 1 га була майже однакова, тобто в умовах достатнього вологозабезпечення рослин кукурудзи, яким характеризувався саме цей рік, можна зменшувати норму висіву у цілях заощадження насіння гібридної кукурудзи до певної межі, або підвищувати для отримання додаткового урожаю зерна.

Однак, зовсім інша закономірність в рівні продуктивності кукурудзи була відмічена в умовах посушливого і спекотного 2023-2024 сільськогосподарського року, де самий високий урожай зерна був отриманий у варіанті із щільністю посіву кукурудзи у 50 тис. рослин на 1 га – 3,91т/га і який перевищував контрольний варіант на 0,32т/га, або на 8,9%. При чому розрідження посіву кукурудзи до 45 тис. рослин на 1га в умовах цього року на відміну від попереднього року, призвело не до зменшення урожаю зерна кукурудзи, а навпаки цей варіант перевищував контрольний варіант із 55тис. рослин на 1га на 0,18т/га, або на 5,0%. А от збільшення щільності посіву кукурудзи до 55-60 тис. рослин на 1га у 2023-2024 сільськогосподарському році зменшило продуктивність рослин кукурудзи у порівнянні з кращим варіантом у 50 тис. рослин на 1га відповідно на 0,32 – 0,58т/га.

У межах 2-х років досліджень нами було встановлено, що в середньому за цей час найбільший урожай зерна кукурудзи було отримано саме у

варіанті із щільністю посіву кукурудзи 50 тис. рослин на 1га, який становив – 4,77т/га і перевищував контрольний варіант на 0,12т/га, або на 2,6%. Загущення посівів кукурудзи у досліді до 60 тис. рослин на 1 га, або її зменшення до 45 тис. рослин на 1 га призвело до зниження продуктивності кукурудзи відповідно на 0,05 – 0,15т/га, або на 1,1 – 3,2% у порівнянні з контрольним варіантом.

Норми висіву кукурудзи, або щільність її посівів, безумовно впливають на умови вирощування рослин, що в свою чергу відображається на всіх структурних елементах кукурудзяної рослини. Аналіз структури урожаю є важливим, оскільки він дозволяє встановити взаємозв'язок між рослинами та навколишнім середовищем, а на цій основі визначити відповідні агротехнічні заходи для створення сприятливих умов для росту та розвитку рослин.

Найбільшу продуктивність кукурудзи можна отримати лише за поєднання правильно підібраних гібридів, сучасних технологій та висіву високоякісного насіннєвого матеріалу. У сучасних технологіях вирощування кукурудзи покладений принцип зменшення розриву між виробничою та потенційною продуктивністю рослин [92,93].

За результатами наших спостережень нами введено такі складові елементів структури урожаю зерна кукурудзи, як щільність рослин перед збиранням, наявність кількості качанів на одну рослину, вихід маси і кількість зерен з однієї рослини, а також вага 1 тис. зерен. Саме ці показники, що наведені у таблиці 3.9, змінюються в залежності від ґрунтових умов вирощування за різної щільності посіву кукурудзи та метеорологічних факторів.



**Таблиця 3.7 Елементи структури урожаю кукурудзи, середнє за 2 роки**

| Варіант                              | Кількість рослин перед збиранням, тис. шт/га | Кількість качанів на одну рослину, шт. | Кількість зерен і однієї рослини, шт. | Маса зерен з однієї рослини, г | Маса 1000 зерен, г |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1. 45 тис. рослин на га;             | 44,5                                         | 1,25                                   | 445                                   | 101,3                          | 227                |
| 2. 50 тис. рослин на га;             | 49,2                                         | 1,13                                   | 434                                   | 96,7                           | 223                |
| 3. 55 тис. рослин на га– (контроль); | 54,3                                         | 1,08                                   | 389                                   | 85,6                           | 220                |
| 4. 60 тис. рослин на га.             | 59,1                                         | 0,98                                   | 357                                   | 77,8                           | 218                |

Дані таблиці 3.7 свідчать про те, що із збільшенням щільності посіву кукурудзи з 45 тис. рослин на 1 га до 60 тис. рослин на 1 га параметри структури урожаю зменшуються. Так, якщо у варіанті із щільністю посіву кукурудзи у 45 тис. рослин на 1 га на одну рослину припадало 1,25шт качанів, продуктивність зерна з 1 рослини 101,3г і маса 1000 зерен 227г, то із загущенням посіву до 60 тис. рослин на 1 га ці показники суттєво зменшилися і становили вже відповідно – 0,98 шт качанів, маса зерна з однієї рослини – 77,8г і маса 1000 зерен – 218г. Решта варіантів за цими показниками займали проміжне положення.

Таким чином, найвищий врожай зерна кукурудзи – 4,77т/га в середньому за роки досліджень було отримано у досліді при фактичній щільності посіву кукурудзи перед її збиранням у 49,2 тис. рослин на 1 га, хоча за показниками елементів структури урожаю цьому варіанту належить друга сходинка, після варіанту досліді з фактичною щільністю посіву перед збиранням у 44,5 тис. рослин на 1га. Саме цей факт стверджує загальновідоме положення про те, що зменшення щільності посівів кукурудзи з метою поліпшення умов росту і розвитку рослин і отримання високих показників елементів структури урожаю, можливо до певної межі

коли висока продуктивність однієї рослина не здатна забезпечити високої врожайності зерна, через брак густоти стояння.

