

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ПОГОДЖЕНО**  
Декан агробіологічного  
рослинництва  
факультету

\_\_\_\_\_ **Віталій КОВАЛЕНКО**

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ **Світлана КАЛЕНСЬКА**

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ НА  
ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ З ЕЛЕМЕНТАМИ ПРОГРАМУВАННЯ  
ВРОЖАЮ»**

Спеціальність	201	«Агрономія»
Освітня програма		Агрономія
Орієнтація освітньої програми		Освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**  
доктор с.-г. наук, професор

**Світлана КАЛЕНСЬКА**

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи,**  
кандидат с.-г. наук, доцент

**Володимир МОКРІЄНКО**

**Виконала**

**Ксенія БОРИСОВА**

**КИЇВ – 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри рослинництва  
доктор с.-г. наук, професор \_\_\_\_\_ Каленська С.М.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТЦІ**

**БОРИСОВА КСЕНІЯ ОЛЕСАНДРІВНА**

Спеціальність	201 «Агрономія»
Освітня програма	Агрономія
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Формування продуктивності кукурудзи на чорноземах типових з елементами програмування врожаю», затверджена наказом ректора НУБіП України від «12» грудня 2024 р. № 2220 «С».

Питання щодо дослідження та подальшого вивчення:

1. **Об’єкт наукового дослідження** – процеси росту, розвитку та формування продуктивності рослин кукурудзи залежно від застосування елементів ресурсозберігаючих технологій. Особливу увагу приділено вивченню взаємозв’язку між умовами вирощування, морфологічними характеристиками рослин та їх здатністю формувати врожайність за різних рівнів забезпечення вологою, теплом і поживними речовинами.

2. **Предмет досліджень** – сучасні інноваційні гібриди кукурудзи різних груп стиглості, їх потенціал продуктивності, адаптивні властивості та реакція на зміну густоти стояння, норми висіву й інших елементів технології вирощування. Вивчення включає аналіз морфофізіологічних особливостей та оцінку здатності гібридів ефективно використовувати ресурси середовища.

3. **Погодні, кліматичні та ґрунтові умови вирощування**, а також елементи зональної ресурсозберігаючої технології. Дослідження передбачає оцінку регіональних особливостей гідротермічного режиму, потенціалу чорноземів, впливу технологічних прийомів (обробіток ґрунту, удобрення,

норма висіву, густота стояння, система захисту) на ріст і розвиток кукурудзи. Окремо розглянуто питання оптимізації технології відповідно до кліматично-екологічних обмежень.

4. **Аналіз отриманих польових результатів та їх відповідність біокліматичному потенціалу регіону й матеріально-технічному забезпеченню господарства.** У межах дослідження виконано порівняння фактичної продуктивності гібридів із розрахунковими показниками потенційної та кліматично-зумовленої врожайності. Здійснено оцінку ефективності використаних ресурсів (волога, поживні речовини, площа живлення) та встановлено відповідність технології можливостям господарства.

5. **Наукове обґрунтування висновків та виробничих рекомендацій за результатами експериментальних досліджень.** Розроблено пропозиції щодо оптимізації елементів ресурсозберігаючої технології вирощування кукурудзи з урахуванням біологічних особливостей гібридів та умов регіону. Проведено розрахунок економічної ефективності вирощування кукурудзи при застосуванні різних технологічних варіантів.

Дата видачі завдання “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_ Володимир  
МОКРІЄНКО

( підпис )

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ Ксенія БОРИСОВА

( підпис )

## ЗМІСТ

Реферат	6
Вступ	7
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ	9
1.1. Напрямки використання кукурудзи	9
1.2. Біологічні особливості кукурудзи	14
1.3. Етапи органогенезу кукурудзи	16
1.5. Формування густоти стояння рослин кукурудзи	18
РОЗДІЛ 2. ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика	21
2.2. Методика проведення досліджень	24
2.3. Агротехніка в досліді	27
РОЗДІЛ 3. РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ	29
3.1. Особливості проходження вегетаційного періоду	29
3.2. Лінійний ріст	32
3.3. Фотосинтетична діяльність посіву	36
3.4. Вологість зерна перед збиранням	39
3.5. Формування продуктивності кукурудзи	41
3.6. Оцінка ресурсозберігаючої технології	44
3.7. Елементи програмування врожайності кукурудзи	46
ВИСНОВКИ	51
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54

## РЕФЕРАТ

При виконанні польових досліджень та підготовці кваліфікаційної магістерської роботи були використані сучасні загальноприйняті методики дослідної справи в рослинництві. Методологічною основою слугували праці В.С. Цикова (2004), В.В. Вовкодава (2012), С.М. Каленської (2016). Зазначені джерела містять ґрунтовні положення щодо планування польових експериментів, методики закладання дослідів, проведення фенологічних спостережень, обліку структурних елементів урожаю та аналізу даних.

Магістерська робота містить вступ, у якому обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання досліджень, а також окреслено очікувані результати. У першому розділі подано всебічний огляд літературних джерел щодо сучасних підходів до підвищення продуктивності кукурудзи, зокрема шляхом впровадження ресурсощадних технологій вирощування.

У другому розділі викладено схему досліду, характеристику ґрунтово-кліматичних умов господарства та методику виконання обліків і спостережень. Особливу увагу приділено підбору гібридів кукурудзи різних груп стиглості та встановленню діапазону норм висіву, які оцінювалися в польовому експерименті.

Експериментальна частина роботи містить детальні результати польових спостережень, які відображають вплив норми висіву насіння на інтенсивність ростових процесів, тривалість міжфазних періодів, фотосинтетичну активність та формування елементів продуктивності.

На основі отриманих експериментальних даних сформульовано науково обґрунтовані рекомендації для виробництва щодо оптимізації елементів зональної технології вирощування кукурудзи.

**КУКУРУДЗА, ГІБРИДИ, РІСТ І РОЗВИТОК, ГУСТОТА  
СТОЯННЯ РОСЛИН, ПРОДУКТИВНІСТЬ**

## ВСТУП

Кукурудза є однією з провідних і високоврожайних сільськогосподарських культур, продуктивність якої перевищує більшість поширених зернових і кормових культур. Вона має різноманітне застосування: слугує джерелом цінних харчових продуктів для людей, високопоживних кормів для тварин, багата на вуглеводи та водночас є доступною сировиною для промисловості.

**Актуальність теми.** Зміни погодно-кліматичних умов останніх років підкреслюють актуальність застосування ресурсозберігаючих технологій вирощування кукурудзи, а також розробки та відбору посухостійких гібридів і впровадження технологічних заходів, що підвищують адаптивність агробіоценозів до навколишнього середовища. Науковці світу та вітчизняні дослідники досягли значного прогресу у створенні, адаптації та впровадженні інноваційних зональних технологій вирощування цієї культури [1-4].

Одним із пріоритетних завдань сучасного рослинництва є забезпечення стабільної врожайності та отримання високих валових зборів зерна кукурудзи. Для досягнення цих показників розробка ефективних заходів агротехніки повинна ґрунтуватися на глибокому розумінні біологічних особливостей культури, а також враховувати досягнення агрохімії, фітопатології, селекції, механізації та сучасних підходів точного землеробства. Впровадження ресурсозберігаючих та енергозберігаючих технологій дозволяє не лише підвищити ефективність виробництва, а й зменшити витрати на вирощування, забезпечуючи одночасно економічну доцільність і екологічну безпеку агровиробництва. Такі технології базуються на науково обґрунтованих принципах, що враховують кліматичні, ґрунтові та агроекологічні умови конкретного регіону, та передбачають комплексне застосування сучасних методів обробітку ґрунту, систем удобрення, норм висіву та догляду за рослинами.

Сучасний асортимент гібридів кукурудзи характеризується значним різноманіттям морфологічних та біологічних властивостей. Він включає гібриди з різною тривалістю вегетаційного періоду, різноманітним габітусом рослин, різним ступенем стійкості до затінення, загущення та несприятливих чинників середовища. Крім того, гібриди демонструють різну реакцію на зміну рівня живлення, водний режим та інші агротехнічні чинники. Урахування цих властивостей при підборі гібридів і плануванні агротехнічних заходів дозволяє оптимізувати формування врожаю та максимально реалізувати потенціал продуктивності кукурудзи у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [2, 5].

**Метою проведення польових досліджень** є встановлення закономірностей росту та розвитку рослин кукурудзи, а також вивчення особливостей формування врожайності зерна різних гібридів. Дослідження передбачають аналіз проходження міжфазних періодів розвитку рослин та визначення їх календарного настання в залежності від норми висіву насіння. Особлива увага приділяється вивченню впливу гідротермічних умов та інтенсивності фотосинтетичної діяльності на ріст і розвиток рослин, а також на рівень продуктивності кукурудзи. Крім того, дослідження мають на меті визначити ефективність формування врожаю залежно від генетичних особливостей гібридів та застосованої норми висіву, що дозволяє оцінити адаптивність гібридів до конкретних агрокліматичних умов та оптимізувати технологію їх вирощування для досягнення максимальної продуктивності.

**Об'єкт досліджень.** Використання елементів ресурсозберігаючої технології вирощування.

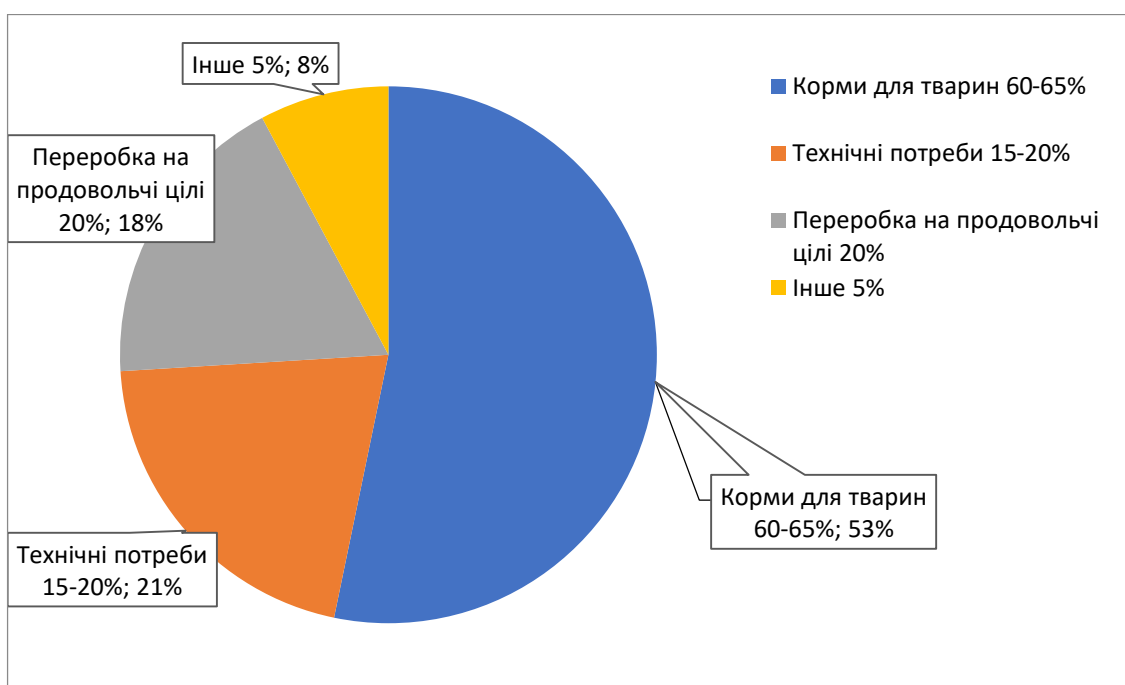
**Предмет досліджень.** Гібриди кукурудзи, ґрунтово-кліматичні умови, густина стояння рослин.

