МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Допущено до захисту

«____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор

_____ Людмила РЯБОВОЛ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ (*ZEA MAYS* L.) СЕЛЕКЦІЇ УНУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ФЛАХБАРТ Марек Йозефович

Керівник:
СЕРЖУК Олександр, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ стор.

ВСТУП …… 3

РОЗДІЛ 1. СТВОРЕННЯ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ (огляд літератури) ……..…….. 5

1.1 Вихідний матеріал для селекції гібридів кукурудзи…….. 5

1.2. Світовий генофонду і його значення в селекції кукурудзи ... 14

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 18

2.1. Ботаніко-біологічна характеристика кукурудзи …….. 18

2.2. Характеристика досліджуваних ліній ……..…… 23

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ……..... 24

3.1. Характеристика ґрунту 24

3.2. Погодні умови 25

3.3. Схема досліду 28

3.4. Агротехніка вирощування ……..... 29

3.5. Методика проведення досліджень 30

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 32

4.1. Скоростиглість досліджуваних ліній кукурудзи 32

4.2. Придатність до механізованого збирання 34

4.3. Стійкість проти ураження хворобами і пошкодження шкідниками досліджуваних ліній кукурудзи 37

4.4. Зернова продуктивність досліджуваних ліній кукурудзи … 40

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА …… 43

5.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування кукурудзи ……..... 43

5.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні кукурудзи …….. 51

ВИСНОВКИ ……..... 57

РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ …… 58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 59

ДОДАТКИ …..... 68

ВСТУП

Кукурудза є однією з найпоширеніших серед основних зернових культур. Завдяки високій пластичності як селекційного й генетичного об’єкта вона змогла поширитися по всьому світу. Сфера використання кукурудзи дуже широка: це провідна зернофуражна та силосна культура для тваринництва, а в більшості країн світу її насамперед споживають як харчовий продукт у найрізноманітніших формах. Останнім часом кукурудза також набуває значення як сировина для виробництва біопалива [1].

Кукурудза — одна з небагатьох культур тропічного походження, що має велике різноманіття форм за тривалістю вегетаційного періоду. Саме ця особливість дала змогу культурі освоїти регіони з помірним кліматом, а згодом — і північні широти. За обсягами світового виробництва зерна кукурудза посідає перше місце серед усіх зернових культур.

Можливості використання кукурудзи надзвичайно широкі. За даними ФАО, зерно та інші частини рослини слугують сировиною для виготовлення майже 3500 різних видів продукції. У зерні міститься 70–75 % крохмалю, близько 5 % жиру та до 15 % білка. Такий склад робить кукурудзу провідною культурою універсального продовольчо-кормового призначення. Її зерно застосовують у хлібопекарній, пивоварній, спиртовій та крохмале-патоковій галузях промисловості.

Кукурудза також є цінною овочевою культурою: качани в молочно-восковій стиглості споживають у вареному та смаженому вигляді. Овочеву кукурудзу широко використовують у кондитерській та консервній промисловості. У сучасній медицині й фармакології застосовують кукурудзяні приймочки та кукурудзяну олію [2].

Завдяки вигідному географічному положенню, сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам та наявності розвиненої селекційно-насінницької бази, в Україні створено реальні передумови для успішного вирощування кукурудзи.

Країна має значний потенціал для виробництва кормів для тваринництва й сировини для харчової промисловості. Крім того, продукція цієї галузі — передусім насіння та зерно — здатна задовольняти внутрішні потреби та бути конкурентною на світовому ринку [3].

Після вступу України до СОТ ці виклики стануть ще помітнішими, тому створення нового високоякісного вихідного матеріалу (інбредних ліній) і його використання в різних селекційних програмах для отримання продуктивних вітчизняних гібридів кукурудзи, пристосованих до умов кожної ґрунтово-кліматичної зони, є одним із ключових напрямів підвищення врожайності та покращення якості продукції цієї культури [4].

Актуальність і пріоритетність даного дослідження зумовлені необхідністю розширення набору генотипів кукурудзи, що є джерелом господарсько важливих ознак.

Метою роботи є підвищення генетичного різноманіття вихідного матеріалу кукурудзи шляхом проведення гібридизації.