Висновки до підрозділу 3.5. Найбільший урожай зерна кукурудзи – 4,77т/га в середньому за роки досліджень було отримано у досліді при фактичній щільності посіву кукурудзи перед її збиранням у 49,2 тис. рослин на 1 га, однак за показниками елементів структури урожаю цьому варіанту належить друга сходинка, після варіанту досліді з фактичною щільністю посіву перед збиранням у 44,5 тис. рослин на 1га. Таким чином, зменшення щільності посівів кукурудзи з метою поліпшення умов росту і розвитку рослин і отримання високих показників елементів структури урожаю, можливо до певної межі коли висока продуктивність однієї рослина не здатна забезпечити високої врожайності зерна, через брак густоти стояння.

### **3.6. Економічна ефективність результатів досліді**

Ефективність вирощування сільськогосподарських культур залежить від ступеня інтенсифікації виробництва. Інтенсифікація визначається сукупністю сучасних науково обґрунтованих технологічних, технічних та екологічних заходів, які забезпечують стабільний економічний розвиток і сталий розвиток сільського господарства при певних капіталовкладеннях. Підвищення рентабельності аграрного виробництва можливе через зростання цін і одночасне зниження витрат на виробництво. Таким чином, пошук шляхів для зменшення собівартості продукції є ключем до підвищення економічної ефективності виробництва. [94].

У представленій кваліфікаційній роботі ми дали оцінку економічної ефективності впливу різної густоти стояння рослин кукурудзи на урожайність зерна гібриду кукурудзи **П9361** з метою визначення найефективнішого варіанту щільності посівів її у Роздільнянському районі Одеської області.

Контрольним варіантом у досліді була рекомендована щільність посіву

у 55 тис. рослин на 1 га для зони недостатнього зволоження, з якою ми порівнювали інші варіанти дослідів:

- отримання валового доходу з 1 га, грн.;
- витрати виробництва на 1 га площі;
- розрахунковий валовий прибуток на 1 га і на 1 ц зерна;
- отримана виробнича собівартість 1 ц зерна;
- розрахунковий рівень рентабельності виробництва продукції, %.

У проведених розрахунках показників ефективності економічності вирощування кукурудзи були задіяні технологічні карти вирощування кукурудзи в господарстві за різною щільністю посіву і визначали яким чином змінювалися виробничі витрати при застосування різних варіантів густоти стояння кукурудзи в досліді. Проведений аналіз зміни виробничих витрат показав, що вони відбувалися за додаткових витрат на збирання і транспортування додаткового урожаю зерна та зменшенні кількості висіяного гібридного насіння. За даними таблиці 3.8, витрати на 1 га зменшуються від 667,0 грн./га у варіанті з нормою висіву у 45 тис. рослин на 1 га і до 303,4 грн./га у варіанті із густотою стояння у 50 тис. рослин на 1 га і навпаки вони збільшуються на 316,0 грн/га у варіанті з густотою стояння – 60 тис. рослин на 1 га, порівнюючи з контролем. У таблиці 3.10 ми наводимо розрахунок зміни виробничих витрат за варіантами в досліді.

**Таблиця 3.8 Зміна рівня виробничих витрат за варіантами дослідів, грн./га, середнє за 2 роки**

| Варіант                               | Зміна витрат відносно контролю<br>(збільшення +; зменшення -) |                                                 |        | Всього  |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|---------|
|                                       | на насіння                                                    | на збирально-транспортні роботи і очистку зерна | разом  |         |
| 1. 45 тис. рослин на га;              | -650,0                                                        | -27,0                                           | -677,0 | 14819,0 |
| 2. 50 тис. рослин на га;              | -325,0                                                        | +21,6                                           | -303,4 | 15192,6 |
| 3. 55 тис. рослин на га – (контроль); | -                                                             | -                                               | -      | 15496,0 |
| 4. 60 тис. рослин на га.              | +325,0                                                        | -9,0                                            | +316,0 | 15812,0 |
|                                       |                                                               |                                                 |        |         |

За нашими розрахунками самі високі виробничі витрати були у варіанті із густотою стояння кукурудзи у 60 тис. рослин на 1 га – 15812,0 грн., а найменші – 14819,0 грн. у варіанті з густотою стояння 45 тис. рослин на 1 га. Решта варіантів за цим показником займали проміжне положення.

У таблиці 3.9 наведені розрахунки економічної ефективності вирощування кукурудзи гібриду П9361 у досліді.

**Таблиця 3.9 Економічна ефективність вирощування кукурудзи гібриду П9361 в досліді, середнє за 2 роки**

| Показники                                 | 1. 45 тис.<br>рослин на<br>га | 2. 50 тис.<br>рослин на<br>га; | 3. 55 тис.<br>рослин на<br>га –<br>(контроль); | 4. 60 тис.<br>рослин на<br>га |
|-------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| Урожайність, ц/га.                        | 45,0                          | 47,7                           | 46,5                                           | 46,0                          |
| Валовий дохід з 1га ,<br>грн.             | 39600,0                       | 41976,0                        | 40920,0                                        | 40480,0                       |
| Виробничі витрати на<br>1га, грн.         | 14819,0                       | 15192,6                        | 15496,0                                        | 15812,0                       |
| Виробнича собівартість<br>1 ц зерна, грн. |                               |                                |                                                |                               |
| Валовий прибуток грн.:                    | 329,3                         | 318,5                          | 333,2                                          | 343,7                         |
| на 1 ц зерна                              | 550,7                         | 561,5                          | 547,6                                          | 536,3                         |
| на 1 га посіву                            | 24781,0                       | 26783,4                        | 25424,0                                        | 24668,0                       |
| Рівень рентабельності<br>виробництва, %.  | 167,2                         | 176,3                          | 164,3                                          | 156,0                         |

