

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**  
**Кафедра агротехнологій та ґрунтознавства**

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри ..... Володимир ТРОЦЕНКО

« ....» .....20... р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА**  
**ЗЕРНО В УМОВАХ ТОВ «АГРОБІЗНЕС ТСК» НЕДРИГАЙЛІВСЬКОГО**  
**РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.**

**за спеціальністю 201 «Агрономія»**

Виконав

.....

Підпис

Субота В.  
Прізвище, ініціали

Група

.....  
Назва групи

Науковий керівник

.....

Підпис

Дацько О.М.  
Прізвище, ініціали

Суми – 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**

Кафедра \_\_\_\_\_  
 Освітній ступінь - "Магістр"  
 Спеціальність – 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
 Завідувач кафедри

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**

\_\_\_\_\_  
 ПІБ студента

1. Тема роботи «Удосконалення технологій вирощування кукурудзи на зерно в умовах ТОВ «агробізнес ТСК» Недригайлівського району Сумської області. Затверджено наказом по університету від “ \_\_\_\_ ” 202\_ р. № \_\_\_\_\_»
2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру \_\_\_\_\_.
3. Вихідні дані до роботи:
  - місце проведення досліджень: ТОВ «Агробізнес ТСК» Недригайлівського району Сумської області
  - методичне забезпечення: загальноприйняті методики дослідної справи в агрономії, ДСТУ ISO 10381-6:2004, ДСТУ 7698:2015.
  - схеми досліду: фактори - система удобрення, строки сівби, гібриди кукурудзи.
4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі: Провести аналіз сучасного стану та перспективи вирощування кукурудзи на зерно; Дослідити вплив елементів технології вирощування на розвиток та формування елементів продуктивності рослин кукурудзи; Визначити урожайність та якісні показники зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів; Провести економічну оцінку досліджуваних варіантів технологій вирощування кукурудзи.

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
 Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
 Дата отримання завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ р.

## Анотація

Субота Владислав Анатолійович. Удосконалення технологій вирощування кукурудзи на зерно в умовах ТОВ «Агробізнес ТСК» Недригайлівського району Сумської області. - Рукопис.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня за спеціальністю 201 – Агрономія. – Сумський національний аграрний університет. Суми, 2024 р.

У кваліфікаційній роботі розглядається питання удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах ТОВ «Агробізнес ТСК» Недригайлівського району Сумської області. Дослідження проводили протягом 2021–2023 років. Об'єктом дослідження виступали два гібриди кукурудзи різної групи стиглості - середньоранній Арлан (ФАО 290) та середньостиглий Арлет (ФАО 380).

У результатах досліджень встановлено позитивний вплив застосування біопрепаратів, регуляторів росту та підвищених доз мінеральних добрив на рис, розвиток рослин та формування елементів продуктивності кукурудзи. Найбільш ефективно виявилось внесення N180P120K120 в поєднанні з біопрепаратами Біокомплекс БТУ та Біокомплекс, що забезпечило максимальну врожайність 10,42 т/га, що на 31,7% вище контролю.

**Висновки.** Оптимізація живлення з підключенням біопрепаратів сприяла збільшенню кількості зерна в качані в 1,2 рази, підвищенню маси зерна з рослини на 18-33% і маси 1000 зерна на 13-14%. Найвищу врожайність (9,93 т/га) забезпечив середньостиглий гібрид Арлет. Рання сівба дозволила отримати врожайність на 1,72 т/га, вищу разом з пізніми строками. Застосування удосконаленої технології забезпечило отримання максимального прибутку 26250 грн/га за рентабельність 92,5%.

**Ключові слова:** кукурудза, гібриди, біопрепарати, регулятори росту, система удобрення, строки сівби, врожайність, економічна ефективність.

ЗМІСТ	С
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО (огляд літератури)	9
1.1. Біологічні особливості та значення кукурудзи	9
1.2. Агротехнічні аспекти вирощування кукурудзи на зерно	16
1.3. Ефективність застосування біопрепаратів, стимуляторів, регуляторів росту та мікродобрив у технології вирощування кукурудзи на зерно	23
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1. Умови проведення досліджень	29
2.2. Матеріал та методика досліджень	31
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ТОВ «АГРОБІЗНЕС ТСК» НЕДРИГАЙЛІВСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ (результати досліджень)	33
3.1. Вплив досліджуваних факторів на рис і розвиток рослин кукурудзи	33
3.2. Формування елементів продуктивності кукурудзи залежно від досліджуваних факторів	37
3.3. Урожайність та якість зерна кукурудзи	40
3.4. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно	45
ВИСНОВКИ	59
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ	60

## ВСТУП

Виробництво зерна кукурудзи є одним із стратегічних напрямків розвитку сільського господарства України. Ця культура має неоцінене значення для забезпечення продовольчої безпеки та стабільності агропромислового комплексу країни. Кукурудза - універсальна сільськогосподарська рослина, яка використовується для харчових, кормових та технічних цілей. Її зерно є високопоживним і цінним концентрованим кормом для тваринництва, а також сировиною для виробництва крохмалю, олії, спирту та інших продуктів. Завдяки своїй високій врожайності та адаптивності до різноманітних обґрунтовано-кліматичних умов, кукурудза має широке розповсюдження у світі та в Україні.

В останні роки вітчизняне кукурудзяне виробництво демонструє позитивну динаміку, водночас залишаються істотні резерви для підвищення ефективності галузі. Досягнення високої продуктивності кукурудзи потребує удосконалення технологій вирощування відповідно до обґрунтовано-кліматичних умов, матеріально-технічного забезпечення та економічної доцільності. Пошук шляхів раціонального поєднання агротехнічних, організаційно-господарських та економічних факторів для максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних високопродуктивних гібридів є одним із завдань агрономічної науки та практики.

**Актуальність теми.** Кукурудза посідає важливе місце в структурі зернового клину сільськогосподарських підприємств Сумської області. Однак значні показники рівня врожайності цієї культури в регіоні вказують на недосконалість застосовуваних технологій, їх невідповідність обґрунтовано-кліматичним умовам та біологічним вимогам гібридів. Для підвищення ефективності кукурудзяного виробництва необхідно впроваджувати адаптовані, ресурсозберігаючі технології вирощування з урахуванням обґрунтовано-кліматичних, агротехнологічних та економічних особливостей

господарства. Удосконалення існуючих технологій культури на базі локальних польових дослідників дозволяє забезпечити стабільно високу продуктивність кукурудзи та підвищити рентабельність її виробництва.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Дослідження виконувалися відповідно до «Біологізації систем землеробства шляхом раціонального поєднання способів основного обробітку ґрунту і сидиратів в умовах Північно-східного Лісостепу України» ( N/ ДР 0115V001055)

**Мета дослідження** полягає в науковому обґрунтуванні та розробці удосконаленої технології вирощування кукурудзи на зерно, адаптованої до обґрунтовано-кліматичних умов Сумської області, шляхом оптимізації системи удобрення, строків сівби та гібридного складу, що забезпечує підвищення продуктивності культури та економічної ефективності її виробництва.

1. Для поставленої мети були досягнуті такі основні **завдання**:
2. Встановити вплив досліджуваних елементів технології вирощування (системи удобрення, рядків сівби, гібридів) на ріст, розвиток та формування елементів продуктивності рослин кукурудзи;
3. Визначити рівень урожайності та якісні показники зерна кукурудзи залежно від варіантів технології вирощування;
4. Провести економічну оцінку досліджуваних варіантів технологій з найефективнішим виявленням у господарських умовах.

**Об'єкт дослідження** - процеси росту, розвитку рослин та формування продуктивності агроценозу кукурудзи на зерно.

**Предмет дослідження** - технології вирощування (система удобрення, строки сівби, гібриди) та їх вплив на показники продуктивності кукурудзи.

**Методи дослідження.** У процесі виконання роботи використовували польовий, розрахунково-порівняльний, математико-статистичний, системний аналіз та узагальнення літературних джерел і результатів досліджень. Польові дослідницькі завдання здійснювалися із загальноприйнятими методиками дослідної справи. Ґрунтові зразки відібрані за ДСТУ ISO 10381-6:2004.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин були відповідно до методики державного сортовипробування. Структурний аналіз продуктивності - згідно з ДСТУ 7698:2015. Математична обробка даних - за допомогою дисперсійного, кореляційно-регресійного та ін. методи з використанням програмних пакетів.

**Наукова новина одержаних результатів.** На комплексній основі вивчення впливу елементів технології вирощування на продуктивність кукурудзі науково обґрунтована адаптована до обґрунтовано-кліматичних умов Сумської області технологія вирощування культури, яка забезпечує підвищення врожайності та економічну ефективність кукурудзяного виробництва. Доведена доцільність оптимізації системи удобрення, гібридного складу та строків сівби відповідно до агроекологічних умов господарства регіону.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у розробці конкретних рекомендацій щодо вдосконалення технології вирощування кукурудзи для господарств Сумської області, які забезпечують виправдане підвищення рівня врожайності та покращення якості зерна для економічного раціонального поєднання систем удобрення, оптимальних строків сівби та підбору високопродуктивних гібридів культури. Результати досліджень впроваджені в ТОВ "Агробізнес ТСК" Недригайлівського району на площі 100га.

**Особистий внесок здобувача** виявився у безпосередній участі на всіх етапах експериментальних досліджень: плануванні та закладанні польових досліджень, проведенні спостережень, обліків та аналізів, статистичній обробці експериментальних даних, формулюванні висновків і рекомендаціях виробництва. Крім того, здобувачем самостійно здійснено аналіз та узагальнення літературних джерел, виконано економічні розрахунки та написання рукопису кваліфікаційної роботи.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати досліджень викладено на 50 сторінках, 18 таблицях і 4 малюнках .За матеріалами дослідження опубліковано 1 тезу.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, рекомендацій виробництва, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи становить 63 сторінки комп'ютерного тексту, включаючи 18 таблиць, 4 малюнка та список використаних джерел із 43 найменувань. Основний текст викладено на 50 сторінках, загальна кількість 62 сторінки.

## РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО (огляд літератури)

### 1.1. Біологічні особливості та значення кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays* L.) належить до роду *Zea*, родини Злакові (Poaceae). Культурна кукурудза виникла в результаті останньої селекційної роботи від диких видів тісінте (*Zea mays* subsp. *parviglumis*) і розового тісінте (*Zea mays* subsp. *mexicana*), які зустрічаються в Центральній Америці та Мексиці. Вона є одним із найдавніших злаків, вирощених людством, і цей із найпоширеніших сільськогосподарських культур у світі [3].