Наукова новизна полягає у створенні нового вихідного матеріалу для подальших схрещувань генотипів, які вирізняються цінними господарськими характеристиками.

Апробація результатів. Основні положення роботи були розглянуті на студентських наукових гуртках та засіданні кафедри генетики, селекції рослин і біотехнології. Матеріали оформлено у вигляді тез і подано до друку в збірник VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі», що відбулася 29–31 жовтня 2025 року.

РОЗДІЛ 1.
СТВОРЕННЯ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ (огляд літератури)

1.1. Вихідний матеріал для селекції гібридів кукурудзи

Селекція рослин невід'ємно пов'язана з процесом добору. Незалежно від застосованих методів, успіх селекційної роботи значною мірою залежить від уміння визначати найкращі типи рослин серед великого різноманіття форм. Пошук перспективних генотипів для подальшого використання в селекції спричинив те, що у 1903 році датський біолог В. Іоганнсен [5] уперше розкрив генетичну сутність чистої лінії, яку він охарактеризував як нащадків однієї самозапильної гомозиготної особини. Це визначення й досі є основою для селекціонерів.

Під впливом класичних досліджень Іоганнсена щодо успадкування в популяціях і чистих лініях, у 1905 році Дж. Шелл та Е. Іст незалежно один від одного розпочали експерименти зі штучного самозапилення кукурудзи. Їхньою метою було отримання чистих ліній для подальшого вивчення генетичних основ урожайності цієї культури [6].

За літературними даними [7], інбредні лінії розрізняють за низкою морфологічних і фізіологічних ознак. До них належать особливості будови квіток, кількість і розміри гілочок волоті, здатність продукувати пилок. Такі показники, як висота рослини, кількість вузлів і пагонів, рівень хлорофілу, кількість і тип листків, також допомагають відрізняти різні лінії. У качана при тривалому самозапиленні змінюються довжина й діаметр, число рядів і забарвлення зерен, їхній розмір, хімічний склад, характер розташування рядів та строки достигання. Крім того, модифікується стійкість ліній до хвороб і шкідників. За відомостями інших дослідників [8], тривале інцухтування може спричинювати порушення мейозу та виникнення мутацій, пов'язаних із хромосомними аномаліями.

Як показано у працях [8, 9], приблизно половина загального зниження продуктивності при переході від вільного перезапилення до інцухту проявляється вже в першому поколінні інбредів, а інша половина — у другому. Такий процес триває доти, доки ознака не набуває стабільності. Стан, за якого депресія досягає максимального рівня і відбувається фіксація ознаки, називають інбредним або депресивним мінімумом [7]. Рівень інбридинг-депресії визначається її інтенсивністю та залежить від генотипу самозапильного матеріалу [10].

Джерелом для отримання інбредних ліній можуть бути кращі вільнозапилювані сорти, синтетичні форми, а також гібриди різного походження. І. П. Чучмій і В. В. Моргун [11] наводять перелік гібридів, які є найбільш придатними для селекційної роботи зі створення ліній.

У 1909 році Д. Дж. Шелл уперше повідомив про підвищення врожайності простих гібридів першого покоління, отриманих шляхом схрещування інбредних ліній [5]. Він описав метод селекції, що дозволяє ефективно використовувати явище гетерозису та підвищену продуктивність таких гібридів, включаючи добір перспективних інбредів і їх практичне застосування у виробництві насіння [7].

Активізація селекційних робіт з простими гібридами загострює потребу у вдосконаленні методів створення вихідного матеріалу для отримання інбредних ліній. Під час розроблення інбредів орієнтуються на вимоги до майбутніх гібридів: високі показники насіннєвої продуктивності, комбінаційної здатності, стійкості до вилягання, низьких температур, хвороб і шкідників, а також інших ознак, передбачених селекційною програмою [6]. Такі лінії, після попереднього вивчення їхньої фенотипової та генотипової структури, можуть бути використані як батьківські форми для створення гібридів різного господарського призначення [12].

Щоб отримати інбредні лінії з необхідними характеристиками та вдосконалити вже існуючі гомозиготні форми, селекціонери застосовують

широкий спектр методів, розроблених українськими та зарубіжними вченими. Ці методи спрямовані на одержання максимально різноманітного вихідного матеріалу, забезпечення його ботанічної й генетичної чистоти [13].