Так, проведені розрахунки економічної ефективності показали що найбільший економічний ефект в досліді був отриманий у варіанті з щільністю посіву у 50 тис. рослин на 1га. Цей варіант мав виробничу собівартість 1 ц зерна кукурудзи 318,5 грн., що на 14,7 грн. менше у порівнянні з контролем, а рівень рентабельності становив 176,3%, що також перевищує контроль на 12,0%. Заслуговує уваги і варіант із густотою стояння у 45 тис рослин на 1га, який також мав нижчу собівартість виробництва зерна кукурудзи за контрольний варіант на 3,9 грн., або майже однакову, а рівень рентабельності виробництва зерна на 3,9% більше за контроль. Цей факт має певне значення саме за умов вирощування кукурудзи в зоні з недостатнім волого забезпеченням.

Висновки до підрозділу 3.6. Таким чином, найбільший економічний ефект в досліді був отриманий у варіанті з густотою стояння кукурудзи у 50 тис. рослин на 1 га. В цьому варіанті виробнича собівартість 1 ц зерна пшениці озимої становила 318,5 грн., що на 14,7 грн. менше у порівнянні з контролем, а рівень рентабельності становив 176,3%, що також перевищує контроль на 12,0%. Отже вирощування кукурудзи за щільністю посіву у 45 тис. рослин на 1 га в умовах Степу України може бути рекомендовано у виробництво через його більш економічну доцільність.

Висновки до розділу 3. В середньому за роки проведених наукових досліджень були отримані позитивні результати, які дозволяють зробити певні висновки про те, що запровадження щільності посіву кукурудзи у 50 тис. рослин на 1 га за умов Південного Степу України забезпечує збільшення виробництва зерна гібриду **П9361** на 0,12т/га або 2,6% у порівнянні з рекомендованою нормою висіву у 55 тис. рослин на 1 га. Саме цей факт надає можливість в сучасних умовах отримати найбільший урожай зерна, з найбільшим рівнем рентабельності виробництва – 176,3% і може бути рекомендований до впровадження у господарствах Степу України.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона довкілля — це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення раціональної взаємодії між людською діяльністю та навколишнім середовищем, з метою збереження природних ресурсів, попередження їх виснаження та забруднення, а також підтримання екологічної рівноваги для забезпечення сталого розвитку.

Ключова складова охорони навколишнього середовища є раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки для життєдіяльності людини. Це передбачає збереження природних екосистем, запобігання їхньому забрудненню, а також захист здоров'я людей від шкідливих впливів, які можуть виникати через нераціональне природокористування та антропогенний тиск на довкілля.

Головний Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26 червня 1991 року встановлює екологічні вимоги щодо різних аспектів поводження з токсичними та іншими небезпечними речовинами. Зокрема, ці вимоги охоплюють виробництво, зберігання, транспортування, використання, знешкодження та захоронення таких речовин. Закон також визначає, що класифікація хімічних речовин за ступенем небезпечності та їх віднесення до категорії токсичних здійснюються на підставі висновків державної екологічної експертизи. Ці процеси повинні бути погоджені спеціально уповноваженими центральними органами виконавчої влади, зокрема тими, що відповідають за охорону здоров'я та екологію, а також природні ресурси.

Останнім часом в результаті розвитку науко-технічного прогресу, навколишнє середовище піддається значному впливу радіоактивних відходів, промислових і побутових відходів, які становлять загрозу для здоров'я людини, економіки та нормального функціонування природних екосистем. Особливу роль в охороні природи відіграє сільськогосподарське

виробництво, оскільки сучасна сільськогосподарська техніка може негативно впливати на ґрунт, ущільнюючи його і зменшуючи його родючість.

Обробка сільськогосподарських угідь пестицидами також є серйозною проблемою, оскільки це свідоме забруднення навколишнього середовища, яке виникає через необхідність забезпечення господарських або санітарно-гігієнічних вимог. Важливо зазначити, що безпечне застосування пестицидів практично неможливе. Хоча пестициди використовуються локально, деякі з них можуть поширюватися по всій планеті, що призводить до глобального забруднення довкілля.

Мінеральні добрива, призначені для забезпечення рослин необхідними елементами живлення, відрізняються від пестицидів та інших хімічних речовин тим, що вони безпосередньо не забруднюють навколишнє середовище. Проте їх шкідливий вплив може проявлятися в окремих випадках, наприклад, при проникненні у водні джерела, накопиченні вище допустимих норм у рослинах (фітотоксичний ефект при занадто високих дозах) та порушенні кругообігу елементів у природі.

Причинами таких негативних наслідків можуть бути недотримання спеціальних вимог транспортування і зберігання добрив, руйнування рекомендованої технології їх застосування, а також недостатнє очищення від шкідливих домішок. Внесення необґрунтовано високих норм мінеральних добрив часто призводить до накопичення у продукції рослинництва неорганічних форм та до міграції цих речовин в інші природні середовища, що може мати негативні екологічні наслідки [95].