Таблиця 1.1

Ботанічна класифікація кукурудзи

Рівень класифікації	Назва
Царство	Рослини (Plantae)
Відділ	Покритонасінні (Angiospermae)
Клас	Однодольні (Liliopsida)
Ряд	Злакоцвіті (Poales)
Родина	Злакові (Poaceae)
Рід	Кукурудза ( <i>Zea</i> )
Вид	Кукурудза звичайна ( <i>Zea mays</i> L.)

Складено автором на основі [14]

Кукурудза (*Zea mays* L.) - однорічна трав'яниста рослина з потужною кореневою системою і прямостоячим стеблом. Морфологічна будова має ряд специфічних особливостей, що відрізняють її від інших злакових культур [3].

Кукурудза має мичкувату кореневу систему, яка складається з кількох типів коренів:

1. Зародкові корені - розвиваються першими, при проростанні насіння. Вони включають:

- Первинний зародковий корінець;
- 3-5 бічних зародкових корінців.

2. Вузлові корені - формуються з підземних вузлів стебла. Вони поділяються на:

- Підземні вузлові корені (основна маса кореневої системи);
- Надземні (повітряні) опорні корені, які розвиваються з 2-3 надземних вузлів.

Коренева система кукурудзи може проникати на глибину до 2,5-3 м, але основна маса коренів (60-85%) розташовується в орному шарі підстави (0-30 см). Горизонтальне розповсюдження коренів може досягати 1 м від стебла [14].

Стебло кукурудзи пряме, циліндричне, заповнене паренхімною тканиною. Характерні особливості стебла:

- Висота: від 60 см до 6 м (зазвичай 1,5-3 м), залежно від сорту та умов вирощування;
- Діаметр: 2-7 см;
- Кількість міжвузлів: 8-21;
- Зовнішня поверхня: гладенька;
- Колір: зелений, при дозріванні жовтіє.

Стебло складається з вузлів і міжвузлів. У нижній частині міжвузля коротші і товстіші, до верхівки вони подовжуються і стоншуються. Внутрішня частина стебла заповнена губчастою серцевиною.

Листки кукурудзи великі, лінійно-ланцетні, з паралельним житлом. Особливості листя:

- Кількість: традиційно 8-42 листки, залежно від сорту;
- Довжина: 30-100 см;
- Ширина: 4-10 см;
- Розташування: почергове;
- Будова: складається з листкової пластинки, піхви і язичка (лігулі);
- Край листка: часто хвилястий;
- Опущення: наявне на обох сторонах листка.

Листкова пластинка з'єднується зі стеблом за допомогою листкової піхви, яка охоплює міжвузля. На межі між листковою пластинкою і піхвою розташований язичок (лігула), який запобігає потраплянню води та пилу в середину піхви.

Кукурудза - однодомна роздільна сім'я рослини з двома типами суцвіть:

1. Чоловіче суцвіття (волоть):

- Розташування: на верхівці головного стебла;
- Структура: центральна вісь з бічними гілочками;
- Довжина: 20-60 см;
- Кількість пилку: 2-25 мільйонів пилкових зерен на одну волоть.

2. Жіноче суцвіття (качан):

- Розташування: у пазухах листків на середній частині стебла;
- Структура: видозмінена вкорочена гілка з потовщеною віссю (стрижнем);
- Кількість: традиційно 1-2 качани на рослини, рідше 3-5;
- Довжина: 4-50 см;
- Діаметр: 3-10 см [12].

Качаний покритий багатьма видозміненими листками (обгортками). На верхівці качана розташовані довгі нитковидні приймочки («шовк»), які виступають з обгортки.

Плід кукурудзи - однонасінна зернівка, яка складається з:

- Оплідня (перикарпу);
- Ендосперму (основна частина зерна, містить живильні речовини);
- Зародка (12-15% маси зерна).

Особливості зерна:

- Форма: різноманітна (кругла, плоска, клиноподібна тощо), залежить від підвиду;
  - Розмір: довжина 5-16 мм, ширина 5-11 мм, товщина 3-8 мм;
  - Маса 1000 зерен: 100-450 г;
  - Забарвлення: жовте, біле, червоне, синє, чорне (залежить від сорту)
- [12].

Зерна розташовані на стрижніях качанах вертикальними рядами. Кількість рядів традиційного парна і може варіювати від 8 до 24, а кількість зерен у ряду - від 20 до 50.

Кукурудза є теплолюбною рослиною. Оптимальна температура для проростання становить 12-14°C, а для росту й розвитку рослин - 20-28°C. Відносна вологість повітря в період вегетації має бути в межах 60-80%.

Розвиток кукурудзи можна поділити на ряд наступних фаз, кожна з яких характеризується специфічними морфологічними та фізіологічними змінами. Найбільш детально фази розвитку кукурудзи описані в шкалі BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie). Розглянемо основні фази розвитку кукурудзи за цією шкалою [7 – 9]:

1. 00-09 Проростання; 00 - Сухе насіння; 01 - Початок набубнявлення; насіння 03 - Кінець набубнявлення насіння; 05 - Поява зародкового корінця; 06 - Зародковий корінець подовжується, з'являється кореневі волоски; 07 - Колеоптиль проростає з насінини; 09 - Сходи: колеоптиль пробивається на поверхню підстави.

Тривалість фази: 6-10 днів, залежно від температури підстави та вологості.

2. 10-19 Розвиток листків; 10 - Перший листок пробивається через колеоптиль; 11 - Перший листок розгорнутий; 12 - 2 листки розгорнути; 13 - 3 листки розгорнути.

Стадії тривають до... 19 - 9 або більше листків розгорнути. Тривалість фази: 3-4 тижні. Важливий період для формування майбутньої продуктивності.

3. 30-39 Ріст стебла; 30 - Початок видовження стебла; 31 - Перше видовжене міжвузля помітне; 32 - 2 виджених міжвузля помітні; 33 - 3 видовжених міжвузля помітні; 3... - Стадії тривають до... 39 - 9 або більше видовжених міжвузлів помітні.

Тривалість фази: 4-5 тижнів. Відбувається інтенсивний ріст вегетативної маси.

4. 51-59 Викидання волоти; 51 - Початок викидання волоти: волоть позначена у верхній частині стебла; 53 - Верхівка волоти виступає з піхви верхнього листа; 55 - Середина викидання волоти: основа волоти виходить з піхви листка; 59 - Кінець викидання волоти: волоть повністю вийшла і відокремлена від верхнього листка.

Тривалість фази: 7-10 днів. Важливий період для формування пилку.

5. 61-69 Цвітіння; 61 - Початок цвітіння: видимі піляки у середній частині головної осі волоти; 63 - Пілкування верхньої третини головної осі волоти; 65 - Повне цвітіння: пиляння по всій волотині; 67 - Кінець цвітіння: піляки висоти; 69 - Кінець цвітіння: нітки приймочок суші повний.

Тривалість фази: 5-8 днів. Критичний період для формування майбутнього врожаю.

6. 71-79 Формування зерна; 71 - Початок формування зерна: зерно водянисте, вміст близько 16% сухих речовин; 73 - Рання молочної міцності; 75 - Середня молочна міцність: вміст зерна молочного, близько 40% сухих речовин; 79 - Майже вся зернівка досягла остаточного розміру.

Тривалість фази: 15-20 днів. Відбувається інтенсивне накопичення поживних речовин у зерні.

7. 83-89 Дозрівання; 83 - Рання воскової стійкості: вміст зерна м'який, близько 45% сухої речовини; 85 - Воскова стійкість: зернівки жовтуваті або жовті (залежно від сорту), близько 55% сухої речовини; 87 - Фізіологічна стійкість: чорна цятка видима в на основі зернівок, близько 60% сухих речовин; 89 - Повна щільність: зернівки тверді, близько 65% сухих речовин.

Тривалість фази: 20-30 днів. Завершується накопичення поживних речовин, відбувається висихання зерна.

Загальна тривалість вегетаційного періоду кукурудзи від сходів до повної стиглості зерна може складати від 90 до 160 днів, залежно від групи стиглості гібриду та умов вирощування.

Розуміння фази розвитку кукурудзи має велике практичне значення для правильного планування агротехнічних заходів, таких як внесення добрив, застосування засобів захисту рослин, зрошення тощо. Крім того, знання

особливостей кожної фази завершують оцінювати стан позицій та прогнозувати майбутній урожай.

Для отримання високих врожаїв забезпечені родючі, глибокі, з нейтральною або близькою до неї реакції обґрунтованого розчину (рН 6,0-7,5). Найбільш придатні для її вирощування чорноземи, сірі лісові, каштанові підстави. Однак в умовах достатнього зволоження й внесення добрив кукурудзу можна вирощувати також на супіщаних і легкосуглинистих підставах.

Світове лідерство у виробництві кукурудзи складають США, Китай та Бразилія (Таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

## Світове виробництво кукурудзи (млн. т) у 2019-2023 рр.

Країна	2019 рік	2020 рік	2021 рік	2022 рік	2023
США	346,0	360,3	370,6	354,2	333,7
Китай	260,7	260,5	272,6	283,0	268,0
Бразилія	101,0	103,0	115,9	120,2	127,7
Євросоюз	67,9	65,2	69,2	59,2	63,7
Аргентина	59,0	51,0	59,0	51,4	50,0
Україна	35,9	30,3	42,6	26,6	23,0
Інші країни	235,4	234,3	251,9	256,5	243,1
Світ	1105,9	1104,6	1181,8	1151,1	1109,2

Складено автором на основі [1]

За даними Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО), в останні роки світове виробництво кукурудзи склало понад 1 млрд. тонн щороку. Близько 65% загального виробництва використовується на корм, 25% - на харчові продукти, 10% - на промислові потреби. Експорт кукурудзи досягає 160-180 млн. тонн щороку.

Кукурудза є основною кормовою культурою для виробництва високопоживного концентрованого корму у тваринництві. Її частка в

зернофуражному балансі багатьох країн світу становить понад 50%. Велика кількість кормів для тварин виробляється з використанням кукурудзяних продуктів, зокрема кукурудзяної борошна, крупи, олії, білкових продуктів з кукурудзяного розлусного зерна, висівок, кукурудзяного глютену, лузги, солодких паточних продуктів тощо.

Харчове значення кукурудзи обґрунтовується на вмісті в ній зерних цінних поживних речовин: 60-70% крохмалю, 8-12% білків, 4-8% олії. З кукурудзи виробляють консервовані зерно та молочні качани, крупи, муку, крохмаль, пластівці, цукор, хліб. Молоді качани, рильця (волоски) та лусочки також використовують в їжу. Хімічний склад хлібопекарської кукурудзяної муки подано на рисунку 1.1.