У селекційній практиці найбільш широко застосовують методи інбридингу — як у чистому вигляді, так і в поєднанні з іншими підходами, включно з сучасними технологіями, такими як експериментальний мутагенез і генетична трансформація [11]. Найпоширенішим способом створення інцухт-ліній нині є стандартний метод [6–8, 11, 14, 15]. Його суть полягає у доборі найкращих рослин із вихідного матеріалу, подальшому багаторазовому самозапиленні та відборі протягом кількох поколінь (I_4–I_6), доки не буде досягнуто гомозиготності основних ознак. На завершальному етапі на основі випробування створених гібридів відбирають константні лінії з високою комбінаційною здатністю [12, 14–16].

Гніздовий метод, запропонований Джонсоном і Сінглтоном [17], подібний до стандартного, але відрізняється тим, що з одного качана висаджують 3–4 рослини в одному гнізді. Це дозволяє скоротити площу посіву порівняно зі стандартним рядковим способом, що зменшує обсяг добору всередині одного потомства, але водночас збільшує можливості порівняння між різними потомствами. Цей метод застосовували на Іллінойській дослідній станції, а найпереконливіші докази його ефективності отримав Югенхеймер [7].

Метод педігрі є ще однією модифікацією стандартного підходу. Він відрізняється передусім тим, що відбір вихідного матеріалу здійснюється цілеспрямовано: у другому поколінні гібрида з відібраних самозапильних рослин формують нові лінії з окремими покращеними ознаками.

У практиці селекції також застосовують так званий метод «повільного інбридингу», що дозволяє отримати лінії з більш потужними та продуктивними рослинами. Цей підхід особливо ефективний для інцухтування генетично однорідного матеріалу, зокрема при створенні ранньостиглих форм [8].

Одним із провідних чинників успішного створення промислових простих гібридів є насіннєва продуктивність вихідних ліній. Тому в усіх країнах, де вирощують кукурудзу, активно ведеться робота зі створення ліній, які поєднують високу врожайність із високою комбінаційною здатністю. Для цього класичний інбридинг доповнюють методами конвергентної селекції, реципрокного періодичного добору та іншими.

Особливу увагу привертає метод сестринських схрещувань, який дозволяє суттєво підвищити урожайність батьківських форм простих гібридів. Використання цього підходу дає змогу отримувати такі типи простих міжлінійних гібридів: $B\times(C_1\times C_2)$, $(B_1\times B_2)\times C$, $(B_1\times B_2)\times(C_1\times C_2)$. Завдяки невеликій генетичній різнорідності сестринських підліній рослини, отримані внаслідок їх схрещування, демонструють значне підвищення врожайності чи інших господарсько важливих ознак порівняно з вихідною лінією, при цьому не поступаючись їй за комбінаційною здатністю [18]. За відсутності сестринських форм їх створюють штучно, використовуючи беккросні схрещування у поєднанні з відбором на специфічну комбінаційну здатність [19].

У 1952 році С. Чейз [20] запропонував використовувати гаплоїдні рослини в селекції інбредних ліній. Суть методу полягає у виділенні рослин з гаплоїдним набором хромосом і подальшому переведенні їх у диплоїдний стан, що забезпечує найвищу можливу гомозиготність. Хоча цей підхід широко застосовують у генетичних дослідженнях, у селекції кукурудзи для створення цінних інбредів він поки що не набув значного поширення.

Для підвищення ефективності селекційного процесу використовують також метод експериментального мутагенезу. М. І. Хаджинов та Г. С. Галєєв [21] зазначали, що попри важливість природного різноманіття, штучний мутагенез є перспективним засобом отримання форм із новими ознаками, особливо завдяки його впливу на зміну комбінаційної здатності інбредних ліній [11].

Останнім часом метод експериментального мутагенезу отримує дедалі ширше визнання. В Україні суттєвих практичних результатів досягнуто в Інституті молекулярної біології й генетики НАН України та на Черкаській державній дослідній станції (І. П. Чучмій, В. В. Моргун, В. С. Борейко та ін.), де створено колекцію мутантних ліній кукурудзи чисельністю понад 300 зразків, що відрізняються від вихідних форм однією чи кількома цінними ознаками [6].