**Практичне значення роботи.** Гібриди кукурудзи різних груп стиглості демонструють неоднакову реакцію на густоту стояння рослин, що зумовлено комплексом факторів. Серед них ключове значення мають погодні умови, забезпеченість ґрунту елементами мінерального живлення, рівень

вологості посівів, а також наявність різних видів бур'янів та інші агроєкологічні чинники. В умовах сучасного землеробства одним із найважливіших компонентів технології вирощування кукурудзи є правильне визначення густоти стояння рослин з урахуванням біологічних особливостей конкретного гібрида та агроєкологічних умов регіону. Оптимальна густина стояння забезпечує максимальне використання потенціалу гібридів, сприяє підвищенню продуктивності та стабільності врожаю, а також дозволяє ефективно використовувати наявні ресурси ґрунту та агротехнічні заходи.



Кукурудза є однією з провідних кормових культур, врожайність якої значно перевищує продуктивність більшості інших зернових культур. Зерно кукурудзи використовується у різних галузях: близько 20% спрямовується на продовольчі потреби, 15–20% – на технічні цілі, а 60–65% використовується як високопоживний фураж для тваринництва. Завдяки такій універсальності та високій харчовій цінності кукурудза займає важливе місце у забезпеченні продовольчої безпеки, кормової бази тваринництва та сировинної підтримки промислового виробництва (рис.1.2.).



**Рис. 1.2. – Використання кукурудзи у світі**

За поживною цінністю зерно кукурудзи значно перевищує жито, ячмінь та овес. У 1 кг зерна міститься приблизно 1,35 кормових одиниць та 79 г перетравного протеїну, який представлений неповноцінними білками – зеїном та глютеліном. Тому доцільніше згодовувати кукурудзу у суміші з високопротеїновими кормами для забезпечення збалансованого раціону. Хімічний склад зерна включає 65–70% вуглеводів, 9–13% білка, 4–7% рослинної олії (у зародку олії міститься до 40%) та близько 2% клітковини.

Крім того, зерно містить вітаміни А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е, С, мінеральні солі, мікроелементи та незамінні амінокислоти. Вміст білка за деякими незамінними амінокислотами, зокрема триптофаном та лізином, є недостатнім, що потребує комбінування кукурудзи з іншими білковими кормами [3].

Кукурудза також є однією з основних силосних культур завдяки високій врожайності зеленої маси, що значно перевищує інші кормові культури. У 1 ц силосу кукурудзи, зібраного у фазу молочно-воскової стиглості зерна, міститься близько 0,22–0,24 кормових одиниць, а у фазу воскової стиглості – 0,28–0,32 кормових одиниць. Вміст перетравного протеїну в силосі становить 1,4–1,8 кг, силос багатий на каротин, добре перетравлюється та має високі дієтичні властивості. Недоліком кормів з кукурудзи є недостатня кількість перетравного протеїну – близько 60–65 г у силосі та 75–78 г на 1 кормову одиницю в зерні, тоді як норма становить 100–110 г на 1 кормову одиницю. Для запобігання перевитрат кормів у 1,3–1,4 рази рекомендується збалансовувати раціон і згодовувати кукурудзу разом із бобовими культурами, в яких на 1 кормову одиницю припадає 140–160 г перетравного протеїну [3,6].

Зерно кукурудзи є універсальною сировиною для виробництва понад 160 технічних і харчових продуктів, таких як крупа, борошно, крохмаль, пластівці, глюкоза, сиропи та спирт. З 100 кг зерна можна отримати близько 37–40 л спирту, що на 3–5 л більше, ніж із зернових культур інших видів. З зародків кукурудзи виробляють харчову олію, яка володіє лікувальними властивостями, зокрема сприяє зниженню рівня холестерину в крові та профілактиці атеросклерозу. Стрижні качанів використовують для отримання ксилолу, фурфуролу, лігніну, а також для виробництва целюлози та паперу, що підкреслює багатофункціональність кукурудзи як сільськогосподарської та промислової культури [3].

Кукурудза є однією з провідних силосних культур, оскільки її врожайність зеленої маси значно перевищує показники інших кормових

культур. У 1 центнері силосу кукурудзи, зібраного у фазу молочно-воскової стиглості зерна, міститься близько 0,22–0,24 кормових одиниць, тоді як у фазу воскової стиглості – 0,28–0,32 кормових одиниць. Вміст перетравного протеїну в кукурудзяному силосі становить 1,4–1,8 кг на 1 ц. Крім того, силос багатий на каротин, добре перетравлюється та має високі дієтичні властивості, що робить його цінним компонентом у раціоні тварин.

Незначним недоліком кормів із кукурудзи є недостатня кількість перетравного протеїну, що становить близько 60–65 г у силосі та 75–78 г на 1 кормову одиницю, тоді як оптимальна норма – 100–110 г на 1 кормову одиницю. Для запобігання перевитрат кормів у 1,3–1,4 рази рекомендується збалансувати раціон, згодовуючи кукурудзу разом із бобовими культурами, які містять 140–160 г перетравного протеїну на 1 кормову одиницю [3,6].

Зерно кукурудзи є універсальною сировиною для виробництва понад 160 технічних та харчових продуктів, серед яких крупа, борошно, крохмаль, пластівці, глюкоза, сиропи та спирт. Із 100 кг зерна можна отримати близько 37–40 л спирту, що на 3–5 л більше, ніж із зернових культур інших видів. З зародків виробляють харчову олію, яка має високу харчову цінність та лікувальні властивості, зокрема сприяє зниженню рівня холестерину в крові та запобігає розвитку атеросклерозу. Стрижні качанів використовують для отримання ксилолу, фурфуролу, лігніну, а також для виробництва целюлози та паперу, що свідчить про багатофункціональність кукурудзи як сільськогосподарської та промислової культури.

Як просапна культура, кукурудза має значне агротехнічне значення. При дотриманні всіх вимог сучасної агротехніки та своєчасному виконанні обробітку, кукурудза залишає після себе поле з розпушеним ґрунтом та мінімальною кількістю бур'янів, що полегшує підготовку поля для наступних культур. Завдяки значній кореневій та стебловій масі кукурудза повертає до ґрунту значну частину органічної речовини, що сприяє підвищенню родючості. Особливе значення має заорювання листостеблової маси після вивезення зерна з поля, оскільки при цьому на кожну тонну приораної маси в

грунт надходить близько N 16–17, P 47, K 30–37, Mg 4. Якщо заробити в ґрунт близько 7 т решток кукурудзи, це буде еквівалентно внесенню 20–25 т гною за вмістом поживних речовин.

Кукурудза також виступає хорошим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, зокрема для зернобобових та ярих зернових, забезпечуючи сприятливі умови для їх росту та розвитку. Водночас, для озимих зернових кукурудза є менш вигідним попередником, оскільки після її вирощування складніше забезпечити якісну підготовку ґрунту до сівби, що обмежує ефективність використання агротехнічних ресурсів [4,8].

## **1.2. Біологічні особливості кукурудзи**

Кукурудза є теплолюбною культурою, насіння якої проростає при стійкому прогріванні ґрунту до +10–12°C. Оскільки після посіву часто відбувається швидке підвищення температури та зменшення запасів вологи у ґрунті, важливим є використання сівалок точного висіву у оптимальні строки, що забезпечує високу посухо- та жаростійкість рослин у період інтенсивного росту, який співпадає з критичним температурним і водним режимом. Для гібридів з кременистим підвидом зерна рекомендуються ранні строки сівби при температурі ґрунту 6–8°C, що дозволяє ефективно використати запаси вологи в ґрунті [3,5,8,9].

За результатами польових досліджень, при температурі ґрунту +12–13°C сході з'являються через 10–12 діб, а при +14–15°C через 7–9 діб [5,12]. Посів насіння в недостатньо прогрійтий ґрунт призводить до його пошкодження ґрунтовими шкідниками та збудниками хвороб. Використання інкрустації насіння дозволяє проводити сівбу на 5–10 днів раніше звичайних строків та отримати приріст урожаю на 8–10 ц/га. Запізнення зі сівбою на 10 днів щодо оптимальних строків знижує врожайність зерна на 6–8 ц/га [10–12].

При визначенні строку сівби враховують холодостійкість гібридів. Ранньостиглі та середньоранні гібриди з кременистим підвидом зерна мають

підвищену холодостійкість, тому їх сівбу доцільно проводити в ранні строки. Рослини на стадії третього листка здатні відновити пошкоджену надземну частину при зниженні температури до  $-3^{\circ}\text{C}$ . З появою шостого листка чутливість до низьких температур збільшується, що подовжує міжфазні періоди [8,11].

У разі заморозків або тривалого зниження температури рослинам кукурудзи потрібен час для відновлення фізіологічних процесів і темпу розвитку. Використання препаратів-антистрес сприяє швидшому відновленню рослин після холодowego стресу [3–5]. Після утворення 11–13 листків і до викидання волоті оптимальна середньодобова температура має становити  $23\text{--}25^{\circ}\text{C}$ . При температурі нижче  $15^{\circ}\text{C}$  ріст рослин сповільнюється, а при  $10^{\circ}\text{C}$  припиняється. Максимальна температура ростових процесів  $8\text{--}40^{\circ}\text{C}$ . За температури  $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$  під час цвітіння життєздатність пилку триває не більше 2 годин, що може призводити до порушень запилення та утворення череззерниці [5].

Для формування 1 кг сухої речовини кукурудза споживає 250–400 кг води [4,6,17]. Під час вегетації культура потребує 450–600 мм опадів; 1 мм опадів забезпечує приріст зерна 20–30 кг/га. Загалом рослина споживає близько 200 л води протягом вегетаційного періоду [18].

Кукурудза є світлолюбною культурою: оптимальна освітленість сприяє активності ферментів у рослинах. Для нормального росту та розвитку потрібно 12–14 годин активного сонячного світла, а перехід до цвітіння можливий при 8–9 годинному дні. Недостатнє освітлення знижує продуктивність і продовжує період вегетації. На цей процес впливає також густина посіву, вологість і наявність поживних речовин у ґрунті [5].

Заболочені, кислі, важкі глинисті та засолені ґрунти непридатні для вирощування кукурудзи [7,9]. Високі врожаї можливі на більшості інших типів ґрунтів за умови внесення добрив та своєчасного догляду. Найбільш придатні ділянки з глибоким шаром гумусу, достатньою кількістю поживних речовин і вологи та рН 6,0–7,0.

На ранніх стадіях росту азот має визначальний вплив: його дефіцит уповільнює ріст і розвиток. Максимальне споживання азоту спостерігається за 2–3 тижні до викидання волоті. Фосфор стимулює розвиток кореневої системи, підвищує посухостійкість та прискорює утворення качанів і дозрівання зерна. Найбільша потреба у фосфорі відзначається під час формування зерна і триває майже до дозрівання [5,12]. До періоду викидання волоті рослина поглинає до 90% необхідного калію, після цвітіння потреба в ньому значно знижується [10–12].

### **1.3. Етапи органогенезу кукурудзи**

Ріст, розвиток та врожайність кукурудзи значною мірою залежать від абіотичних факторів, проте фермер може регулювати їх вплив за допомогою агротехнічних заходів, таких як вибір сорту, обробіток ґрунту, сівозміна, внесення добрив, зрошення та боротьба зі шкідниками. Знання принципів росту та розвитку рослин дозволяє оптимально використовувати виробничі ресурси в потрібний час і в необхідних кількостях, що забезпечує максимальну врожайність та економічну ефективність.

Стадії розвитку кукурудзи визначаються листовим апаратом: кожен лист ідентифікується верхнім листовим язичком. Наприклад, на етапі V6 нижні листки починають обпадати через видовження та потовщення стебла. Для визначення стадії після появи десяти листків додають п'ять до кількості видимих листків. Точне визначення стадії можливе при розрізанні нижньої частини стебла, де перші чотири вузли розташовані один над одним, а п'ятий вузол над першим видовженим міжвузлям позначає п'ятий листок і слугує точкою відліку для визначення стадії росту. Кожна стадія розвитку враховується, коли близько половини рослин культури перебуває в цій фазі. У практичному менеджменті особливу увагу приділяють стадіям VE, V3, V5, V12, V18, R1 та R2–R6.