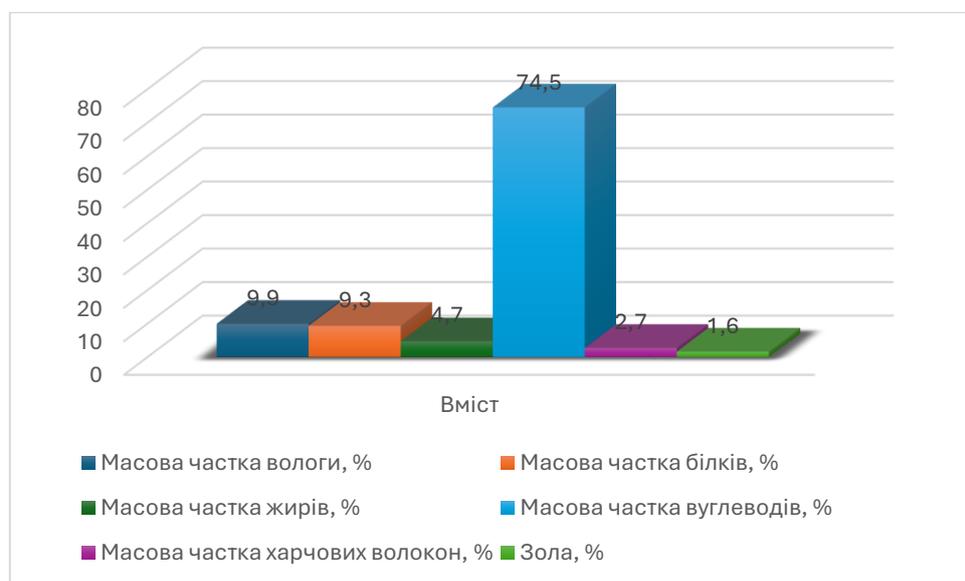


Рис.1.1 - Хімічний склад хлібопекарської кукурудзяної муки

Складено автором на основі [1]

В олійній промисловості з кукурудзи містяться високоякісне й пошкоджене харчове та технічне масло. У харчовому виробництві забороняють кукурудзяний крохмаль, патоку, солод. У Бразилії та США з кукурудзи виробляють 15-25% етанолу для змішування його з автомобільними

бензинами. Застосовується кукурудзя також для виробництва полімерів, лаків, фармпрепаратів тощо.

Кукурудза широко використовується на зелений корм, силос, для випасу. Сухі стебла, стрижні качанів, лущиння ідуть на підстилку для худоби, солому, паливо.

Таким чином, універсальність кукурудзи зумовлюється її високою поживністю, енергетичними й смаковими якостями, вологовіддачею, посухостійкістю. Полівалентна роль кукурудзи зумовлює її не тільки як продовольчої культури для забезпечення населення їжею, але й як важливої кормової, енергетичної та технічної рослини.

## **1.2. Агротехнічні аспекти вирощування кукурудзи на зерно**

Ефективне вирощування високопродуктивних посівів кукурудзи вимагає застосування науково обґрунтованої системи агротехнічних заходів, адаптованої до конкретних ґрунтовно-кліматичних та агроландшафтних умов регіону.

Кукурудза є достатньою вимогою до попередників та відвідування культури у сівозміні. Найкращими попередниками є багаторічні бобові трави, зернобобові культури, однорічні трави, озимі зернові. Менш придатними вважаються картопля, цукрові буряки, соняшник через ризик накопичення шкідників і збудників хвороб. Не бажано розміщувати кукурудзу після кукурудзи, так як це може призвести до різкого зниження врожаю через накопичення конкретних шкідників і хвороб. У районах достатнього зволоження варто повертати кукурудзу на попереднє поле не раніше, ніж через 3-4 роки [6].

Система обробітку підстави під посіви кукурудзі має бути диференційованою залежно від обґрунтовано-кліматичних умов зони вирощування. Основні вимоги: максимальне збереження вологи, боротьба з

бур'янами, створення оптимальних фізико-механічних властивостей орного шару обґрунтованості.

На підставах, досвідчених до вітрової та водної ерозії, доцільно застосувати обґрунтовано захисну систему обробітку з мінімальним обробітком та залишенням на полі належної кількості рослинних залишків.

На важких підставах вимагається поліцейський обробіток з орантом на глибину 25-27 см. На легких і середніх підставах успішно застосувати безполіцейську систему глибокого розпушування або комбіновану з проходженням оранки та безполіцейського розпушування за принципом остаточної деструкції підґрунтя [23].

Сучасні інтенсивні технології вирощування кукурудзи передбачають мінімізацію обробітку обґрунтованості. Найбільш прогресивними на сьогодні вважаються системи No-till (нульового обробітку) та Strip-till (смугового обробітку), які забезпечують раціональне використання обґрунтованих ресурсів, економію пального та зниження витрат [23].

Дослідження доводять, що внаслідок застосування No-till вміст гумусу в орному шарі за 6-8 років збільшився на 0,3-0,5%, азоту - на 12-15 мг/кг підстави, а врожайність зросла на 7-12% [30].

Кукурудза - культура вибагливого живлення, вона потребує достатньої кількості живильних речовин у доступній формі протягом усього періоду вегетації. В основній технологічній системі вимагається застосування як органічних (20-40 т/га гною), так і мінеральних добрив. Доза мінеральних добрив збільшується з рівня забезпечення обґрунтованості елементів живлення, біологічних вимог культури та запланованої урожайності.

Розрахунок потреби в мінеральних добривах на запланований урожай кукурудзи виконайте за формулою:

(1.1)

де

D - загальна потреба в добривах, кг/га д.р.;

U - запланована урожайність, т/га;

B - вина поживних речовин на 1 т зерна з відповідними коефіцієнтами їх використання з обґрунтування;

K - коефіцієнт застосування добрив на підставах з різною забезпеченістю елементами живлення.

Орієнтовний вміст поживних речовин на формування 1 т зерна кукурудзи та відповідної кількості залишків становить: N - 30-40, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -13-15, K<sub>2</sub>O - 25-35 кг. З урахуванням коефіцієнтів використання живих речовин із добрив та обґрунтування, рекомендовані дози добрив під врожай 10 т/га кукурудзи становлять: N160-200, P80-120, K80-120 кг/га діючого речовини [23].

Система удобрення має забезпечити культурі оптимальне живлення на всіх етапах органогенезу. Фосфорні та калійні добрива входять під основний обробіток підставу. Азотні добрива вносять дробно, поєднуючи: основне (50-60% від загальної норми) - під передпосівну культивуацію, решту - у підживлення у фазі 5-7 та 9-10 листків [23].

Вибір гібриду є одним із підсумків чинників високоефективного виробництва кукурудзи на зерно. За даними Л.М. Шиян [40], при вирощуванні невдалого гібриду недобір врожаю навіть за оптимальної системи підвищення може сягати 2,0-5,0 т/га проти найбільшого врожайного.

У виробництві необхідно використовувати високопродуктивні гібриди, які належать до відповідної групи стійкості, стійкі проти хвороб і шкідників, посухо- та жаростійки. Перевагу слід віддавати гібридам інтенсивного типу, адаптованим до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Конкурентоспроможністю та попитом сьогодні користуються гібриди компаній Монсанто, Сингента, Євраліс Семенс, Лімагрейн та інших провідних виробників.

Для отримання стабільних врожаїв зерна кукурудзи необхідно використовувати гібриди різної групи стиглості з різницею за 10-15 днів, що дає можливість упорядкувати зберігання збору, забезпечити кращі умови

досягнення та висушування зерна на корені. У різних обґрунтовано-кліматичних зонах рекомендуються гібриди певної групи стіскості (ФАО):

1. Степова зона: середньоранні (190-299); середньостиглі (300-399);
2. Лісостепова зона: середньоранні (230-299); середньостиглі (300-399); середньопізні (400-499);
3. Поліська зона: середньопізні (400-499) та пізні (500-599) [2].

У господарствах зі збільшенням для збільшення термінів сівби можна додатково висівати ранньостиглу (ФАО 150-190) та пізньостиглу групи (ФАО 600-700).

Сівба кукурудзи складається з певних етапів.

Підготовка посівного матеріалу. Насіння кукурудзи має бути кондиційним, протруєним, в ідеалі - дражованим, обробленим захисно-стимулюючими препаратами. Для передпосівної обробки спробувати вітчизняні та зарубіжні протруйники, мікродобрива, регулятори росту. Обробка захворювання, захист від хвороби, підвищення польової схожості, покращення стартового розвитку рослин [14].

Строки сівби. Кукурудза вимагає до умов сівби, особливо до температурного режиму та доступної вологи. Сіяти її потрібно лише у фізично спілих і достатньо прогрітих підставах при температурі 10-12°C на глибині загортання рідини (6-8 см). Оптимальні строки сівби мають бути максимально ранніми з тим, щоб забезпечити більш повне використання тепла та світла в період вегетації. Для зони Степу сіють з 25 квітня до 5 травня, Лісостепу - 25 квітня-10 травня, Полісся - 1-15 травня [14].

Глибина сівби має становити 5-8 см, на важких і сухих підставах - 5-6 см, на легких і зволжених - 6-8 см. Вологість вмісту не повинна бути нижче 12%. Сівбу кукурудзи починають на полях з більш легкими за складом підставами. Поля зі здернованими супіщаними та суглинистими підставами обробляють першочергово [14].

Польова схожість із значною мірою залежить від щільності складання ґрунту, температури й вологості ґрунту в період сівби та післяпосівний період.

Показник польової якості коливається в межах від 60 до 95% лабораторної. Для закладки 60-65 тис. витрати рослин/га мають використання жителів 75-90 тис. шт./га. Невеликий запас сходів на 10-15 % полегшує проведення допосівного розпушування при сильному і нерівномірному підйомі сходів.

Спосіб сівби та густота стояння рослин. Кукурудзу сіють звичайним рядковим способом, застосовуючи обґрунтовано-кліматичне районування для вибору оптимальної густоти агроценозу в конкретному регіоні. На час оптимального оптимального густота складає: для зони Степу - 50-65 тис. рослин на 1 га, Лісостепу – 55-85 тис., Полісся – 45-60 тис. рослин/га.

Доведено, що продуктивність кукурудзи вища при рівномірному розміщенні рослин на площі живлення з міжряддям не ширше 70 см. На сучасному рівні застосування розрахункова ширина міжряддя у степовій зоні становить 60-70 см, лісостеповій - 45-70 см, поліській - 45-60 см. У зв'язку з підвищеним виляганням на зрошуваних землях в окремих господарствах застосовують сівбу кукурудзи вузькорядним способом (міжряддя 30-45 см) [14,15].

Система захисту рослин. Упродовж вегетації кукурудзи необхідно проводити захисні заходи від бур'янів, шкідників та хвороб. Найбільші втрати врожаю викликають бур'яни, вони поглинають значну кількість вологи та поживних речовин, затіняють культурні рослини, пригнічуючи їх ріст і розвиток.

