

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

УДК 633.15:631.527.5(477.65)

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри рослинництва

_____ **В. П. Коваленко**
(підпис)

_____ **С. М. Каленська**
(підпис)

« _____ » _____ 2024 р.
_____ 2024 р.

« _____ »

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

**«ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ФГ «Дідова балка»
Кіровоградського р-ну, Кіровоградської області»**

Спеціальність _____ 201 «Агрономія» _____

Освітня програма _____ «Агрономія» _____

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.с-г наук. с.н.с
М.

_____ **Каленська С.**

Керівник магістерської роботи

к. с.-г. н., доцент

_____ **О. В. Бачинський**

Виконав

_____ **І. С. Басс**

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри рослинництва

доктор с.-г. наук, професор _____ С. М. Каленська

« 28 » _____ 09 _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

Спеціальність _____ 201 «Агрономія» _____

Спеціалізація _____ «Агрономія» _____

Магістерська програма Адаптивне рослинництво _____

Програма підготовки: _____ Освітньо-професійна _____

Тема магістерської роботи: «Оптимізація елементів технології гібридів кукурудзи в умовах ФГ «Дідова балка», Кіровоградського р-ну, Кіровоградської обл», затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.01.2024 р. №18 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 18.10.2024 р.

Вихідні дані до магістерської роботи: гібриди кукурудзи ДКС 3400, ДКС 3402 Р8816, густина рослин кукурудзи,

Характеристика ґрунтів ФГ «Дідова балка», Кіровоградського р-ну, Кіровоградської обл.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 3,2 рН=6,8-7,3, ємність вбирного комплексу 3,2-31,4 мк-екв на 100 г ґрунту. Ґрунтові води розташовані на глибині 3-5 м. До складу твердої фази ґрунту входять 28% фізичної глини, 72% піску. Щільність орного шару ґрунту в рівноважному

стані 1,17-1,22 г/см. ґрунту характеризуються середнім вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. У шарі 0-20 міститься 0,24% загального азоту, 7,2 мг на 100 г ґрунту легкогідролізованого азоту, 9,4 – рухомого фосфору, 7,2 – обмінного калію. За вмістом гідролізованого азоту ґрунту відноситься до малозабезпеченого, рухомого фосфору – середнього і обмінного калію – середньо забезпеченого.

Перелік питань, що підлягають дослідженням:

Опрацювати джерела літератури щодо аспектів вирощування кукурудзи в Україні та світі, вплив змін умов вирощування на продуктивність культури.

Проаналізувати погодно-кліматичні умови року дослідження та їх відповідність вимогам досліджуваної культури.

Провести фенологічні дослідження за ростом та розвитком рослин гібридів кукурудзи ДКС 3400, ДКС 3402 Р 8816.

Провести облік урожайності та особливостей формування структури врожаю залежно від гібридів та густоти стояння рослин.

Визначити якість зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів.

Розрахувати економічну ефективність технологій вирощування залежно від сортів та густоти стояння рослин.

Підготувати розділ охорони праці при вирощуванні культури

Дата видачі завдання 01.08.2023 р.

Керівник магістерської роботи, кандидат с.-г. наук,

доцент _____ Бачинський О.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Басс І.С

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.1 Світовий ринок кукурудзи та місце України в ньому
- 1.2. Ботанічна характеристика, біологічні і фізіологічні особливості кукурудзи
- 1.3 Фізіологічні особливості росту і розвитку кукурудзи
- 1.4 . Продуктивність рослин кукурудзи, залежно від густоти стояння

РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

- 2.1 Кліматичні та ґрунтові умови проведення дослідження
- 2.2. Методика проведення досліджень
- 2.3. Агротехнічні умови проведення дослідів

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ І ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ

- 3.1. Особливості росту й розвитку рослин кукурудзи
- 3.2. Динаміка площі листкової поверхні
- 3.3. Вологість ґрунту і використання води рослинами кукурудзи
- 3.4. Передзбиральна вологість зерна
- 3.5. Індивідуальна продуктивність кукурудзи
- 3.6. Формування елементів структури урожаю зерна
- 3.7. Урожайність зерна гібридів кукурудзи

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

ВИСНОВКИ

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ВСТУП

Кукурудза є однією із найважливіших сільськогосподарських культур високої продуктивності та спектру використання. Формування її продуктивності, залежно від технологічних прийомів вирощування, належать багатьом вченим в Україні та світі: Д. Шпаару, Derieux M., Fargoqi M., Lee E. і вітчизняним науковцям: Цикову В. С., Лихочвору В.В., Лавриненку Ю. О., Господаренку Г.М., Каленській С. М., Пащенко Ю. М., Танчику С. П., Літвінову Д.В., Мокрієнку В. А. та ін. В результаті проведених досліджень кукурудзи було встановлено, що її потенційно можлива урожайність становить близько 22 т/га, тоді як середня урожайність в Україні останніми роками в середньому сягає 7 т/га. Постає питання: яка причина такої значної різниці? Відповідь знаходиться у вивченні елементів технологій вирощування культури за конкретних умов вирощування. Важливим є ретельний аналіз та розробка заходів вдосконалення технології, як основний шлях. Отже у підсумку можемо мати значно вищу врожайність.

Важлива роль належить ступеню інтенсивності технологій вирощування культури. Гібриди інтенсивного типу рекомендовано вирощувати після кращих попередників, оскільки вони краще реагують на підвищений фон мінерального живлення, густоту стояння рослин, формуючи більший урожай. Економічна ефективність вирощування таких гібридів значно вища. Вчені вважають, що гібриди адаптивного типу можна вирощувати після гірших попередників з огляду на те, що вони більш стійкі до стресових факторів. Фермери найчастіше не покладають надії на надвисоку врожайність у разі вирощування адаптивних гібридів, аже навіть ті потребують певного мінімального збалансованого живлення, оптимальної густоти стояння рослин. І це, створює жорсткі вимоги до оптимізації живлення кукурудзи в технологіях вирощування. Це стало передумовою проведення наших досліджень та розробки завдань для її реалізації.

Актуальність теми. Досягнення науки у створенні сучасних гібридів кукурудзи з високими продуктивними можливостями – шлях до отримання

значних валових зборів зерна, та можливість забезпечити продовольчу безпеку людства. За виробництва кукурудзи в Україні та світі, через вплив певних факторів вирощування на формування урожайності складно досягти стабільної урожайності зерна та повноцінно реалізувати потенціал сучасних гібридів.

Отже, вивчення та удосконалення технології вирощування гібридів з елементами інновацій сприяє проведенню досліджень для широкого вирощування кукурудзи. Пошук шляхів підвищення урожайності та якості зерна, економічної та енергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи шляхом добору гібридів, визначення оптимальної густоти стояння рослин є важливою науковою проблемою.

Мета і задачі досліджень. Метою є теоретичне обґрунтування та практичне вирішення питань щодо особливостей росту, розвитку та формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин.

Задачі досліджень: встановити: 1) тривалість вегетаційного та міжфазних періодів росту та розвитку рослин кукурудзи, дати настання фенологічних фаз; 2) специфічність формування росту рослин і асиміляційної поверхні посівів, залежно від густоти стояння рослин; - обґрунтувати особливості росту й розвитку рослин гібридів кукурудзи, залежно від густоти стояння і особливостей погодних умов років досліджень; - дослідити ефективність впливу густоти стояння рослин на величину показників площі листової поверхні; - визначити вплив густоти стояння рослин на формування урожайності, елементів структури врожаю, якості зерна кукурудзи; - оцінити економічну та енергетичну ефективність технології вирощування кукурудзи, залежно від чинників.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, погодно-кліматичних умов року та гібриду.

Предмет дослідження – гібриди кукурудзи, урожайність, якість зерна, економічна ефективність.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували такі методи дослідження:

- польовий –спостереження за ростом та розвитком рослин та формуванням їх урожайності; аналіз фенологічних фаз та біометричні вимірювання;

- лабораторний –визначення: 1) хімічний склад зерна; 2) біометричні параметри рослини; 3) площа листової поверхні; 4) вмісту хлорофілу в листках; 5) показники якості зерна;

математично-статистичний –оцінка достовірності отриманих результатів досліджень, вплив досліджуваних факторів та кореляційні зв'язок;

• розрахунково-порівняльний –розрахунок економічної та енергетичної ефективності технології вирощування гібридів кукурудзи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗА, ЗЕРНО, ФАЗИ РОСТУ Й РОЗВИТКУ, ЕТАПИ ОРГАНОГЕНЕЗУ, ГУСТОТА СТОЯННЯ РОСЛИН, ПРОДУКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Світовий ринок кукурудзи та місце України в ньому

Кукурудза – одна з найперспективніших сільськогосподарських культур в Україні та світі. Останні роки на світовому ринку кукурудзи склалася стійка спеціалізація: виробництво культури зосереджено в розвинених країнах. Багато країн, що розвиваються, не здатні самостійно вирішити свої зернові проблеми, тому змушені звертатися до імпорту зерна. Це сприяє зростання світової торгівлі та її виробництво. Впродовж останніх років Україна зміцнила свої позиції на світовому аграрному ринку та впевнено перебуває в десятці виробників зерна. Вона увійшла до трійки лідерів з експорту зерна, лише поступаючись США та Європейському Союзу. Основні поставки українських виробників на світові ринки – пшениця, кукурудза і ячмінь, сумарно складають майже третину всього зернового експорту держави. Питанням ринку зернових культур присвячено значну кількість досліджень вчених. Він займає особливе місце в структурі сільського господарства, і є одним із показників ефективності функціонування аграрного сектора загалом. Залишаються нерозв'язаними завдання, пов'язані зі створенням таких умов реалізації кукурудзи, які можуть забезпечити задоволення потреб споживачів та продавців даного ринку.

На світовий ринок зернових культур негативно впливає світова політична криза [9]. Здорожчання засобів догляду за культурами та інших матеріально-технічних ресурсів надалі підвищує собівартість виробництва сільськогосподарської продукції та може спричинити скорочення обсягів її виробництва. Згідно передбачень Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН [12], світове виробництво зернових у 2021/2022 маркетинговому році (далі – м. р.) становило майже 2791,3 млн т, що перевищить оціночні дані за попередній маркетинговий рік на 19,3 млн т (0,7%) [7]. За споживання 2809,6 млн т світове виробництво зерна у 2020/21 році склало 2772 млн т., тобто, споживання перевищує виробництво. За попередніми прогнозами ФАО (Статистика продовольства та сільського

господарства, 2022), передбачалося, що в Україні в 2022/23 м. р. виробництво зернових мало б збільшитися на 26,6% до 81,8 млн т внаслідок досить значного нарощування виробництва кукурудзи, пшениці та ячменю [6].

За обсягами виробництва і споживання кукурудзі належить перше місце в світі серед зернових культур. У 2022/23 роках її світове виробництво складе близько 1,2 млрд т [11]. В 2022/23 роках найбільшим виробником кукурудзи у світі були США з обсягом виробництва майже 384 млн т що склало третину умовно світового виробництва кукурудзи. Найбільшими постачальниками кукурудзи в світі в 2021/2022 рр. були: США (31,1%); Китай (23,4%); Бразилія (9,07%); ЄС (6%); Аргентина (4,5%); Україна (3,2%); Індія (2,6%); Мексика (2,25%); ПАР (1,46%), 16,5% виробництва припадає на інші країни [14]. У 2014–2020 роках середня ціна зерна кукурудзи в світі коливалася від 193 доларів за тонну в 2014 році та до 155 доларів за тонну – 2017 року, але в 2021 році вартість зросла до 250 доларів за тонну. Тобто лишається тенденція до зростання ціни або утримання на цьому ж рівні [11].

Експерти IGC озвучили прогноз світового виробництва кукурудзи в 2024/25 роках на рекордному рівні – 1,193 млрд т проти 1,139 млрд т у поточному році. Зростання виробництва зернової продукції очікується в США до 384 (+23,7) млн т на рік, Китаї – до 267,3 (+6,6) млн т, Бразилії – до 105,8 (+3,3) млн т, країнах ЄС – до 65,1 (+0,3) млн т і Україні – до 37,3 (+7,3) млн т [5]. Прогноз світового експорту кукурудзи в майбутньому сезоні вище за очікуваний. В 2024/25 роках показник знаходиться на рівні 186,8 млн т (+1,2 млн т за рік). Збільшення відвантажень прогнозується для України до 30,5 (+6,5) млн т і країн ЄС – до 3,1 (+0,9) млн т., але скорочення обсягів експорту за сезон очікується для США до 67,5 (-2,5) млн т, Аргентини – до 32 (-5,9) млн т (у 2024/25 роках прогнозується 34 млн т). Для Бразилії даний показник збережений на рівні 2023/2 років – 35,5 млн т. Прогноз світових запасів кукурудзи 2024/25 МР озвучується на рівні 257,9 млн т, що на 10,3 млн т нижче очікуваного в 2023/24 МР обсягу. Зокрема, в США очікується зростання

запасів зерна до 35,4 (+0,3) млн т, в ЄС – до 6,4 (+0,3) млн т, ПАР – до 3 (+0,9) млн т. Скорочення прогнозується в Китаї до 169,4 (-12,2) млн тонн [3].

Згідно оновлених прогнозів USDA в 2024/25 роках показників України щодо кукурудзи, очікувані показники виробництва змінилися в бік збільшення на 2 млн т до 42 млн т. Прогноз експорту кукурудзи збільшено на 1 млн т до 33,5 млн т. Найбільшим світовим виробником кукурудзи є США. Більшуість врожаю країна використовує для внутрішнього споживання і близько 17% – експортує. Другим за валовим виробництвом кукурудзи є Китай: у 2023/24 МР було зібрано близько 273,5 млн т.

Щодо ситуації на зовнішніх ринках, то ситуація прямо протилежна американській: китайська кукурудза не експортується взагалі, її всю споживає внутрішній ринок. Китай лідирує за обсягами імпорту кукурудзи. Третім світовим лідером з виробництва кукурудзи є Бразилія. Вона входить у перелік найбільших експортерів культури. У 2022/23 МР виробництво кукурудзи в Бразилії сягнуло 86,6 млн т. Більше чверті врожаю експортувалось. У 2021 році експорт кукурудзи мав низку особливостей. До COVID19, який стримував економічну активність, додалося стрімке зростання цін на газ та нафту, яке сприяло здорожчання послуг, зокрема на сушіння та перевезення. У низці “кукурудзяних” регіонів також виникли труднощі зі збиранням врожаю через погодні умови. Усе це не завадило аналітикам USDA у листопаді спрогнозувати збільшення світового виробництва кукурудзи у 2023/24 МР на 6,4 млн т. За результатами звіту організації, у сезоні 2022/23 років світовий урожай кукурудзи склав 1206 млн т, а обсяг експорту був на рівні близько 203,47 млн т

Провідні економічні аналітики під час конференції Trend and Hedge Club зробили свої висновки та прогнози щодо обсягів вирощування та врожайності кукурудзи в глобальному контексті сезону 2024/25 років. Зазначається, що наявний “тепловий апокаліпсис” Європи зумовив те, що світ очікує рекордного зменшення виробництва кукурудзи в ЄС. Отримано втішні прогнози щодо виробництва в США і Бразилії [9].