Більшість елементів живлення, що потрапляють з сільськогосподарських угідь та погано обладнаних сховищ мінеральних добрив разом з опадами, потрапляють у річки та водойми. Це сприяє розвитку водоростей, які ускладнюють водоспоживання і водокористування. Особливо це проблематично у зариблених водоймах, де водорості використовують розчинений у воді кисень, що може призвести до замору риби.



Також широко відомо, що застосування азотних добрив, особливо при високих нормах внесення, призводить до збільшення вмісту нітратного азоту в сільськогосподарських рослинах. Це може спричиняти отруєння людей та тварин, оскільки нітрати, накопичуючись в рослинах, можуть потрапляти в їжу, що створює серйозні екологічні та ризики з охорони здоров'я.

За сучасною теорією в охороні навколишнього природного середовища можна виділити такі основні напрямки, які вимагають екологічного розв'язання, а саме:

1. Захист життєвого середовища на Землі є однією з найважливіших задач сучасної екології. Завдання екологів полягає в тому, щоб визначити кількісний і якісний склад речовин, які потрапляють у біохімічний кругообіг через господарську діяльність людини.

Нині деякі субстанції, що потрапили в природний кругообіг у надмірних кількостях, становлять серйозну загрозу для біосфери. Зокрема, пестициди, через свою високу концентрацію, призводять до випадання окремих компонентів із екосистем, як наземних, так і водних. Це порушує природні піраміди чисел і зменшує видове різноманіття, що є важливим показником екологічного балансу і стійкості екосистем.

Таким чином, екологи зосереджуються на контролі та управлінні цими впливами, щоб мінімізувати їх негативний вплив на природу і зберегти біологічне різноманіття, необхідне для підтримки здорового стану біосфери.

2. Охорона середовища життя людини охоплює широкий спектр проблем, спрямованих на забезпечення безпеки та якості життя. Одним із ключових аспектів цієї сфери є встановлення допустимих концентрацій шкідливих хімічних речовин у повітрі, воді та ґрунті. Ці нормативи необхідні для запобігання негативному впливу токсичних речовин на здоров'я людей.

Іншою важливою складовою є забезпечення біокліматичного комфорту, який включає підтримання оптимальних умов температури, вологості та якості повітря в житлових і робочих приміщеннях. Це важливо не лише для фізичного здоров'я, але й для загального благополуччя та працездатності.

Побутові умови також мають значний вплив на якість життя, включаючи доступ до чистої води, санітарії, енергетичних ресурсів та безпечного житла. До цього додаються питання якості харчування, яке має забезпечувати організм необхідними поживними речовинами без шкідливих домішок.

Загалом, охорона середовища життя людини спрямована на створення та підтримання умов, які сприяють здоров'ю та добробуту населення, що є важливим аспектом сталого розвитку.

3. Особливої уваги потребує охорона антропогенного середовища, в якому ведеться господарська діяльність. Це включає урбогенні, техногенні, агрогенні та інші окультурені ландшафти, а також галузі народного господарства, як-от мисливство та рибальство. У цих сферах важливо забезпечити сталий баланс природних ресурсів, що дають можливість отримувати стабільну продукцію, зокрема збереження популяцій мисливських тварин і риб. Охорона цих ресурсів передбачає впровадження заходів для запобігання їх надмірному використанню, підтримання біорізноманіття та стабільних екосистем [95].

Роль держави у захисті навколишнього середовища можна чітко уявити собі через те коло питань про його охорону, що розписаний в Законі України «Про охорону навколишнього середовища» [96].

Зроблений нами критичний аналіз стану та природоохоронної роботи в господарстві ФГ «Вікторія» Подільського району Одеської області, с. Новоселівка, де виконувалась кваліфікаційна робота показав, що в господарстві природоохоронна робота має певні недопрацювання та недоліки.

Так, зокрема, забруднення агроекологічного середовища засобами хімізації землеробства є серйозною проблемою, що виникає через порушення правил зберігання, недотримання доз і технології застосування хімічних засобів, а також через неповне засвоєння елементів живлення з добрив. Відсутність належних запобіжних заходів призводить до того, що велика частина нітратів та інших добрив потрапляє в ґрунтові води внаслідок

вимивання з ґрунтового профілю. Також відзначається значне забруднення ґрунтових вод пестицидами, хоча їх використання є менш інтенсивним порівняно з мінеральними добривами.

Варто зазначити, що навіть при обмеженому використанні пестицидів їх застосування в неефективні строки може мати серйозні екологічні наслідки. Найбільш шкодить природі і природній фауні неправильне застосування пестицидів, яке часто призводить до винищення корисних комах, таких як ентомофаги, що є важливими для підтримки екологічної рівноваги в агроценозах.

Проведений аналіз також показав, що у господарстві не цілеспрямовано проводяться заходи по запобіганню ґрунтової ерозії. Саме це не припустимо, бо землекористування господарства в цілому знаходиться переважно в зоні ризикованого землеробства, яке передбачає впровадження протиерозійних заходів для запобігання змивання ґрунту.

Крім того, як показав проведений аналіз екологічного стану господарства, розраховуючи його специфіку, можна сказати, що в ньому не дотримуються науково обґрунтованого чергування культур в сівозміні, внаслідок чого мають місце такі негативні явища, такі як переущільнення ґрунту, збіднення вмісту гумусу та можливість виникнення втрати родючості ґрунту.