Для знищення бур'янів проводиться комплекс заходів: лушення стерні, зяблеву оранку, культивування з боронуванням, досходове та післясходове обприскування гербіцидами. Під час вегетації, для кращого захисту рослин від бур'янів, посіви обробляють обґрунтованими та страховимицидами.

Основні шкідники кукурудзи: дротяники, стебловий і кукурудзяний метелик, лучний метелик. Боротьба зводиться до обробки використання інсектицидними протруйниками, міжрядних обробок інсектицидами, утримання просторової ізоляції сівби тощо. При перевищенні ЕПШ

(економічного порогу шкідливості) проводиться хімічна обробка інсектицидами.

До найбільш шкідливих хвороб кукурудзі належать: летюча сажка, пухирчаста сажка; гельмінтоспориозна цвіль; фузаріозна цвіль; збудники корневих гнилей. Застосовують протруєння захворювання, хімічну обробку препаратами системної та контактної дії, утримання севозміни, карантинних заходів, інших організаційно-господарських прийомів.

Одним із підсумків агрозаходів, від якого залежить кількість і якість зерна, є тимчасове та правильне збирання. При визначенні рядків збирання врожаю кукурудзи керуються такими критеріями:

1. вологість зерна має становити 28-35%;
2. на качані повинні бути сформовані досягнуті рільця з твердими опушеними волосками;
3. зернівки при розлюсенні твердіють до воскової стійкості, набувають натурального жовтого кольору;
4. суха та волоть почати поникати [38].

Своєчасне збирання дозволяє значно зменшити втрати при обмолоті й сушінні зерна, пошкодити його травмування та покращити якість. Для зменшення втрат перед збиранням виникають дефолі (видалення листя) або десикація (підсушування рослин). Збирання використовує поетапно залежно від групи стійкості гібридів та умов вологовіддачі зерна в поточному вегетаційному періоді.

В умовах східної частини Лісостепу рекомендуються такі орієнтовні рядки збирання:

1. ранньостиглі гібриди (ФАО 180-290) - з 1-ї декади вересня;
2. середньоранні (ФАО 290-390) - з II декади вересня;
3. середньостиглі (ФАО 390-490) - з III декади вересня;
4. середньопізні (ФАО 490-590) - з I декади жовтня [13].

Найкраща вологість для збирання й обмолоту кукурудзи – 20-25%. Більш висока вологість зерна (понад 28%) ризику самозігрівання зерна при

транспортуванні та зберіганні. Низька ж вологість (нижче 14%) наслідку до травмування, підвищених втрат при обмолоті та знижує схожість насінневої фракції.

Існують різні способи збирання й обмолоту кукурудзи: роздільний двофазний (збирання качанів з наступним обмолотом), прямим способом, очисуванням качанів. При роздільному збиранні вологість зерна має бути 24-28%, при прямому комбайновому - 18-22%. Рекомендований спосіб збирання – очисування качанів із наступним їх обмолотом та висушеним зерном.

Для збирання врожаю проводять спеціалізовані кукурудзозбиральні комбайни вітчизняного та зарубіжного виробництва, забезпечені жниварками для збирання качанів і молотильними пристроями, які обмолочують зерно з качанів. Можна використовувати й звичайні зернозбірні комбайни з відповідними жатками.

Після збирання насінневу фракцію сушать до вологості 14%, продовольчу – 12-14%, а кормову – до вологості 12-16%. Подальше зберігання зерна виконано згідно з правилами і вимогами до режимів і параметрів зберігання [14].

Перевагами інтенсивних технологій є підвищення продуктивності праці, скорочення строків проведення польових робіт, економія пального, удосконалення умов експлуатації сільгосптехніки, зниження ґрунтового тиску, захист ґрунту від ерозії. До основних форм ресурсозберігаючих технологій при вирощуванні кукурудзи відзначаються:

No-till – «нульовий» обробіток підставу із збереженням на поверхні залишків попередньої культури та висіванням використання в обґрунтованими спеціальними сивалками. Найбільш прогресивна технологія з мінімальними енергетичними витратами та чудовими обґрунтовано захисними властивостями [23].

Mini-till – мінімальний обробіток ґрунту на глибину до 10-12 см з метою мульчування поверхні ґрунту рослинними рештками для боротьби з бур'янами, зниження втрат ґрунтової вологи [28].

Ridge-till – гребеневий обробіток, при якому в міжряддях утворюють нерозпушені смуги шириною 1/3 міжрядь. Збереження рослинних решток у міжряддях покращує структуру, сприяє нагромадженню вологи, знижує ерозію [21].

Strip-till – смуговий обробіток, коли в суцільному фоновому полі розпушуються смуги шириною 30-35 см, на які висівається насіння за нульовим обробітком. Економія часу й пального сягає 50-60% [5].

Досить поширеними методами мінімалізації обробітку є лушення стерні, дискування, культивація на невелику глибину тощо. Їх застосовують для скорочення та здешевлення операцій зі збереженням належного фітосанітарного стану поля.

Системи живлення рослин на основі використання органічних добрив, сидератів, біопрепаратів. Важливим ресурсним напрямом інтенсифікації кукурудзяного виробництва є застосування біологічних препаратів (інокулянтів бульбочкових бактерій, фосформобілізуючих, азотфіксуючих, фунгіцидних та ін.).

Таким чином, сучасний вискоефективний рівень кукурудзяного виробництва базується на комплексному впровадженні науково обґрунтованих агротехнічних заходів з максимальним використанням біокліматичного й ресурсозберігаючого потенціалів, орієнтованих на отримання запланованих показників продуктивності найбільш стійкими, економічними та екологічними шляхами.

### **1.3. Ефективність застосування біопрепаратів, стимуляторів, регуляторів росту та мікродобрив у технології вирощування кукурудзи на зерно**

Одним з перспективних напрямків підвищення продуктивності кукурудзи та поліпшення якості зерна є включення до технології вирощування біологічно активних препаратів, рістрегулюючих речовин і мікродобрив. Ці

компоненти дозволяють реалізувати потенційні можливості сучасних гібридів, оптимізувати живлення рослин, активізувати фізіолого-біохімічні процеси та посилити стресостійкість посівів до несприятливих абіотичних та біотичних чинників.

Біопрепарати на основі корисних мікроорганізмів (бактерії, гриби, актиноміцети) є важливим елементом екологічного землеробства. Їх використання допомагає поліпшити азотне та фосфорне живлення рослин, оптимізує ґрунтові процеси, сприяє росту і розвитку рослин, підвищує захисні властивості проти патогенів.

Азотфіксуючі бактерії (*Azotobacter*, *Azospirillum*) здатні засвоювати атмосферний азот і перетворювати його в доступні для рослин сполуки. При передпосівній інокуляції насіння азотфіксувальними препаратами урожайність кукурудзи зростає на 0,3-0,7 т/га [19].

Фосформобілізуючі бактерії (*Bacillus*, *Pseudomonas*) сприяють розчиненню важкорозчинних сполук фосфору в ґрунті та покращують його надходження до рослин. Застосування фосфатмобілізуючих біопрепаратів дозволяє економити до 30% фосфорних добрив [27]

Комплексні біопрепарати на основі азотфіксаторів, фосформобілізаторів та інших корисних мікроорганізмів (Ґрунтови́т, Мікроґумін, Діазобактерин, Поліміксобактерин тощо) сприяють збільшенню врожаю зерна кукурудзи на 0,5-1,0 т/га.

Таблиця 1.3.

## Вплив біопрепаратів на урожайність кукурудзи

Препарат	Діюча речовина	Приріст урожайності, %
Діазофіт	<i>Azospirillum brasilense</i>	8-12
Фосфоентерин	<i>Enterobacter nimipressuralis</i>	10-15
Біокомплекс-БТУ	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Azotobacter</i> , <i>Enterococcus</i>	15-20
Триходермін	<i>Trichoderma viride</i>	7-10

Складено автором на основі [5]

Регулятори росту рослин – це природні або синтетичні сполуки, які в мікроконцентраціях чинять вплив на метаболічні процеси в рослинному організмі. При їх застосуванні активізується фізіологічна діяльність культурних рослин, що підвищує їх стійкість до стресових чинників та продуктивність загалом.

Широке застосування для позакореневої обробки кукурудзи мають такі регулятори:

1. Ретардантна група (хлорохолінхлорид, етефон): гальмують надлишковий ріст стебла, покращують опірність вилягання, стимулюють наливання зерна.

2. Антиоксиданти (діпропінова кислота, селенові препарати): підвищують стресостійкість до посухи, екстремальних температур, підвищують врожайність на 10-25%.

3. Аналоги гіберелінів і ауксинів (емістим, агростимулін, гіберсіб): активізують розвиток кореневої системи та наземної маси, підвищують продуктивність на 15-30%.

Застосування регуляторів росту разом з біопрепаратами та мікродобривами слугує базою для реалізації високого генетичного потенціалу сучасних гібридів кукурудзи, стимулюючи ріст і розвиток рослин, що сприяє збільшенню врожайності на 10-35% [7].

Таблиця 1.4

Ефективність застосування регуляторів росту на кукурудзі

Препарат	Діюча речовина	Приріст урожайності, %
Вермістим	Гумінові кислоти, фітогормони	10-15
Емістим С	Продукти метаболізму грибів-ендофітів	8-12
Біолан	Авермектини	7-10
Регоплант	Синтетичні аналоги фітогормонів	12-18

Складено автором на основі [5]

Мікродобрива для позакореневого підживлення є джерелом надходження мікроелементів у життєво важливі періоди для рослин. Вони сприяють активізації метаболічних процесів, нормалізують ріст і розвиток, підвищують стійкість до хвороб і стресів.

Важливими мікроелементами для кукурудзи є цинк, бор, мідь, марганець, молібден, залізо і кобальт. Їх нестача негативно впливає на метаболічні процеси, запліднення рослин, формування і досягання качанів. При недостатньому забезпеченні цими елементами врожайність зерна зменшується на 25-30% і більше.

Кращі результати досягаються при позакореневого підживленні комплексними мікродобривами в декілька прийомів. Так, внесення хелатних форм цинку і бору на початку вегетації, міді під час цвітіння та бору й молібдену напередодні наливу зерна сприяє підвищенню врожайності на 12-28% [15]

Дослідження вчених Інституту зернових культур НААН показали підвищення ефективності позакореневого підживлення комплексними добривами, збагаченими гумінові кислоти і регуляторами росту. Після їх застосування приріст урожайності кукурудзи становив 0,7-1,5 т/га [27].