Стадія VE та V3 – рівномірний посів є критично важливим для оптимальної врожайності. Прохолодна погода під час сівби обмежує поглинання поживних речовин і сповільнює розвиток. Температура ґрунту понад 15 °C сприяє швидкому та рівномірному проростанню за достатньої вологості. Проростання в холодному ґрунті підвищує ризик ураження сажкою, патоген якої проникає через колеоптіль і проявляється лише під час цвітіння [5].

На стадії V3 точка росту залишається під рівнем ґрунту, і низькі температури подовжують формування листків. Град або мороз на цьому етапі практично не впливають на врожай, тоді як перезволоження може загубити рослини. Контроль бур'янів на ранніх стадіях сприяє підвищенню врожайності.

Стадія V5 – точка росту наближається до поверхні ґрунту, стебло починає активно видовжуватися, нові листки з'являються кожні 2–3 дні. Визначається потенційна врожайність та кількість рядів зерен у качані. Для уникнення дефіциту азоту проводять підживлення до стадії восьмого листка. Фунгіциди на цьому етапі забезпечують захист листя на 14–21 день [7]. Пошкодження градом може зменшити кількість рядів у качані на 10–20%, а мороз здатний знищити урожай.

Стадія V12 – активний ріст рослин, формування опорних коренів та потенційної кількості зерен у рядку до стадії V17. Потреба рослин у азоті максимальна, необхідно забезпечити достатню вологість і поживні речовини. Генетичні особливості визначають розмір качанів; ранні гібриди проходять стадії швидше і формують менші качани [9].

Стадія V18 – коренева система досягає глибини 1,8 м, видима волоть у піхві листка. Стрес на цьому етапі затримує розвиток качанів більше, ніж волоті, і порушує синхронність запилення. Недостатня волога вранці може призвести до втрат урожаю до 4% на день, а град — до 100%. Оптимальне живлення мікроелементами (B, Zn, Mg, Mn) підвищує фертильність і фотосинтетичну продуктивність, забезпечуючи ефективне цвітіння [14].

Фаза R1 – репродуктивна, початок появи рилець і запилення протягом 5–10 днів. Стрес у цей період може викликати абортацію качанів, а дефіцит вологи — втрату врожаю до 7% на день. Листкові хвороби та град також негативно впливають на продуктивність. Поглинання калію майже завершене, він критично важливий для запилення та наливу зерна. Надлишок азоту та дефіцит калію сприяє виляганню. Рослина переміщує поживні речовини до качана, що визначає кінцеву врожайність [17].

Фази R2–R6 – активний налив зерна, завершальний критичний етап формування качанів. Стреси на цих стадіях зменшують кількість, розмір і вагу зерна. Збереження травостою подовжує стадії наливу та накопичення сухої речовини.

R3 – молочна стиглість, 18–22 день після появи рилець.

R4 – молочно-воскова стиглість, 24–28 день після появи рилець.

R6 – фізіологічна стиглість, 60–65 день після появи рилець.

#### **1.4. Формування густоти стояння рослин кукурудзи**

Збільшення, так і відхилення густоти стояння рослин від оптимальної має негативний вплив на рівень урожайності, тому головним агротехнологічним заходом є формування оптимальної норми висіву насіння. Оптимальна норма висіву забезпечить раціональну передзбиральну густоту стояння рослин.

Недоліки недостатньої й надмірної густоти рослин кукурудзи проявляються в такому:

- за недостатньої густоти стояння рослини не повністю використовують поживні речовини й вологу ґрунту, в результаті цього врожайність з одиниці площі знижується, хоча продуктивність окремо взятої рослини може бути високою;

- за сильного загущення посилюється конкуренція за природні фактори життя, зумовлюючи затінення й пригнічення рослин, зниження інтенсивності фотосинтезу. За високого термічного режиму й недостатньої

кількості вологи в ґрунті в загущених посівах відбувається передчасне відмирання листків, пришвидшується досягання зерна. У таких посівах зменшується кількість качанів на рослині, знижується середня маса качана, його озерненість, вихід зерна, маса 1000 зернин.

За результатами досліджень максимальна продуктивність посівів кукурудзи в умовах регіону забезпечується за густоти стояння рослин на час збирання: ранньостиглих гібридів – 65–70 тис. штук рослин на гектар; середньоранніх – 55–60 тис./га; середньостиглих – 45–50 тис./га [5,9,14].

Дослідженнями встановлено, площа листкового апарату однієї рослини при загущенні посіву зменшується. Внаслідок недостатньої освітленості, у загущених посівах стебла витягуються і формуються малопродуктивні рослини з недостатньою площею живлення. Зростає внутрішньовидова конкуренція за елементи живлення, вологу, світло, і як наслідок, затримується розвиток рослин. Такі посіви сильніше уражуються збудниками хвороб, а частина рослин взагалі гине [19].

З урахуванням складних погодних умов, головним чином нестача вологи та високі температури, посів із шириною міжрядь 50 см є кращим для реалізації потенціалу урожайності кукурудзи [12].

В залежності від особливостей живлення, при інтенсивній системі вирощування за наявності гарантованої вологи можливо збільшити густоту, а при помірно інтенсивній технології збільшення густоти може призвести до зниження врожайності [5,7].

Формуючи норму висіву насіння, необхідно враховувати його польову схожість, на неї впливає якість насіння та якість підготовки ґрунту, запаси вологи, та температура ґрунту на глибині залягання. Крім того, певна кількість рослин втрачається під час вегетації, в основному на ранніх етапах розвитку, зокрема від пошкоджень шкідниками. Окремі виробники висівають свої гібриди з більшою рекомендованою густотою, щоб зменшити втрати при пошкодженні ґрунтовими шкідниками, пригніченні бур'янами, якщо при підборі густоти посіву кукурудзи вийти за межі оптимального

співвідношення, є ймовірність недобору врожаю, гібрид не розкриває свій потенціал.

Питання оптимізації кількості рослин на одиниці площі є особливо актуальним при вирощуванні кукурудзи в умовах нестійкого та недостатнього зволоження. Так, встановлено, що прояв несприятливих елементів клімату в критичні періоди розвитку рослин суттєво обмежує реалізацію їхнього генетичного потенціалу продуктивності. Вірогідність формування середніх врожаїв (5,4–6,1 т/га) культури залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних становить 29–42 %, а нижчих за середні та низьких – 27–37 % [7].

Умови в період вегетації кукурудзи суттєво впливають не тільки на ростові процеси рослин, але й на обмінні, що проявляється у вигляді значного коливання показників хімічного складу зерна [8].

В зв'язку з постійним оновленням переліку районованих гібридів і посиленням останніми роками посушливості клімату важливим завданням є доопрацювання окремих елементів технології вирощування різних біотипів кукурудзи, у тому числі й оптимізація розміру площі живлення. Виходячи з цього, мета роботи – встановити оптимальну передзбиральну густоту стояння рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

## РОЗДІЛ 2

### ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ, МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика

Ґрунт на території господарства: чорнозем глибокий малогумусний. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту на глибині до 30 см за Тюрінім складає 3,10-3,15%, рН – 6,3-6,7, ємність поглинання – 30,5-31,5 мг-екв/100 г ґрунту. Вміст азоту (за К'ельдалем) – 0,21-0,35%, загального фосфору – 0,12-0,25%, калію – 1,7-2,3%.

Водно-фізичні властивості чорнозему типового приведені в табл. 2.1.

**Таблиця 2.1. – Водно-фізичні властивості ґрунту**

Шар ґрунту, см	Об'ємна маса ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Польова вологоємність, % на масу	Вологість стійкого в'янення, % сухого ґрунту
0-30	1,23	41,8	8,9
0-50	1,30	40,1	10,1
0-100	1,38	39,9	9,6

Водно-фізичні властивості ґрунту різняться залежно від глибини шару. Об'ємна маса ґрунту збільшується з глибиною: у верхньому шарі 0–30 см вона становить 1,23 г/см<sup>3</sup>, у шарі 0–50 см – 1,30 г/см<sup>3</sup>, а в глибокому шарі 0–100 см – 1,38 г/см<sup>3</sup>. Зростання об'ємної маси з глибиною свідчить про ущільнення ґрунту, що може обмежувати розвиток кореневої системи кукурудзи.

Польова вологоємність трохи зменшується з глибиною: у верхньому шарі вона становить 41,8%, у шарі 0–50 см – 40,1%, а в глибокому шарі 0–100 см – 39,9%. Для кукурудзи, яка має добре розвинену кореневу систему, верхні шари забезпечують достатню вологу для початкового росту, тоді як зменшення вологоємності в глибоких шарах може ускладнювати доступ води під час посухи.

Вологість стійкого в'янення коливається від 8,9% до 10,1%, що означає, що при таких низьких показниках рослини кукурудзи починають в'янути і потребують додаткового зволоження.

Таким чином, верхній шар ґрунту є більш сприятливим для росту кукурудзи, а глибші шари можуть потребувати контролю вологості та агротехнічних заходів для підтримки оптимального розвитку рослин.

Механічний склад ґрунту приведений в табл. 2.2.

**Таблиця 2.2. – Механічний склад ґрунту**

Шар ґрунту, см	Розмір частин фракцій (мм) і їх співвідношення (%)				
	Пісок	Пил			Мул
	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001
0-20	16,3	40,9	5,3	10,3	25,6
21-30	14,8	35,3	9	10,4	29,4
31-40	12,1	39,9	8,3	9,9	28,1

Механічний склад ґрунту характеризується різними фракціями: пісок, пил та мул. У верхньому шарі 0–20 см пісок становить 16,3%, пил – 40,9%, дрібний мул – 5,3%, наддрібні частки – 10,3% та 25,6%. У наступних шарах (21–30 см та 31–40 см) відсоток піску дещо зменшується, а доля пилу та мулу змінюється незначно.

Для кукурудзи механічний склад ґрунту важливий через його вплив на аерацію, водопроникність та розвиток кореневої системи. Вміст піску у верхньому шарі забезпечує достатню повітропроникність, а значна частка пилу та мулу сприяє утриманню вологи. Зниження частки піску у глибших шарах може ускладнювати проникнення коренів, тоді як збалансоване співвідношення фракцій у верхньому шарі забезпечує оптимальні умови для росту та розвитку кукурудзи.

Загалом, ґрунт має структурну різноманітність, яка створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи кукурудзи у верхньому шарі, тоді як

нижні шари потребують контролю вологості та забезпечення достатньої аерації.

Чорноземи типові здатні забезпечувати високу врожайність зерна кукурудзи, оскільки характеризуються достатнім вмістом органічної речовини та мають середній рівень забезпечення елементами живлення.

У квітні 2025 року середня температура повітря становила близько +10–13 °С, що на 1–2 °С перевищувало кліматичну норму. Тепла весняна погода сприяла ранньому проростанню насіння кукурудзи та активному росту сходів. Однак можливі короточасні заморозки могли частково пригнічувати молоді рослини, уповільнюючи розвиток кореневої системи та формування листової поверхні.

У травні та червні середні температури підвищувалися до +18–22 °С, створюючи оптимальні умови для інтенсивного росту вегетативної маси кукурудзи. Помірні опади у ці місяці (квітень – близько 24 мм, червень – до 56 мм) забезпечували достатню вологість ґрунту, що сприяло розвитку кореневої системи, активному фотосинтезу та закладенню генеративних органів.

Липень і серпень були спекотними та відносно сухими, з середніми денними температурами 25–27 °С і відносною вологістю 55–60 %. Такі умови могли викликати гідротичний стрес у кукурудзи, особливо у фазі цвітіння та наливу зерна, коли потреба культури у воді максимальна. Недостатнє зволоження ґрунту могло обмежувати інтенсивність росту рослин, зменшувати масу листя та ефективність фотосинтезу, що безпосередньо впливає на формування врожаю.

Вересень характеризувався помірними температурами (денні – близько 21 °С, нічні – близько 10 °С) та обмеженою кількістю опадів (~26 мм). Такі умови були сприятливими для завершення вегетації кукурудзи та дозрівання зерна. Проте зниження вологості ґрунту могло уповільнити накопичення сухої речовини, зменшуючи масу качанів та ефективність використання поживних речовин.