Таким чином, для запобігання виникнення та попередження прояву в майбутньому вище перелічених негативних явищ, а також зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище необхідно виконати наступні заходи:

1. з метою запобігання забруднення ґрунтових вод і водойм необхідно забезпечувати рекомендовані норми азотних добрив;
2. у стислі строки оновити проекти землеустрою з контурно-меліоративною організацією території;
3. запроектувати та запровадити науково обґрунтовані сівозміни та забезпечити їх дотримання;

4. впровадити науково обґрунтовану систему удобрення та захисту сільськогосподарських рослин, більше застосовувати елементи екологізації інтенсивного та органічного землеробства

4. розробити комплекс заходів і проводити захист від водної та вітрової ерозії ґрунту;

5. запровадити заходи щодо створення водозахисних лісонасаджень і полезахисних смуг, заліснення ярів, балок;

Висновки до розділу 4. На підставі проведеного на методичній основі аналізу стану навколишнього середовища,

господарству необхідно негайно втілити у життя та виробництво коло питань з охорони навколишнього середовища: це розробити і впровадити комплекс ґрунтозахисних заходів, екологізацію системи охорони рослин від шкідливих організмів, ввести біологічні засади внесення органічних і мінеральних добрив, намітити головні шляхи з утилізації відходів тваринництва, підвищити економічну ефективність проведення у господарстві природоохоронних заходів, запобігти забруднення вод внутрішніх водоймищ і впровадити основні напрямки їх охорони.

## ВИСНОВКИ

Отримавши позитивні результати двохрічних досліджень впливу різної щільності посівів кукурудзи на продуктивність її зерна можна зробити головні висновки:

1. Норма висіву суттєво впливає як на окремі періоди росту і розвитку кукурудзи, так і на тривалість всього вегетаційного періоду і з загущенням посіву кукурудзи тривалість вегетаційного періоду зменшується що безумовно впливає і на загальну продуктивність кукурудзи.

2. Для гібриду П9361 оптимальний вегетаційний період складає 125-127 днів що саме і було досягнуто у варіантах при густоті стояння 50-55 тис. рослин на 1 га відповідно.

3. Найбільша забур'яненість посівів кукурудзи у досліді як у кількісному так і ваговому вимірі спостерігалася у варіанті із густотою стояння у 45 тис. рослин на 1 га і становила відповідно 30,1 шт/м<sup>2</sup> та 42,2г/м<sup>2</sup>, що перевищувало контрольний варіант із щільністю посіву кукурудзи 55 тис. рослин на 1 га відповідно на 8,1шт/м<sup>2</sup> та на 22,5г/м<sup>2</sup>.

4. З збільшенням густоти стояння рослин кукурудзи в досліді відбувається зменшення її забур'яненості і самі чисті від бур'янів посіви кукурудзи були в досліді у варіанті з густотою стояння 60 тис. рослин на 1 га де забур'яненість була менша за контрольний варіант на 16,4% у кількісному та на 6,7% у ваговому вимірі.

5. Проведені спостереження за динамікою росту рослин кукурудзи в залежності від щільності агроценозу кукурудзи в досліді показали , що в середньому за роки дослідження загущення посівів гібриду кукурудзи понад 50 тис. рослин на 1 га сприяло зменшенню висоти рослин гібриду кукурудзи П9361 на 9-2см.

6. У дослідженні було встановлено, що площа листяної поверхні кукурудзи поступово зменшується під впливом старіння рослин і зростання конкурентних стресів між ними. Це відбувається через конкуренцію за

вологу, поживні речовини та світло. Порівняно з площею листя в фазі викидання волотей до молочно-воскової стиглості, зменшення листової поверхні на одну рослину у варіантах досліду, де густина стояння становила від 45 тис. до 60 тис. рослин на 1 га, склало від 13,7% до 22,3%. Ці зміни в листовій поверхні є наслідком загострення конкуренції за ресурси в умовах густих посівів.

7. За 2 роки досліджень нами було встановлено, що в середньому за цей час найбільший урожай зерна кукурудзи гібриду П9361 було отримано саме у варіанті із щільністю посіву кукурудзи 50 тис. рослин на 1га, який становив – 4,77т/га і перевищував контрольний варіант на 0,12т/га, або на 2,6%.

8. Зменшення щільності посівів кукурудзи з метою поліпшення умов росту і розвитку рослин і отримання високих показників елементів структури урожаю, можливо до певної межі коли висока продуктивність однієї рослини не здатна забезпечити високої врожайності зерна, через брак густоти стояння.