Таблиця 1.5

#### Вплив мікродобрив на урожайність кукурудзи

Мікроелемент	Форма внесення	Приріст урожайності, %
Цинк	ZnSO <sub>4</sub>	10-15
Бор	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5-8
Марганець	MnSO <sub>4</sub>	7-10
Комплекс мікроелементів	Хелатна форма	12-18

Складено автором на основі [5]

Комплексне застосування біопрепаратів, фізіологічно активних речовин та мікродобрив у технології вирощування кукурудзи дозволяє досягти максимального рівня продуктивності культури. За результатами досліджень

В.П. Хоменка і В.В. Кириєнка (2019), поєднання азофоски, діазобактерину, АКМ-молібдату амонію, гумату калію, препаратів бору, цинку та емістиму забезпечило приріст урожаю зерна 2,12 т/га (30,9%) завдяки контролю.

У дослідженнях Кернасюк Ю.В. (2018) найбільша врожайність гібрида Арослан (11,13 т/га) була одержана у варіанті з внесенням під передпосівне культивування гною 40 т/га, з обробкою розчином Біокомплексом БТУ і Бакторою, проведенням підживлення Біокомплексом у баковій суміші з Мономікротосполуком перед цвітінням і після запилення. Прибавка врожаю з контролем становила 2,75 т/га або 33%.

Таблиця 1.6

## Ефективність комплексного застосування препаратів на кукурудзі

Комбінація препаратів	Приріст урожайності, %
Біопрепарат + Регулятор росту	20-25
Біопрепарат + Мікродобриво	18-22
Регулятор росту + Мікродобриво	15-20
Біопрепарат + Регулятор росту + Мікродобриво	25-30

Складено автором на основі [1-3]

Застосування біопрепаратів, регуляторів росту та мікродобрив впливає не лише на урожайність, але й на якість зерна кукурудзи.

Таблиця 1.7.

## Вплив різних препаратів на показники якості зерна кукурудзи

Показник	Біопрепарати	Регулятори росту	Мікродобрива
Вміст білка	+0,5-1,0%	+0,3-0,7%	+0,2-0,5%
Вміст крохмалю	+1,0-2,0%	+0,5-1,5%	+0,3-1,0%
Вміст олії	+0,2-0,5%	+0,1-0,3%	+0,1-0,2%
Маса 1000 зерен	+5-10 г	+3-8 г	+2-5 г

Складено автором на основі [1-4]

Таким чином, включення до сучасних технологій вирощування кукурудзи комплексу біопрепаратів, регуляторів росту рослин і мікродобрив

дає можливість суттєво підвищити врожайність і якість зерна, зберегти та покращити екологічний стан ґрунтів і покращити економічні показники кукурудзяного виробництва. Використання таких інноваційних агротехнічних заходів не лише забезпечує стабільні високі врожаї, але й сприяє зниженню негативного впливу на довкілля. Біопрепарати, які містять корисні мікроорганізми, допомагають покращити структуру ґрунту, збільшують його родючість та сприяють кращому засвоєнню поживних речовин рослинами. Регулятори росту стимулюють розвиток кореневої системи та підвищують стійкість рослин до стресових умов, таких як посуха чи хвороби. Мікродобрива забезпечують рослини необхідними елементами живлення, що сприяє їх здоровому розвитку та збільшенню врожайності.

Завдяки впровадженню цих технологій, виробники кукурудзи можуть досягати значного економічного ефекту за рахунок збільшення врожайності та зниження витрат на хімічні добрива і пестициди. Крім того, застосування екологічно безпечних біопрепаратів та мікродобрив зменшує ризик забруднення ґрунтів та водних ресурсів, що має важливе значення для збереження екосистем та здоров'я населення. Загалом, інтеграція таких передових технологій у вирощування кукурудзи є ключовим напрямом розвитку сучасного сільського господарства, спрямованого на досягнення сталого розвитку та забезпечення продовольчої безпеки.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Умови проведення досліджень

Польові дослідження проводилися впродовж 2021-2023 рр. на дослідних полях ТОВ «Агробізнес ТСК» с. Березняки Недригайлівського району Сумської області [36].

Дослідна ділянка характеризується типовими для зони Лісостепу обґрунтуваннями. Ґрунтовий покрив представлений чорноземом опідзоленим важкосуглинковим на лісовидному суглинку. Агрохімічні показники орного шару обґрунтовано на період закладання досліджень такими: вміст гумусу (за тюріном) – 4,1%, рухомих сполук фосфору (за чириком) – 152 мг/кг, калію – 114 мг/кг, що відповідає високому та підвищеному рівням. забезпечення відповідно. Реакція обґрунтованого розчину слабокисла ( $pH_{\text{сол.}} = 5,9$ ).

В орному шарі підставу переважала грудкувато-зерниста структура. Густи́нність складеності складала 1,21-1,24 г/см<sup>3</sup>, пористість загальна 51-54%, найменша волоємність – 29%. Діапазон активної вологи, доступної для рослин, коливався в межах 16-25%. Сума вибраних основ у обґрунтованому вбірному комплексі становила 30-32 мг-екв/100 г обґрунтування.

За гранулометричним складом належав до важкосуглинкових - вміст фізичної глини (частинок < 0,01 мм) складав 55-61%. Потенційна забезпеченість основними елементами живлення рослин у цьому пояснюється досить високою, а фізичні властивості та водний режим загалом сприятливими для вирощування кукурудзи.

Клімат регіону помірно континентальний. За багаторічними даними середньорічна температура становила +6,6°C, за вегетаційний період +15,7°C. Річна сума опадів – 580 мм, по вегетації – 310 мм. Ґрунти просуваються на глибину 0,5-0,8 м, що забезпечує покращення живлення кукурудзи. Безморозний період триває 145-160 днів.

Характеристика погодних умов у роки досліджень наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Метеорологічні умови для років досліджень (с. Березняки  
Недригайлівського району)

Характеристики	Роки		
	2021 рік	2022 рік	2023 рік
За вегетаційний період:			
Середня температура повітря, °С	17,8	17,4	18,5
Сума опадів, мм	312	190	275
ГТК*	0,88	0,57	0,79

\*ГТК – гідротермічний коефіцієнт зволоження

За середніми багаторічними показниками гідротермічний коефіцієнт зволоження в регіоні становить 1,1, що забезпечує потребу кукурудзи у волозі впродовж вегетаційного періоду.

Проте погодні умови років досліджень істотно різнилися. Так, 2021 рік характеризувався посушливими умовами з ГТК=0,57, особливо в критичні для кукурудзи періоди цвітіння та наливу зерна. За вегетаційний період випало лише 190 мм опадів при підвищеній температурі 17,4°С, що створювало значний дефіцит вологи.

Найбільш сприятливими для росту і розвитку культури були погодні умови 2021 року, коли ГТК досягав 0,88 за рахунок достатньої кількості вологи (312 мм опадів) та помірної температури (17,8°С).

У 2022 році також спостерігалось зниження рівня зволоження посівів (ГТК 0,79), проте розподіл опадів був більш рівномірним і забезпечив сприятливі умови для всіх етапів органогенезу.

Отже, різноманітність агрометеорологічних чинників у роки проведення досліджень дозволила комплексно перевірити реакцію рослин кукурудзи на елементи досліджуваних технологій як в оптимальних, так і в стресових умовах дефіциту вологи та підвищених температур, що забезпечує наукову репрезентативність отриманих результатів.

## 2.2. Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження з кукурудзою на зерно проводили за наступною схемою:

Фактор А - Система удобрення:

1. Контроль (N120P80K80);
2. N120P80K80 + Гумісол 0,3 л/га (обробка розчину);
3. N150P100K100 + Гумісол 0,3 л/га (обробка насіння);
4. N150P100K100 + Гумісол 0,3 л/га (обр.насіння) + Регоплант 0,33 л/га (підживлення);
5. N180P120K120 + Біокомплекс БТУ (обробка насіння) + Біокомплекс (підживлення).

Фактор Б - Строки сівби:

1. Ранній ряд (25.04-05.05);
2. Пізній строк (15-25.05);

Фактор В - Гібриди:

1. Середньоранній Арлан (ФАО 290);
2. Середньостиглий Арлет (ФАО 380);

Повторність дослідження - чотириразова. Розміщення ділянок систематично з рендомізацією повторень і варіантів окремо по кожному фактору. Облікова площа ділянки - 50 м<sup>2</sup>.

У дослідженнях використовували:

1. Мінеральні добрива (амонійна селітра, гранульований суперфосфат, калійна сіль);
2. Гумат калію Гумісол (виробник ТОВ "НВП Ярило");
3. Регулятор росту Регоплант (виробник Регоплант);
4. Біопрепарати Біокомплекс БТУ та Біокомплекс (виробник ТОВ "БТУ-Центр").

Мінеральні добрива внесли під передпосівну культивуацію. Для обробки використовували робочий розчин гумату калію та інокулянту Біокомплекс БТУ згідно зі схемою дослідження. Підживлення посівів проводили у фазі 5-7 та 9-10 листків препаратами Регоплант і Біокомплекс.

Сівбу діючи сивалкою СУПН-8 з нормою висіву 75 тис. штук схожих насінин/га. Збирання проводилося у фазі повної стійкості зерна поділяно вручну.

У польових дослідженнях визначили:

1. Густоту рослин перед збиранням;
2. Висоту рослин у фазі цвітіння волотей;
3. Показники структури врожаю: масу 1000 зерен, масу зерна з качана, кількість зерен у качані;
4. Вологість та біологічну врожайність зерна з перерахунком на 14% вологості.

Агротехніка в дослідженнях (крім досліджуваних факторів) була загальноприйнятою для зони Лісостепу. Фенологічні спостереження та облік густоти рослин проводили за Методикою державного сортовипробування (1997). Відбір рослинних зразків та обробку даних проводили відповідно до загальноприйнятих методик (Доспехов, 1985; Беленьков, 2007; ДСТУ 7698:2015). Математичну обробку експериментальних даних виконано методом дисперсійного аналізу.

**РОЗДІЛ 3.**  
**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ**  
**КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ТОВ «АГРОБІЗНЕС ТСК»**  
**НЕДРИГАЙЛІВСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ (результати**  
**досліджень)**

**3.1. Вплив досліджуваних факторів на рис і розвиток рослин кукурудзи**

Одним із основних завдань дослідження було вивчення впливу елементів удосконаленої технології вирощування (системи удобрення, застосування біопрепаратів і регуляторів росту, гібридного складу і рядків сівби) на рис, розвиток та формування продуктивності рослин кукурудзи в умовах Лісостепової зони Сумської області. Важливими показниками, які характеризують ці процеси та потенціал продуктивності агроценозу, є польова схожість рослин, густина стояння рослин, їх висота, інтенсивність наростання листової поверхні та накопичення біомаси на різних етапах органогенезу.

У польових дослідженнях контролювали основні фази розвитку рослин: сходи, утворення 5-7 та 9-10 листків, викидання волоти, цвітіння та запилення, молочна, молочно-воскова та повна стиглість зерна. Визначалися такі облікові показники: польова схожість, густина рослин, висота, надземна біомаса, елементи структури врожаю (кількість зерна у качані, маса зерна з качана, маса 1000 зерен) тощо.