Упродовж останніх років для розширення генетичної мінливості й усунення небажаних кореляцій застосовують методи генної інженерії та біотехнології, включно з культурою in vitro органів, тканин, клітин і протопластів, а також технології рекомбінації ДНК. Використання таких підходів дозволяє отримати спадкові зміни, необхідні для селекції. Біотехнологічні лінії кукурудзи часто характеризуються прискореним дозріванням, підвищеною стабільністю врожайності, оптимальною висотою рослин і стійкістю до хвороб та гербіцидів [8]. Г. Р. Піралов і О. Є. Абраілов [22], а також А. А. Білоусов і І. С. Замбриборщ [23] повідомляють про формування ліній методом андрогенезу. Т. Н. Чєчєнєва, Є. А. Ларченко, В. В. Моргун та В. А. Труханов [24] навели результати досліджень мінливості якісних і кількісних ознак у потомства рослин-регенерантів.

На конференції Американської асоціації виробників насіння кукурудзи та сорго 1983 року (Чикаго, США) було представлено дані про ідентифікацію гена *lfy*, який збільшує кількість листків над качаном — найбільш активною частиною рослини, що значною мірою визначає її продуктивність. Форми кукурудзи, гомозиготні за цим геном, забезпечують урожай на 30 % вищий порівняно зі звичайними аналогами [25].

На основі досліджень американського вченого J. Dudley запропоновано ефективний підхід до прискореного створення високопродуктивних гібридів. Виходячи з того, що для кожного екологічного регіону існує один максимально продуктивний гібрид (A×B), селекціонер має визначити найперспективніші вихідні форми для заміни одного з батьківських компонентів (A або B) [26].

Корисними можуть бути й різні модифікації та комбінації вже відомих методів, що дозволяють у другому та наступних циклах селекції отримувати інбредні лінії, які перевищують вихідні за силою росту та продуктивністю [27].

Важливим етапом створення гібридів є оцінка комбінаційної здатності інбредних ліній і добір їх як батьківських форм для простих міжлінійних гібридів [28]. Досвід свідчить, що найнадійнішим способом отримання інформації про комбінаційну здатність є схрещування з подальшим випробуванням гібридного потомства [29].

Виділяють загальну (ЗКЗ) і специфічну (СКЗ) комбінаційну здатність. ЗКЗ характеризує середню продуктивність лінії в різних гібридних комбінаціях [29], тоді як СКЗ відображає відхилення конкретної комбінації від середнього рівня гетерозису [8]. Вперше ці поняття були теоретично обґрунтовані й підтверджені експериментально Спрегом і Тейтумом. Вони також запропонували перший математичний метод оцінки ЗКЗ і СКЗ на основі дисперсійного аналізу. Згодом цей підхід розвинено в роботах Хендерсона, Гріффінга, Джальберта, Хотильової, Тарутіної, Літуна, Проскуріна та інших учених.

Оцінка комбінаційної здатності та особливостей успадкування кількісних ознак дає змогу визначити, які батьківські форми здатні забезпечити бажаний ефект у першому поколінні гібридів, а також з’ясувати адитивні ефекти генів, характер і ступінь домінування, частоту домінантних і рецесивних алелей у певних локусах тощо [29].

Оскільки комбінаційна здатність є одним із найважливіших показників у гетерозисній селекції, на цьому етапі з великої кількості вихідних зразків відбирають найбільш перспективні для подальших програм [30]. Практика впровадження простих гібридів кукурудзи показала, що висока й стабільна врожайність можлива лише за умови поєднання у генотипі великого потенціалу продуктивності та стійкості до стресових чинників середовища [31].

Для оцінки взаємодії «генотип — середовище» застосовують різні методи, але найобґрунтованішими є ті, що ґрунтуються на аналізі норми реакції за ефектами взаємодії гібридів конкретної лінії з умовами середовища [32, 33], а також на регресійному аналізі залежності ознак цих гібридів від індексу умов вирощування [34, 35]. Методика визначення взаємодії генотипу з середовищем докладно описана в роботах Еберхарта й Рассела [34], А. В. Кільчевського і А. В. Хотильової [36, 37], П. П. Літуна [32] та інших.

Випробування інбредних ліній у різних умовах вирощування, перевірене багаторічною селекційною практикою, дає змогу оцінити їх за стабільністю продуктивності й синхронністю проходження онтогенезу [38]. У комплексі з іншими методами оцінки це забезпечує всебічну характеристику вихідного матеріалу й підвищує ефективність створення простих гібридів кукурудзи.