Таким чином, погодні умови у період квітень–вересень 2025 року мали комплексний вплив на ріст і розвиток кукурудзи: тепла весна сприяла ранньому росту, помірна волога у травні–червні забезпечила активний розвиток вегетативної маси, а спекотне та сухе літо створювало ризики гідротичного стресу, що обмежує продуктивність. Фінальний етап сезону (вересень) був відносно сприятливим для дозрівання зерна, проте нестача опадів могла знизити врожайність.

## **2.2. Методика проведення досліджень**

Для визначення особливостей росту, розвитку та формування продуктивності кукурудзи у дослідях були проведені комплексні спостереження, що охоплювали морфологічні та фізіологічні показники рослин на різних фазах їх розвитку. Спостереження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик [14, 13–16], що включають визначення висоти рослин, кількості листків, розвитку кореневої системи, інтенсивності росту пагонів, стану вегетативної маси та формування генеративних органів.

Особлива увага приділялася фазі кушіння, розвитку 5–7 листків та цвітінню, оскільки ці періоди є критичними для забезпечення оптимальної продуктивності кукурудзи. Враховувалися також показники вологості та поживного стану ґрунту, що впливають на ріст і розвиток кореневої системи, активність фотосинтезу та відтворення генеративних органів.

Методики включали кількісні та якісні оцінки: вимірювання висоти рослин, довжини та площі листків, облік кількості та якості качанів, визначення сухої та сирої маси рослин, що дозволяє всебічно оцінити ефективність агротехнічних заходів і взаємозв'язок механічного складу та водно-фізичних властивостей ґрунту з продуктивністю культури.

Такі систематичні спостереження дозволяють визначити не лише загальні тенденції росту та розвитку кукурудзи, а й оцінити вплив конкретних агротехнічних заходів, умов удобрення, загущення та захисту рослин на формування врожаю.

Дослід – двофакторний, закладений методом розщеплених ділянок.  
Посівна ділянка – 100 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>.

**Фактор А** – гібриди кукурудзи:

1. Р8816 (ФАО 310).
2. Еккзакт (ФАО 300).
3. ДКС3939 (ФАО 320).

**Фактор В** – густина стояння рослин, тис. шт./га:

1. 70 тис/га.
2. 80 тис/га.

Полеві дослідження супроводжувалися наступними спостереженнями та дослідженнями:



#### **Визначення густоти стояння кукурудзи, 2025**

У фазу повних сходів та перед збиранням врожаю визначалася густина стояння рослин шляхом підрахунку кількості рослин кукурудзи у чотириразовому повторенні [13]. Гуштоту стояння рослин проводили у 10 місцях по діагоналі.

Протягом вегетації проводили визначення таких фенологічних фаз: сходи, 9-10 листок, викидання та цвітіння волотей, цвітіння та повної стиглості зерна; визначення лінійних промірів рослин: висоту стебла та прикріплення качана, а також структурний аналіз урожаю (по 10 качанів у кожному повторенні), проводили у відповідності до загальноприйнятих методик для кукурудзи [13-16].

Для корегування визначення загальної тривалості вегетаційного періоду використовували також підрахунок кількості листків на рослинах методом насічок [6].

4. У фазі цвітіння качанів мірною рейкою вимірювали висоту рослин і на цих же рослинах вимірювали висоту прикріплення качанів. У цій же фазі вимірювали діаметр стебла між першим і другим міжвузлям.

5. Приріст надземної маси та сухої речовини визначали за фазами розвитку рослин шляхом їх зважування. Перед зрізанням рослин підраховували кількість рослин.

6. Для визначення виходу абсолютно-сухої речовини подрібнюється рослинна проба. Висушування проводили при температурі 105-110°C до постійної ваги протягом 5-6 годин.

7. В фазі цвітіння вимірювали площу листків в 2-х несуміжних повтореннях шляхом множення довжини кожного листка на його ширину і коефіцієнт 0,75 і суми всіх листків однієї рослини [15].

8. Показники фотосинтетичної діяльності рослин у посівах визначалися за методиками [13-15], чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – за формулою, запропонованою Briggs G, Kidd F., West C [15].

9. Визначалась кількість зерен в качані, маса 1000 зерен, довжина качана, його діаметр, вага качана, вага зерна з качана [4,13].

10. З метою визначення фізіологічної стиглості видаляли по чотири зернини із середньої зони качана у чотирьох найбільш типових качанів при наявності «чорного шару» у трьох зернівок на трьох качанах за методикою [15].

11. Біологічну врожайність кукурудзи визначали в качанах та в зерні.

Урожайність в качанах визначають за формулою:

$$У_{б.к.} = K \cdot M / 1000 \cdot 100, \text{ ц/га}$$

де  $У_{б.к.}$  – урожай біологічний в качанах, ц/га;

$K$  – кількість качанів на 1 га, шт.;

$M$  – маса 1 качана, г;

1000 – для перерахунку г в кг;

100 – для перерахунку кг в ц/га.

Урожайність в зерні визначають за формулою:

$$Уб.з.=Уб.к. \cdot В /100, \text{ ц/га}$$

де Уб.з – біологічний урожай в зерні, ц/га;

Уб.к- біологічний урожай в качанах, ц/га;

В – вихід зерна, %.

Далі проводилось коригування урожайності на стандартну вологість за формулою:

$$У=Ув \cdot (100 - в) / (100 - Св), \text{ ц/га}$$

де У – урожайність зерна при стандартній вологості, ц/га;

Ув – урожайність зерна при фактичній вологості, ц/га;

в – вологість зерна фактична (при збиранні), %;

Св – стандартна вологість, %.

### 2.3. Агротехніка в досліді

Попередником у досліді була пшениця озима, що забезпечує гарну структуру ґрунту та залишає після себе достатньо органічних решток для розвитку кореневої системи кукурудзи. Основний обробіток ґрунту включав лущення стерні на глибину 10–12 см та зяблеву оранку на 25–27 см, що забезпечує розпушення ґрунту, покращує водо- і повітропроникність та сприяє формуванню оптимальної кореневої системи кукурудзи.

Під основний обробіток ґрунту внесли фосфорні та калійні добрива (Р60К60), а під передпосівну культивуацію – азотні у формі аміачної селітри (N90). Така система удобрення враховує високу потребу кукурудзи у макроелементах на початкових етапах росту та забезпечує інтенсивний розвиток вегетативної маси.

Весняний обробіток складався з ранньовесняного боронування та передпосівної культивуації на глибину загортання насіння (4–5 см) з коткуванням. Таке глибоке та ретельне оброблення ґрунту дозволяє підтримувати оптимальну структуру для проростання насіння та розвитку коренів кукурудзи, забезпечує контакт насіння з ґрунтом і рівномірне розподілення вологи.

Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12°C, використовуючи насіння з енергією проростання 92–95%. Глибина загортання 5–7 см оптимальна для забезпечення рівномірного проростання, враховуючи швидкість росту кореневої системи та потребу рослини у доступі до ґрунтової вологи.

Для контролю бур'янів застосовували ґрунтовий гербіцид Астрал (3,0 л/га) та страховий гербіцид Таск (300 г/га) у фазу 3–5 листків, що забезпечує чистоту посівів і зменшує конкуренцію за воду, поживні речовини та світло, що важливо для інтенсивного розвитку кукурудзи. Перед сівбою насіння протруювали Максим XL і Пончо для захисту від ґрунтових шкідників і збудників хвороб.

Площа посівної ділянки становила 100,8 м<sup>2</sup>, облікової – 50,4 м<sup>2</sup>, порядок розміщення ділянок одноярусний, послідовний, що забезпечує точність експерименту та надійність отриманих результатів. Норма висіву враховувала 5% страхової надбавки, що сприяє оптимальному густому стоянню рослин і повному використанню агрокліматичних умов для розвитку кукурудзи.

Загалом, застосовані агротехнічні заходи враховують біологічні особливості кукурудзи, її потребу у воді, поживних речовинах та світлі, забезпечують оптимальні умови для проростання, розвитку кореневої системи та формування високого врожаю.

## **РОЗДІЛ 3**

### **РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ**

#### **3.1. Особливості проходження вегетаційного періоду**

Спостереження за розвитком і ростом кукурудзи, за термінами проходження основних фенологічних фаз мають велике наукове і виробниче значення.

Тривалість фаз росту і розвитку кукурудзи залежить від умов зовнішнього середовища, а саме від температурного режиму, біологічних особливостей гібриду кукурудзи. Завдяки фенологічним спостереженням за фазами росту і розвитку культури можна краще підібрати гібриди, що відповідають певним умовам ґрунтово-кліматичної зони та оцінити ефективність впливу певного елемента технології на неї [5,12].

На території України тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи коливається від 90 до 150 днів. Середні дані тривалості вегетаційного періоду і кількості листків на головному стеблі кукурудзи: 90-100 днів, числом листків 14-15 – ранньостиглі; 105-115 днів і 15-16 листками - середньоранні; 115-120 днів і 17-18 листками – середньостиглі; 120-130 днів і 18-19 листків – середньопізні; 135-140 днів і 19-20 листків – пізньостиглі.

Розуміння процесів формування вегетативних та генеративних органів рослин кукурудзи, послідовності проходження якісних змін у рослинному організмі та ростових процесів дозволить управляти продуктивною складовою врожаю кукурудзи.

Тривалість міжфазних періодів тісно пов'язані з абіотичними факторами, такими як кліматичні умови і умови вирощування. При цьому всі фактори діють на рослину комплексі. Однак, в різні фази розвитку значення факторів не рівноцінно. У період сівба - сходи рослини, насамперед, реагують на температурний режим і вологозабезпеченість ґрунту; при викиданні волоті - на достатній вміст ґрунтової вологи, рівень мінерального

живлення, особливо азоту і калію, оптимальні умови в даний період - тепла волога з достатнім вологозабезпеченням; до молочно - воскової стиглості зерна необхідне оптимальне співвідношення всіх факторів.

Гібриди кукурудзи, які характеризуються тривалим вегетаційним періодом та подовженим періодом від цвітіння до повної стиглості зерна, мають підвищену стійкість до враження стебловими гнилями порівняно із скоростиглими формами та коротким другим періодом розвитку рослин [3]. Фактори навколишнього середовища впливають на ріст та розвиток рослин. Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи у більшості гібридів які вирощуються в Україні, коливається від 90 до 150 діб. Темпи росту і розвитку кукурудзи знаходяться в прямій залежності від різних факторів таких як особливості гібриду, вологозабезпеченість, температурний режим та забезпеченість макро- та мікроелементами [13, 16, 9].

Для проходження кожної фази росту та розвитку кукурудзи необхідна певна сума температур. Сума активних температур, що сприяє дозріванню скоростиглих гібридів кукурудзи становить 1800 – 2000 °С та пізньостиглих – 2900 – 3000 °С [19].

Потреба в теплі визначається нижньою межею температури, при якому починаються ростові процеси кукурудзи та сумарною кількістю тепла, необхідною для завершення кожного етапу розвитку. Вимоги кукурудзи до тепла у різні етапи розвитку неоднакові. При оптимальній вологості ґрунту проростання насіння кукурудзи починається за +8 - 10 °С [5, 12, 17-22].

Період від появи сходів до викидання волоті також залежить від температурного градієнта, вкорочуючись при високій температурі. При середньодобовій температурі +16,8 ° С в одного гібрида кукурудзи волоті з'являються через 89 днів, а при температурі +18,9 °С - через 58 днів [17].

Кукурудза має довгий вегетаційний період, потужну кореневу систему і надземну масу. Вона потребує великої кількості в ґрунті засвоєваних поживних речовин. Протягом вегетаційного періоду елементи живлення засвоюються нерівномірно [4, 17, 25]. За нестачі навіть одного з елементів у

поживному балансі уповільнюються темпи росту й розвитку рослин – формування листків, поява цвітіння волоті, запліднення та формування зерна кукурудзи.