У дослідженні були представлені чотири варіанти удосконалення системи живлення:

1. Контроль - традиційне мінеральне удобрення (N120P80K80);
2. До контролю за доведенням обробки гуматом калію Гумісол;

3. Підвищені дози добрив (N150P100K100) + Гумісол;
4. N150P100K100 + Гумісол + регулятор росту Регоплант (підживлення);
5. Найінтенсивніший варіант із внесенням N180P120K120 в поєднанні з біопрепаратами Біокомплекс БТУ (обробка розчину) та Біокомплекс (підживлення).

Також вираховувалися фактори рядків сівби (ранній та пізній) і гібридного складу (середньоранній Арлан та середньостиглий Арлет).

Методом таких досліджень було встановлено оптимальні поєднані елементи технології, які забезпечують формування високопродуктивних посівів кукурудзи в умовах регіону шляхом активізації ростових процесів, підвищення стресостійкості рослин, підвищення виживаності, покращення структури агроценозу і, як наслідок, максимальної реалізації генетичного потенціалу гібридів.

Результати спостережень за ростом і розвитком рослин на різних варіантах технології представлені далі в підрозділах. Аналіз отриманих даних дозволяє оцінити доцільність та ефективність застосування окремих елементів технології, а також їх комплексного з'єднання для вирощування високопродуктивних агроценозів кукурудзи в регіоні.

Одним із важливих показників, які визначають густоту стояння рослин і продуктивність агроценозу, є польова схожість із середовищем. За результатами досліджень, передпосівна обробка вмісту біопрепаратами і регуляторами росту позитивно вплинула на енергію проростання та польову схожість кукурудзи (Рисунок 3.1).

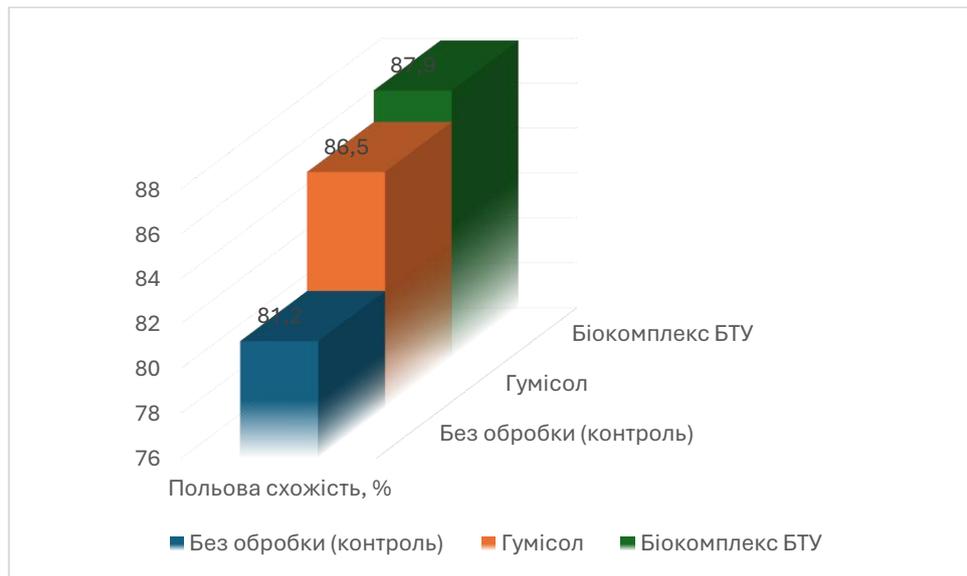


Рис. 3.1 – Польова схожість кукурудзи залежно від варіантів обробки, %  
(середнє за 2021-2023 рр.)

Складено автором за результатами дослідження

Найвищу польову схожість (87,9%) забезпечила інокуляція комплексним біопрепаратом Біокомплекс БТУ. Обробка використання гуматом калію Гумісолем також сприяла підвищенню схожості на 5,3% відповідно до контролю.

Густота перебування продуктивних рослин є одним з основних елементів структури агроценозу, що забезпечує рівень його продуктивності. Залежно від досліджуваних факторів, густота продуктивного стеблостою перед збиранням врожаю змінювалася в межах від 51,2 до 68,6 тис.шт./га (Таблиця 3.1).

Встановлено, що найбільш істотно на густоту перебування впливає фактор рядків сівби. Так, при пізній сівбі кількість рослин на час збирання була меншою в середньому на 10,3 тис./га відповідно з ранніми строками.

Використані в дослідних гібридах сформували достатньо щільні посіви із густотою 60,1-61,7 тис. рослин/га. Дещо вищою продуктивністю густотою характеризувався середньостиглий гібрид Арлет.

Оптимізація системи живлення, насамперед удосконалення мінерального та застосування біологічних і фізіологічно активних препаратів сприяла підвищенню виживаності рослин на 4,0-7,6 тис./га відповідно з контролем.

Таблиця 3.1

Густота продуктивного стеблостою кукурудзи перед збиранням, тис. шт./га (середнє за 2021-2023 рр.)

Фактор А - Система живлення	Фактор Б - Строк сівби		Фактор В - Гібрид
	Ранній	Пізній	Арлан
1. Контроль	60,5	51,2	55,1
2. +Гумісол (обр.насіння)	64,2	56,3	59,3
3. +Гумісол +N30P20K20	66,8	59,5	62,8
4. +Регоплант +N30P20K20	65,1	58,7	61,6
5. БТУ, Біокомплекс +N60P40K40	68,0	61,2	64,3
Середнє по фактору Б	64,9	57,4	60,6

Складено автором за результатами дослідження

Важливим структуроформуючим показником є висота рослин, яка визначає конкурентоспроможність позицій щодо бур'янів та ефективність використання рослинними факторами життєзабезпечення. За результатами дослідження встановлено істотний вплив на цей показник умов живлення та генотипових особливостей гібридів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Висота рослин кукурудзи у фазі цвітіння волоти, см (середнє за 2021-2023 рр.)

Система живлення	Арлан	Арлет	Середнє по фактору А
1. Контроль	208	227	217
2. +Гумісол (обр. насіння)	221	239	230
3. +Гумісол + N30P20K20	235	251	243
4. +Регоплант + N30P20K20	231	248	239

5. БТУ, Біокомплекс + N60P40K40	246	266	256
Середнє по фактору В	228	246	237
НІР05			
Фактор А			10
Фактор В			6

Складено автором за результатами дослідження

Найнижчими були рослини на контролі - 217 см. Застосування гумату та підвищення дози добрив сприяло збільшенню висоти на 13-26 см. Максимальні показники висоти (246-266 см) були у варіантах із включенням біопрепаратів та регуляторів росту на фоні підвищеного живлення.

Істотні відмінності у висоті мали місце також між використаними гібридами. Так, середньостиглий гібрид Арлет формував рослини вищі на 18 см порівняно з гібридом Арлан.

Отже, в процесі росту і розвитку рослин кукурудзи шляхом застосування сучасних біологічних і фізіологічно активних препаратів, регулювання системи живлення можна впливати на формування продуктивного агроценозу оптимальної структури.

### **3.2. Формування елементів продуктивності кукурудзи залежно від досліджуваних факторів**

Кінцева продуктивність посівів кукурудзи, яка рівнем урожайності та якісними показниками зерна, формується за рахунок оптимального поєднання та прояву основних елементів структури врожаю. До окремих із них належить кількість зерен у качані, маса зерна з качана та маса 1000 зерен. Саме завдяки активізації процесів диференціації репродуктивних органів, запліднення, запилення, формування та наливу зерна під дією різних елементів технології забезпечується повна реалізація генетичного потенціалу гібридів.

У дослідження пройшов процес вдосконалення варіантів систем покращення із застосуванням біопрепаратів, регуляторів росту, підвищених доз мінеральних добрив, а також факторів строків сівби та гібридного складу на формування основних структурних елементів, які починають рівень урожайності кукурудзи. Результати спостережень і обліків наведені в таблицях 3.4-3.6.

Врожайність кукурудзи значною мірою визначається формуванням основних елементів продуктивності: кількістю зерен у качані, масою зерна з качана та масою 1000 зерен. Дослідження впливу досліджуваних факторів на ці показники наведено у Таблицях 3.3-3.5.

Кількість зерен у качані є одним із найважливіших елементів структури врожаю кукурудзи, які формуються на початкових етапах органогенезу культури. На цей показник істотно вплинули гібридні особливості та система живлення (Таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

Кількість зерен у качані кукурудзи залежно від досліджуваних факторів, шт. (середнє за 2021-2023 рр.)

<b>Фактор А - Система живлення</b>	<b>Фактор В - Гібрид</b>	<b>Середнє по фактору А</b>
	Арлан	Арлет
1. Контроль	463	514
2. +Гумісол (обр.насіння)	493	548
3. +Гумісол +N30P20K20	527	589
4. +Регоплант +N30P20K20	517	579
5. БТУ, Біокомплекс +N60P40K40	554	622
Середнє по фактору В	511	570
НІР05 Фактор А		27
Фактор В		19

Складено автором за результатами дослідження

Використані гібриди відрізнялися за кількістю зерен у качані. Більш продуктивним виявився середньостиглий гібрид Арлет, який сформував 570 зернин у качані, що на 59 шт. більше, ніж у гібрида Арлан.

Визначальним чинником формування кількості зерен була система живлення кукурудзи. Застосування гумату калію, регулятора росту та біопрепаратів на фоні підвищених доз мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості зернин у 1,2 рази порівняно із контролем.

Маса зерна з качана є основним показником біологічної продуктивності та вагомим структурним елементом врожаю кукурудзи. Виявлено істотне зростання цього показника при оптимізації умов живлення та використанні сучасних біологічних препаратів (Таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Маса зерна з качана кукурудзи, г (середнє за 2021-2023 рр.)

Фактор А	Фактор В - Гібрид	
	Арлан	Арлет
Система живлення		
1. Контроль	161	185
2. +Гумісол (обр.насіння)	177	204
3. +Гумісол +N30P20K20	194	228
4. +Регоплант +N30P20K20	189	221
5. БТУ, Біокомплекс +N60P40K40	211	250
Середнє по фактору В	186	218
НІР05 Фактор А		14
Фактор В		9

Складено автором за результатами дослідження

На контролі маса зерна з одного качана становила в середньому 173 г. При застосуванні біологічних препаратів та регулятора росту на фоні підвищених норм мінерального живлення цей показник зріс до 205-231 г, або на 18-33% порівняно з контролем.

Істотні відмінності мали місце також між гібридами. Більш продуктивним виявився середньостиглий гібрид Арлет, маса зерна з качана якого становила 218 г проти 186 г у гібрида Арлан.