В ЄС врожай кукурудзи зменшується з 2018 року. Головна причина – посуха, з якою зіштовхнулися основні країни-виробники культури: Румунія, Болгарія та Угорщина. Світове виробництво кукурудзи на 2024/25 рр. прогнозується на рівні 1,179 млн т, що на 0,06 млн т менше, ніж очікувалося місяцем раніше. Експерти USDA прогнозують збільшення врожаю кукурудзи в Україні до 30 млн т, що на 5 млн т більше, ніж передбачається у липні [7]. На ринку кукурудзи Україна займає 15%. У 2022/23 рр з експорту кукурудзи у грошовому еквіваленті отримали виручку 5,1 млрд дол. Українським виробникам є куди рости у цьому напрямку, адже експортні квоти щороку збільшуються. Наприклад, 2020 року вони були на рівні 600 тис. т, а вже у 2021-му – 650 тис. т [7].

За свідченнями Карпенка О., голови регіональної компанії компанії Louis Dreyfus Company, лише 3–5% української кукурудзи генномодифіковані. Україна зайняла своє місце на світовому ринку кукурудзи, а саме це ті ринки, які надають перевагу кукурудзі без ГМО. Тут українські виробники створили свій бренд. Можливо, ця тенденція у перспективі зміниться, ГМО-кукурудза має переваги. З нею легше планувати врожайність та обсяги виробництва. В останні роки в Україні відбувається переорієнтація структури виробництва зернових культур на користь кукурудзи. Ця культура високоврожайна, стійка до погодних умов і користується неабияким попитом на міжнародних ринках [34]. Донині посівні площі кукурудзи в Україні поступово зростали: із 4,0 млн т у 2015-му до 5,4 млн т – у 2020 році.

Посівна кампанія 2022 року зазнала певної змін з погляду пріоритетності культур. Українські аграрії надали перевагу тим культурам, які дають більшу вартість з однієї тонни, насамперед це олійні культури. Площі вирощування кукурудзи знизилися з 5,3 у 2021-му до 4,6 млн т у 2022 році. Аналіз даних по урожайності кукурудзи в Україні дає зробити висновок, що врожайність досить різниться та змінюється за роками. Найменшою за останнє десятиріччя вона була у 2020 році та становила 4,6 т/га. В наступні роки погодні умови, впровадження високопродуктивних гібридів та стимулювання матеріально-

технічного забезпечення сприяло підвищенню середньої врожайності кукурудзи в Україні.

Рівень урожаю кукурудзи в Україні 2022 року становив 25,5–26,5 млн т, що майже на 33% нижче показників, порівняно з минулим сезоном (близько 40 млн т), за інформацією аналітиків Varva Invest. Вони свідчать, що таке зниження обсягів урожаю буде сприяти певним змінам на ринку кукурудзи. З початку повномасштабної війни кукурудза залишається лідером за експортом. Саме її європейці використовують для своїх потреб, на відміну від пшениці та ячменю, які здебільшого йдуть транзитом через ЄС або закупаються для внутрішнього споживання лише у випадку значного дисконту, у порівнянні з внутрішніми цінами.

1.2. Ботанічна характеристика, біологічні і фізіологічні особливості кукурудзи

Рід кукурудзи (*Zea L.*) представлений одним видом — кукурудзою культурною (*Zea mays L.*). Кукурудза - трав'яниста рослина, за зовнішнім виглядом суттєво відрізняється від інших злакових культур [1].

За сучасною класифікацією *Zea mays L.* за зовнішніми ознаками та хімічним складом зерна має 8 підвидів:

1) розлусна - зерно дрібне із загостреним верхом або округле, ендосперм скловидний, у зерні міститься 10-14,5% білка, 62-72% крохмалю. Використовують для виготовлення круп, пластівців, повітряної кукурудзи;

2) крохмалиста - зерно гладеньке, округле, ендосперм борошністий, рихлий, містить крохмалю 71,5-82,6 %, білка 6,9-12,1%;

3) зубоподібна - зерно крупне, сплюснене, на верхівці має вм'ятину, роговидний ендосперм розвинений лише на бічних сторонах зерна, вся інша частина борошніста; вміст крохмалю в зерні 68-75,5%, білка 9-13,5%;

4) кремениста - зерно округле, ендосперм скловидний, лише в центрі борошністий, крохмалю містить 65-83%, білка 7,7 - 14,8%. До цього підвиду належать багато скоростиглих сортів і гібридів;

5) цукрова - зерно зморшкувате, майже повністю заповнене прозорим роговидним ендоспермом; містить багатодекстрину і протеїну, до 30% крохмалю, стільки ж цукрів та полісахаридів, 12,8% білка, 8,1% жиру; використовується у консервній промисловості;

6) воскоподібна - ендосперм воскоподібний, зовнішня його частина за твердістю не поступається ендосперму розлусної кукурудзи; полісахариди представлені воскоподібним або клейким крохмалем;

7) крохмалисто-цукрова - у нижній частині зерна є борошністий ендосперм, а у верхній, як у цукрової, характерна зморшкуватість;

8) плівчаста - зерно повністю в колоскових лусках, які в дозрілому качані сильно розвинені [9].

Коренева система- мичкувата, добре розвинена, проникає у ґрунт на глибину 2-3 м. Має кілька ярусів коренів: зародкові, гіпокотильні, епикотильні, підземні вузлові та надземні стеблові (повітряні, або опірні). Основна маса кореневої системи - підземні вузлові корені, які заглиблюються у ґрунт до 2,5 м і більше та розгалужуються в боки у радіусі понад 1 м. Ярусне розміщення коренів у ґрунті (основна маса у гумусовому шарі) більш повноцінно забезпечує рослину елементами живлення та вологою за рахунок літніх опадів.

Стебло- у кукурудзи — міцна, пряма, висока, могутня, груба, округла соломина, розділена на вузли, виповнена нещільною паренхімою. В південних областях України рослина досягає у висоту 2,5–3 м. . Висота залежно від біологічних особливостей сорту або гібриду і факторів урожайності та коливається в межах 60-100 у ранньостиглих форм і до 5–6 м у пізньостиглих. Товщина становить 2–7 см. Кількість міжвузль у ранньостиглих рослин кукурудзи досягає 8-12, у пізньостиглої — до 30–40 і навіть більше.

Листки - лінійно-ланцетні, великі, довжина листкової пластинки 70–110 см, ширина 6–12 см і більше. Листок має опушення, невеликий язичок та не має вушок. Розміщуються листки на стеблі почергово та не затінюють один одного. Краї листків ростуть швидше, ніж середина, а тому утворюють хвилі

на краю листка, що збільшує загальну листову поверхню рослини. Кількість листків на стеблі відповідає кількості стеблових вузлів.

Квіти- на одній рослині формується чоловіче суцвіття — волоть і жіноче — початок, тобто кукурудза є однодомною роздільностатевою рослиною. (Чоловічі квітки зібрані у волоті, жіночі — на качанах, у пазухах верхніх стеблових листків.) Волоть у кукурудзи розміщується на кінці центрального стебла або на пасинках. На волоті переважна кількість гілок першого порядку, зрідко на двох-трьох нижніх утворюються гілки другого порядку. Колоски з чоловічими квітками розміщуються вздовж кожної гілки двома або чотирма рядами попарно, з яких один сидячий, другий на короткій ніжці. Колоски двоквіткові; квітки тичинкові, з широкими опушеними перетинчастими колосковими лусками та тонкими м'якими — квітковими, між якими знаходиться три тичинки з двогніздими пиляками. З кожної волоті утворюється до 1-1,5 тис. квіток, які за сприятливих умов зацвітають одночасно з жіночими квітками або на 2-4 дні раніше. Пилок може переноситися вітром до 300–1000 м, що слід враховувати при просторовій ізоляції насінних посівів кукурудзи. Початки розвиваються з найактивніших пазушних бруньок стеблових листків.

На стеблі може утворюватись 2-3 початки, решта не розвиваються. Початок розташований на короткій ніжці (стебельці), вкритій зовні листовою обгорткою, які відрізняються від звичайних добре розвиненими піхвами та редукованими пластинками. Внутрішні листки обгортки тонкі, майже плівчасті, світлі, зовнішні — товщі й зелені. В основі початка добре розвинений стрижень циліндричної або слабokonусоподібної форми, завдовжки 15-35 см. Його маса становить 15- 25% від загальної маси початка. У комірках стрижня, які розташовані поздовжніми рядами, попарно розміщуються колоски з жіночими квітками. Колоски початка мають м'ясисті (при висиханні — шкірясті) колоскові луски та тонкі квіткові. У кожному колоску формується дві квітки, але утворює зернівку одна верхня, , нижня — безплідна. Розміщені попарно колоски формують дві зернівки, завдяки чому

початки мають парну кількість рядів зерен — від 8 до 24 і більше. Нормально розвинені жіночі квітки мають сформовані маточки, які мають зав'язь, довгий (до 40-50 см) ниткоподібний стовпчик і приймочки.

Плід кукурудзи гола зернівка різних розмірів і форми, складу та забарвлення. Кукурудза не має можливості до самопосіву: із опалих на землю, вкритих в листя качанів, зерна прорости не можуть [1].

1.3 Фізіологічні особливості росту і розвитку кукурудзи

Як і у будь яких інших культур, розвиток рослини кукурудзи починається з проростання зернівки. Спочатку це проявляється у набуханні зернівки, після чого в повздовжньому напрямку лопається оболонка зернівки і з'являється первинний корінець і зародкова брунька, вкриті кореневою і бруньковою піхвами.

Первинний корінець проростає донизу, а брунька спрямовується вертикально вгору. Із зародкової бруньки розвиваються листочки, які з'являються на поверхні у вигляді шилець, які згорнуті в трубочку і вкриті колеоптилем, мають потужний тургор щоб пробивати ґрунт.

Швидкість проростання залежить від багатьох чинників, а саме: температури ґрунту, вологості та доступу кисню. В Україні в середньому тривалість періоду від сівби до появи сходів може коливатися в межах 6 до 25 діб.

Головним чинником, який регулює швидкість проростання є температура ґрунту в 10–сантиметровому шарі. У більшості гібридів нижній показник температури, за якої починаються вегетаційні процеси (проростання), становить +8...10 °С. За середньодобової температурі ґрунту у межах +13 °С сходи з'являються через 20 діб після сівби, а при +15 °С — через 10 діб, при температурі ґрунту до +19 °С сходи отримуємо через 6–7 діб.

За сівби у непрогрітій ґрунт різко сповільнюються ростові процеси. Є ризик що частина насіння може втратити схожість. При короткочасних заморозках до –4 °С у фазу сходів рослини кукурудзи гинуть протягом години,

а за температури $-2...+3$ °C пошкоджуються, але можуть відновити розвиток, за умови якщо заморозки були нетривалими.

Таблиця 1.1. Показники співвідношення ФАО до кількості теплових одиниць та кількості днів для досягнення повної стиглості

№	Досягнення повної стиглості, днів	ФАО	Кількість теплових одиниць	Група стиглості
1	80-105	110-149	2100	Ранньостигла
2		149-199	2300	
3	106-120	200-249	2500	Середньорання
4		250-299	2600	
5	121-130	300-349	2700	Середньостигла
6		350-399	2800	
7	131-140	400-449	2900	Середньопізня
8		450-499	3200	
9	141-150	500-549	3400	Пізньостигла
10		550-599	3500	

За тривалістю фаз розвитку сорти та гібриди кукурудзи поділяють на 7 основних груп:

- дуже ранньостиглі — 70–80 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 110–149);
- ранньостиглі — 81–90 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 150–199);
- середньоранні — 91–100 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 200–299);
- середньостиглі — 101–110 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 300–399);

- середньопізні — 111–120 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 400–499);
- пізньостиглі — 121–130 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 500–599);
- дуже пізні — 131–140 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 600–699)[21].

З метою визначення теплозабезпечення с-г культур найчастіше використовують показник суми середньодобових ефективних температур (більше 10 °С). В Україні вони варіюють у межах 1800-2300 у зоні Поліссі, 2300-2900 у Лісостеповій зоні та 2900-3500 у Степу [10].

У фазу сходів кукурудзи потребують невеликої кількості вологи: найчастіше в усіх зонах вирощування достатньо того запасу вологи, який є у ґрунті під час сівби за рахунок опадів у цей період. Кукурудза здатна добре витримувати глибокого загортання насіння в ґрунті, що дозволяє розміщувати його у зволоженому шарі ґрунту. Якщо у суху спекотну весну поверхневий шар ґрунту швидко пересихає, сходи з'являються повільно (частина з яких після випадання дощів) і розвиваються нерівномірно, викликаючи ярусність посіву.

За сприятливих показників оптимальної температури і вологості ґрунту, найкоротший проміжок часу від сівби до появи сходів кукурудзи становить близько 4 діб. Від початку сходів до повних сходів в середньому проходить до 5–7 діб, а за особливо сприятливих умов — 1 доба.

Початок розвитку рослини (утворення корінців і перших трьох листків) відбувається за рахунок готових запасів поживних речовин, які містяться у насініні. Цим пояснюється швидкість росту: листя від 1-го до 3-го з'являється із проміжками в 1–2 дні одне за одним.

У живленні рослини важливу роль в перші 7–10 діб відіграють зародковий і 3–5 первинні бічні корінці. Після появи третього–четвертого листка, з підземних вузлів стебла на глибині 3–5 см від поверхні ґрунту формуються придаткові корені, які у подальшому виконують основну роль у

живленні рослин. Перші 2–3 тижні вони ростуть вглиб на 15–20 см, пізніше починають розвиватися у горизонтальному напрямку навколо стебла і знову заглиблюються. В результаті цього процесу формується мичкувата коренева система, дуже розгалужена, яка глибоко проникає у ґрунт. Основна маса коренів рослин кукурудзи перебуває у шарі ґрунту 30–60 см від поверхні, але частина з проникає глибше до 1,5–4 м, постачаючи воду рослині з глибини. До формування генеративних органів сріст коренів відбувається дуже інтенсивно, потім уповільнюється.

Одночасно з розвитком кореневої системи розвивається і листя, стебло та генеративні органи (чоловічі та жіночі суцвіття).

Температура повітря у фазі розвитку від 3–го до 8–го листка характеризується невисокими показниками і повним переходом молоді рослини на автотрофне живлення внаслідок росту і заглиблення кореневої системи. Листя в цей період росте повільніше, кожен наступний листок може формуватись з'являється через 3–6 діб після попереднього. У період утворення 3–5–го листка відбувається формування генеративних органів: у цей період формується диференціація конуса наростання волоті, закладається та диференціюється конус наростання майбутнього жіночого суцвіття (качана).