Правильний добір батьківських форм відіграє ключову роль у процесі гібридизації, адже саме спадкові властивості батьківських компонентів визначають генотип майбутнього гібрида [6]. Цей етап є одним із найскладніших у селекційній практиці, оскільки жодна ознака не передається безпосередньо, а лише як потенціал її прояву за відповідних умов вирощування [39]. Тому для ефективного добору батьківських пар необхідно ретельно вивчити комплекс господарсько-цінних і біологічних ознак кожного компонента та встановити умови, за яких ці ознаки проявляються найбільш повно.

Одним із найпростіших підходів є добір рослин із максимально вираженими бажаними характеристиками, які селекціонер прагне передати новому гібриду. Проте складність полягає в тому, що кожна батьківська форма має не лише переваги, а й певні недоліки, які мають однакову ймовірність бути успадкованими потомством [40].

До добору пар для схрещування селекціонер повинен підходити творчо, проте існує ряд принципів, яких доцільно дотримуватися. До найважливіших належать: еколого-географічний підхід, добір за елементами продуктивності, за тривалістю окремих фаз розвитку та за стійкістю до хвороб.

Еколого-географічний принцип ґрунтується на поєднанні в одному генотипі потрібного комплексу ознак і властивостей, що зосереджені у сортів та форм, географічно або екологічно віддалених між собою [6, 39]. Гібриди, створені на основі такого підбору, як правило, відзначаються підвищеною продуктивністю, життєздатністю [6], високою екологічною пластичністю та кращою адаптацією до місцевих умов вирощування [40]. На сьогодні цей підхід є одним із найпоширеніших як в Україні, так і за кордоном.

Плануючи залучення вихідних форм у селекційні програми, необхідно враховувати елементи структури врожаю. Раціональне поєднання цих елементів у поєднанні з ефектом гетерозису сприятиме підвищенню врожайності гібридів [41]. Урожайність є головним критерієм при оцінці сортів і гібридів, але її формування пов’язане з широким комплексом інших ознак — стійкістю до хвороб, посухостійкістю, зимостійкістю, короткостебельністю тощо. Тому добір за продуктивністю завжди супроводжується добором за пов’язаними з нею характеристиками.

Для підвищення ефективності запилення на ділянках гібридизації важливе значення має пилкоутворююча здатність батьківських форм, тісно пов’язана з розмірами волоті. У виробництві простих міжлінійних гібридів добре пилкоутворення дозволяє збільшити вихід гібридного насіння з 1 га за рахунок зменшення частки батьківських рослин і збільшення материнських, що, у свою чергу, знижує собівартість насіння.

Добір пар для схрещування за тривалістю окремих фенологічних фаз має на меті створення гібридів із коротким вегетаційним періодом і високою продуктивністю. Важливо, щоб батьківські форми різнилися за тривалістю окремих фаз розвитку: у одного компонента мають бути скорочені одні фази, у другого — інші. Для цього проводять систематичні фенологічні спостереження й фіксують початок кожної фенофази [6].

Літературні дані [6, 39] свідчать, що при селекції на стійкість до хвороб недостатньо просто обирати лінії, які демонструють підвищену резистентність.

Потрібне попереднє вивчення типу стійкості, визначення расового складу збудника, з’ясування причин її прояву та чинників, що посилюють чи послаблюють резистентність. Лише з урахуванням цих відомостей можна грамотно підбирати батьківські пари. Створення простих міжлінійних гібридів кукурудзи, стійких до хвороб і шкідників, має важливе практичне значення, оскільки дозволяє переглянути технології захисту рослин і значно скоротити обсяг затратних агротехнічних заходів.

Слід наголосити, що різні принципи добору пар для схрещування не суперечать один одному, а навпаки — доповнюються. Тому в практиці селекції зазвичай застосовують їх у різних комбінаціях, залежно від завдань дослідження та цілей селекційної програми.

1.2. Світовий генофонду і його значення в селекції кукурудзи

Для створення високопродуктивних імунних гібридів кукурудзи з швидким дозріванням та високими товарними й біохімічними показниками зерна надзвичайно важливо використовувати сортозразки, що зберігаються у світовій колекції, зокрема в Центрі генетичних ресурсів при Інституті рослинництва УААН.