9. Найбільший економічний ефект при вирощуванні кукурудзи відмічений у варіанті з щільністю посіву у 50 тис. рослин на 1га. Так, виробнича собівартість 1 ц зерна пшениці озимої становила 318,5 грн., що на 14,7 грн. менше у порівнянні з контролем, а рівень рентабельності становив 176,3%, з перебільшенням контролю на 12,0%.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В середньому за роки проведених наукових досліджень було про те, що запровадження щільності посіву кукурудзи у 50 тис. рослин на 1 га за умов Південного Степу України забезпечує збільшення виробництва зерна гібриду **П9361** на 0,12т/га або 2,6% у порівнянні з рекомендованою нормою висіву у 55 тис. рослин на 1 га. Саме цей факт надає можливість в сучасних умовах отримати найбільший урожай зерна, з найбільшим рівнем рентабельності виробництва – 176,3% і може бути рекомендований до впровадження у господарствах Степу України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. 590 с.
2. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання/ Під загальною редакцією Д.Шпаара. К.: Альфа-стевіа ЛТД. 2009. 396
3. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерно-виробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
4. Ярошко М., Штангела Йозефа. Кукурудза – основні вимоги до вирощування. *Агроном*. 2012. № 2(36). С. 138-140.
5. Лукьянченко А., Бокач О. Надійний захист кукурудзи – запорука високих врожаїв. *Агроном*. 2015. №2(48), травень. С. 152-158.
6. Надь Янош. Кукуруза. *Вінниця.: ФОП Д.Ю. Корзун*, 2012. 580 с.
7. Лебідь Л. Повернення королеви полів. *Аграрний тиждень*. 15.04-28.04.2013. №14-15(265). С. 22.
8. Дроздовський Я.П., Рибка В.С., Пащенко О.Ю. Загальні тенденції та особливості розвитку виробництва зерна кукурудзи в придніпровському регіоні. *Хранение и переработка зерна*. 2004. № 10. С. 16.
9. Ткачова С. Кукурудза та захист посівів від шкідників. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 5. С. 30-36.
10. Farm Production Expenditure. 2008 Summari. – United States Department of Agriculture. National Agriculture Statistics Service, 2009. 175 p.
11. Музафаров Н., Манько К., Музафаров І. Кукурудза в сівозміні – чекай на врожай. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 10. С. 30-32.
12. Марченко О. Ранній посів кукурудзи – можливі ризики. *Зерно*. 2014. №3(96). С. 88-89.
13. Гречкосій В., Корх В. Механічна кукурудза. *Агробізнес сьогодні*. 2010. №7 (182). С. 32-38.
14. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. Вінниця, 2017. 588 с.



15. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник. Вінниця, 2011. 381 с.
16. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Єрмакова Л. М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправлене та доповнене). Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.
17. Каленська С.М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
18. Якунін О.П., Румбах М.Ю. Економічна і біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2010. №1. С.7 -10.
19. Черчель В., Дзюбецький В., Марочко В. Адаптивні властивості кукурудзи. *Пропозиція* (інформаційний щомісячник). 2014. №3. С. 76-80.
20. Туренко В. Безпечні пестициди – запорука високого урожаю в майбутньому. *Зерно*. 2014. № 3(96). С. 190-191.
21. Любар В. Органогенез кукурудзи як технологічна складова. *Зерно*. 2015. №3(108). С. 98-102.
22. Мокрієнко В. Адаптивні гібриди кукурудзи Roots Power для посушливих умов. *Зерно*. 2015. №10(115). С. 54-56.
23. Андрієнко А., Гібриди кукурудзи – такі схожі, такі різні /А. Андрієнко, Д. Дергачов, В. Кузьмич, Б. Токар. *Агроном*. 2015. №1(47), лютий. С. 130-138.
24. Кравець В. Вибір кращого гібрида – успіх за будь-якої погоди. *Агробізнес сьогодні*. 2012. №20. С. 18-19.
25. Зубрейчук М.С., Газінська Т.В., Ткаченко І.С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від гідротермічних умов вегетації. *Насінництво*. 2012. №3. С. 7-12.

26. Філіпов Г.Л. Аспекти підвищення адаптивної стійкості кукурудзи в Степу. *Хранение и переработка зерна*. 2010. №10(136), октябрь. С. 21-23.
27. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: Підручник. Вінниця, 2013. 713 с.
28. Коваленко О.А., Ковбель А.І. Вплив елементів живлення на стресовий стан польових культур. *Агроном*. 2013. № 2(40), травень. С. 24-27.
29. Мірошніченко М., Гладкіх Є. Агротехніка за стресових умов. *Farmer (the ukrainian)*. 2015. №10(70), жовтень. С. 36-39.
30. Сметанська І.М. Фізіолого-агрохімічні аспекти формування врожаю та якості кукурудзи на силос. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2000. Вип. 7. С. 57-65.
31. Грабовський М.Б., Озерова Л.В. Продуктивність та вологість зерна гібридів кукурудзи компанії «Монсанто» залежно від густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення. *Агробіологія. Збірник наукових праць*. Біла Церква, 2012. Вип. 7(91). С. 97-102.
32. Дудка М., Шевченко О. Мікродобрива й кукурудза. *Farmer the Ukrainian*. 2016. №5(77), травень. С. 68-69.
33. Манько Ю.П., Литвиненко І.В. Вплив екологізації землеробства на баланс поживних речовин ґрунту в полі кукурудзи на зерно. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. № 162. С. 50-55.
34. Бойко П., Коваленко Н. Традиційно й по «нулю». *Farmer the Ukrainian*. 2017. №3(87), березень. С. 14-16.
35. Липовий В.Г. Вплив способу сівби густоти рослин і добрив на ріст і розвиток гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького Державного аграрного університету*. 2000. Випуск 7. С. 33-37.
36. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 5(82). С. 37-47.