Листки від 8–го до 11–го формуються у більш кращих умовах: за вищої температури, досить добре розвиненої кореневої системи. У цей період корені можуть прорости на глибину до 60 см і захоплюють простір близько 40–60 см навколо рослини. За рахунок цього розгортання 8–11–го листків відбувається швидко, з проміжками в 1–2 дні. У цей період відбувається початок стеблуння, формування вузлів і міжвузлів, триває закладання майбутнього урожаю, формування генеративних органів, а саме: утворення колосових лопатей чоловічого суцвіття, витягування і неглибока сегментація основи жіночого суцвіття. Ріст в цей час відбувається дуже повільно, волоть за розмірами не перевищує 1 см. [16]

Утворення 11–13–го листка відповідає за часом у фазу трубкування. Темпи розвитку кожного з цих листків становлять 3–6 днів. У період від

формування 10-го листка і до повного цвітіння відбувається найінтенсивніший ріст рослин, і становить у найтепліші дні 10–15 см на добу. Також починається швидке збільшення розмірів волотей. У колосках формуються квітки, утворюється пилок. У жіночих суцвіттях, що зачасту відстають за темпами розвитку від чоловічих і на цей час за розмірами не перевищують 1 мм, іде диференціація, розвиваються колоскові горбики. Цей період є визначальним у формуванні таких елементів продуктивності, як довжина качана та кількість зерен у рядах.

У першій половині вегетації кукурудза досить економно витрачає ґрунтову вологу, від появи сходів до утворення 15 листків вона використовує 7–8% загального споживання. Нестача вологи у період від появи 7-го листка до викидання волотей не значно впливає на рівень врожаю, але за довшої тривалості посухи (від сходів до викидання волотей) врожайність може знизитися на чверть. У період розвитку приріст вегетативної маси починає різко збільшуватися, що підвищує вимоги до вологозабезпечення рослин. Якщо у фазі виходу в трубку (11–13-й листок) вологи недостатньо, то ріст рослин і формування початків різко гальмується, а продуктивність буде значно нижчою.

Фаза викидання волотей може тривати від 7 до 12 діб. У цей період завершує формування пилок, збільшуються у розмірі всі членики суцвіть і триває розвиток жіночих суцвіть. За сприятливих умов через 5–7 діб після виходу волоті з верхнього листка вона зацвітає.

Важливим показником сприятливих умов вирощування культури є темпи приросту рослин у висоту. Перші 15 діб після появи сходів середньодобовий приріст за оптимальних умов знаходиться у межах 1,2–2,4 см, наступні 1–2 тижні дещо знижується, далі знову зростає, досягаючи максимуму (5–7, іноді 12–15 см) за 7–10 діб до викидання волотей [26].

За 10–14 діб до викидання волотей і до фази молочної стиглості зерна протягом 30 діб триває критичний для кукурудзи період щодо вологозабезпечення. Велика потреба у волозі пояснюється інтенсивним

накопиченням сухих речовин, цвітінням, заплідненням і початком утворення основного врожаю. Від фази 15 листків до фази молочної стиглості рослина кукурудзи може використовувати 69–73 % від загального споживання вологи. Нестача вологи у ці фази розвитку, особливо у поєднанні з повітряною посухою, викликає в'янення рослин, передчасне всихання листя, зниження активності фотосинтезу, порушуються процесів запліднення і формування зерна, що сприяє зниження врожаю. З результатів попередніх досліджень, при в'яненні рослин протягом 1–2 діб урожай знижувався на 22 %, протягом 6–8 діб — на 50 %. Якщо в цей 30–денний період випадає 100–125 мм опадів за температури +22...23 °С розвиток рослин відбувається оптимально. За температури понад +24 °С рослини кукурудзи випаровують води більше, ніж поглинають, що негативно відображається на урожайності культури[19].

Цвітіння волоті розпочинається з верхньої гілочки і поступово відбувається на нижніх гілочках. У фазу цвітіння тичинкові нитки видовжуються, пиляки виходять за межі квітки, пилкові мішечки розкриваються, пилок висипається і розноситься вітром. Пилок кукурудзи містить до 60 % води і при всиханні швидко втрачає життєздатність. За найсприятливіших з погляду вологи і тепла умов він уже за 1,5 доби стає майже непридатним для запліднення. За менш сприятливих умов життєздатність пилку відбувається 6–10 годин, а за температури вищої +35 °С та вологості нижче 30 % життєздатність може втрачатися за годину. Зазвичай волоть може зацвітати на 2–3 дні раніше за жіноче суцвіття[26].

Розвиток жіночих квіток на одній рослині відстає від чоловічих, що сприяє перехресному запиленню. Під час цвітіння качана стовпчики виходять з обгортки назовні у вигляді соковитих шовковистих ниток. Їхні приймочки у цей час уже готові приймати пилок і за сприятливих умов зберігають цю здатність до 1,5–2 тижнів.

Вважається що період між цвітінням волотей і появою ниток качана не повинен перевищувати 2–5 діб. Це забезпечує нормальне запліднення і є важливою умовою формування продуктивності кукурудзи. Тривалість періоду

залежить як від погодних умов та рівня агротехніки. За посухи, при температурі понад +30 °С, порушуються процеси запліднення: до 7 і більше діб збільшується проміжок у часі між цвітінням волотей і качанів, зневоднюється і швидко втрачає життєздатність пилок, передчасно всихають нитки качанів, що є причиною череззерниці та зниження урожаю. Нерівномірність сівби за розвитком рослин також погіршують процес запилення.

Найсприятливішою для запилення тепла, волога, з легким вітром погода. Під час дощів пилок змивається, а у спекотну й суху погоду швидко втрачає життєздатність. Запліднення починається з моменту потрапляння пилку на приймочки чи волоски ниток, за теплої сухої погоди вже через годину пилок починає розвиватись, а через 20–30 годин досягає зав'язі. Після завершення запліднення нитки всихають і відмирають. У цей період відбувається формування зародка і зернівки, починається фаза молочної стиглості. Залежно від умов вегетації закладається певна озерненість качанів.

Далі настає фаза наливу і досягання зерна. Проходження цієї фази відзначається генотиповими особливостями гібриду та умовами вегетаційного процесу. Слід зазначити, що тривалість другого періоду вегетації кукурудзи від цвітіння до повної стиглості менш залежить від погодних умов, ніж тривалість періоду від сходів до цвітіння волоті. Під час формування, наливу і дозрівання зерна кукурудза потребує менше вологи. Вона досить добре здатна використовувати опади у другій половині літа, коли для багатьох інших культур вони вже не мають важливого значення. Брак вологи у фазі молочної стиглості викликає передчасне припинення наливу (верхівки качанів або залишаються неззерненими, або на них формується дрібне зерно). Оптимальна температура у фазах молочної — повної стиглості кукурудзи становить +22...20 °С. Низькою вважається температура близько +1...3 °С і у фазах дозрівання спричиняє пошкодження і часткову загибель рослин [22].

Молочна стиглість настає через 20–25 діб після запилення у скоростиглих гібридів і характеризується вмістом у зерні «молочної рідини»

та пожовтінням нижнього листя. У цей період триває процес накопичення поживних речовин у зернівках, що надалі визначає їхню масу. Вміст води в насінні у фазу молочної стиглості становить 25–55 %. У цей період кукурудза накопичує найбільшого приросту зеленої маси, вміст сухих речовин у зерні на цей час становить лише 3/4 від майбутнього урожаю.

Збільшення сухої маси зерна кукурудзи відбувається до фази ранньої воскової стиглості, яка настає через 35 діб після запліднення. Вміст зернівок набирає консистенції м'якого сиру, вміст води становить 35–40 %. Рослини починають швидко жовтіти. Схожість насіння у цей період досить висока, але швидко втрачається.

У період пізньої воскової стиглості, а саме через 40 діб після запилення, вміст зернівки вже твердий. Надходження пластичних речовин у зернівку припиняється, а вміст вологи у зерні знижується до 17–25 %.

При повній стиглості зерно стає твердим, набирає характерної для нього форми і забарвлення. У найбільш скоростиглих гібридів, залежно від рівня літніх температур, повна стиглість настає за 50–55 діб [11,12].

1.4 . Продуктивність рослин кукурудзи, залежно від густоти стояння

Визначення оптимальних норм висіву є одним з вирішальних питань у технології вирощування кукурудзи та отримання максимальної реалізації потенціалу продуктивності гібридів. Ця потреба була помічена людиною, мабуть, ще на зорі виникнення культурного рослинництва, а їх дослідження – з перших років існування дослідної агрономії. Погляди з цього питання не були ідентичними як в історичному аспекті, так і для різних ґрунтово-кліматичних і антропогенних умов вирощування.

Дослідження, які пов'язані з нормами висіву насіння, проведені за повними схемами досліджень, обов'язково повинні дати такі результати, за якими графічне яких зображення урожайності має дати єдину одновершинну криву. Вершина кривої вказує на величину максимального рівня урожайності в умовах досліджень та норму висіву, за якої її досягнуто. В кожному випадку

максимальна урожайність досягається лише за певної норми висіву. Відхилення по лінії кривої від її вершини, де відліки нижчих рівнів урожайності, або як збільшення так і зменшення норми висіву сприяє зниженню урожайності. Зниження продуктивності посівів за підвищених нормах висіву пшениці озимої вчені пов'язують із гіршим забезпеченням факторами зовнішнього середовища для їх росту і розвитку за рахунок зменшення площі живлення, яка відбувається у процесі збільшення густоти стояння рослин.

На показник оптимальної густоти сівби має вплив вологість ґрунту як на час сівби, так як і на вологість ґрунту під час вегетації. На полях з більшою густотою рослин вологість ґрунту нижча, ніж на ділянках, де кількість рослин менша, а площа живлення більша. Збільшення інтенсивності використання води з ґрунту за високої густоти рослин негативно впливає на рівень врожаю в умовах посухи. Загущення посівів викликає швидке проходження міжфазних періодів, прискорює дозрівання рослин і в кінцевому результаті знижує урожайність, а за умов екстремальних - і повної гибелі посівів.

Важливий резерв реалізації можливостей кукурудзи – встановлення оптимальної площі живлення рослини для гібридів з урахування рівня мінерального живлення і природної родючості ґрунту.

Вчені стверджують, що на формування передзбиральної густоти стояння рослин має вплив вологозабезпеченість посівів. За умов зрошення для ранньостиглих гібридів з ФАО 180 оптимальною є 100 тис/га – 11,6 т/га, за зниження до 80 тис/га продуктивність кукурудзи знижується на 24,4 % або до 8,77 т/га. Для середньоранніх гібридів кукурудзи (ФАО 200-250) слід забезпечувати густоту стояння рослин на час збирання на рівні 90 тис./га, середньостиглих з ФАО 300-360 – 80 тис./га. Для гібридів з ФАО більше 450 економічно обґрунтованою є густота 70 тис/га.

Норми висіву варіюються, залежно від погодних умов, висоти стеблостою, родючості ґрунту, вологості тощо. Густота стояння кукурудзи в посівах залежить від зони вирощування та скоростиглості гібридів. У

Лісостеповій зоні оптимальною густотою стеблостою ранньостиглих гібридів зернової кукурудзи до збирання є 65-80 тис рослин на 1 га (45-56 рослин на 10 м рядка при рядками 70 см), а в зоні Степу - 60-65 тис / га (42-45 рослин на 10 м), при використанні ранньостиглих і 45-50 тис / га (32-35 рослин на 10 м) - при сівбі середньоранніх гібридів.

Норма висіву насіння повинна перевищувати густоту стеблостою на 20-25 (до 30)%. Вона становить в зоні Полісся 80-100 тис шт.зерен на 1 га (56-70 зерен на 10 м рядка), а в Лісостеповій зоні - 55-60 тис / га (38-42 зерна на 10 м рядка) для середньоранніх і 75 -80 тис / га (52-56 зерна на 10 м рядка) для ранньостиглих гібридів. Витрата насіння кукурудзи на 1 га посівів коливається від 10 до 25 кг.

Враховуючи показники фотосинтетичної діяльності і економічної ефективності вченими встановлено, що оптимальною є збиральна густота стояння рослин для ранньостиглих гібридів 80 тис./га, середньостиглих і середньопізніх гібридів – 60 тис./га. Передзбиральна вологість зерна збільшується по мірі подовження тривалості вегетаційного періоду і варіює, залежно від густоти стояння рослин у ранньостиглих гібридів у межах 16,7-20,8%, середньоранніх – 20,7-24,9%, середньостиглих – 22,8-26,4%, середньопізніх – 26,0-34,1% [29] .

За збільшення густоти стояння рослин з 50 до 70 тис./га спостерігається прибавка врожайності кукурудзи, в межах 3,3-5,3 ц/га. Загущення посіву від 70 до 90 тис./ га є менш ефективним і, в середньому по факторах, сприяє збільшенню прибавки врожаю на 1,1 ц/га. За загального підвищення продуктивності рослин при загущенні 90 тис./га спостерігалось погіршення якісних та кількісних показників врожаю.

Густота стояння впливає на морфологічну будову і характер розростання кореневої системи гібридів кукурудзи різної стиглості. Дослідження засвідчили, що найбільше коренів розміщується в шарі ґрунту 0-40 см. Збільшення густоти рослин ранньостиглого гібрида з 60 до 80 тис/га викликає збільшення маси коренів з на 9,55-9,65 ц/га [31].

Дотримання густоти посіву кукурудзи на рівні для середньопізніх гібридів 60 тис/га, для середньоранніх – 80 тис./га та оптимальному живленні рослин дозволяє отримувати високі врожаї кукурудзи навіть при несприятливих погодних умовах. На даний час урожайність кукурудзи в коливається від 56 до 80 ц/га, але найближчим часом цей показник урожайності повинен зрости, завдяки впровадженню рекомендацій щодо густоти посіву та вологозабезпечення кукурудзи.

За даними досліджень, проведеними в умовах Кіровоградського інституту АПВ УААН, максимальну прибавку зерна отримано при застосуванні інтенсивної технології вирощування. Порівняно з іншими технологічними моделями вирощування урожайність була істотно вищою [31].

За вирощування ранньостиглих і середньоранніх гібридів найбільш висока продуктивність і економічна ефективність виробництва кукурудзи забезпечується при використанні густоти 80 тис/га, середньостиглих – 60 і середньопізньостиглих – 50 тис/га.

При збільшенні густоти рослин урожайність гібридів кожної групи стиглості підвищується до певного рівня. У ранньо та середньоранніх гібридів найвищі показники встановлено при густоті 70 тис/га, середньостиглі і середньопізніх – 50 тис/га. На загущення стеблостою найвищу реакцію відмічено у гібридів останніх двох груп стиглості, зниження урожайності у них становило від 0,4 до 1,3 т/га порівняно з густотою 50 тис/га. Причому, урожайність ранньостиглих гібридів у несприятливих умовах була на 25,1 % вищою, ніж у середньоранніх на 20,0 і 23,3 % за середньостиглі і середньопізні гібриди кукурудзи. При розміщенні кукурудзи після кращих попередників краще орієнтуватись на верхню межу оптимальної густоти, у решти випадків – на нижню. Надмірне загущення посівів спричинить значну втрату вологи з ґрунту, підвищує конкуренцію рослин за світло, що веде до сповільнення наливу зерна, збільшення кількості дрібних качанів, запізнення зі строками

збирання урожаю. Ранньостиглі гібриди слід сіяти густіше, ніж пізні, оскільки вони формують менші рослини.