Нашими дослідженнями встановлено, що тривалість міжфазних періодів обумовлювалася температурним режимом і групою стиглості гібрида (табл. 3.1).

**Таблиця 3.1 – Тривалість міжфазних періодів кукурудзи залежно від групи стиглості гібрида та густоти стояння рослин, діб, 2025**

Гібрид	Густота стояння рослин, тис/га	Тривалість міжфазних періодів, днів			
		сівба-сходи	сходи-цвітіння волотей	Цвітіння волотей -повна стиглість зерна	сходи- повна стиглість зерна
P8816	70	14	59	51	109
	80	14	59	51	109
Еккзакт	70	14	61	53	113
	80	14	61	53	113
ДКС3939	70	14	66	59	124
	80	14	69	61	129

Тривалість міжфазних періодів кукурудзи залежить від групи стиглості гібрида та густоти стояння рослин. Для всіх гібридів тривалість періоду «сівба – сходи» становить 14 днів, що свідчить про схожість насіння та оптимальні умови для проростання незалежно від густоти посіву.

Проте, період «сходи – цвітіння волотей» значно варіює залежно від гібрида. Ранньостиглий гібрид P8816 цвіте через 59 днів після сходів, середньостиглий Еккзакт – через 61 день, а середньо-пізній ДКС3939 – через 66–69 днів, причому збільшення густоти посіву прискорює розвиток гібрида ДКС3939, подовжуючи або дещо скорочуючи період залежно від умов.

Період «цвітіння волотей – повна стиглість зерна» також збільшується з групою стиглості: у P8816 він триває 51 день, у Еккзакт – 53 дні, а у

ДКС3939 – 59–61 день. Це свідчить про те, що пізніші гібриди потребують більш тривалого часу для повного накопичення сухої речовини у зерні та завершення його формування.

Загальна тривалість вегетаційного періоду «сходи – повна стиглість зерна» збільшується від ранньостиглих до пізньостиглих гібридів: 109 днів у Р8816, 113 днів у Екзакт та 124–129 днів у ДКС3939. Збільшення густоти посіву незначно впливає на тривалість вегетаційного періоду у ранньостиглих та середньостиглих гібридів, тоді як у середньо-пізніх гібридів відзначається подовження розвитку, що пов'язано зі збільшеною конкуренцією за світло, воду та поживні речовини.

Таким чином, тривалість міжфазних періодів відображає біологічні особливості гібридів кукурудзи: ранньостиглі гібриди розвиваються швидше, але мають меншу тривалість формування зерна, тоді як пізньостиглі гібриди потребують більш тривалого часу для накопичення продуктивної маси та досягнення повної стиглості зерна. Густота стояння рослин впливає насамперед на середньо-пізні гібриди, підкреслюючи важливість оптимального розміщення рослин для забезпечення високої продуктивності.

### **3.2. Лінійний ріст**

Висота рослин є важливою ознакою рослин кукурудзи, що має біологічне та технологічне значення, а також відіграє велику роль при формуванні високопродуктивних посівів культури.

Для обґрунтування агротехнічних рекомендацій по вирощуванню високих врожаїв кукурудзи визначається динаміка лінійного росту рослин та їх біометричні показники. Головним завданням під час розробки сортової агротехніки є створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин. За даними добового приросту рослин у висоту за міжфазними періодами та, в цілому, за вегетаційний період можливо визначити вплив різних факторів на продуктивність рослин.

Даний показник фізіологічно пов'язаний з групою стиглості гібридів (табл. 3.2). Висота прикріплення качана прямо залежить від висоти рослини.

**Таблиця 3.2 – Висота кукурудзи залежно від групи стиглості гібрида та густоти стояння рослин, см (середнє за 2022-2023 рр.)**

Гібрид	Густота стояння рослин, тис/га	Висота рослин у фазу росту й розвитку, см			
		5-7 листок	11-13 листок	цвітіння волотей	повна стиглість
P8816	70	38	108	202	194
	80	38	110	218	121
Еккзакт	70	40	113	215	208
	80	40	115	225	213
ДКС3939	70	32	116	224	210
	80	32	116	238	215



початкових етапах.

У фазу 11–13 листків

спостерігалось інтенсивне наростання вегетативної маси: гібрид кукурудзи P8816 досягав висоти 108–110 см, Еккзакт – 113–115 см, а ДКС3939 – 116 см. Це свідчить про активний ріст стебла та формування листового апарату, який забезпечує фотосинтез і накопичення продуктивної маси.

Висота кукурудзи значно варіює залежно від групи стиглості гібрида та густоти стояння рослин. На ранніх етапах розвитку, у фазу 5–7 листків, висота рослин усіх гібридів була порівняно невеликою: 38–40 см у гібридів P8816 та Еккзакт та 32 см у гібриду ДКС3939. Це відповідає біологічним особливостям: пізніші гібриди розвиваються повільніше на

**Рис. 3.1- Вимірювання висоти рослин кукурудзи, 2025**

На етапі цвітіння волотей висота рослин збільшується, особливо у гібридів із високим потенціалом росту та при підвищеній густоті стояння: Р8816 – 202–218 см, Еккзакт – 215–225 см, ДКС3939 – 224–238 см. Збільшення густоти посіву у більшості випадків сприяє дещо більш високому росту рослин, що пояснюється конкуренцією за світло і активнішою вертикальною орієнтацією пагонів.

У фазу повної стиглості зерна висота дещо зменшується у ранньостиглого гібрида Р8816 при густоті 80 тис./га (до 121 см), що, ймовірно, пов'язано з ослабленням стебла та опаданням верхніх листків під час наливу зерна. У середньостиглих гібридів висота на цій фазі становить 208–215 см, що відображає їхню здатність утримувати стебло та листя до завершення вегетації і забезпечувати повноцінне дозрівання зерна.

Таким чином, висота рослин кукурудзи залежить від групи стиглості гібрида та густоти стояння: гібриди з коротшим вегетаційним періодом розвиваються швидко на початкових етапах, але можуть зменшувати висоту на стадії дозрівання, тоді як середньостиглі гібриди досягають більшої висоти, що забезпечує ефективне накопичення сухої речовини та продуктивності зерна. Густота стояння рослин впливає насамперед на вертикальний ріст і конкуренцію за світло, особливо у фазу цвітіння.

Відсутність вологи в ґрунті й високі температури знижують як висоту рослин, так і висоту прикріплення початка [12]. Низьке кріплення початків (30–50 см) призводить до значних втрат зерна під час механізованого збирання [3].

Висота рослин і висота прикріплення початків генетично детерміновані, хоча на них також впливають елементи агротехніки й умови довкілля [5, 11]. Початки, які розташовані нижче 50 см, під час збирання травмуються робочими органами комбайнів або залишаються незібраними. Висоту кріплення в 50 см слід вважати мінімальною, тому дослідження впливу густоти стояння гібридів кукурудзи як одного з елементів технології вирощування на висоту рослин і висоту закладання качанів є необхідними.

В загущених посівах качани формувалися на стеблах рослин вище від поверхні землі, ніж у зріджених варіантах. Відношення між висотою рослин і висотою прикріплення качанів ( $r = 0,86$ ).

Відмітимо, що із збільшенням норми висіву висота прикріплення качана у досліджуваних гібридів збільшувалася в середньому на 3-5%, що обумовлено явищем «загального витягування» рослин у загущених посівах (табл. 3.3).

**Таблиця 3.3 – Висота прикріплення початка на стеблі, см, 2025**

Гібрид	Густота стояння рослин, тис/га	Висота прикріплення початка, см		
		I	II	середнє
P8816	70	85	92	89
	80	90	95	93
Еккзакт	70	96	92	94
	80	102	110	106
	80	107	112	110
ДКС3939	70	97	105	101
	80	102	109	106

Висота прикріплення качана на стеблі середньостиглих гібридів кукурудзи залежить насамперед від густоти стояння рослин. Для всіх гібридів P8816, Еккзакт, ДКС3939 спостерігається закономірність: збільшення густоти посіву з 70 до 80 тис./га сприяє підвищенню висоти прикріплення качана. Наприклад, у P8816 середнє значення зростає з 89 см до 93 см, у Еккзакт – з 94 см до 110 см, у ДКС3939 – з 101 см до 106 см. Це пояснюється конкуренцією за світло, яка стимулює вертикальний ріст стебла та зміщує генеративні органи вище.

Інша закономірність полягає в тому, що середньостиглі гібриди Еккзакт і ДКС3939 мають більшу висоту прикріплення качана порівняно з з

P8816. Це зумовлено інтенсивнішим ростом стебла та пізнішим формуванням генеративних органів.

Біологічне значення цих закономірностей полягає в тому, що підвищена висота прикріплення качана зменшує ризик полегання рослин, особливо при високій густоті посіву, і покращує доступ світла до листової поверхні, що сприяє ефективному фотосинтезу та повноцінному наливу зерна.

### **3.3. Фотосинтетична діяльність посіву**

Вчені встановили, що поглинання і використання мінеральних елементів знаходяться у тісній залежності від того, як відбувається в рослинах утворення органічної речовини, накопичення і перетворення продуктів фотосинтезу, і як наслідок, процеси росту й розвитку, формування урожаю і його якості.

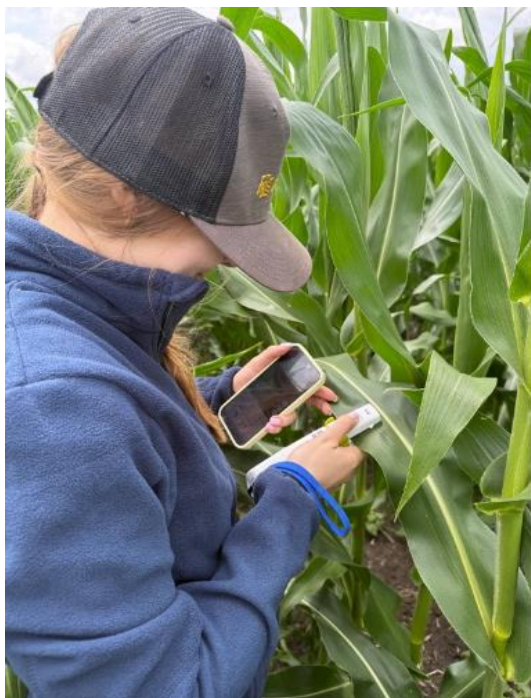
За даними О.О. Ничипоровича (1965), за період активної вегетації сільськогосподарські культури використовують для проходження фотосинтезу 1-2% поглинутої або 0,5-1% падаючої на посіви фотосинтетичної активної радіації. М.К. Каюмов (1986) вважає, що за сучасного розвитку науки, завдяки впровадженню нових гібридів, внесення органічних і мінеральних добрив на програмовану врожайність, ефективних засобів захисту рослин у виробничих умовах реальним коефіцієнтом використання фотосинтетичної активної радіації можна вважати 3,5-4 %. Коефіцієнт корисної дії ФАР посівом визначається величиною асиміляційної поверхні, яка залежить від густоти рослин і їх розвитку, рівня забезпечення ними поживних речовин і води.

Коефіцієнт використання сонячної радіації залежить від роботи листового апарату рослин. Формування асиміляційного апарату у перший період вегетації проходить повільно: протягом першого місяця після появи сходів утворюється до максимальної лише 5% листової поверхні. Далі цей процес прискорюється і протягом наступних 30 днів утворюється близько

90% листкової поверхні. Максимальна площа листків утворюється на 70-й день після появи сходів. За фенологією він приходить на час цвітіння-викидання волоті. Після цього йде поступове зменшення площі листкової поверхні.

На думку вчених продуктивність фотосинтезу рослин визначається наступними показниками: сумарна площа листкової поверхні та інтенсивність фотосинтетичних процесів на одиниці площі листків. Два ці показники на пряму залежать від групи стиглості гібрида та густоти стояння рослин [9].