Світова колекція є сукупністю різноманітних таксонів і генотипів, що характеризуються різними ознаками та властивостями, і з яких селекціонери можуть обирати необхідні форми для селекційної роботи. Вона виступає основою та цінним генетичним фондом, на базі якого створюються нові сорти та гібриди кукурудзи [42].

Формування світової колекції кукурудзи розпочав М.І. Вавилов у 1921 році під час експедиції до США та Канади. Повернувшись, він передав до ВІР значну колекцію насіння основних селекційних сортів і гібридів, багато з яких згодом активно використовувалися у сільському господарстві [43]. Так, такі

американські сорти, як Стерлінг, Мінесота 13, Мінесота 23 та інші, набули широкого поширення, замінюючи старі місцеві маловрожайні сорти [44].

Перед експедиціями М.І. Вавилова до країн Південної Америки, Азії, Африки та Європи постали нові завдання — виявлення підвидів, різновидів і еколого-географічних груп кукурудзи, визначення центрів її формоутворення та закономірностей географічної мінливості. Велике різноманіття сортів та залучення до колекції диких родичів кукурудзи з Америки вимагали уточнення багатовидового складу роду Zea [45].

Сьогодні світова колекція, включно з її дикими родичами, охоплює три роди і шість ботанічних видів. Вона є однією з найбільших та найунікальніших колекцій у світі як за ботанічним складом, так і за різноманітністю сортів, зібраних з 92 країн [46].

Ботанічний склад колекції представлений найбільшою кількістю зразків зубовидного та кремнистого підвидів, а також зразками напівзубовидної, цукрової, розлусної та крохмалистої кукурудзи. Найбільшу селекційну цінність становлять самозапильні лінії, зібрані переважно у країнах, де кукурудза має важливе економічне значення [48].

На сьогодні світова колекція включає понад 12 000 живих зразків з 70 країн, серед яких 79В селекційних і місцевих сортів, 2531 гібрид, 1647 інбредних ліній та 500 генетичних мутантів [47].

За даними О.Е. Купцова та М.Є. Раменської [48], колекція кукурудзи поповнилася матеріалом із США, Канади, Мексики, Чілі, Болівії, Перу, Аргентини, Уругваю, Бразилії, Куби, Австралії; з європейських країн — Німеччини, Голландії, Франції, Югославії, Болгарії, Угорщини, Румунії, Швеції, Норвегії, Фінляндії; з Азії — Індії, Пакистану, Японії, Афганістану, Ірану; а також з Росії, Грузії та Молдови.

Колекція значно поповнилася стародавніми аборигенними формами з Латинської Америки: перуанська Куено з дуже великим зерном та високими харчовими якостями; аргентинська Амарго, відома високою стійкістю до хвороб

і шкідників; високогірні холодостійкі сорти з Болівії, Чілі та інших країн регіону [49].

Колекція кукурудзи ВІР зіграла важливу роль у розвитку гетерозисної селекції цієї культури. Саме на її базі на Кубанській дослідній станції були створені перші гетерозисні гібриди кукурудзи, такі як ВІР-25, ВІР-42, ВІР-156 та інші, як повідомляє Г.Є. Шмараєв [50]. Нині селекційна робота значно розширена та поглиблена. Було створено високопродуктивні гібриди зернового та силосного напрямів, які відзначаються ранньостиглістю (Колективний 100, 210, 244), підвищеним вмістом білка і лізину в зерні (Кубанський 245, 255, 267), а також стійкістю до хвороб і шкідників.

При вивченні колекції особлива увага приділяється відбору цінного вихідного матеріалу для різних напрямів селекції та визначенню генетичних джерел і донорів таких ознак, як холодостійкість, ранньостиглість, стійкість до несприятливих умов, хвороб і шкідників, а також високі біохімічні показники зерна [50].

Поповнення колекції відбувається як за рахунок зборів цінних зразків з науково-дослідних установ України, так і з-за кордону. Особливо цінні ранньостиглі самозапильні лінії та синтетики з Канади, Франції, Німеччини, які мають високу комбінаційну здатність, а також місцеві і селекційні ранньостиглі сорти Іспанії та Португалії, генетичні джерела цінних ознак з США і Югославії, генетично марковані лінії високої якості зерна і вегетативної маси, а також мутанти карликовості.