Загущення посівів сприяє зменшенню формування генеративних органів, у зачатках майбутніх качанів і волотей зменшується число квіток, що негативно впливає на продуктивність рослин. У більш вологі роки з підвищенням густоти стояння рослин збільшуються розміри рослин у висоту та врожайність для гібридів всіх груп стиглості. Найбільший приріст урожайності спостерігається при переході від 40 до 60 тис./га. Це загальна тенденція для більшості гібридів, але окремі з них мають схильність до ще більшого загущення. У несприятливих умовах темпи приросту послаблюються, відмічається раннє відмирання нижніх листків та зменшення урожайності. Зріджені посіви за цих умов здатні забезпечити високу індивідуальну продуктивність рослин, але внаслідок недостатньої щільності стеблостою на одиниці площі не відбувається підвищення урожаю.

Підбір високопродуктивних гібридів, стійких до загущення посівів, і оптимізація внутрішньої структури посівів сприяють формуванню загальної кількості качанів на площі, які за оптимального поєднання густоти стояння рослин, індивідуальної продуктивності і структури урожаю визначають рівень урожайності зерна. Розміщення посівів кукурудзи різних груп стиглості і умови вологозабезпечення позначаються на рівні оптимальної густоти стояння рослин кожного гібриду. Відхилення від оптимальної густоти стояння рослин може сприяти недобору зерна, особливо в посушливі роки.

Ефективність використання сонячної радіації та вологи значно відображаються густотою стояння рослин. Негативний вплив надмірного загущення виражається в підвищенні конкуренції між рослинами за фактори життєдіяльності. В той же час, зрідження посівів внаслідок недостатньої кількості рослин не здатні забезпечити значного приросту врожайності. Отже, високу врожайність можна отримати лише за умов поєднання факторів максимальної продуктивності рослин і найбільш раціонального розміщення на полі.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Кліматичні та ґрунтові умови проведення дослідження

Кліматичні умови

Продуктивність рослин, у тому числі кукурудзи на зерно, залежать від метеорологічних та погодно-кліматичних умов зони вирощування. Цей показник впливає на ефективність добрив і урожай більше, ніж ґрунтові умови. Найвищий приріст врожаю кукурудза дає за рівномірного розподілу опадів протягом вегетаційного періоду за достатнього запасу вологи в ґрунті.

Клімат у регіоні – помірно-континентальний. Середня температура повітря становить 6,5-7 °С, а відносна вологість 79 %. Середня багаторічна сума опадів становить 540-560 мм. Переважна їх кількість випадає навесні та влітку, (відповідно 120-135 та 195-200 мм). Зимово кількість опадів - 90-100 мм, а восени – 130-135 мм. В цілому за вегетаційний період випадає біля 65 % опадів. Даний рівень зволоження повністю забезпечує вологою вирощувані культури.

Середня температура липня становить 19,6 °С тепла, а січня - 6,9 °С морозу. Сумарна сонячна радіація відповідає 90-94 ккал/см² (3838,5-4051,8 Мдж/м²) впродовж року. На частину сумарної фотосинтетично-активної радіації припадає близько 39 ккал/см² (1663,4 Мдж/м²) за період вегетації з активними температурами.

Тривалість безморозного періоду у середньому становить 165 днів. Зимово середньодобові температури повітря з показниками, що відповідають позитивним її значенням (0-2), а іноді 5 °С тепла. Перепади температури від мінусових до плюсових, викликають утворення льодової кірки на озимих культурах. Перший сніг починає випадає в листопаді, але стійкий сніговий покрив може утворюватися в третій декаді грудня. Середня глибина промерзання ґрунту в межах 40-50 см. Максимальне промерзання ґрунту відбувається у лютому місяці, глибиною до 110см. Літо найчастіше розпочинається в кінці травня і закінчується на початку вересня. Літній період в основному теплий і помірно вологий із частими грозами та інтенсивними

зливовими дощами. Восени відбувається поступове зниження температури в кожному місяці на 6-7°C.

Перехід температур повітря у плюсовий показник навесні та восени через 0 °C відбувається 19 березня та 14 листопада; через 5 °C – 8 квітня і 26 жовтня; через 10 °C – 26 квітня і 2 жовтня. Тривалість теплового періоду року з плюсовою добовою температурою повітря ($t > 0$ °C), складає 245 днів [14].

Рисунок 2.1. Зони вирощування кукурудзи за групами стиглості

Тривалість вегетації більшості культур ($t > 5$ °C) – 201 день, періоду активної вегетації с-г культур ($t > 10$ °C) – 160 днів і найбільш забезпечений теплом період ($t > 15$ °C) – 108 днів.

Середня температура повітря навесні становить 7,0 °C з нестійким підвищенням від березня до травня.

Вирощувати кукурудзу можна практично на всій території України, але слід враховувати, що ми маємо кілька природно-кліматичних зон, які відрізняються між собою і тому підбір гібридів за ФАО здатні давати стабільно високі врожаї у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Навіть в умовах одного господарства поля мають відмінності між собою за родючістю ґрунтів, попередниками, вологозабезпеченістю. Тому варто використовувати кілька гібридів з різними характеристиками: ФАО, типом зерна, чутливістю до добрив, стійкістю до хвороб і густотою стояння. [15].

Таблиця 2.1. Агрокліматичні умови зон вирощування кукурудзи на зерно в Україні

Зона	Безморозний період, дів	Сума активних температур, °C	Сума ефективних температур, °C	Сума опадів за рік, мм
Степ	165–185	2800–3500	1110–1400	350–500
Лісостеп	150–170	2300–2700	800–1100	500–600
Полісся	150–165	2140–2600	700–900	540–620

Середня тривалість періоду без морозів становить – 150–170 днів. Вегетаційний період може тривати до 215 днів. Період з температурою, вищою 10°C, продовжується лише 160 днів [13].

Найнижчі температури спостерігаються у січні. Зима досить тривала за часом, але помірно тепла. Відносна вологість повітря в середньому за рік 84%, влітку коливається у межах від 73-60% і підвищується взимку до 91%.

Територія ФГ «Дідова балка», Кировоградського р-ну, Кировоградської області знаходиться в зоні достатнього зволоження і з позитивним балансом вологи за вегетаційний період, гідротермічний коефіцієнт (ГДК) дорівнює 1,2. На початку весни запас продуктивної вологи в метровому шарі складає 160-180 мм [16].

Таблиця 2.2. Відхилення від норми середньої місячної температури повітря та місячної кількості опадів (за даними ЦГО)

Характеристика		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня місячна температура повітря (°C)	норма	-5.6	-4.2	0.7	8.7	15.2	18.2	19.3	18.6	13.9	8.1	2.1	-2.3	7.7
	2017	-5,7	2.0	3.9	12.4	15.5	20.6	22.4	21.1	16.1	6.5	1.2	-1.5	9.5
	відхилення	-0,1	6.2	3.2	3.7	0.3	2.4	3.1	2.5	2.2	-1.6	-0.9	0.8	1.8
Місячна кількість опадів (мм)	норма	48	46	39	49	53	73	88	69	47	35	51	52	650
	2017	59	60	34	68	143	15	46	27	5	101	48	48	654
	відхилення	11	14	-5	19	90	-58	-42	-42	-42	66	-3	-4	4

З результатів таблиці видно, що біля 70% всієї кількості опадів випадає в період вегетації рослин, під час вегетації створювалися різні за температурним режимом і зволоженням умови росту і розвитку рослин. Зимом кількість опадів значно зменшується.

В останні роки відмічається нестабільний температурний режим. Абсолютний максимум температури становив (+39°C), а мінімум – (-24°C). Протягом червня-липня кількість опадів становила всього 8 мм, що мало значний вплив на процес формування врожаю. Про не стабільність також свідчать аномальні погодні умови у роки досліджень.

Отже, погодні умови, що склалися у роки проведення досліджень, в цілому були не дуже сприятливими для вирощування кукурудзи, окремі періоди характеризувались значними коливаннями у бік надмірного чи недостатнього зволоження, що зумовило істотні зміни у продуктивності рослин кукурудзи на зерно та ефективності добрив, що застосовувались під цю культуру.

Грунтові умови

Кіровоградська область розташована в межах центральнолісостепної підвищеної агрогрунтової провінції та Дністровсько-Дніпровської північностепової агрогрунтової провінції. Грунтовий покрив області характерний для перехідної зони від південного Лісостепу до північного Степу і представлений більш ніж 50 відмінами ґрунтів. У ґрунтовому покриві переважають чорноземи: в північній частині поширені глибокі та опідзолені, в південній частині - звичайні середньогумусні й малогумусні. Є також сірі лісові, болотні та інші ґрунти

Чорнозем звичайний малогумусний — ґрунт, що сформувалися під різнотравно-ковилово-кострічевою рослинністю на плато і схилах вододілів, лесових терасах на лесових породах і червоно-бурих глинах. Профіль чорноземів звичайних нагадує профіль чорноземів типових. Але в умовах більш жорсткого гідро-термального режиму в цих ґрунтах гальмується процес гумусоутворення, профіль стає більш коротким (80—85 см і більше). Діагностичними ознаками цих ґрунтів є наявність у нижній частині профілю (в горизонтах **Phk** і **Pк**) виділення карбонатів у вигляді білозірки, в породі з глибини 4 м в північній частині підзони, а південній частині з 2—2,5 м

Чорнозем звичайний малогумусний	Легкосуглинкові	3,15	2,7-3,7	10,60	9,2-12,28	2,22	1,7-3,70	2,1	1,2-2,7
---------------------------------	-----------------	------	---------	-------	-----------	------	----------	-----	---------

Механічний склад ґрунтів досить різноманітний, але найбільше поширені пилувато-легкосуглинкові відміни. За фізичними і фізико-хімічними властивостями ґрунти аналогічні чорноземам типовим, а за вмістом гумусу часто перевершують їх, що й зумовлює високу родючість. Це найкращі ґрунти для інтенсивних сільськогосподарських культур. Використовуються як сінокісні угіддя.

Родючість ґрунту характеризується здатністю забезпечувати рослини вологою, повітрям і поживними речовинами у період вегетації. Вона значною мірою визначається кількістю і якістю гумусу, органо-мінеральною частиною ґрунту. Утворення гумусу відбувається під впливом мікроорганізмів та біохімічних процесів з рослинних і тваринних решток.

До складу ґрунтів входить близько 45 різних елементів, але найпоширенішими є вуглець, кисень, водень, азот, кремній, алюміній, залізо, кальцій, натрій, сірка, фосфор, титан і марганець.

Найчастіше рослини зазнають нестачі мінеральних форм азоту, фосфору, калію. Значна частина мінеральних речовин міститься в ґрунті у формі органічних сполук. Більшість поживних речовин рослинами засвоюються рослинами з ґрунтового розчину, який утворюється за участі води, що, проникаючи у ґрунт, вилучає з нього розчинні речовини.

В Україні спостерігається зменшення угідь внаслідок ерозійних процесів, повторного засолення, забруднення промисловими відходами. [18].

Таблиця 2.4. Агрохімічні та фізико-хімічні властивості чорнозему звичайного малогумусного

Глибина відбору зразків, см	Вміст гумусу, %	pH _{водн}	pH _{сол}	Вміст СаСО ₃ , %	ЄКО, мг-екв/100 г	Вміст рухомих форм елементів живлення, мг/100 г ґрунту			
						Азот сполук, що легко гідролізують	N мінеральний	P ₂ O ₅	K ₂ O
0–25	4,0	8,5	7,7	1,22	31,5	73,6	33,0	25,0	87,3
25–50	3,20	8,1	8,0	5,30	20,2	64,2	22,3	16,2	74,3

Реакція ґрунтового розчину є сприятливою для росту й розвитку більшості культур, зокрема кукурудзи на зерно та вирощування основних інтенсивних культур, районованих для зони, особливо коренеплодів і бульбоплодів, сіяних трав і городніх культур.

Ґрунт має середній рівень забезпечення фосфором і калієм. Щоб отримати високі врожаї важливо звертати увагу на внесення фосфорно-калійних добрив [20].

2.2. Методика проведення досліджень

Польові дослідження проводились відповідно до “Методичні рекомендації по проведенню польових дослідів з кукурудзою» (1980), розроблені у відповідності з “Методичними рекомендаціями по проведенню польових дослідів з зерновими, зернобобовими і кормовими культурами” під редакцією В.С. Цикова, Г.Р. Пікуша (1983). Лабораторні дослідження та математична обробка результатів досліджень проводились за загальноприйнятими методиками, виданими А.С. Молостовим (1966), Б.А. Доспеховим (1985). Площа посівної ділянки – 151,2 м² (36 м х 4,2 м), облікової – 100,8 м². (36 м х 2,8 м). Завдання досліджень виконувались експериментальним методом в польових дослідях.

Таблиця 2.5. Схема дослідів

Назва гібридів кукурудзи	Передзбиральна густина рослин, тис		
	шт/га		
P8816 (ФАО 300)	70	80	90
ДКС 3400(ФАО 330)	70	80	90
ДКС 3402(ФАО 230)	70	80	90

Зразки для аналізу відбирали у три періоди: перший раз у фазі 9-10 листків, другий – у фазі викидання волоті, третій – у фазі молочно-воскової стиглості зерна. У зразках рослинного матеріалу визначали суху речовину, площу листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу.

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом по фазах вегетації та одночасно відбирали проби для визначення легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і калію.

Протягом вегетації рослин кукурудзи проводили наступні дослідження, аналізи і спостереження:

1. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин кукурудзи проводили з метою встановлення впливу вивчаючого прийому на проходження фаз росту і розвитку кукурудзи. При цьому відмічали дати настання фаз, враховуючи початок кожної фази при вступі до неї не менше 10% рослин, а повну фазу – 75% рослин. Згідно методики визначали такі фази: сходи, фаза 9-10 листків, цвітіння волоті, молочну, молочно-воскову і повну стиглість.

2. Висоту рослин визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла у фазах 4-5 і 9-10 листків у кукурудзи, викидання і цвітіння волоті.

3. Динаміку приросту надземної маси кукурудзи визначали через кожні 15 днів шляхом відбору зразків у двох несуміжних повторностях.

4. Для визначення сухої речовини із подрібнених зразків рослин відбирали середній зразок, із якого брали дві наважки масою 50 г, висушували у сушильній шафі до постійної маси при температурі 105⁰С.

5. Динаміку площі листкової поверхні визначали на типових зафіксованих рослинах кукурудзи шляхом вимірювання довжини і ширини литкових пластин. Найбільшу ширину листка множили на його довжину і на перевідний коефіцієнт 0,75.