37. Пащенко Ю.М., Кордін О.І. Вплив інкрустації насіння і строків сівби на формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН (науково- методичний центр з проблем зернового господарства)*. Дніпропетровськ, 2005. № 26-27. С. 78-82.
38. Городній М.М., Павлик Р.М. Вплив систематичного використання добрив в сівозміні на формування асиміляційного апарату посівів та продуктивність кукурудзи на силос. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2010. №149.С. 54-60.
39. Городній М.М. Агрохімія – 4-те вид., переробл. та доп. К.: Арістей, 2008. С. 156-182.
40. Сонько Р.С., Марченко О.А., Стародуб М.Ф., Коломієць В.М. Вплив технології вирощування на показники індукції флуоресценції хлорофілу за вирощування рослин кукурудзи. *Науковий вісник національного університету. біоресурсів і природокористування України*. 2012. №178. С. 127-132.
41. Котченко М.В., Румбах М.Ю. Вплив елементів технології на урожайність зерна кукурудзи. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2008. №33-34. С. 164-167
42. Філіпов Г.Л., Яремко Л.С. Фотосинтетична діяльність зрошуваної кукурудзи в посівах різної структури. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 21-23.
43. Мокрієнко В.А. Вплив строків сівби на продуктивність нового гібрида кукурудзи PR39D81. *Науковий вісник національного аграрного університету*. Київ, 2003. №64. С. 77-80.
44. Дробітько О.М. Особливості формування продуктивності кукурудзи залежно від просторового і кількісного розміщення рослин вагрофітоценозі в умовах південно-західного Степу. *Корми і*

- кормовиробництво. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вінниця. 2008. Вип. 60. С. 60-68.
45. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: *Підручник*. Вінниця, 2017. 588 с.
46. Пащенко Ю.М., Остапенко М.А., Єремко Л.С. Строки сівби та густота стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2007. №2. С. 24-28.
47. Циков В.С. Довідник кукурудзоведа. К.: Урожай, 1986. 232 с.
48. Бойко П.І. Кукурудза в інтенсивних сівозмінах. К.: «Урожай».1990. 144 с.
49. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. №20.С. 36-38.
50. Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція (інформаційний щомісячник)*. 2013. № 5. С. 74-75.
51. Романенко М. Технологія вирощування кукурудзи. Рекомендації KWS 150-річний досвід в селекції і насінництві с.-г. культур. 2010. 58 с.
52. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: *Навчальний посібник*. Вінниця, 2010. 680 с.
53. Іващенко О.О. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2011. № 12. С. 38-41.
54. Bircher J.A. Auger D.L., Riddle N.C. In search of the molecular basis of heterosis. *Plant cell*. 2003. V. 15, 10. P. 2236-2240.
56. Чайка В.М., Григорюк І. П., Коломієць Ю. В. [та ін.]. Екологічний стан агроценозів кукурудзи під впливом агрометеорологічних умов. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. №158. С. 125-134.

57. Марченко О., Джура Ю. Реакція рослин кукурудзи на посушливі умови. *Зерно*. 2015. №4(109). С. 74-75.
58. Філіпов Г.Л., Яремко Л.С. Фотосинтетична діяльність зрошуваної кукурудзи в посівах різної структури. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 21-23.
24. Надь Янош. Кукуруза. Вінниця.: ФОП Д.Ю. Корзун, 2012. 580 с.
59. Попович І.А., Навроцька Н.Б. Довідник кукурудзівника. Ужгород, видавництво «Карпати», 1986. 168 с.
60. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: *Навчальний посібник*. Вінниця, 2010. 680 с.
61. Матеріали Державного підприємства Одеський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою. Одеса, 2008.
62. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень . К.: Вища школа. 1994. 334с.
63. Підопригора, В.С., Писаренко, П.В. Практикум з основ наукових досліджень в агрономії. Полтава, 2003. 138 с.
64. Методика державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Офіц. бюл. К.: Мінагрополітики, 2003. Вип. 2. С.191 – 241.
65. Будьонний Ю. В. та ін.. Практикум із загального і меліоративного землеробства/. за ред. Ю. В.Будьонного. Харків: ХНАУ, 2005. – 286 с.
66. Веселовський І. В., Манько Ю.П., Козубський О.В. Довідник по бур'янах. К.: Урожай, 1993. – 208 с.
67. Медведовський О. К., ІваненкоП. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1990. 205 с.
68. Рибка В. С. Нормативи витрат та основні аспекти формування конкурентоспроможного рівня виробництва зернових культур в степовому регіоні України / В. С.Рибка, та ін.. // *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2005. № 23–24. С. 85–88.

69. Кравченко М.С., Царенко О.М., Міщенко Ю.Г. та ін. Практикум із землеробства: Навч. посібник. Київ: Мета, 2003. С. 12-36.
70. <https://agroexp.com.ua/uk/semena-kukuruzyi-syngenta-ukraina> (дата звернення 04.09.2024)
71. Пащенко Ю.М., Остапенко М.А., Єремко Л.С. Строки сівби та густота стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2007. №2. С. 24-28.
72. Дробітько О.М. Особливості формування продуктивності кукурудзи залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агрофітоценозі в умовах південно-західного Степу. *Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вінниця, 2008. Вип. 60. С. 62-68.
73. Довідник з гербології. І.Д. Примака, М.П. Косолап, П.У. Ковбасюк, В.В. Андрієнко та ін. За ред. І.Д. Примака. К.: Кондор. 2006. 370с.
74. Косолап М.П. Гербологія. Навч. посібник. К.: Аристей. 2004. 364с.
75. В'ялий С.О. Косолап М.П., Кротінов О.П. Протибур'янова конкурентна здатність кукурудзи за різних систем землеробства. *Таврійський науковий вісник*. 2007. №52. С. 155-159.
76. Пащенко Ю.М., Андрієнко А.Л. Контроль забур'яненості в посівах кукурудзи. *Агроном*. 2010. №1(27). С. 112-119.
77. Манько Ю.П., Веселовський І.В., Орел Л.В., Танчик С.П. Бур'яни та заходи боротьби з ними. К.: Учбово-метод. Центр Мінпрому України. 1998. 270с.
78. Кравець В. Вибір кращого гібрида – успіх за будь-якої погоди. *Агробізнес сьогодні*. 2012. №20. С. 18-19.
79. Коваленко О.А., Ковбель А.І. Вплив елементів живлення на стресовий стан польових культур. *Агроном*. 2013. № 2(40), травень. С. 24-27.
80. Адаменко Т. Коливання врожайності зернових культур внаслідок зміни клімату. *Агроном*. 2011. № 1(31). С. 12-22.