Маса 1000 зерен є важливим показником виповненості зерна та його якості. Аналіз експериментальних даних показав, що на цей елемент продуктивності істотно вплинула технологія вирощування (Таблиця 3.6).

Максимальною масою 1000 зерен (295-298 г) характеризувались варіанти із застосуванням біопрепаратів та регулятора росту на підвищеному фоні мінерального живлення. Порівняно з варіантом контролю (262 г) приріст маси 1000 зерен у цих варіантах становив 33-36 г або 13-14%.

Помітно вищою масою 1000 зерен відрізнявся середньостиглий гібрид Арлет (288 г) порівняно з Арлан (270 г).

Таблиця 3.6

Маса 1000 зерен кукурудзи, г (середнє за 2021-2023 рр.)

Фактор А	Фактор В - Гібрид	
	Арлан	Арлет
Система живлення		
1. Контроль	253	271
2. +Гумісол (обр.насіння)	265	281
3. +Гумісол +N30P20K20	279	298
4. +Регоплант +N30P20K20	274	293
5. БТУ, Біокомплекс +N60P40K40	288	308
Середнє по фактору В	272	290
НІР05 Фактор А		10
Фактор В		6

Складено автором за результатами дослідження

Отже, удосконалення складу та форм застосування добрив, використання регуляторів росту та біологічних препаратів сприяє активізації формування продуктивних елементів у рослин кукурудзи. Застосування досліджуваних факторів у комплексі дало змогу істотно поліпшити ключові

структурні показники продуктивності: збільшити кількість зерен у качані, масу зерна з рослини та виповненість зерна.

### 3.3. Урожайність та якість зерна кукурудзи

Урожайність - основний показник, який інтегрує вплив усіх факторів технології вирощування та ефективність їх застосування. Результати досліджень свідчать про істотний вплив на рівень урожайності як системи удобрення, так і сортових особливостей і строків сівби кукурудзи (Таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

Урожайність зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів, т/га

Фактор А	Фактор В - Гібрид	Фактор Б - Строк сівби	Середнє по фактору А
	Арлан	Арлет	Ранній
Система живлення			
1. Контроль	7.35	8.47	8.58
2. +Гумісол (обр.насіння)	8.18	9.41	9.58
3. +Гумісол +N30P20K20	8.99	10.34	10.64
4. +Регоплант +N30P20K20	8.78	10.16	10.28
5. Біо +N60P40K40	9.54	11.29	11.48
Середнє за фактором В	8.57	9.93	10.11
НІР05 Фактор А	0.31		
Фактор В	0.22		
Фактор Б	0.22		
Взаємодія АВ	0.44		
Взаємодія АБ	0.44		
Взаємодія ВБ	0.31		

Складено автором за результатами дослідження

У варіанті контролю за внесення N120P80K80 без застосування будь-яких біопрепаратів та підживлень урожайність становила 7,91 т/га.

Включення до технології вирощування гумату калію Гумісол у формі обробки насіння дозволило збільшити урожайність кукурудзи на 0,89 т/га або 11,2% порівняно з контролем. Застосування Гумісолу в поєднанні з підвищенням доз мінеральних добрив до N150P100K100 забезпечило приріст урожаю ще на 0,87 т/га.

Найбільш ефективним виявилось внесення підвищених доз мінеральних добрив (N180P120K120) в поєднанні з використанням комплексних біопрепаратів Біокомплекс БТУ (інокуляція насіння) та Біокомплекс (підживлення). У цьому варіанті отримано максимальну урожайність 10,42 т/га, що на 2,51 т/га або 31,7% більше, ніж на контролі.

Суттєвий вплив на продуктивність кукурудзи мав також гібридний склад. Так, із використаних у досліді гібридів максимальну урожайність 9,93 т/га забезпечив середньостиглий гібрид Арлет, що на 1,36 т/га вище, ніж у середньораннього Арлан. Відмінність між гібридами зберігалася на всіх варіантах системи живлення.

Істотним фактором впливу на рівень урожайності виявились строки сівби. Пізня сівба спричинила зниження врожаю в середньому на 1,72 т/га порівняно з ранніми строками, незалежно від варіанту удобрення та гібрида. Спостерігалася також взаємодія строків сівби із системою удобрення. Максимальні втрати урожайності від запізнення із сівбою (до 2,13 т/га) мали місце за вищих доз добрив та залучення біопрепаратів.

Поряд із урожайністю, важливою господарською ознакою зерна кукурудзи є його вологість під час збирання. За результатами наших досліджень встановлено незначний вплив досліджуваних факторів на цей показник (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.8

Вологість зерна кукурудзи під час збирання, %

Фактор А	Фактор В - Гібрид	Фактор Б - Строк сівби	Середнє по фактору А
	Арлан	Арлет	Ранній
Система живлення			
1. Контроль	21.0	20.4	20.0
2. +Гумісол	20.4	20.1	19.7
3. +N30	20.6	20.3	20.1
4. +Регозавод	20.8	20.6	20.3
5. Біо +N60	20.2	19.9	19.6
Середнє за фактором В	20.6	20.3	20.0

Складено автором за результатами дослідження

Найвищою вологість зерна під час збирання була у варіанті контролю (20,7%). Застосування біологічних препаратів та підвищених доз добрив сприяло дещо кращому досягненню - вологість зерна в цих варіантах становила 20,1-20,5%. Дещо нижчою вологість зерна була у середньостиглого гібрида Арлет (20,3%) порівняно з Арлан (20,6%). Суттєвий вплив на цей показник мали строки сівби. Зниження вологості при ранніх строках на 1% пояснюється більш тривалим досяганням зерна в полі.

Одним з важливих критеріїв оцінки якості зерна кукурудзи є його збиральна лійкість. Найкращими значеннями характеризувалася лійка з варіантів за внесення підвищених доз мінеральних добрив та застосування біопрепаратів на фоні сівби у ранні строки (Таблиця 3.9).

Таблиця 3.9

Збиральна лійкість зерна кукурудзи, %

Фактор А	Фактор В - Гібрид	Фактор Б - Строк сівби	Середнє по фактору А
	Арлан	Арлет	Ранній
Система живлення			
1. Контроль	85.1	86.7	87.4
2. +Гумісол	86.3	87.9	88.3

3. +N30	86.7	88.2	89.1
4. +Регозавод	86.1	87.4	88.7
5. Біо +N60	87.5	89.6	90.5
Середнє за фактором В	86.3	87.9	88.8

Складено автором за результатами дослідження

Так, у варіанті із внесенням N180P120K120 та використанням Біокомплексу збиральна лійкість становила 90,5% при ранніх строках сівби та знизилася до 86,6% при пізніх.

Збиральна лійкість також залежала від гібридних особливостей. Кращими показниками відзначався середньостиглий гібрид Арлет, у якого лійка в середньому була на 1,6% вища порівняно з середньораннім Арланом.

Важливими критеріями оцінки якості зерна є показники його крохмалистості та білковості. Аналіз експериментальних даних показав позитивний вплив оптимізації системи живлення та використання біопрепаратів на підвищення цих показників (Таблиця 3.10).

Таблиця 3.10

Вміст крохмалю та білка в зерні кукурудзи залежно від варіантів живлення, %

Система живлення	Крохмаль	Білок
1. Контроль	69,4	9,6
2. +Гумісол (обр.насілля)	70,3	10,0
3. +Гумісол +N30P20K20	70,9	10,5
4. +Регоплант +N30P20K20	70,6	10,2
5. Біо +N60P40K40	71,8	11,0

Складено автором за результатами дослідження

Найвищі показники крохмалистості (71,8%) і білковості (11,0%) були характерними для варіанту із внесенням N180P120K120 і застосуванням біопрепаратів, що пов'язано з кращим забезпеченням рослин елементами

живлення. У варіантах з дією гумату та регулятора росту вміст білка становив 10,0-10,5%, а крохмалю - 70,3-70,9%, незначно перевищуючи контроль.

Таким чином, удосконалення технології вирощування шляхом оптимізації живлення, залучення біопрепаратів і регуляторів росту сприяє підвищенню врожайності кукурудзи, покращенню збиральних якостей зерна, збільшенню його крохмалистості та білковості. Максимальний результат був досягнутий у варіанті з внесенням підвищених доз добрив (N180P120K120) у поєднанні з біопрепаратами Біокомплекс БТУ та Біокомплекс. Використання середньостиглого гібриду Арлет також сприяло істотному підвищенню продуктивності відносно менш пізнього Арлан. Суттєвим фактором впливу були строки сівби - ранні строки забезпечували більш високу врожайність кукурудзи порівняно з пізніми.

#### **3.4. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно**

Важливим критерієм оцінки доцільності впровадження цієї чи іншої технології у виробництво є її економічна ефективність. Адже головною наказом будь-якого товаровиробника є отримання максимального прибутку при оптимальному співвідношенні витрат і результатів виробництва. За результатами розрахунків встановлено суттєвий вплив досліджуваних елементів технології на формування основних економічних показників вирощування кукурудзи на зерно (табл. 3.11).

У варіанті з внесенням N120P80K80 без застосування будь-яких біопрепаратів та підживлення (контроль) вартість виробленої продукції становила 35580 грн/га при рівні виробничих витрат 20640 грн/га. Умовно чистий прибуток у цьому варіанті став 14940 грн/га, а рівень орендної - 72,4%. Розрахунки проводилися за такою формулою:

(3.2)

(3.3)

Включення до технології вирощування гумату калію Гумісол (обробка насіння) дозволило збільшити вартість продукції на 3960 грн/га за помірного зростання виробничих витрат на 540 грн/га. Завдяки цьому умовно чистий прибуток зріс до 18360 грн/га, а рентабельність становила 84,7%.

Застосування Гумісолу в поєднанні з підвищенням доз мінеральних добрив до N150P100K100 забезпечило більший приріст вартості продукції (+12060 грн/га), проте й витрати у цьому варіанті зросли суттєвіше (+4800 грн/га). Проте загалом прибуток підвищився до 22200 грн/га, а рівень рентабельності - до 95,3%.

Найвища вартість продукції (46890 грн/га) та найбільший розмір умовно чистого прибутку (26250 грн/га) були одержані у варіанті з внесенням підвищених доз мінеральних добрив N180P120K120 у поєднанні з використанням біопрепаратів Біокомплекс БТУ (обробка насіння) та Біокомплекс (підживлення посівів). Проте показники рентабельності у цьому варіанті були нижчими ніж за менших доз добрив через суттєве підвищення рівня виробничих витрат (до 28380 грн/га). Рівень рентабельності становив 92,5%.

Застосування регулятора росту Регоплант у поєднанні з підвищеними дозами добрив (варіант 4) забезпечило прибуток на рівні 23160 грн/га за рентабельності 99,2%.