6. Показники чистої продуктивності фотосинтезу визначали за формулою Кидда, Веста і Бриггса (1967) :

Характеристика гібридів кукурудзи

ГІБРИД Р 8816 Характеристика

Посухостійкий, ранньостиглий гібрид в групі стиглості. ФАО 300, добре адаптований до загущення, але гірше заповнює втрати врожаю при зріджених посівах. Зерно дуже швидко віддає вологу при досягненні фізіологічної стиглості. Стійкий до південного **гельмінтоспоріозу**, **пухирчастої сажки** та **фузаріозу** качанів. Помірно стійкий до **бактеріозу**. Демонструє стабільні результати в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Р8816 рекомендується до сівби на полях з підвищеною загрозою грибкових захворювань, де інші гібриди або сорти будуть відчувати себе некомфортно. Рекомендоване до сівби як монокультуру, при дотриманні оптимальних або пізніх строків посіву.

- Простий гібрид із зубовим типом зерна.
- Добра стійкість до гельмінтоспоріозу та кукурудзяних гнилей.
- Висока рослина з високим кріпленням качана.
- Гарна стійкість до стеблового вилягання.
- Адаптується до різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Рекомендації щодо вирощування

- Уникати посіву в місцях із високими осінніми опадами.
- Уникати надто ранніх строків посіву та посіву на перезволожених ґрунтах, де є ризик кореневого полягання.

Стійкість до хвороб та стресових факторів

- Енергія початкового росту — 7 балів.

- Толерантність до фузаріозу — 8 балів.
- Толерантність до пухирчастої сажки — 9 балів.
- Толерантність до летючої сажки — 9 балів.
- Стійкість до вилягання — 9 балів.
- Стійкість до посухи та інших стресових умов — 9 балів.

Рекомендована густина стояння на момент збирання

- Зона достатнього зволоження – 70-75 тис./га.
- Зона недостатнього зволоження – 60-65 тис./га.

Рис 2.2 Гібрид кукурудзи Р8816

ГІБРИД ДКС-3400 Характеристика

ФАО 280 Гібрид для областей раннього досягання. ДКС 3420 — середньоранній пластичний гібрид з високою врожайністю в своїй групі стиглості. Сильні сторони гібриду — крупне зерно з доброю вологовіддачею та потужна листостеблова маса.

Морфологічні характеристики: стебло, листя й корінь добре облистяє, стебло заввишки 240-270 см ремонтантного типу (зелене стебло при стиглому зерні) потужна коренева система.

Качан: висота кріплення — 90-100 см форма конусо-циліндрична, довжина — 23-25 см, діаметр — 4,0-5,0 см, кількість рядів у качані – 16-18, кількість зерен у качані – 400-580, кількість зерен у ряду – 28-32.

Зерно: кременисто-зубовидного типу, колір жовтий у верхній частині, маса 1000 зерен, г – 280-300

Переваги: крупне зерно; висока врожайність; висока стійкість до вилягання; толерантність до хвороб; швидка віддача вологи зерна.

Рекомендації: добре реагує на середню та високу густоту; адаптований до різних типів ґрунтів та технологій вирощування; використовується для вирощуванні зерна або заготівлі силосу.

Рекомендована густина до збирання: 65000 — 70000 шт/га, зона недостатнього зволоження; 75000 — 85000 шт/га, зона достатнього зволоження; 95000 — 100000 шт/га, для силосу

Рис 2.3 Гібрид кукурудзи ДКС-3400

ГІБРИД ДКС 3402 ФАО 230 Характеристика

Має високу стабільність та пластичність, адаптованість до легких ґрунтів, холодостійкість.

Рекомендації:

Зона вирощування: достатнього та нестійкого зволоження.

Відношення до ґрунтів: придатний до вирощування на всіх типах ґрунтів.

Рівень мінерального живлення: середній і високий.

Рекомендований основний обробіток ґрунту: традиційний, мінімальний.

Температура ґрунту в період посіву: від 8°C.

Відношення до монокультури: витримує монокультуру.

Відношення до перестоювання: потребує збирання в оптимальні терміни.

Гібрид рекомендовано для зернового використання.

Характеристики гібриду: група стиглості - середньорання; тип зерна - зубовидний; вологовіддача – добра.

Стійкість: початкова енергія росту: 8.0; холодостійкість: 8.0; посухостійкість: 8.0; стійкість до пухирчастої сажки: null; стійкість до фузаріозу (стебла/качани): 9.0; стійкість до кореневого та стеблового вилягання: null; стійкість до стеблового вилягання після пошкодження метеликом: null; стабільність та пластичність: 8.0.

Густина до збирання:

- В умовах достатнього зволоження - 70 000-75 000 шт/га;
- В умовах нестійкого зволоження - 65 000-70 000 шт/га.

2.3. Агротехнічні умови проведення дослідів

Попередником культури була пшениця озима після гороху. Основний обробіток ґрунту передбачав лущення стерні на 12-14 см з послідуочим, через 12-14 днів, зяблева оранка на глибину 25-27 см плугами з передплужниками. Під основний обробіток ґрунту вносили 70 кг/га діючої речовини фосфорних і калійних добрив.

Рано навесні проводилось боронування поля для запобігання втрат ґрунтової вологи та вирівнювання поля. Під передпосівну культивуацію вносили 90 кг/га д.р. азотних добрив, а також ґрунтовий гербіцид Дуал Голд (1,3 л/га) з додаванням ґрунтового прилипала Роутбек, який за умов перезволоження здатний забезпечити ефективний захист посівів та не дає можливості вимивання у нижчі горизонти препарату, що може викликати істотне зрідження посівів, та зниження врожайності.

Сівбу проводили сівалкою Кінзе за температури ґрунту на глибині заробки насіння 8-10⁰С. Спосіб сівби – широкорядний пунктирний з шириною міжрядь 70 см. Норма висіву насіння відповідно до схеми дослідів з врахуванням страхової надбавки 12%.

Після сівби проводилось коткування ділянок кільчасто-шпоровими котками. У фазу 5-7 листків посіви обробляли страховим гербіцидом Тітус (50 г/га) з додаванням прилипача Тренд 90 (200 мл/га).

Збирання врожаю проводили за умови досягання врожаю при вологості зерна 18-20% методом суцільного збирання з облікової ділянки.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ І ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ

3.1. Особливості росту й розвитку рослин кукурудзи

Протяжність фаз розвитку рослин кукурудзи залежить від ґрунтово-кліматичних та погодних умов, зокрема суми температур повітря, біологічних особливостей гібриду чи сорту кукурудзи. Фенологічних спостережень за фазами росту й розвитку дають можливість визначитись з групою стиглості гібриду, які відповідністю умовам певної ґрунтово-кліматичної зони і оцінити ефективність впливу елементів технології вирощування.

Тривалість періоду вегетації культури залежить не лише від сортових особливостей, але й від комплексу агротехнічних заходів, а саме: системи удобрення, системи захисту посівів, густоти рослин та ін. Ці умови впливають також і безпосередньо інтенсивність проходження та тривалість етапів органогенезу, які відповідають фазам розвитку кукурудзи.

Кукурудза є теплолюбною рослиною. Завдяки успіхам у селекції її вирощування поширилось майже по усій Україні. Але збільшились витрати на сушіння зерна. Використання прогресивних елементів технологій вирощування дозволяє істотно їх зменшити [44].

Одним з важливих критеріїв визначення групи стиглості зерна є необхідна для дозрівання сума ефективних і температур вище 10 °С і звичайно передзбиральна вологість зерна. На підставі цих спостережень можна передбачити час досягання врожаю. Гібриди з різних груп стиглості для досягнення повної стиглості зерна потребують різної кількості сонячної енергії.

Тривалість вегетації кукурудзи безпосередньо залежать від температурного режиму повітря і ступеня вологозабезпеченості. Особливо активно може реагувати кукурудза на зміни умов навколишнього середовища на початку вегетації.

Характеристика гібридів:

Інтенсивна технологія вирощування кукурудзи передбачає використання певних технологічних заходів, або ругульованих факторів, за допомогою яких можна впливати на тривалість вегетаційного періоду. До таких належать: строки сівби, та густота рослин, оптимальне співвідношення фосфорних, калійних і азотних добрив, засобів захисту посівів від бур'янів тощо.

У період розвитку сівба – сходи переважаючим фактором впливу є переважно температурний режимом на глибині заробки насіння (4-6 см) та забезпеченість ґрунту вологою. Чим вища температура за вказаний період, тим менше часу проходить від сівби до сходів.

За інформацією вчених, мінеральні добрива несуттєво впливають на тривалість основних фенологічних фаз рослин кукурудзи. Стверджується, що на варіантах із підвищеним рівнем мінерального живлення біологічна стиглість зерна настає на 1-3 дні раніше, ніж при внесенні добрив у мінімальних дозах.

Рівень приросту урожаю зерна досліджуваних гібридів залежав від темпів їх росту і розвитку в процесі вегетації. Вивчення особливостей росту і розвитку культури дає можливість оптимізувати агротехнічні заходи цієї культури.

Дослідження показують, що гібрид кукурудзи ДКС 3402 на збільшення густоти стояння рослин реагував подовженням вегетаційного періоду на 7 і 5 днів, що сприяло подовженню генеративного розвитку рослин у загущених посівах.

Розвиток рослин кукурудзи за різної густоти стояння та під впливом погодних умов в межах одного гібрида проходив з різною інтенсивністю. Із загущенням посіву тривалість періоду сходи – цвітіння волотей збільшувалась у гібрида ДКС 3400 залежно від густоти від 58 до 60 днів, у гібрида ДКС 3402 – від 62 до 64 днів, в свою чергу у гібрида Р8816 тривалість даного періоду незалежно до зміни густоти стояння становила 54 днів.

**Таблиця 3.1. Тривалість міжфазних періодів у гібридів кукурудзи
залежно від густоти стояння рослин, днів
(середнє за 2023-2024 рр.)**

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Тривалість періодів			
		сівба – сходи	сходи – цвітіння волотей	цвітіння волотей – повна стиглість	сходи – повна стиглість
P8816	70	9	53	65	113
	80			66	114
	90			66	116
ДКС 3400	70	10	57	63	117
	80			65	117
	90		61	67	118
ДКС 3402	70	9	62	66	121
	80			68	121
	90		63	71	122

У досліджуваних гібридів тривалість періоду від цвітіння волотей до повної стиглості змінювалася в межах 5-10 днів, що можна пояснити погіршенням умов освітлення, і як наслідок, подовженням міжфазних періодів. Отже, в умовах проведених досліджень тривалість вегетаційного періоду у більшій мірі обумовлюється морфобіологічними особливостями і у меншій – густотою стояння рослин.

3.2. Динаміка площі листкової поверхні досліджуваних гібридів

Планування майбутньої продуктивності посівів з урахуванням потенційних можливостей рослин спонукає пошуку наукових рішень, принципи й методи яких згодом увійдуть у практику виробництва. Для

вирішення цих завдань необхідно використати всі засоби активного керування процесу формування врожаїв.

Одним з факторів, що характеризують рівень продуктивності посівів кукурудзи, важлива роль належить енергії сонячного світла, рівню забезпечення рослин вуглекислим газом, елементами мінерального живлення й гідротермічними умовами життя рослин.

Важливим завданням галузі рослинництва є створення умов, що оптимально забезпечують використання сонячної радіації за допомогою фотосинтезу, який використовується для утворення органічних речовин з найбільшим коефіцієнтом корисної дії. Високі коефіцієнти використання рослиною енергії сонячної радіації зформуються тоді, коли рослини оптимально забезпечені факторами розвитку. З сучасних наукових джерел відомо що оптимальні за структурою, забезпечені водою, мінеральним живленням і вуглекислим газом посіви найбільш продуктивних рослин можуть використати енергію ФАР з коефіцієнтом корисної дії 4-5 %. Такі посіви протягом вегетації можуть у середньому поглинати 50 % падаючої на них сонячної радіації й близько 10-12 % з неї використати на фотосинтез і акумуляцію органічних речовин у врожаї. Але коефіцієнт використання енергії ФАР у виробництві становить усього лише 0,5-1%. Враховуючи це в перспективі складаються необмежені можливості збільшення врожаїв. На шляху до вирішення цього завдання важлива роль належить оптимізації посівів з високою оптичною щільністю.

Процес фотосинтезу у посівах є домінуючим фактором у перший період росту й розвитку рослин. З початком розвитку репродуктивних органів, роль фотосинтезу поступово зменшується й домінуючими стають процеси, пов'язані з формуванням репродуктивних органів і перерозподілом пластичних речовин між окремими органами рослин.

Процес нагромадження сухої речовини у посівах визначається величиною листової поверхні рослин, яку формують рослини на одиниці площі, та її фотосинтетичним потенціалом. Усі елементи технології

виращування, в т.ч. і підбір сортів, норми висіву і рівень мінерального живлення слід розглядати як способи оптимізації продуктивності листкового апарату.

Важливого значення для формування продуктивності рослин має площа листкової поверхні однієї рослини. Розмір листкової поверхні корелюється від загального розвитку надземної маси рослин гібридів кукурудзи, враховуючи те що більшу частину її становлять листки. Листкова поверхня виконує основну функцію нагромадження органічної маси як фотосинтезуючий апарат.

Крім того, важливого значення набуває процес вивчення асиміляційної поверхні як головного органу рослини. В процесі фотосинтетичної діяльності листків створюється 90-95 % сухої речовини.

Протягом 2-х місяців після сівби кукурудза неефективно використовує запаси сонячної енергії, тепла та вологи. В другу половину вегетації, коли площа листків становить максимум, надходження ФАР йде на спад, зменшується температура повітря та запаси ґрунтової вологи.

Дослідження площ листкової поверхні в наших дослідах проводили у такі фази: 7-8 листків, 11-13 листків, цвітіння волотей, фазу молочної стиглості зерна. Це дало можливість охарактеризувати ріст і розвиток гібридів кукурудзи.

Найбільшу листкову поверхню рослини сформували у фазу цвітіння волотей. У гібрида ДКС 3402 в порівнянні з іншими гібридами вона була максимальною – 51-55,3 тис. м²/га, що пояснюється формуванням більшого габітусу рослин та особливостями зовнішньої будови гібриду.

Найбільшу інтенсивність наростання площі листової поверхні відмічено у гібридів кукурудзи ДКС 3402 і ДКС 3400. Коефіцієнт інтенсивності наростання, тобто відношення площі листків в кінці періоду до початкового розміру становив 5,3-5,7 і 5,2-5,5.