Фотосинтетична продуктивність посівів з оптимальною площею живлення у початковий період росту й розвитку може бути нижчою, ніж продуктивність більш загущених посівів, які раніше укривають ґрунт і повніше використовують ФАР. В загущених посівах, внаслідок сильного затінення листків нижнього та середнього ярусів, інтенсивність фотосинтезу знижується сильніше, ніж у посівах з оптимальною площею живлення. Встановлено, що активна фотосинтетична діяльність відбувається при величині поверхні листкового апарату 40–50 тис. м<sup>2</sup>/га.



**Рис. 3.2 – Визначення фотосинтетичної активності рослин кукурудзи за допомогою портативного приладу N-tester**

Згідно проведених досліджень встановлено, що фотосинтетична діяльність кукурудзи, залежить від морфобіологічних особливостей гібридів, густоти стояння рослин, та погодних умов. Дані представлені в таблиці 3.4.

**Таблиця 3.4 – Площа листків (тис. м<sup>2</sup>/га) кукурудзи та фотосинтетична продуктивність (млн. м<sup>2</sup> днів/га) залежно від густоти стояння рослин, 2025**

Гібрид	Густота стояння рослин, тис/га	Фаза росту й розвитку рослин				Фотосинтетичний потенціал
		5-7 листків	11-13 листків	цвітіння волоті	молочно-воскова стиглість	
P8816	70	6,3	15,4	35,5	31,0	2,77
	80	6,4	15,7	37,1	32,4	3,10
Еккзакт	70	7,1	16,6	38,2	34,4	2,99
	80	7,3	17,2	41,1	35,0	3,21
ДКС3939	70	6,3	17,2	41,3	35,6	3,55
	80	6,3	17,6	44,6	36,0	3,71

Площа листків і фотосинтетичний потенціал кукурудзи змінюються залежно від густоти стояння рослин і фази розвитку. На ранніх етапах росту (5–7 листків) площа листків у середньостиглих гібридів P8816, Еккзакт і ДКС3939 коливається від 6,3 до 7,3 тис. м<sup>2</sup>/га. У фазу 11–13 листків площа листової поверхні збільшується майже вдвічі – від 15,4–15,7 тис. м<sup>2</sup>/га у P8816 до 17,2–17,6 тис. м<sup>2</sup>/га у ДКС3939, що свідчить про активне наростання фотосинтетичної поверхні та формування вегетативної маси.

У фазу цвітіння волотей та молочно-воскової стиглості площа листків досягає максимальних значень: 35,5–37,1 тис. м<sup>2</sup>/га у P8816, 38,2–41,1 тис. м<sup>2</sup>/га у Еккзакт і 41,3–44,6 тис. м<sup>2</sup>/га у ДКС3939. Збільшення густоти стояння

рослин з 70 до 80 тис./га сприяє незначному зростанню площі листової поверхні через конкуренцію за світло, яка стимулює вертикальний ріст листків.

Одним з головних факторів, що визначає рівень продуктивності, який відображає фотосинтетичну активність рослин кукурудзи, як в окремі періоди росту й розвитку, так і за весь вегетаційний період, є фотосинтетичний потенціал. Визначення оптимального типу рослин, здатних стабільно реалізовувати свій генетичний потенціал і при цьому адекватно реагувати на зміну умов вирощування, постійно привертає увагу багатьох науковців. Для життєдіяльності рослинного організму необхідні певні температурні, світлові та інші умови.

Фотосинтетичний потенціал, що характеризує здатність рослин накопичувати суху речовину протягом вегетації, також підвищується з ростом густоти посіву: від 2,77 до 3,10 млн м<sup>2</sup>·днів/га у Р8816, від 2,99 до 3,21 у Еккзакт і від 3,55 до 3,71 у ДКС3939. Це пов'язано з більшою листовою поверхнею та тривалішою вегетацією у гібрида ДКС3939, що забезпечує ефективніше використання світла та більш високий потенціал продуктивності.

Оцінка інтенсивності фотосинтезу за допомогою N-tester показала, що гібриди з вищим числом ФАО мають вищу фотосинтетичну активність, особливо за оптимальної норми висіву 70 тис./га. Це свідчить про їх кращу здатність до асиміляції азоту та ефективного його використання для формування продуктивності, навіть в умовах помірного гідротермічного стресу та підвищеного температурного режиму.

Таким чином, площа листків і фотосинтетичний потенціал середньостиглих гібридів тісно пов'язані з густотою посіву та біологічними особливостями гібридів, що визначає ефективність використання світла та продуктивність кукурудзи.

### **3.4. Вологість зерна перед збиранням**

Для підвищення економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно товаровиробникам доцільно використовувати високопродуктивні гібриди з додержанням оптимальної густоти стояння рослин, що забезпечить формування високих врожаїв при низьких затратах на їх вирощування [5,12].

Отримані результати досліджень свідчать про те, що на показники економічної ефективності в значній мірі впливають додаткові затрати на післязбиральне досушування зерна кукурудзи, які в структурі собівартості складають від 22 до 47%, в залежності від гібриду та густоти стояння рослин, при якій він вирощувався [7].

В загальній структурі затрат на вирощування кукурудзи вагому частку займають витрати коштів на післязбиральне досушування зерна. В цьому аспекті актуальним питанням є вивчення впливу густоти стояння рослин на передзбиральну вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості та на величину затрат при післязбиральному досушуванні їх зерна. Що і було поставлено за мету наших досліджень.

За даними наших досліджень було встановлено, що основними факторами різниці вологовіддачі зерна є група стиглості гібриду, густота стояння рослин та підвид зерна (табл. 3.5.).

**Таблиця 3.5. – Передзбиральна вологість зерна кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, %, 2025**

Гібрид	Норма висіву насіння, тис./га	Передзбиральна густота, тис./га	Вологість зерна,%
P8816	70	65,1	18,3
	80	72,8	18,8
Еккзакт	70	65,3	19,0
	80	72,7	19,2
ДКС3939	70	61,5	21,6
	80	71,2	22,0

Передзбиральна вологість зерна кукурудзи є важливим показником, який відображає завершення фізіологічного дозрівання та здатність зерна до накопичення сухої речовини. У середньостиглих гібридів кукурудзи, представлених у досліді, вона залежить від густоти стояння рослин і біологічних особливостей гібрида.

Для всіх гібридів спостерігається тенденція: збільшення густоти посіву призводить до підвищення передзбиральної вологості зерна. Наприклад, у Р8816 при густоті 65,1 тис./га вологість зерна становить 18,3%, а при густоті 72,8 тис./га вона зростає до 18,8%. Середньостиглий гібрид Еккзакт має вологість зерна 19,0–19,2%, тоді як гібрид ДКС3939 характеризується ще вищою вологістю 21,6–22,0%.

Пояснення цієї закономірності полягає в біологічних особливостях: пізніші середньостиглі гібриди формують зерно протягом тривалішого періоду вегетації, що зумовлює повільніше завершення наливу і затримку вологовіддачі до моменту збирання. Крім того, збільшення густоти стояння рослин створює щільніше листяне покриття, яке зменшує випаровування вологи з качанів, уповільнює природне підсихання і може призвести до більшої вологоутримуючої здатності зерна.

### **3.5. Формування продуктивності кукурудзи**

Максимальний урожай зерна кукурудзи високої якості формується за умови оптимального співвідношення всіх структурних елементів: маси 1000 зерен, кількості рядів зерен в качані, кількості зерен в ряду, кількості зерен на одному качану, довжини та діаметра качану. Урожай може бути компенсований за рахунок інших складових у випадку недостатнього розвитку одного структурного елемента (табл. 3.6).

Формування елементів структури врожаю кукурудзи залежить від густоти стояння рослин та біологічних особливостей гібридів. У представлених середньостиглих гібридів (Р8816, Еккзакт, ДКС3939) спостерігаються певні закономірності.

**Таблиця 3.6. – Формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, 2025**

Гібрид	Передзбиральна густота стояння рослин, тис/га	Кількість качанів на 100 рослинах, шт	Кількість зерен з качана, шт	Маса 1000 насінин, г	Маса зерна з качана, г
Р8816	65,1	111	523	245	128,1
	72,8	105	512	240	122,9
Еккзакт	65,3	106	541	251	135,8
	72,7	99	525	245	128,6
ДКС3939	61,5	103	607	265	160,9
	71,2	95	540	230	124,2

У всіх гібридів збільшення густоти стояння спричиняє зменшення числа качанів. Наприклад, у Р8816 при густоті 65,1 тис./га формуються 111 качанів на 100 рослин, а при 72,8 тис./га – 105 качанів. Середньостиглий гібрид Еккзакт має 106 і 99 качанів відповідно, а ДКС3939 – 103 і 95. Це пояснюється конкуренцією рослин за світло, воду та поживні речовини, що зростає при більшій густоті посіву, і частина рослин формує менше або слабкі качани.

Кількість зерен з одного качана також зменшується зі збільшенням густоти стояння. У Р8816 вона знижується з 523 до 512 зерен, у Еккзакт з 541 до 525, у ДКС3939 – з 607 до 540. Пізніші гібриди формують більше зерен на качані при низькій густоті посіву, що пояснюється їх більш тривалим періодом наливу і високим фотосинтетичним потенціалом.

Маса 1000 насінин зменшується при підвищенні густоти посіву. У Р8816 вона знижується з 245 до 240 г, у Еккзакт – з 251 до 245 г, у ДКС3939 –

з 265 до 230 г. Це пов'язано з конкуренцією за асимільанти, коли більша густина призводить до меншої маси окремого зерна.

Маса зерна з качана також зменшується зі збільшенням густоти стояння. У Р8816 вона складає 128,1 г при 65,1 тис./га та 122,9 г при 72,8 тис./га, у Еккзакт – 135,8 і 128,6 г, у ДКС3939 – 160,9 і 124,2 г. Пізніші гібриди мають вищу масу зерна на качані при низькій густоті, що забезпечує високий потенціал врожайності, тоді як при високій густоті конкуренція зменшує масу зерна.

Із збільшенням густоти стояння рослин елементи структури врожаю зменшувалися, однак найвищу урожайність досліджуваних гібридів була отримана за різної передзбиральної густоти стояння рослин (табл. 3.7).

**Таблиця 3.7 – Урожайність зерна кукурудзи за базової вологості (14%) різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, т/га 2025**

Гібрид	Норма висіву насіння, тис./га	Передзбиральна густина, тис./га	Урожайність, т/га
Р8816	70	65,1	8,34
	80	72,8	8,95
Еккзакт	70	65,3	8,87
	80	72,7	9,35
ДКС3939	70	61,5	9,89
	80	71,2	8,84

У 2025 році було проведено оцінку урожайності зерна кукурудзи за базової вологості 14% різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин. Дані наведені для трьох гібридів: Р8816, Еккзакт та ДКС3939, з двома нормами висіву насіння – 70 та 80 тис./га, що відповідало передзбиральній густоті рослин від 61,5 до 72,8 тис./га.

Для гібрида Р8816 збільшення норми висіву з 70 до 80 тис./га призвело до зростання передзбиральної густоти з 65,1 до 72,8 тис./га, а урожайність збільшилася з 8,34 до 8,95 т/га. Це свідчить про позитивну

реакцію цього гібрида на підвищену густоту стояння рослин, оптимальна норма висіву ближча до 80 тис./га.

Гібрид Еккзакт також демонструє підвищення урожайності при збільшенні густоти: при 70 тис./га норма висіву відповідає густоті 65,3 тис./га і урожайності 8,87 т/га, а при 80 тис./га – густота 72,7 тис./га і урожайність 9,35 т/га. Приріст урожайності становить +0,48 т/га. Це свідчить про стабільну позитивну реакцію гібрида на більшу густоту і доцільність використання вищої норми висіву для максимального врожаю.

Натомість гібрид ДКС3939 проявляє протилежну тенденцію: при нормі висіву 70 тис./га передзбиральна густота 61,5 тис./га забезпечила максимальну урожайність 9,89 т/га, а при збільшенні норми до 80 тис./га та густоти 71,2 тис./га урожайність зменшилася до 8,84 т/га. Це вказує на негативний вплив надмірної густоти на даний гібрид, ймовірно через конкуренцію рослин за світло та поживні речовини.