Отже, найбільш ефективним за економічними показниками виявився варіант із внесенням N150P100K100 та застосуванням гумату калію Гумісол (вартість продукції 43515 грн/га, вартість 22200 грн/га, рентабельність 95,3%). Високі показники прибутковості та рентабельності були забезпечені також у варіантах із застосуванням регулятора росту Регоплант (рентабельність 99,2%) та біопрепаратів Біокомплекс БТУ і Біокомплекс (прибуток 26250 грн/га) на фоні підвищеного живлення.

Слід відзначити, що всі варіанти технології із застосуванням біопрепаратів, регуляторів росту, гуматів та підвищених доз добрив забезпечували значно вищу економічну ефективність завдяки контрольному недосконалому варіанту. Різниця в рівнях орендності між контролем (72,4%) та вдосконаленими варіантами становила від 10,3 до 26,8 відсоткових пунктів.

Таблиця 3.11

Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно залежно від елементів технології (середнє за 2021-2023 рр.)

Система живлення	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
1. Контроль	7,91	35580	20640	14940	72,4
2. +Гумісол (обр.насіння)	8,80	39540	21180	18360	84,7
3. +N30	9,67	43515	21840	22200	95,3
4. +Регоплант	9,47	42615	21900	23160	99,2
5. +Біо	10,42	46890	28380	26250	92,5

Примітки:

1. Розрахунки виконано виходячи з реалізаційної ціни 1 т зерна кукурудзи - 4500 грн.
2. Вартість насіння - 3500 грн/п.од; Гумісол - 540 грн/л; Регоплант - 450 грн/л; Біокомплекс БТУ - 400 грн/л; Біокомплекс - 420 грн/л.
3. Виробничі витрати включають: оранку, культивування, посів, збирання, вартість насіння, добрив, біопрепаратів, регулятора росту, гербіцидів тощо.

Складено автором за результатами дослідження

Таким чином, застосування біопрепаратів на основі корисних мікроорганізмів, гумінових сполук, регуляторів росту рослин у комплексі з оптимізацією рівня мінерального живлення дозволяє значно підвищити економічну ефективність вирощування кукурудзи на зерно. За рахунок приросту врожайності та поліпшення якості зерна досягається суттєве зростання вартості виробленої продукції й розміру прибутку на 1 га посівної площі. Найбільш прибутковим виявився варіант із застосуванням біопрепаратів за внесення N180P120K120. Високорентабельними були також варіанти із гуматом і регулятором росту на фоні помірно підвищених доз добрив (N150P100K100).

## **ВИСНОВКИ**

Проведені комплексні дослідження з вивчення впливу елементів технології вирощування на продуктивність кукурудзи на зерно в умовах ТОВ "Агробізнес ТСК" Недригайлівського району Сумської області дозволили зробити такі основні висновки:

1. Застосування біопрепаратів і регуляторів росту сприяло істотному підвищенню енергії проростання і польової схожості насіння кукурудзи. Найбільш ефективним виявився біопрепарат Біокомплекс БТУ, за інокуляції яким схожість збільшилася на 6,7% порівняно з контролем.

2. Шляхом вдосконалення системи живлення, оптимального поєднання мінеральних добрив, біопрепаратів і регуляторів росту вдалося істотно поліпшити структуру продуктивного стеблостою кукурудзи та посилити ростові процеси. У варіантах з Біокомплексом БТУ, Біокомплексом і N180P120K120 густота стеблостою підвищилася на 12,7-17,8 тис/га, а висота рослин - на 39-59 см відносно контролю.

3. Оптимізація живлення з включенням біопрепаратів сприяла збільшенню в 1,2 рази кількості зерен у качані, підвищенню маси зерна з рослини на 18-33% та збільшенню вповненості зерна (маси 1000 зерен) на 13-14% порівняно з контролем.

4. Найбільш ефективним виявилось внесення підвищених доз мінеральних добрив (N180P120K120) в поєднанні з використанням біопрепаратів Біокомплекс БТУ (інокуляція насіння) та Біокомплекс (підживлення посівів). За таких умов отримано максимальну врожайність 10,42 т/га, що на 2,51 т/га або 31,7% більше, ніж на контролі.

5. Із використаних у досліді гібридів максимальну урожайність 9,93 т/га забезпечив середньостиглий високопродуктивний гібрид Арлет, що перевищило рівень гібрида Арлан на 1,36 т/га. Раннє проведення сівби кукурудзи дозволило отримати урожайність на 1,72 т/га вищу порівняно з пізніми строками.

6. За оптимізації живлення та застосування біопрепаратів покращилися збиральні якості зерна. Найвища збиральна лійкість (90,5%) спостерігалася у варіанті із внесенням N180P120K120 та Біокомплексом за ранньої сівби. Значного підвищення зазнали технологічна якість зерна - вміст крохмалю до 71,8% і білка до 11,0%.

7. Нова удосконалена технологія вирощування кукурудзи з використанням біопрепаратів і регуляторів росту на фоні оптимізованого живлення забезпечила істотне підвищення економічної ефективності виробництва. Найвищу вартість виробленої продукції (46890 грн/га) та максимальний розмір умовно чистого прибутку (26250 грн/га) одержано у варіанті N180P120K120 + Біокомплекс БТУ + Біокомплекс. Високими показниками рентабельності (до 99,2%) відзначалися також варіанти із гуматом, регулятором росту та підвищеними нормами добрив.

8. Результати досліджень впроваджені у виробництво ТОВ "Агробізнес ТСК" Недригайлівського району Сумської області на площі 430 га, що забезпечило одержання додаткового прибутку в розмірі 2287 тис. грн.

Таким чином, проведені дослідження підтверджують високу ефективність і доцільність впровадження у виробництво удосконаленої технології вирощування кукурудзи на зерно з включенням біопрепаратів, регуляторів росту та оптимізованою системою удобрення, адаптованої до ґрунтово-кліматичних умов Сумської області. Застосування інноваційних складових сприяє підвищенню продуктивного потенціалу культури, поліпшенню якості зерна та істотному зростанню економічної ефективності агровиробництва.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі проведених багаторічних польових досліджень з вивчення елементів технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах ТОВ «Агробізнес ТСК» Недригайлівського району Сумської області для зони господарства Лісостепу застосовуються впровадження у виробництво удосконаленої технології з комплексним застосуванням інноваційних компонентів – біопрепаратів, регуляторів росту та підвищених норм добрив.

1. Система удобрення. Для формування високопродуктивних посівів кукурудзи користуються застосуванням підвищених з традиційними нормами внесення мінеральних добрив: азоту - 150-180 кг/га, фосфору - 100-120 кг/га та калію - 100-120 кг/га д.р. залежно від рівня запланованої врожайності. При цьому доцільно використовувати роздрібне внесення азотних добрив: 50-60% від загальної норми під передпосівну культивуацію і решту у підживлення у фазі 5-7 та 9-10 листків.

2. Біопрепарати і регулятори росту. Обов'язковим елементом технології має бути застосування новітніх біопрепаратів та регуляторів росту рослин:

- Інокуляція використана комплексним інокулянтом Біокомплекс БТУ (2 л/т) на основі азотфіксуючих та фосформобілізуєчих бактерій для покращення живлення рослин та стимуляції росту.

- Позакореневе підживлення посівів у фазі 5-7 та 9-10 листків біопрепаратом Біокомплекс (2 л/га) для активізації розвитку рослин.

- Передпосівна обробка розчину гуматом калію Гумісол (0,3 л/т) для регуляції ростових процесів, підвищення стійкості до стресів, активізації обґрунтованого мікробіоценозу.

- Позакореневе підживлення у фазах 4-6 та 9-11 листків регулятором росту Регоплант (0,33 л/га) для підвищення продуктивності та підвищення стресостійкості посівів.

3. Гібридний склад. Для зони Лісостепу Сумської області використовують високопродуктивні інтенсивні гібриди середньорангової (ФАО 290) та середньостиглої (ФАО 380) групи стійкості провідних зарубіжних компаній-виробників. У господарствах доцільно щорічно формувати гібридні склади із комбінацією кількох гібридів різної групи стиглості для регулювання строків збирання.

4. Строки сівби. Оптимальним строком сівби кукурудзи є ранньовесняний - 25 квітня - 5 травня. Орієнтири визначення мають строки бути температурою підстави на глибині загортання температури - 10-12°C та достатню фізичну стійкість ґрунту. Пізні строки сівби (від 15 травня) призводять до суттєвого зниження врожайності, особливо в поєднанні з інтенсивними технологіями.

Ширина міжряддя для гібридів середньоранньої групи має становити 70 см, для середньостиглих - 60-70 см. Регулювання норми висіву необхідно проводити для формування на час збирання 60-65 тис. продуктивних рослин гібридів середньостиглої групи та 55-60 тис./га середньоранньої.

5. Система захисту рослин. Для боротьби з бур'янами обов'язковим є застосування обґрунтованих гербіцидів (наприклад, Харнес або Примекстра ТЗ) під час сівби, а також страхових (Майстер Пауер, Мілагро, Елюміс та ін.) у фазі 5-7 листків культури із дотриманням регламентів та відповідного контролю. Проти шкідників і хвороб необхідно провести комплекс захисних заходів відповідно до прогнозів: протруєння, обробка посівів інсектицидами (Кораген, Шерпа), фунгіцидами (Абакус, Дерозал) тощо.

6. Збирання і післязбіральна доробка зерна. Початок збирання кукурудзи слід орієнтувати на досягнення зерної вологості 28-35%. Раннє збирання за вищої вологості пошкоджено до підвищених витрат на сушіння, а запізнілий збір - до ризиків самозігрівання врожаю та збільшення витрат при обмолоті. Збирання врожаю краще провести роздільним способом шляхом спочатку очісування качанів, а потім їх обмолоту. За потреби передбачити штучне підсушування зерна до базисної вологості 14%. Подальше зберігання насіннєвої фракції міститься при 14% вологості, продовольчої - 12-14%, кормової - 12-16% відповідно до встановлених норм та вимог.

Дотримання розроблених науково-обґрунтованих рекомендацій із комплексним впровадженням інноваційних елементів технології забезпечує формування високопродуктивних посівів кукурудзи з урожайністю на рівнях 10-11 т/га та вище в господарствах зони Лісостепу. Важливим є також забезпечення належної якості зерна, підвищення вмісту в ньому білка та крохмалю.

Застосування удосконаленої технології дозволяє значно підвищити економічну ефективність та екологічну безпеку кукурудзяного виробництва. Приріст доходів від реалізації зерна становить 7-12 тис. грн/га, рівень рентабельності досягає 90-100% проти 70-75% для традиційних систем. Технологія біологізації шляхом залучення мікробних препаратів, гумінових сполук, фізіологічно активних речовин сприяє збереженню та відтворенню родючості підстав, оптимізації живлення рослин.