Таблиця 3.2. Формування площі листкової поверхні гібридів кукурудзи, залежно від густоти стояння рослин тис. м²/га (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Фази росту і розвитку рослин			
		7-8 листків	11-12 листків	цвітіння волотей	молочний стан зерна
P8816	70	9,32	33,80	45,73	34,70
	80	9,21	33,30	44,52	34,52
	90	9,22	33,11	43,43	33,73
ДКС 3400	70	10,91	33,62	49,12	39,64
	80	10,83	33,11	48,82	39,11
	90	10,63	32,22	47,44	38,0
ДКС 3402	70	10,55	34,81	55,33	45,92
	80	10,53	33,22	52,41	44,53
	90	10,44	32,24	51,0	43,41

Темпи наростання площі листкової поверхні в гібридів ДКС 3402 і ДКС 3400 знаходились на високому рівні, що свідчить про високу стійкість даних гібридів до стресових факторів вирощування.

Під час досліджень спостерігалась тенденція зменшення площі листків у всіх гібридів не залежно від густоти стояння під впливом старіння кукурудзи та конкурентних відносин щодо факторів життя в агроценозі.

За даними наукових джерел до 95% сухої маси врожаю створюється в процесі фотосинтезу. Площа листкового апарату, динаміка його формування, інтенсивність і продуктивність роботи листків мають прямий вплив на формування сухої маси рослин і врожай зерна.

Процес фотосинтезу це процес перетворення сонячної енергії в хімічну енергію рослинних речовин. Під час фотосинтезу рослини використовують лише 2-3 % сонячної енергії, яка падає на поверхню рослини. Слід враховувати

що коефіцієнт використання сонячної енергії у кукурудзи в 2-3 рази вище, ніж у більшості культурних рослин, оскільки вона відноситься до рослин із С-4 характером фотосинтезу.

Таблиця 3.3. Вплив густоти стояння рослин на чисту продуктивність фотосинтезу посіву кукурудзи, г/м² за добу

Варіант густоти стеблостою	Фази росту і розвитку					
	6-7 листків-викидання волоті		викидання волоті-молочна стиглість		6-7 листків -молочна стиглість	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Р8816						
70 тис/га	11,40	14,42	7,22	3,72	14,64	13,70
80 тис/га	9,32	10,71	7,71	5,83	13,11	12,72
90 тис/га	9,44	10,22	6,23	6,31	12,4	13,43
НІР ₀₅	2,28	2,33	1,14	1,72	2,8	2,53
ДКС 3400						
70 тис/га	12,1	14,5	2,60	3,20	10,90	12,81
80 тис/га	9,10	13,10	3,10	1,40	9,90	10,90
90 тис/га	10,42	13,70	2,4	2,0	10,52	11,62
НІР ₀₅	2,70	2,72	1,0	1,6	1,63	2,41
ДКС 3402						
70 тис/га	9,52	10,62	2,1	2,20	8,70	9,90
80 тис/га	6,33	9,53	4,7	2,05	8,72	9,32
90 тис/га	10,81	12,0	3,30	5,70	11,51	13,21
НІР ₀₅	2,60	2,50	1,0	1,62	1,92	2,6

Кукурудза є світлолюбною рослиною. Процес асиміляції CO₂ у неї значно залежить від інтенсивності освітлення. Розміщення листків на рослині і площа живлення мають велике значення. Оптимальний індекс листкової поверхні (співвідношення листкової поверхні до площі ґрунту) для кукурудзи на зерно становить 3-4 м²/м² [45].

Вміст поживних речовин та оптимальна вологість ґрунту стимулюють фотосинтетичну діяльність рослин і сприяють оптимальному використанню продуктів фотосинтезу на процеси вегетації культури та вцілому на рівень урожаю.

Рослини кукурудзи в цей період інтенсивно формують листову поверхню та інтенсивніше накопичують суху масу. В фази викидання волоті – молочна стиглість відмічається зменшення чистої продуктивності фотосинтезу посівів на 0,5 та 2,5 г/м² за добу. Це пояснюється відмиранням листків нижніх ярусів на даних варіантах, та взаємним затіненням листків.

3.3. Вологість ґрунту та використання води рослинами кукурудзи

Кукурудза, належить до хлібів другої групи і відноситься до посухостійких культур. Для проростання насіння культури необхідно 37-40 % вологи від власної маси насінини. На формування 1 кг сухої речовини кукурудза всередньому може витратити 250-300 кг води, що менше ніж у пшениці, ячміню, вівса. Транспіраційний коефіцієнт становить 340. Не залежно від характеристики, кукурудза відзначається високими вимогами до наявності ґрунтової вологи. За даними науковців, гібриди середньоранньої і середньої групи стиглостіспоживають 4000-6000 м³/га води за вегетацію. Найбільшу кількість вологи вона забирає з ґрунту протягом 30-ти денного періоду, який починається орієнтовно за 10 днів до викидання волоті. У цей період вона використовує 40-50 % загальної кількості води. Нестача води в ґрунті в період максимального водоспоживання особливо може викликати втрату тургору, послаблення фотосинтезу, передчасне підсихання листків, крім цього порушуються процеси запліднення та формування зерна та знижується урожай до 30%.

Вологозабезпечення рослин кукурудзи має деякі особливості у порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами. Для утворення одиниці сухої речовини рослина кукурудзи потребує порівняно невеликої кількості вологи. Але, у зв'язку з тривалістю вегетаційного періоду та

формуванням великої надземної маси загальні витрати вологи для формування врожаю кукурудзи досить високі. Головна частина розподілу води (біля 60%) приходить на 30-денний період, а саме за 10 днів до викидання волотей і до часу формування і наливу зерна.

Добрива також здатні впливати на водний режим культури, що має особливе значення в районах з недостатнім та нестійким зволоженням.

Вологість ґрунту, як відомо визначає усі процеси життєдіяльності організму. Ґрунтова волога необхідна як джерело органічного синтезу, середовище різного роду біохімічних реакцій, підтримує безперервність транспірації, з якою пов'язані надходження поживних речовин у рослину та інші фізіологічні процеси.

Гібриди кукурудзи мають різні вимоги до вологи у різні фази росту і розвитку. Встановлено, що нестача вологи у період від появи 7-листка до викидання волоті незначною мірою впливають на величину врожаю зерна (різниця у межах 4%), але за умов використання високого рівня агротехніки. Тривала посуха від сходів до початку викидання волоті сприяла зменшенню урожайності на 20% і ще більшою мірою зменшувався врожай листостеблової маси

С.П. Танчик, В.А. Мокрієнко стверджують, що нестача вологи у період сівба-сходи посилює витрату сухої речовини насіння на дихання; а на початку розвитку у рослин кукурудзи порушується процес ділення клітин що веде до значних втрат врожаю. У початковій фазі розвитку кукурудзи середньодобова витрата води на посівах культури становить 30-40 м³/га.

Відомо що більша частина кореневої системи (50-60 %) кукурудзи розташована в шарі ґрунту 0-30 см і тільки незначна кількість коренів проникає на глибину понад 1 м. Корені, розташовані на великій глибині, краще поглинають ґрунтову вологу. Ця особливість пояснюється віком коренів, старіші ті, що розташовані на меншій глибині, і знаходяться вони у вологішому ґрунті. Здатність кукурудзи вбирати воду з нижніх шарів ґрунту відмічали також М.Г. Тароновська, В.А. Писаренко.

Маючи тривалий період вегетації, кукурудза краще, ніж інші культури, використовує атмосферну вологу протягом всього вегетаційного періоду, особливо удругій половині вегетації. Проте, на урожай кукурудзи, особливо в посушливі роки, великий вплив мають і запаси ґрунтової вологи, які накопичились у ґрунті на час сівби.

Таблиця 3.4. Запаси продуктивної вологи в ґрунті під посівами кукурудзи гібриду ДКС 3400 залежно від густоти стояння рослин, мм, середнє за 2023-2024 рр.

Варіант густоти стояння, тис/га	Шар ґрунту, см	Перед сівбою	Фази росту й розвитку		
			5-6 листків	викидання волоті	повна стиглість зерна
70 тис/га	0-20	29,0	19,0	15,2	11,3
	0-100	182,3	155,1	118	70,4
80 тис/га	0-20	25,0	20,4	16	11,2
	0-100	176,2	156,7	115	62,2
90 тис/га	0-20	27,4	20,2	13,3	9,2
	0-100	179,1	157	110,1	51,1
HIP ₀₅	0-20	3,0	2,42	1,82	0,93
	0-100	7,90	9,0	15,6	5,94

Кукурудза дає максимальні врожаї, якщо літні опади випадають у період наливу зерна. Рослини має високу продуктивність транспірації, тому за умов достатнього забезпечення водою і елементами живлення, здатні формувати велику масу органічної речовини за вегетаційний період.

Для оцінки рівня вологозабезпеченості посівів кукурудзи у найбільш важливі періоди розвитку нами проводились дослідження з виявлення особливостей накопичення продуктивної вологи в ґрунті, витрати їх на створення одиниці сухої речовини і зерна залежно від густоти стояння рослин.

Вміст вологи в ґрунті змінювався у процесі розвитку кукурудзи. Запаси вологи по фазах росту і розвитку кукурудзи в метровому шарі ґрунту

зменшувалась відповідно до витрат доступної вологи на водоспоживання рослин і випаровування з поверхні ґрунту. Максимальну кількість вологи було відмічено на час сівби кукурудзи, накопичену за рахунок осінньо-зимових опадів. З цього періоду запаси вологи в ґрунті зменшуються у зв'язку з процесом інтенсивного використання води. Різке зниження вологозапасів відмічали в фазу викидання волоті, у період формування генеративних органів.

Результати досліджень свідчать, посіви кукурудзи були задовільно забезпечені вологою протягом періоду вегетації, що дало змогу сформувати відповідну врожайність зерна. На час сівби в орному шарі ґрунту був запас 25-30 мм продуктивної вологи, тобто умови для своєчасної появи сходів та подальшого розвитку рослин були сприятливими.

Внаслідок розвитку значної вегетативної маси рослин і зниження непродуктивних витрат вологи, у період дозрівання кукурудзи кількість продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту знижувалась зі збільшенням густоти стояння рослин.

3.4. Передзбиральна вологість зерна

Невід'ємну роль у формуванні високих урожаїв зерна гібридів кукурудзи має їх пристосованість до умов зовнішнього середовища, яка постійно варіює. Різні зональні умови вирощування кукурудзи потребують певних екологічних характеристик гібридів. Селекція гібридів, які поєднували б високу потенціальну продуктивність і генетично зумовлену стійкість чи пристосованість до різних ґрунтово-кліматичних умов, є однією з головних завдань селекціонерів. На сьогоднішній день вимоги до сорту чи гібриду, як до одного з факторів постійного підвищення врожайності та валового збору с-г продукції, підвищилися. Не зважаючи на успіхи селекції у створенні сортів і гібридів з великим генетичним потенціалом урожаю зерна, реалізація цього потенціалу можлива за сприятливих умов, нерідко далеких від можливостей створення їх у сучасному землеробстві. Для вирощування стабільних урожаїв зерна кукурудзи значення набувають сучасні гібриди, які здатні за конкретних

умов забезпечувати високий і стабільний рівень врожайності та низьких показниках збиральної вологості зерна. Тому вивчення і підбір сучасних гібридів, для певних ґрунтово-кліматичних умов, є актуальними.

Таблиця 3.5. Вологість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, % (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Календарні дати						
		01.09.	05.09.	10.09.	15.09.	20.09.	25.09.	30.09.
P8816	90	32,14	31,0	25,52	27,60	24,43	21,20	18,81
	80	32,12	30,20	25,53	27,62	23,51	20,52	18,52
	70	30,91	29,72	27,40	25,83	23,53	19,83	17,83
ДКС 3400	90	32,13	28,91	27,82	25,61	23,92	22,54	17,22
	80	30,91	27,43	25,84	25,0	21,62	20,23	16,31
	70	30,42	28,74	25,32	26,32	20,54	20,92	15,83
ДКС 3402	90	42,44	38,72	35,31	30,92	29,54	26,0	24,0
	80	40,13	37,64	33,11	29,81	27,32	25,0	21,82
	70	39,81	36,0	32,42	29,24	28,31	24,30	20,82

Визначено два періоди зниження вологості зерна кукурудзи в другій половині вегетації. Перший етап зниження вмісту води пов'язаний з завершенням фізіологічних процесів у результаті досягання. Він триває приблизно до досягнення вологості 40%. Другий період пов'язаний з фізичним висиханням зерна у фазу технічної стиглості. Тривалість цих процесів значною мірою залежить від погодних факторів: температури, відносної вологості повітря та ін. Для першого етапу, який триває в кінці серпня-на початку вересня, важливу роль відіграє температура повітря, у другого етапі важливим фактором є відносна вологість повітря.

Будова качана має опосередкований вплив на швидкість вологовіддачі зерном в період дозрівання. Велику роль відіграє масивність стрижня качана: розмір, консистенція а також щільність закладання насіння в качані. Чим менший діаметр та щільність стрижня, то меншою буде вологість зерна під час обмолочування. Якщо нещільно розміщене зерно в качані, тим швидше зерно віддає вологу під час дозрівання.

В результаті проведених нами досліджень встановлено, що динаміка зміни вологості зерна в умовах досліджень залежала від групи стиглості, біологічних особливостей гібридів та густоти стояння рослин та погодних умов.

Спостереження, проведені у вересні показали зменшення вологи у зерні у всіх гібридів незалежно від густоти стояння рослин. На швидкість втрати зерном вологи впливали також погодні умови року.

Отже, в умовах 2023-2024 рр. вологість зерна залежала від морфобіологічних особливостей гібридів кукурудзи, густоти стояння рослин і погодних умов, зокрема суми активних температур та кількості опадів у період дозрівання кукурудзи.

3.5. Індивідуальна продуктивність кукурудзи

Індивідуальна продуктивність визначає рівень урожайності зерна кукурудзи і характеризується кількістю рослин на одиниці площі. Маса зерна з одного качана при збільшенні густоти рослин зменшувалася не суттєво, у порівнянні з кількістю качанів і це не залежало від погодних умов у роки досліджень. За різної густоти стояння рослин суттєво змінюються такі елементи продуктивності, як маса 1000 зерен, довжина качанів, озерненість качана, а також кількість качанів на 100 рослин. При відхиленні густоти від оптимальної в сторону зрідження, рівень вказаних показників збільшується, а при загущенні навпаки, зменшується. Відносно різна скоростиглість гібридів і визначення оптимальної густоти з врахуванням особливостей гібридів є резервом збільшення урожаю.

Загущення рослин викликало зменшення продуктивності, але по-різному для кожного гібриду. Меншою мірою знижується продуктивність рослин із збільшенням густоти стояння рослин у ранньостиглих, середньоранні і середньостиглі гібриди більшою мірою реагують на зміну густоти. Іншими словами, чим вище ФАО гібриду, тим більше зменшується індивідуальна продуктивність по мірі збільшення густоти.