Загалом, аналіз показує, що оптимальна густота стояння рослин різниться для різних гібридів: Р8816 та Еккзакт краще ростуть при підвищеній густоті, тоді як ДКС3939 потребує нижчої густоти для досягнення максимальної урожайності. Максимальний урожай серед усіх досліджених варіантів спостерігався у ДКС3939 при низькій густоті (9,89 т/га), а найменший – у Р8816 при 70 тис./га (8,34 т/га).

Отже, при плануванні технології вирощування кукурудзи важливо враховувати взаємодію гібриду та густоти стояння рослин, оскільки універсальних норм висіву для всіх гібридів немає. Для кожного гібрида доцільно проводити локальні випробування норм висіву, щоб максимально підвищити урожайність і уникнути втрат через перенасичення посівів.

### **3.6. Оцінка ресурсозберігаючої технології**

Використовуємо індекс ефективності продуктивності гібрида для комплексної оцінки ресурсозберігаючої технології вирощування кукурудзи.

Індекс ефективності ґрунтується на використанні врожайності зерна і його вологості на час збирання (табл. 3.8).

Індекс ефективності продуктивності гібридів розраховували шляхом діленням урожайності на передзбиральну вологість. Чим вищий даний індекс, тим економічно ефективнішим є його виробництво.

**Таблиця 3.8. – Індекс ефективності продуктивності гібридів кукурудзи**

Гібрид	Норма висіву насіння, тис/га	Урожайність, т/га	Передзбиральна вологість, %	Індекс ефективності (ІЕ)
Р8816	70	8,34	18,3	0,46
	80	8,95	18,8	0,48
Еккзакт	70	8,87	19,0	0,47
	80	9,35	19,2	0,49
ДКС3939	70	9,89	21,6	0,46
	80	8,84	22,0	0,40

У 2025 році проводилась оцінка продуктивності трьох гібридів кукурудзи Р8816, Еккзакт та ДКС3939 при двох нормах висіву насіння (70 та 80 тис./га) з урахуванням передзбиральної вологості зерна. Для порівняння гібридів використовувався індекс ефективності (ІЕ), що розраховується як співвідношення урожайності до передзбиральної вологості, що дозволяє оцінити продуктивність із врахуванням як кількості зерна, так і його вологості.

Гібрид Р8816 при нормі висіву 70 тис./га забезпечував урожайність 8,34 т/га при вологості 18,3%, що відповідало ІЕ 0,46. Збільшення норми висіву до 80 тис./га призвело до зростання урожайності до 8,95 т/га та вологості 18,8%, що підвищило індекс ефективності до 0,48. Це свідчить про позитивну реакцію цього гібрида на підвищену густоту стояння рослин, оптимальна продуктивність досягається при вищій нормі висіву.

Гібрид Еккзакт демонструє аналогічну тенденцію: при 70 тис./га урожайність становила 8,87 т/га при вологості 19,0% (ІЕ = 0,47), а при 80 тис./га урожайність підвищилась до 9,35 т/га при вологості 19,2%, індекс ефективності зріс до 0,49. Це вказує на стабільну і високу продуктивність гібрида при збільшенні густоти стояння, а абсолютний ІЕ у Еккзакт найвищий серед досліджених гібридів, що свідчить про його ефективність.

Гібрид ДКС3939 відрізняється іншою тенденцією. При 70 тис./га урожайність була найбільшою серед усіх гібридів – 9,89 т/га, однак висока передзбиральна вологість зерна (21,6%) знизилася індекс ефективності до 0,46. Збільшення норми висіву до 80 тис./га зменшило урожайність до 8,84 т/га при вологості 22,0%, а ІЕ знизився до 0,40. Це свідчить про негативний вплив надмірної густоти на продуктивність цього гібрида, ймовірно через посилену конкуренцію між рослинами за світло і поживні речовини.

Таким чином, аналіз показує, що оптимальна густота стояння рослин різниться для різних гібридів: Р8816 та Еккзакт демонструють підвищену продуктивність і ефективність при високій нормі висіву (80 тис./га), тоді як ДКС3939 досягає максимального індексу ефективності при нижчій густоті (70 тис./га).

Отже, використання індексу ефективності дозволяє комплексно оцінити продуктивність гібридів, враховуючи не лише врожайність, а й передзбиральну вологість зерна, що робить рекомендації більш практично значущими для агрономічного планування технології вирощування кукурудзи.

### **3.7. Елементи програмування врожайності кукурудзи**

Основними структурними елементами врожайності кукурудзи є передзбиральна густота стояння рослин (тис./га), маса 1000 насінин та кількість зерен у качані. Ці показники визначають не лише загальний обсяг продукції, а й ефективність використання посівної площі, ресурсів ґрунту та вологи. Передзбиральна густота стояння рослин відображає фактичну

кількість рослин на одиницю площі, що формує потенціал врожайності і впливає на конкуренцію між рослинами за світло, воду та поживні речовини. Маса 1000 насінин є показником біологічної здатності гібрида формувати крупне та повноцінне зерно, а кількість зерен у качані визначає репродуктивну продуктивність рослини.

**Таблиця 3.9 – Теоретична врожайність за змінних структурних компонентів, т/га**

№	Маса 1000 зерен, г									
	250		260		270		280		290	
	x <sup>1</sup>	y <sup>2</sup>	x <sup>1</sup>	y <sup>2</sup>	x <sup>1</sup>	y <sup>2</sup>	x <sup>1</sup>	y <sup>2</sup>	x <sup>1</sup>	y <sup>2</sup>
50 тис/га										
	y=0,0125·x		y=0,013·x		y=0,0135·x		y=0,014x		y=0,0145·x	
1	500	6,25	500	6,5	500	6,75	500	7	500	7,25
2	550	6,88	550	7,15	550	7,43	550	7,7	550	7,975
3	600	7,50	600	7,8	600	8,10	600	8,4	600	8,7
4	650	8,13	650	8,45	650	8,78	650	9,1	650	9,425
60 тис/га										
	y=0,015·x		y=0,0156·x		y=0,0162·x		y=0,0168·x		y=0,0174·x	
1	500	7,5	500	7,8	500	8,1	500	8,4	500	8,7
2	550	8,25	550	8,58	550	8,91	550	9,24	550	9,57
3	600	9	600	9,36	600	9,72	600	10,08	600	10,44
4	650	9,75	650	10,14	650	10,53	650	10,92	650	11,31
70 тис/га										
	y=0,0175·x		y=0,0182·x		y=0,0189·x		y=0,0196·x		y=0,0203·x	
1	500	8,75	500	9,1	500	9,45	500	9,8	500	10,15
2	550	9,63	550	10,01	550	10,40	550	10,78	550	11,17
3	600	10,50	600	10,92	600	11,34	600	11,76	600	12,18
4	650	11,38	650	11,83	650	12,29	650	12,74	650	13,20
80 тис/га										
	y=0,02x		y=0,0208·x		y=0,0216·x		y=0,0224·x		y=0,0232·x	
1	500	10,00	500	10,4	500	10,8	500	11,2	500	11,6
2	550	11,00	550	11,44	550	11,88	550	12,32	550	12,76
3	600	12,00	600	12,48	600	12,96	600	13,44	600	13,92
4	650	13,00	650	13,52	650	14,04	650	14,56	650	15,08

x<sup>1</sup> – кількість зерен у початку; y<sup>2</sup> – розрахункова врожайність.

На основі цих структурних показників була розроблена матриця врожайності зерна кукурудзи (табл. 3.9), яка дозволяє комплексно оцінити взаємозв'язок між індивідуальною продуктивністю качана та отриманою продуктивністю. Така матриця є важливим інструментом для агрономів та селекціонерів, оскільки дає змогу прогнозувати врожайність за різних технологічних прийомів, оптимізувати норми висіву та підбирати гібриди з максимально ефективним використанням ресурсів.

Нами проведенні розрахунки можливих рівнів урожайності зерна кукурудзи з урахуванням ефективності використання сумарного використання фотосинтетичної активної радіації, забезпечення посівів ресурсами тепла і вологи, природною родючістю ґрунту та біокліматичний потенціал на чорноземах типових (табл. 3.10).

**Таблиця 3.10 – Можливі рівні урожайності зерна кукурудзи**

Група стиглості гібрида	Рівні врожайності (т/га)				
	потенціальна врожайність за надходженням ФАР на рівні доброго посіву (Кфар=2,5%)	кліматично-забезпечена за ресурсами вологи	кліматично-забезпечена за тепловими ресурсами	кліматично-забезпечена за природної родючості ґрунту	біокліматичний потенціал (БКП)
Ранньостиглі (ФАО 150-200)	12,24	7,61	8,75	4,92	9,42
Середньоранні (ФАО 201-300)	13,87	8,84	10,58	5,12	11,72
Середньостиглі (ФАО 301-400)	15,34	9,26	11,97	5,87	12,87

Найбільш об'єктивним і точним критерієм для оцінки продуктивності кукурудзи повинен стати коефіцієнт використання сонячної енергії. У виробничих умовах коефіцієнтами використання ФАР слід вважати 2,5-3,0%. Особливе значення у цьому набувають кліматичні дані, а також довгострокові прогнози тепло- і вологозабезпеченості вегетаційного періоду. Це пояснюється тим, що саме ресурси тепла і вологи виступають як фактори, що лімітують урожайність кукурудзи, і встановлення їх очікуваних значень

відіграє важливу роль для розробки оптимальної технології вирощування. Одержання високих урожаїв кукурудзи відповідно заданим коефіцієнтам використання ФАР, можливе лише при оптимальному поєднанні теплового, водного режимів і режиму живлення, які на певному рівні будуть обмежувати продуктивність посівів, причому тим сильніше, чим важче буде відрегулювати будь-який з цих факторів (табл. 3.11).

**Таблиця 3.11 – Урожайність зерна кукурудзи залежно від надходження ФАР і використання її посівами, т/га**

Прихід ФАР, кДж/см <sup>2</sup>	ККД ФАР, %					
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
105	3,24	4,85	6,47	8,09	9,71	11,33
110	3,38	5,09	6,78	8,48	10,17	11,87
115	3,54	5,32	7,09	8,86	10,63	12,41
120	3,70	5,55	7,40	9,25	11,10	12,94
125	3,85	5,78	7,71	9,63	11,56	13,48
130	4,01	6,01	8,01	10,02	12,02	14,02
135	4,16	6,24	8,32	10,40	12,48	14,56
140	4,31	6,47	8,63	10,79	12,94	15,10
150	4,62	6,93	9,25	11,56	13,87	16,18
155	4,78	7,17	9,55	11,94	14,33	16,72

За результатами наших розрахунків, за період активної вегетації різних за групою стиглості гібридів надходження ФАР складає 105-155 кДж/см<sup>2</sup>. Якщо у середньостиглого гібриду прихід ФАР становить 130 кДж/см<sup>2</sup>, то при засвоєнні її рослинами в кількості 2,0%, урожайність зерна складає 8,01 т/га, а за збільшення ККД ФАР до 3,0% - урожайність зростає до 10,02 т/га або на 20,1%. Найбільша кількість ФАР (140-155 кДж/см<sup>2</sup>) припадає на посіви пізньостиглих гібридів, що й визначає їх високу продуктивність – відповідно 9,55 і 14,33 т/га.

Важливе значення для максимального засвоєння ФАР і отримання високого рівня врожайності має формування оптимальної передзбиральної густоти стояння рослин. До головних показників, які потрібно враховувати при обґрунтуванні оптимальної густоти рослин, належать: величина програмованої врожайності, площа асиміляційної поверхні, фотосинтетичний

потенціал, програмований вихід біомаси і зерна на 1 тис. од. фотосинтетичного потенціалу та вихід зерна з початку (табл. 3.12).