81. Чернобай Л., Музафаров Н., Попова К. Вектори адаптації. *Farmer (the Ukrainian)*. 2017. №3 (87), березень. С. 20-24.
82. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза селекція та вирощування гібридів: [Монографія]. Вінниця, 2009. 199 с.
83. Воскобойник О.В., Олізько О.П., Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Динаміка зміни біометричних показників ліній кукурудзи залежно від строків сівби. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. Біла церква, 2009. Випуск 59. С. 90-94.
84. Попович І.А., Навроцька Н.Б. Довідник кукурудзівника. Ужгород, видавництво «Карпати», 1986. 168 с.
85. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 5(82). С. 37-47.
86. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 36-38.
87. Філіпов Г.Л., Яремко Л.С. Фотосинтетична діяльність зрошуваної кукурудзи в посівах різної структури. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 21-23.
88. Мойсеєнко В.С., Радько В.Г. Густота посіву як основний фактор рівня врожайності кукурудзи // *Проблеми агропромислового комплексу Карпат*. 1992. Вип. 1. С. 79-82.
89. Як виростити високі врожаї зернових культур у колективних і фермерських господарствах степової зони України. Поради / М.В. Круть, В.А. Кононюк, В.С. Циков та ін. Дніпропетровськ. 1993. 31 с.
90. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця. ТОВ «Друк». 2020. 536 с.

91. Філіппов Г.Л., Романенко С.В., Філіппов Л.Г. Теоретичне обґрунтування вирощування високих урожаїв кукурудзи в сучасних умовах. *Хранение и переработка зерна*. 2005. №12. С. 51-53.
92. Репілевський Д.Е., Іванів М.О. Структура врожаю гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 99-111.
93. Паламарчук В.Д. Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 38–42.
94. Коваленко Н. П., Юркевич Є.О. Підвищення економічної ефективності різноротаційних сівозмін Південного Степу України. *Вісник Черкаського інституту АПВ: міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Черкаси. 2010. вип. 10. С. 84–89.
95. Агроекологія: Навч. посібник /О.Ф.Смаглій, А.Т.Кардашов, П.В.Литвак та ін. К.: Вища освіта, 2006. 671 с.
96. Конституція України. Прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996р. Одеса, Маяк, Рівно, 1996, 64 с.



## **ДОДАТКИ**

**Додаток А.**

## ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

## ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід Вплив щільності агроценозу кукурудзи на її продуктивність  
в умовах Степу України»

Одиниці виміру даних т/га

Варіантів 4 ,Повторень 3

Вихідні дані

| Варіант | Середнє |      | Повторення |      |
|---------|---------|------|------------|------|
| 1       | 5.22    | 5.26 | 5.23       | 5.17 |
| 2       | 5.63    | 5.73 | 5.55       | 5.61 |
| 3       | 5.71    | 5.73 | 5.75       | 5.65 |
| 4       | 5.88    | 5.87 | 5.90       | 5.87 |

Середня по досліді - 5,61 т/га

Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума<br>Квадратів | Ступені<br>свободи | Середній<br>квадрат | F     |
|-----------|-------------------|--------------------|---------------------|-------|
| Загальна  | 1.01              | 11                 |                     |       |
| Повторень | 0.01              | 2                  |                     |       |
| Варіантів | 0.98              | 3                  | 0.33                | 65.61 |
| Залишкова | 0.03              | 6                  | 0.01                |       |

Похибка середньої = 0.04 Похибка різниці середніх = 0.06

НІР = 0.14 т/га або 3.39%

Сила впливу фактора = 0.97

Точність досліді = 0.98% Варіація даних = 7.27%

11-05-2023

## Додаток Б.

## ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід Вплив щільності агроценозу кукурудзи на її продуктивність  
в умовах Степу України»

Одиниці виміру даних t/ha

Варіантів 4 ,Повторень 3

Вихідні дані

| Варіант | Середнє |      | Повторення |      |
|---------|---------|------|------------|------|
| 1       | 3.77    | 3.72 | 3.80       | 3.79 |
| 2       | 3.91    | 3.90 | 3.91       | 3.92 |
| 3       | 3.59    | 3.51 | 3.52       | 3.74 |
| 4       | 3.33    | 3.28 | 3.34       | 3.37 |

Середня по досліді - 3.65 t/ha

## Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума<br>квадратів | Ступені<br>свободи | Середній<br>квадрат | F       |
|-----------|-------------------|--------------------|---------------------|---------|
| Загальна  | 7.78              | 11                 |                     |         |
| Повторень | 0.03              | 2                  |                     |         |
| Варіантів | 7.52              | 3                  | 3.76                | 2122.15 |
| Залишкова | 0.23              | 6                  | 0.038               |         |

Похибка середньої = 0.02 Похибка різниці середніх = 0.03

НІР = 0.17 t/ha або 2.09%

Сила впливу фактора = 1.00

Точність досліді = 1.16% Варіація даних = 15.73%

11-02-2024