Таблиця 3.6. Індивідуальна продуктивність рослин гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин (середнє за 2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Кількість рослин, %			Кількість продуктивних качанів на 100 рослинах, штук
		з одним качаном	з двома качанами	без качанів	
P8816	70	95,8	4,30	0,72	104,2
	80	99,4	0,72	0,72	100,5
	90	95,2	0,72	4,7	95,1
ДКС 3400	70	87,2	12,70	-	112,6
	80	90,6	9,31	-	109,2
	90	92,6	6,70	0,6	106,0
ДКС 3402	70	92,2	8,03	-	108,2
	80	95,2	4,74	-	104,4
	90	97,0	0,72	3,0	97,3
	90	91,5	0,72	3,4	96,3

З результатів наших досліджень, в середньому за 2023-2024 рр. показники індивідуальної продуктивності змінювались під впливом густоти стояння рослин, морфобіологічних особливостей гібридів і погодних умов.

Встановлено, що індивідуальна продуктивність зменшуються по мірі загущення. Основним фактором збільшення виробництва товарного зерна є визначення оптимальної густоти для гібридів кукурудзи з врахуванням регульованих факторів вирощування.

Найбільше продуктивних качанів на рослинах за густоти стояння 70 тис./га формував гібрид ДКС 3400 – 112,7 шт., За більшої густоти рослин показники продуктивності зменшувались. Збільшення густоти рослин з 70 до 90 тис./га у гібриду Р8816 зменшувало кількість качанів на 100 рослинах на 9 штук, у гібрида ДКС 3400 – на 6,7 штук, у гібрида ДКС 3402 – на 11 штук.

Слід відмітити, що відносно стійким до рівня загущення виявився гібрид ДКС 3400, у якого при збільшенні густоти до 90 тис./га кількість рослин без качанів становила 0,6 % на 100 рослин, а у гібрида Р8816 – 4,7%, ДКС 3402 – 3,0 %.

3.6. Структура врожаю зерна кукурудзи, залежно від густоти стояння рослин

Встановлено, що правильно визначена густота рослин дає можливість підвищити продуктивність кукурудзи на 20-30 %. Для кукурудзи густота стояння є більш важливим елементом технології вирощування, а ніж удобрення.

Результати досліджень та визначення біологічної врожайності свідчать про суттєвий вплив густоти стояння на елементи продуктивності, а саме: довжина качана, маса зерна з качана, озерненість початку.

Збільшення густоти рослин гібрида ДКС 3402 від мінімального до максимального викликало зменшення лінійних розмірів на 4,0 % у ДКС 3400 – на 8,3 %, Р8816 – на 8.5%. Загущення посіву до максимального рівня сприяло зменшенню маси зерна з качана у гібрида Р8816 на 5,1г, ДКС 3400 – на 20г, ДКС 3402 – на 15,5г. Відмічено що озерненість качана була найвищою: при густоті 70 тис./га у гібрида Р8816– 83,9%, при густоті 80 тис./га у ДКС 3400 – 83,5%, при густоті 80 тис./га у ДКС 3402 – 82,2%, при густоті 80 тис./га. При збільшенні густоти стояння рослин до 90 тис./га озерненість качана зменшувалась на 2-4%.

Таблиця 3.7. Елементи структури врожаю залежно від густоти стояння рослин (2023-2024 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Довжина качана, см	Маса зерна з одного качана, г	Вихід зерна, %
P8816	70	19,2	118,7	83,8
	80	18,5	114,2	81,9
	90	18,2	113,6	80,4
ДКС 3400	70	18,6	155,2	82,7
	80	18,3	151,2	83,4
	90	17,4	135,1	82,8
ДКС 3402	70	17,7	122,4	81,2
	80	17,2	118,8	82,3
	90	17,1	106,8	80,5

3.7. Урожайність зерна гібридів кукурудзи

Вирішальним показником оцінки агротехнічної і економічної доцільності застосування різних методів догляду за культурою є урожайність сільськогосподарських культур. Вплив густоти стояння на врожайність культури носить різнобічний комплексний характер. Визначається це біологічними особливостями гібридів кукурудзи.

Продуктивність кукурудзи, як і інших с-г культур, залежить від сукупності факторів вирощування. На ріст і розвиток рослин у польових умовах протягом вегетації впливають агротехнічні заходи вирощування та ґрунтово-кліматичні умови.

Облік урожаю зерна показав, що її величина залежала від потенційних можливостей досліджуваних гібридів кукурудзи, густоти стояння рослин, погодних умов періоду вегетації.

Гібриди кукурудзи відзначаються високими потенційними можливостями у формуванні врожаїв культури. Це тенденція стає реальною за сприятливих екологічних умов і за умов дотримання зональної технології вирощування, яка відповідає біологічним вимогам певного гібриду культури.

Враховуючи ці вимоги, можна зменшити або повністю уникнути негативного впливу того чи іншого негативного фактору технології вирощування.

Для одержання високих і стабільних врожаїв біологічно повноцінної продукції кукурудзи необхідно забезпечити рослини необхідними факторами росту і розвитку у оптимальних співвідношеннях. Варто усунути негативні антропогенні і природні фактори, які зменшують продуктивність рослин кукурудзи.

Дослідженнями встановлено, що густина стояння рослин істотно визначає рівень продуктивності гібрида, насамперед за гострого дефіциту ґрунтової та повітряної вологи. Погодні умови у період під час вегетації культури також впливають на реалізацію генетичного потенціалу, і це підтверджено результатами наших польових досліджень.

Максимальну врожайність гібриди кукурудзи формували у більш вологому 2023 році. Достатні запаси вологи на час сівби та у період цвітіння та формування зерна забезпечили урожайність гібриду Р8816 на рівні 9,7-10,1 т/га, ДКС 3400 – 11,1-12,2 т/га, ДКС 3402 – 11,3-13,2 т/га. Досліджувані гібриди найвищу врожайність формували при передзбиральній густоті 80 тис/га. Більш врожайним виявився гібрид ДКС 3402, що обумовлено дещо тривалим вегетаційним періодом та високою адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов.

Таблиця 3.8. Урожайність зерна кукурудзи, залежно від густоти стояння рослин, т/га (вологість 14 %)

Гібрид	Густина стояння рослин, тис.шт/га	Урожайність по роках		Середнє за роки.
		2023	2024	
Р8816	70	9,93	6,567	8,3
	80	10,14	6,97	8,6

	90	9,87	6,19	8,1
ДКС 3400	70	11,64	8,44	10,1
	80	12,21	8,64	10,5
	90	11,72	8,08	9,8
ДКС 3402	70	11,87	8,37	10,2
	80	13,21	8,77	11,1
	90	11,33	7,83	9,7

НІР 0,95: для густоти

0,23

0,11

0,12

для гібридів

0,17

0,08

0,11

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Технології вирощування с-г культур базуються передусім на еколого - економічних принципах у агротехніці та раціональному використанні добрив, гербіцидів, високопродуктивних гібридів кукурудзи інтенсивного типу. В умовах дефіциту енергетичних та сировинних ресурсів, економічні показники мають дати повну оцінку ефективності вирощування культури. Тому все більше уваги приділяється біоенергетичній оцінці заходів у технології вирощування.

Кукурудза є культурою, яка за економічними показниками має значні переваги над іншими зерновими культурами. В її виробництві культури зацікавлені такі галузі виробництва: харчова, переробна, медична, мікробіологічна, пивоварна промисловості та паливно-енергетичний сектор держави. Вона є сировинною базою для виробництва біоетанолу та інших паливних матеріалів. Кукурудза користується популярністю серед аграріїв і фахівців с-г виробництва як культура, що відіграє значну роль у забезпеченні кормової бази тваринництва, та підвищенні ефективності зернового господарства в цілому [37].

Кукурудза є економічно вигідною зерною культурою. Але затрати праці і засобів виробництва на вирощування суттєво вищі, у порівнянні з вирощуванням інших зернових культур. Це пояснюється підвищеними дозами мінеральних добрив, що призводить до збільшення собівартості. Розрахунок затрат на вирощування кукурудзи показують, що найбільша питома вага припадає на добрива, засоби захисту рослин і паливно-мастильні матеріали (відповідно 40–48 і 19–25%), обслуговування техніки (47–49 %), з них на обробіток ґрунту 15–19 % і догляд за посівами 8–12 %).

Тривалість збирання кукурудзи не впливає на якість та обсяг виробництва зерна у порівнянні з іншими зерновими культурами. За сухої погоди зерно кукурудзи навіть покращує свої показники якості зерна, стає сухішим, що зменшує подальші витрати. В умовах виробництва гібриди кукурудзи виступають як незалежний фактор регулювання виробничих витрат, тому доцільно дотримуватись оптимального співвідношення гібридів різних

груп стиглості, яке забезпечує стабільність виробництва, й оптимізацію затрат на після збиральну доробку зерна.

Наукові дослідження доводять загальний успіх у виробництві від того, наскільки фінансово забезпеченим буде освоєння технології. Високий потенціал продуктивності гектару землі за вирощування зазначеної культури забезпечують інтенсивні технології. Вони забезпечують ефективне використання зростаючих матеріально-технічних і грошових ресурсів [38].

Розрахунок економічної ефективності у наших дослідженнях показує, що найвищий рівень рентабельності спостерігаються у варіанті при вирощуванні кукурудзи з передзбиральною густиною 80 тис/га. Найвищий рівень рентабельності серед гібридів отримано при вирощуванні ДКС 3402, що пов'язано з високою стійкістю гібриду до густоти стояння рослин та погодно-кліматичних умов, а також за рахунок нижчої собівартості зерна. Збільшення густоти, що сприяло зменшенню площі живлення знижувало продуктивність кукурудзи, а відповідно і зменшувало економічні показники.

**Таблиця 3.9. Розрахунки економічної ефективності вирощування кукурудзи за різної густоти стояння рослин
(середнє за 2023-2024 рр.)**

Гібриди	Густота стояння, тис. шт./га	Урожайніс ть, т/га	Вартість 1 т зерна, грн	Вартість валової продукції, грн. /т	Виробничі витрати, грн./га	Собівартість 1 т зерна, грн	Прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
P8816	70	8,2	8500	69700	31800	3878	37900	97,7
	80	8,5	8500	72250	32400	3812	39850	108,3
	90	8,0	8500	68000	33000	4125	35000	74,8
ДКС 3400	70	10,0	8500	85000	31800	3180	53200	121,5
	80	10,4	8500	88400	32400	3115	56000	127,3
	90	9,9	8500	84150	33000	3333	51150	113,5
ДКС 3402	70	10,1	8500	85850	31800	3148	54050	134,7
	80	11,0	8500	93500	32400	2945	61100	152,1
	90	9,6	8500	81600	33000	3437	48600	117,0

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до ст. 43 Конституції України кожна особа має право на належні, безпечні та здорові умови праці, яке реалізується через систему заходів з охорони праці на всіх підприємствах, установах, організаціях незалежно від форми власності та виду господарської діяльності. Саме такий зміст вкладений у легальне визначення охорони праці у Законі України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р., ст. 1 якого визначає, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [33].

Охорона праці в сільському господарстві це, передусім, створення для працівників здорових і безпечних умов праці, попередження та профілактика виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і аварій, пов'язаних з виробничими процесами сільському господарстві, тобто захист працюючих від впливу шкідливих і небезпечних факторів – фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних, з урахуванням специфіки їх роботи. Саме на досягнення таких цілей мають спрямовувати свої зусилля роботодавці[30].

Організація охорони праці на підприємстві – це цілісна система прав, обов'язків та повноважень суб'єктів виробничого процесу, процедур, направлених на дотримання безпечного рівня виробництва, правил та нормативних вимог, які регулюють питання найманої праці. Створення окремого відділу охорони праці в компанії є обов'язковим, якщо кількість штату становить 50 і більше осіб. Для менших підприємств дозволяється передати функції відділу охорони праці до уповноважених осіб або сторонніх спеціалістів [31].

Агропромислове виробництво характеризується наявністю цілого ряду негативних факторів, які вже стали традиційними: старіння основних фондів, зростаюча кількість фізично зношеного та морально застарілого обладнання,

машин та механізмів, не відповідність безпечним умовам праці; постійний збільшення кількості робочих місць, що не відповідають вимогам нормативноправових актів з охорони праці, не забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту; значне послаблення трудової та виробничої дисципліни.

Основним особливостями організації виробничого процесу в аграрному секторі економіки є:

- сезонність робіт, що практично не дає можливості в окремі періоди року дотримуватися нормативної тривалості робочого дня, внаслідок чого щорічно травматизм досягає пікових значень в одні і ті ж місяці року (липень-серпень, жовтень);
- нерівномірне навантаження працівників протягом року (кількість працівників в агропромисловому виробництві в липні перебільшує в середньому за рік на 12-15%);
- застосування праці підлітків і осіб пенсійного віку у напружений період польових робіт (в липні їх кількість сягає 4-5% від загальної кількості працюючих).

При цьому сільськогосподарське виробництво характеризується цілим рядом структурних, організаційних, технологічних особливостей, що впливають на рівень виробничих ризиків і роблять цю галузь однією з найбільш травмонебезпечних.

Сільське господарство включає такі основні галузі, як рослинництво та тваринництво, а також обслуговування (експлуатація меліоративних систем, ветеринарне обслуговування, технічне обслуговування машин і обладнання і т.ін.) та переробне виробництво, кожне з яких має цілий ряд специфічних шкідливих (дія яких при певних умовах може призвести до захворювання, зниження працездатності, негативному впливу на здоров'я нащадків) і небезпечних (вплив яких в певних умовах призводить до травм, гострого

отруєння або іншого раптового погіршення здоров'я або до смерті) виробничих факторів. Так, роботи в рослинництві пов'язані з застосуванням пестицидів та мінеральних добрив; боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, приготування робочих розчинів, протруювання насіння, обпилювання, обприскування, фумігація рослин, ґрунту та приміщень, приготування і розкидання протруєної приманки, підкормка рослин, внесення мінеральних добрив. Більшість пестицидів та мінеральних добрив являються токсичними для організму людини. Потрапляючи в організм людини такі речовини можуть викликати порушення його нормальної життєдіяльності та бути причиною гострих та хронічних інтоксикацій. Високий рівень небезпеки мають і механізовані роботи в рослинництві, так як працівники підпадають тривалій дії підвищеного рівня шуму, вібрації, підвищеній температурі в кабіні тракторів та комбайнів, нервовим перевантаженням, що призводить до високого показника виробничого травматизму серед трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва.

У сучасному сільськогосподарському виробництві постійно зростає кількість технологічних процесів, різних речовин, генетично-модифікованих організмів, що представляють небезпеку для життя і здоров'я працівників сільського господарства, і саме врахування цих нових небезпечних та шкідливих факторів з метою розробки ефективних заходів і засобів з охорони праці і їх закріплення на законодавчому рівні є основою для підвищення рівня безпеки сільського господарства як однієї з основних галузей економіки країни [32].

Правові норми інституту охорони праці в сільському господарстві містяться в різних за своєю юридичною силою нормативно-правових актах, що є джерелами охорони праці в сільському господарстві. Конституція України має найвищу юридичну силу, закони і підзаконні нормативні акти приймаються на її основі. Для охорони праці в сільському господарстві особливе значення має ст. 43 Конституції, що надає кожній особі право на належні, безпечні та здорові умови

праці. Поряд із законами, джерелами охорони праці в сільському господарстві є постанови та розпорядження Кабінету міністрів України, нормативні акти міністерств та відомств [33].