**Таблиця 3.12 – Модель посівів кукурудзи різної продуктивності**

Показники	Програмована урожайність, т/га					
	7	8	9	10	11	12
Урожайність абсолютно сухої біомаси при $K_m=0,45$ , т/га	15,6	17,8	20,0	22,2	24,4	26,7
Вихід зерна на 1 тис. од. ФП, кг	2,7	2,81	2,85	2,86	2,86	2,86
Вихід абсолютно сухої біомаси на 1 тис. од. ФП, кг	6	6,26	6,3	6,34	6,34	6,36
Площа листків, тис.м <sup>2</sup> /га:						
-середня	18,5	20,3	22,5	25	27,5	30
-максимальна	35,2	38,6	42,8	47,5	52,2	56,9
ФП, млн. м <sup>2</sup> днів/га	2,6	2,84	3,15	3,5	3,85	4,2
Вихід зерна з 1 качана, г	120	130	140	150	160	170
Оптимальна передзбиральна густина стояння рослин, тис./га	58,3	61,5	64,3	66,6	68,7	70,5
Загальне виживання рослин, %	87	87	86	84	84	83
Норма висіву насіння, тис. шт/га	67,0	70,7	74,8	79,3	81,8	84,9

При програмуванні врожайності зерна кукурудзи 9 т/га і коефіцієнті господарсько-цінної продукції ( $K_m$ ) 0,45 вихід абсолютно-сухої біомаси складатиме 20 т/га. При одержанні 2,7 кг зерна на 1 тис. од. фотосинтетичного потенціалу за період активної вегетації 140 днів фотосинтетичний потенціал складатиме 2,6 млн. м<sup>2</sup> днів/га. При цьому максимальна площа асиміляційної поверхні у фазу цвітіння волотей становитиме 42,8 тис.м<sup>2</sup>/га. Якщо на кожному початку формується 140 г зерна, то кількість рослин на час збирання врожаю має складати 64,3 тис./га. Якщо врахувати загальне виживання в 86%, то норма висіву насіння, яка забезпечить оптимальну структуру посіву з урожайністю 9 т/га, має становити 74,8 тис/га.

## ВИСНОВКИ

1. Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи залежить від групи стиглості гібриду. Гібрид Р8816 дозріває за 109 днів, середньостиглий Еккзакт – за 113 днів, а ДКС3939 – за 124–129 днів. Збільшення густоти стояння рослин незначно впливає на тривалість розвитку Р8816 та Еккзакт, тоді як у ДКС3939 підвищена густота подовжує вегетаційний період через посилену конкуренцію за ресурси.

2. На етапі цвітіння волотей висота рослин залежить від потенціалу росту гібриду та густоти стояння. Гібрид Р8816 досягає 202–218 см, Еккзакт – 215–225 см, а ДКС3939 – 224–238 см. Підвищена густота посіву, як правило, сприяє більшому росту рослин через конкуренцію за світло та активнішу вертикальну орієнтацію пагонів.

3. Площа листової поверхні кукурудзи досягає максимуму у фазу цвітіння волотей та молочно-воскової стиглості. У гібрида Р8816 вона становить 35,5–37,1 тис. м<sup>2</sup>/га, у Еккзакт – 38,2–41,1 тис. м<sup>2</sup>/га, а у ДКС3939 – 41,3–44,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Збільшення густоти стояння рослин з 70 до 80 тис./га сприяє незначному зростанню площі листової поверхні через конкуренцію за світло та стимуляцію вертикального росту листків.

4. Фотосинтетичний потенціал кукурудзи зростає із збільшенням густоти посіву, відображаючи здатність рослин накопичувати суху речовину протягом вегетації. У Р8816 він підвищується від 2,77 до 3,10 млн м<sup>2</sup>·днів/га, Еккзакт – від 2,99 до 3,21, а у ДКС3939 – від 3,55 до 3,71. Більша листовая поверхня та триваліша вегетація у ДКС3939 забезпечують ефективніше використання світла та високий потенціал продуктивності.

5. Для всіх гібридів кукурудзи збільшення густоти посіву призводить до підвищення передзбиральної вологості зерна. У Р8816 вологість зростає з 18,3% при 65,1 тис./га до 18,8% при 72,8 тис./га, у Еккзакт – 19,0–19,2%, а у ДКС3939 вона найвища – 21,6–22,0%.

6. Збільшення густоти стояння рослин у всіх гібридів призводить до зменшення кількості качанів та зерен на качані, а також до зниження маси

1000 насінин і маси зерна з одного качана. У Р8816 кількість качанів зменшується з 111 до 105, у Еккзакт – з 106 до 99, а у ДКС3939 – з 103 до 95; кількість зерен на качані відповідно знижується з 523 до 512, з 541 до 525 і з 607 до 540, а маса 1000 насінин – з 245 до 240 г, з 251 до 245 г та з 265 до 230 г. Це пов'язано з посиленою конкуренцією за світло, воду та поживні речовини при більшій густоті посіву, причому пізніші гібриди зберігають більшу масу зерна при низькій густоті завдяки тривалому періоду наливу і високому фотосинтетичному потенціалу.

7. Урожайність кукурудзи у 2025 році залежала від гібриду та густоти стояння рослин. Гібриди Р8816 та Еккзакт демонструють підвищення врожайності при більшій густоті (80 тис./га), тоді як ДКС3939 досягає максимуму при нижчій густоті (70 тис./га). Найвищий урожай зафіксований у ДКС3939 – 9,89 т/га, найнижчий – у Р8816 при 70 тис./га – 8,34 т/га.

8. Індекс ефективності підтверджує, що оптимальна густота стояння рослин різниться для гібридів. Гібриди Р8816 та Еккзакт показують найвищу продуктивність і ефективність при 80 тис./га, тоді як ДКС3939 досягає максимального ІЕ при 70 тис./га через негативний вплив надмірної густоти на врожайність та вологість зерна.

9. Для досягнення запланованої урожайності кукурудзи 9 т/га за коефіцієнта господарсько-цінної продукції 0,45 вихід абсолютно-сухої біомаси має складати 20 т/га. Оптимальна структура посіву передбачає фотосинтетичний потенціал 2,6 млн м<sup>2</sup>·днів/га, максимальну площу асиміляційної поверхні 42,8 тис. м<sup>2</sup>/га та 64,3 тис. рослин на момент збирання. З урахуванням загального виживання 86% оптимальна норма висіву насіння становить 74,8 тис./га.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

Для отримання економічно-обґрунтованого рівня врожайності рекомендуємо висівати середньостиглий гібрид кукурудзи ДКС3939 (ФАО 320) з нормою висіву 70 тис/га.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аргунова, К.В. Вплив строків сівби і густоти стояння на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Криму на зрошенні / К.В. Аргунова, О.Г. Жук // Бюлетень Інституту зернового господарства. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, – 2010. – № 38. – С. 170-174.
2. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Крестьянінов Є.В., Антал Т.В. (2019). Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. Таврійський науковий вісник. Вип. 106. С. 72-78.
3. Крамарьов С. М., Красенков С. В., Писаренко П. В., Андрієнко А. Л. (2009). Водоспоживання гібридів кукурудзи та їх батьківських форм у залежності від строків сівби, густоти рослин і мінеральних добрив в умовах північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 4. С. 23-32.
4. Молдован Ж.А., Собчук С.І. ( 2016). Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. №11. 31-38.
5. Пащенко Ю.М. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи: Монографія / Ю.М. Пащенко, В.М. Борисов, О.Ю. Шишкін. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
6. Писаренко П.В., Біляєва І.М., Пілярський В.Г., Пілярська О.О. (2015). Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. Миронівський вісник. №1. 243-251.
7. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В. (2016). Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи в умовах Полісся та Степу України. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. С. 16-21.

8. Таран В. Г., Каленська С. М., Новицька Н. В., Данилів П. О. (2018). Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та густоти стояння рослин в Правобережному Лісостепу України. Біоресурси і природокористування. Т. 10. № 3–4. С. 147–156.
9. Штукін М. О., Оничко В. І. (2013). Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агронімія і біологія. 2013. №11. С. 213-217.
10. Мокрієнко, В. А., & Приндюк, Я. О. (2024). Формування та продуктивність асиміляційного апарату рослин кукурудзи залежно від норми висіву та удобрення. Новітні агротехнології, 12(1).
11. Мазур В.А. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник / В. А. Мазур, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, О.Д. Паламарчук. - Вінниця, 2017. - 555 с.
12. Влащук А., Прищепко М., Желтова А. Цариця полів. Чинники урожайності. Фермер, 2017. №3 (87), березень. С. 12-13.
13. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур [Текст] / ред. В. В. Волкодав; Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. - К., 2000.
14. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 1 кн. Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016. 314 с.
15. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016. 314 с.
16. Шевченко М., Шевченко О., Шевченко С. Епоха потепління і кукурудза. Farmer. 2014. № 3(51), березень. С. 42-44.
17. Малишко Є. Прогноз урожаю кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2019. №21. С. 16-17.

18. 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*, 2018. Вип. 7(91). С. 97-102.
19. Любар В. Органогенез кукурудзи як технологічна складова. *Зерно*. 2015. №3(108). С. 98-102.
20. Мокрієнко В. Адаптивні гібриди кукурудзи для посушливих умов. *Зерно*. 2015. №10(115). С. 54-56.
21. Кернасюк Ю. Ринок кукурудзи: основні тренди. *Агробізнес сьогодні*. К.: Імпрес-контакт, 2018. №19(жовт.). С. 12-14.
22. Коваленко О.А., Ковбель А.І. Вплив елементів живлення на стресовий стан польових культур. *Агроном*. 2018. № 2(40), травень. С. 24-27.
23. Мірошніченко М., Гладкіх Є. Агротехніка за стресових умов. *Farmer (the ukrainian)*. 2015. №10(70), жовтень. С. 36-39.
24. Марченко О., Джура Ю. Реакція рослин кукурудзи на посушливі умови. *Зерно*. 2015. №4(109). С. 74-75.
25. Сербенюк Г.А. Вплив технології вирощування на морфофізіологічні особливості росту і розвитку кукурудзи на зерно в умовах північного Лісостепу. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2019. №132. С. 59-65.
26. Колпакова О.С. Продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2014. № 62. С. 68–71.
27. Гангур В. В, Руденко В. В. Біометричні параметри рослин та продуктивність кукурудзи (*Zea mays L.*) залежно від строків сівби. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 36–41.
28. Штукін М. О., Оничко В. І. Особливість підботу гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Агрономія і біологія»*, 2013. випуск 11 (26). С 212-217.

29. Воскобойник О. В. Оцінка стабільності врожайності зерна гібридів кукурудзи за різних екофакторів середовища. Бюл. Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2005. № 26-27. С. 82-86.
30. Оничко В. І., Штукін М. О., Бердін С. І. Результати оцінки гібридів кукурудзи за врожайністю та збиральною вологістю зерна. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2014. Випуск 16. С 174-181.
31. Гангур В.В., Єремко Л.С., Руденко В.В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Таврійський науковий вісник. 2021. № 117. С. 37–43.
32. Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. Вісник ПДАА. 2021. № 2. С. 52–58.
33. Гангур В.В. Кукурудза на зерно – кращі строки сівби і оптимальна густина стояння рослин для Лівобережного Лісостепу. Агробізнес сьогодні. 2021. № 07(446). С. 24–25.
34. Оничко В. І., Штукін М. О. Оптимальні строки сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2016. Вип. 2 (31). С. 214–218.
35. Міщенко О. В., Гангур В. В., Даніленко Є. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин в умовах Лівобережного Лісостепу. Scientific Progress & Innovations. 2024. № 27(2). С. 16–21.
36. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, 2020. № 97(1). С. 32–44.
37. Вожегова Р.А., Белов Я.В. Продуктивність та якість гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. Наукові доповіді НУБіП. Київ, 2019. Вип. 3. С. 89-95.

38. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Ображій С.В. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах центрального Лісостепу України. Агробіологія: Збірник наукових праць, 2014, №1 (109). С. 57–61.

39. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2003. Вип. № 20. С. 36–38.