Для деяких видів робіт, так званих робіт з підвищеною небезпекою, потрібне спеціальне навчання та щорічна перевірка знань з охорони праці. Перелік робіт з підвищеною небезпекою для конкретного сільськогосподарського підприємства затверджується роботодавцем на підставі наказу Держнаглядохоронпраці від 26 січня 2005 р. № 15. До таких робіт у сільському господарстві відносять:

- роботи, пов'язані з виробництвом, зберіганням, транспортуванням та застосуванням агрохімікатів, пестицидів, гербіцидів;
- управління тракторами і самохідним технологічним устаткуванням;
- роботи на цукрових заводах із обслуговування центрифуг і транспортерів;
- проведення робіт у силосах, призначених для різної сільськогосподарської продукції, в вагонах-зерновозах;
- роботи з обслуговування і ремонту аспіраційних та пневмотранспортних систем на підприємствах зі зберігання і переробки зерна;
- роботи з розвантаження, складання і зберігання зернових та олійних культур, висівок, макухи і шротів насипом і в затареному вигляді;
- роботи з обслуговування бугаїв-плідників, кнурів і жеребців. На роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці, а також
- роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам сільського господарства видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту.

Самостійну роботу за професією або виконання відповідного виду робіт можуть здійснювати особи, які пройшли навчання з питань охорони праці, попередній медичний огляд і не мають медичних протипоказань для виконання

даної роботи, володіють необхідними знаннями з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів[36].

Статтею 19 Закону України «Про охорону праці» передбачено наступне:

- Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах.
- Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від фонду оплати праці за попередній рік [34].

На сьогодні нормативно-правові акти у сфері охорони праці в сільськогосподарському виробництві є застарілими та не охоплюють нові технологічні процеси, обставини та умови праці, не відповідають сучасним вимогам щодо створення безпечних і не шкідливих умов праці на відповідних робочих місцях, тому потребують актуалізації та об'єднання в один єдиний нормативно-правовий акт [35].

ВИСНОВКИ

1. Вегетація кукурудзи за різної густоти стояння в межах одного гібрида проходив з певними відмінностями щодо настання наступних фаз розвитку, а саме, зі збільшенням густоти стояння рослин тривалість періоду сходи – цвітіння волотей збільшувався у гібрида ДКС 3400 залежно від густоти від 58 до 60 днів, у гібрида ДКС 3402– від 62 до 64 днів, у свою чергу у гібрида Р8816 тривалість даного періоду незалежно до зміни густоти стояння становила 54 днів.

2. Найбільша площа листової поверхні відмічена у гібридів кукурудзи ДКС 3402 і ДКС 3400. Коефіцієнт інтенсивності наростання, тобто відношення площі листків в кінці періоду до початкового розміру, відповідно складав 5,3-5,7 і 5,2-5,5.

3. У фазу 6-7 листків – викидання волоті чиста продуктивність фотосинтезу збільшувалась до 5,3-15,2 г/м² за добу. Тобто рослини кукурудзи в цей час більш інтенсивно формують листову поверхню накопичують суху масу. У період викидання волоті – молочна стиглість відбувалось зменшення чистої продуктивності фотосинтезу на 0,5 та 2,5 г/м² за добу, що пов'язано з відмиранням листків нижніх ярусів на варіантах дослідів та взаємним затіненням листків.

4. На час сівби кукурудзи відмічено найвищу кількість вологи у ґрунті, що пояснюється накопиченням за рахунок осінньо-зимових опадів. У наступні періоди в ґрунті запаси вологи знижуються у зв'язку з процесом інтенсивного використання води рослинами. Найменшу їх кількість відмічено в фазу викидання волоті, тобто під час формування генеративних органів.

5. Вологість зерна за варіантами дослідів залежала від характеристики гібридів, густоти стояння рослин, погодних умов (суми активних температур і кількості опадів) у період дозрівання кукурудзи. Серед досліджуваних гібридів

за варіантами досліду найнижча вологість на дату збирання (30 вересня) була у гібрида ДКС 3400 – 15,8-17,2%, у Р8816 – 17,8-18,8% та ДКС 3402– 20,8-24%.

6. Найвищий рівень врожайності гібриди кукурудзи формували у більш сприятливому 2023 році. Так, добрі запаси вологи на час сівби та у період цвітіння та формування (наливу) зерна забезпечили урожайність гібриду Р8816 на рівні 9,7-10,1 т/га, ДКС 3400 – 11,1-12,2 т/га, та ДКС 3402– 11,3-13,2 т/га. за передзбиральної густоти рослин 80 тис/га.

7. Проведені розрахунки свідчать що найвищий рівень рентабельності при вирощуванні кукурудзи з передзбиральною густиною 80 тис/га. Найвищий її рівень отримано при вирощуванні ДКС 4014, що пов'язано з пояснюється вищою стійкістю гібриду до умов зовнішніх факторів вирощування

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах ФГ «Дідова балка», Кіровоградського р-ну, Кіровоградської області на чорноземах звичайних малогумусних для отримання рівня врожаю на рівні 10-12 т/га доцільно використовувати гібриди ДКС 3402(ФАО 230) і ДКС 3400 (ФАО 280) за сівби при температурі ґрунту 6-8⁰С, що забезпечить ефективне використання запасів доступної вологи рослинам, та передзбиральній густоті стояння рослин у посівах 80 тис/га. Норма внесення мінеральних добрив, з урахуванням ґрунтових запасів елементів живлення, має складати у межах N₉₀P₆₀K₆₀.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрієнко А., Дергачов Д., Кузьмич В., Токар Б. Гібриди кукурудзи – такі схожі, такі різні. Агроном. 2015. №1(47), лютий. С. 130-138.
2. «Кукурудза». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Кукурудза>
3. «Стан та перспективи ринку насіння». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7850-stan-ta-perspektyvu-rynku-nasinnia.html>
4. «Економіка кукурудзи на зерно в Україні». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/ekonomika-kukurudzi-na-zerno-v-ukrayini>
5. «Виробництво кукурудзи в Україні: зростання вимагає розвитку». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://www.bakertilly.ua/news/id1294>
6. «Ринок кукурудзи: основні тренди». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/11796-rynok-kukurudzy-osnovni-trendy.html>
7. «Аналітика українського ринку експорту кукурудзи». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://msb.aval.ua/news/?id=24942>
8. «Ефективне виробництво-2017». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7952-efektyvne-vyrobnytstvo-2017.html>
9. «Які країни вирощують найбільше зерна». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://news.tochka.net/ua/98969-kakie-strany-vyrashchivayut-zerna-bolshe-vsekh-karta/>
10. «Особливості росту і розвитку кукурудзи». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://tdnasinnya.com/uk/statti/kukurudza/363-osoblyvosti-rostu-i-rozvytku-kukurudzy>.

11. Рибка В.С. Кулик А.О. , Романенко О.Л. Витрати енергоресурсів і коштів на вирощування різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи в умовах Південного регіону Запорізького Степу. Агроном. 2008. № 2. С. 144-146.
12. «Рекомендації щодо вибору гібридів». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.syngenta.ua/press-release/kukurudza/rekomendaciyi-shchodo-viboru-gibridiv>
13. «Цариця полів: особливості підбору гібридів та класифікація». Тетяна Белінська, Станіслав Горпинюк, технічний експерт Західного бізнес-регіону компанії «Сингента». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://agroprod.biz/2016/01/25/tsarytsya-poliv-osoblyvosti-pidboru-hibrydiv-ta-klasyfikatsiya/>
14. Котченко М.В., Румбах М.Ю. Вплив елементів технології на урожайність зерна кукурудзи. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2008. №33-34. С. 164-167.
15. «Фази розвитку та етапи органогенезу кукурудзи». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://siver-v.com.ua/Articles/Фази-розвитку-та-етапи-органогенезу-кукурудзи.aspx>
16. «Географічна характеристика Київської області». Електронний ресурс - Режим доступу: <http://geografica.net.ua/publ/>
17. «Клімат». Електронний ресурс – Режим доступу: http://visitkyiv.com.ua/ua/index/visiting_city_card/General_Information/cliclim
18. «Фізіологія і біохімія сільськогосподарських рослин» під ред. Третякова М. М.; Кадиров С. В., Федотов В. А.
19. Метеорологічні дані метеостанції Київської ЦГО.
20. «Лучно-чорноземні ґрунти». Електронний ресурс – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лучно-чорноземні_ґрунти
21. Канівець С.В. «Чорноземно-лучні ґрунти на лесових островах у Поліссі: генеза, властивості» / С. В. Канівець, М. М. Пархоменко, С. О. Хмарна,

О. І. Чабовська // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія : Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. - 2016. - № 2. - С. 79-84.

22. «Ґрунти України». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://www.km.ru/referats/CB755B3FF1E54C1398C6F24C63D32640>

23. Танчик С.П., Каленська С.М., Мокрієнко В.А., Скалій І.М. «Вирощування кукурудзи за інтенсивною технологією» / Методичні рекомендації, К.: 2004

24. «Рослинництво» Підручник / С.М.Каленська, О.Я.Шеввчука – К.: НАУУ, 2005

25. «Кузьменко Н.В. «Основні напрямки досліджень по раціональному використанню добрив» / Добрива і урожай/ Під ред. К.П.Афендулова – К.: Урожай, 1972.

26. «Ґрунти Кіровоградської області». Електронний ресурс – Режим доступу: https://collectedpapers.com.ua/nature_of_chernivtsi_region/grunti-cherniveckoyi-oblasti

27. «Характеристика ґрунтового покриву орних земель області». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://apk.cg.gov.ua/index.php?id=7828&tp=1&pg=>

28. «Типові порушення законодавства у сфері сільського господарства». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.sop.com.ua/article/696-tipov-porushennya-zakonodavstva-u-sfer-slskogo-gospodarstva>

29. «Організація охорони праці на підприємстві». Електронний ресурс – Режим доступу: https://www.sop.com.ua/article/378-organzatsya-ohoroni-prats?from=statbloc_topmenu_link

30.

31. «Економіка вирощування кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах». Електронний ресурс – Режим доступу:

<https://agronom.com.ua/ekonomichna-efektyvnist-vyroshhuvannya-kukurudzy-v-korotkorotatsijnyh-sivozminah/>

32. «Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.dekalb.ua/novini-ta-podii/ekonomichna-efektivnist-virosuvanna-kukurudzi-na-zerno>

33. «ЕС Кубус». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.eridon.ua/es-kubus>

34. ««ДКС 3511 ФАО 330». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://spectr-agro.com/dks-3511-fao-330-494.html>

35. «ДКС 4014». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.dekalb.ua/katalog-produkcii/kukurudza/dks4014>

36. «ЕС Фарадей. Висока врожайність від Східної до Західної Європи». Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.eridon.ua/es-faradej>

37. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навчальний посібник. Вінниця, 2019. 680 с.

38. «Наукове обґрунтування кукурудзи різноцільового використання. Науково-практичні рекомендації». / Каленська С.М., Мокрієнко В.А., Новицька Н.В.: Аграр Медіа Груп. – 2010. – 34с.

39. Якунін О.П. Використання поживних речовин ґрунту посівами гібридів кукурудзи різного рівня загущеності / О.П. Якунін, Ю.І. Ткаліч // Бюл. ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Д., 2021. – № 17. – С. 43 – 46.

40. Якунін О.П. Продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку з густотою стояння рослин і рівнем мінерального живлення / О.П. Якунін, В.Ф. Заверталюк // Бюл. Ін-ту зерн. гос-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2003. – № 20. – С. 48 – 49.

41. Якунін О.П. Ефективність різних технологічних схем вирощування кукурудзи / О.П. Якунін, Ю.П. Загорюлько, Є.П. Волна, Ф.М. Яромій // Бюл. ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2009. – № 8. – С. 17-21.

42. Круть В.М. Обробіток ґрунту в інтенсивному землеробстві / В.М. Круть. – К.: Урожай, 1986. – 136 с.
43. Ушкаренко В.О. Дисперсійний аналіз урожайних даних польових дослідів із сільськогосподарськими культурами за ряд років / В.О. Ушкаренко, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник. – 2008. – Вип. 61. – С. 195-207.
44. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії: / [В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз].; за ред. В.О. Єщенко. – К.: Дія, 2005. – 288 с.
45. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко. – Львів. НВФ (Українські технології), 2016. – 730 с.
46. Анішин Л. Урожай кукурудзи залежно від рівня догляду за посівами / Л. Анішин // Пропозиція. – 2008. – № 7. – С. 72 – 74.
47. Борона В.П. Шкідливість бур'янів у посівах кукурудзи / В.П. Борона // Пропозиція. – 2017. – № 3. – С. 28.
48. Гаврилюк В.М. Кукурудза в вашому господарстві / Гаврилюк В.М. – К.: Світ, 2021. – 323 с.
49. Єщенко В.О. Загальне землеробство / В.О. Єщенко – К.: Вища школа, 2014. – С. 44 – 81.
50. Жемойда В.Л. Атлас морфологічних ознак кукурудзи / В.Л. Жемойда, Н.В. Лещук, М.М. Таганцова, К.Г. Машинова // Додаток до Методики проведення експертизи гібридів кукурудзи на ВОС. – К.: Алефа, 2017. – 46 с. 21.
51. Заверталюк В.Ф. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин і рівня мінерального живлення / В.Ф. Заверталюк // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні. – Дніпропетровськ. – 2022. – С. 58 – 59.

52. Заверталюк В.Ф. Реакція гібридів кукурудзи на рівень мінерального живлення і густоту стояння рослин / В.Ф. Заверталюк // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – 2021. – С. 70 – 72.

53. «Особливості охорони праці в сільськогосподарському виробництві» Кравченко І.М., Приходько О.А., Дрожчана О.У. Полтавська державна аграрна академія. Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/node/2795/5drozhchanastatya.pdf>

54. «Правове регулювання охорони праці в сільському господарстві. Поняття та джерела охорони праці в сільському господарстві». Електронний ресурс – Режим доступу: https://pidruchniki.com/1075110757567/pravo/pravove_regulyuvannya_ohoroni_pratsi_silskomu_gospodarstvi#85

55. «Організація охорони праці у сільському господарстві». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://olexrda.kr-admin.gov.ua/organizatsiya-ohoroni-pratsi-u-silskomu-gospodarstvi/>

56. «Нові правила охорони праці у сільгоспвиробництві». Електронний ресурс – Режим доступу: <http://oppb.com.ua/news/novi-pravy-la-ohorony-praci-u-silgospvyrobnyctvi>

57. «Організація охорони праці в сільськогосподарських підприємствах». Електронний ресурс – Режим доступу: https://pidruchniki.com/1247101357568/pravo/organizatsiya_ohoroni_pratsi_silskogo_spodarskih_pidpriyemstvah