Багаточисленні експедиції ВІР забезпечили колекцію цінним вихідним матеріалом з Латинської Америки — популяціями, які поєднують комплекс господарсько-цінних ознак, мають широку географічну поширеність та високу екологічну адаптацію. Як відзначають Г.Є. Шмараєв та П.С. Тараканов [51], використання екзотичних рас кукурудзи в селекції підвищує генетичну мінливість вихідного матеріалу та покращує окремі господарсько-цінні ознаки [52–54].

Особливо багато цінних форм зосереджено в мексиканських сортах. До колекції ІР УААН включені 64 найкращі екзотичні мексиканські форми, детально описані у працях Б.П. Гур'єва [55], М.М. Чупікова [56] та інших. Більшість мексиканських сортів і популяцій є пізньостиглими, проте у деяких цвітіння збігається з українськими лініями, що дозволяє використовувати їх у схрещуваннях за звичайних строків сівби. Нові лінії, отримані від схрещування власних та екзотичних форм, демонструють широкий діапазон варіювання ознак — від тривалості вегетаційного періоду до довжини й крупності качана та зерна.

Для всіх регіонів кукурудзосіяння України особливе значення мають зразки, здатні проростати за низьких температур і зберігати холодостійкість після появи сходів. Зерно більшості зразків колекції ВІР проростає при 9–10°С, а при нижчих температурах — лише «накльовується». Найбільш стійкими зарекомендували себе окремі кремнисті та зубові зразки, такі як Буковинський 3, Саратовський 2, Дніпровський 56, Гюдстер, Кюма, Шиндельмайзер та інші.

Велике значення для селекціонерів мають зразки з високою врожайністю за оптимального зрошення та з невеликим її зниженням за дефіциту вологи. Серед них місцеві зразки Закарпаття (К–11834), Дагестану (К–8802, К–9335), Ставропольського краю (К–5419), України (К–1490), а також зарубіжні — Італії (К–11933, К–12104, К–12113), Румунії (К–10053, К–11858, К–12054), Югославії (К–10940), Угорщини (К–11868), Китаю (К–11880, К–11885), США (К–4516) та інші [57].

Світова колекція кукурудзи включає унікальну генетичну колекцію, що налічує понад 700 спадково детермінованих форм. Вона містить багаторазово марковані і тестерні лінії, тетраплоїдні форми, трисоміки, лінії з ядерною і цитоплазматичною чоловічою стерильністю різного типу, цитологічні маркери, лінії з перехресною несумісністю, генетично марковані мутанти та ряд синтетиків, які становлять цінний вихідний матеріал для створення нових сортів і гібридів з високими господарсько-цінними ознаками [33].

РОЗДІЛ 2.
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ботаніко-біологічна характеристика кукурудзи

Кукурудза (Zea mays) — однорічна трав'яниста культурна рослина з родини Poaceae Barnh., що належить до триби Tripsacinea S. Presl (раніше — Maydeae).

Її коренева система добре розвинена, мичкувата; окремі корені можуть заглиблюватися у ґрунт на 2–3 м. Із підземних вузлів формуються первинні та вторинні корені, а також виникають повітряні корені.

Стебло кукурудзи — міцна, товста, округла соломина, заповнена пухкою паренхімою. Висота рослини визначається особливостями сорту або гібрида та умовами вирощування: у ранньостиглих форм вона становить 60–100 см, у пізньостиглих може досягати 5–6 м. Товщина стебла коливається в межах 2–7 см. Кількість міжвузлів варіює від 8–12 у ранньостиглих сортів до 30–40 і більше у дуже пізньостиглих.

На стеблі формується від 8 до 40 листків — їх кількість є характерною ознакою сорту. Листки великі, лінійно-ланцетні: ширина становить 6–12 см і більше, довжина пластинки — 70–110 см. Верхня сторона листка опушена, нижня — гладенька. Листки розташовані почергово та не затінюють один одного.

Кукурудза є однодольною рослиною з роздільними суцвіттями: чоловіче представлено волоттю, жіноче — качаном (рис. 1).

Плід — гола зернівка, яка може відрізнятися за розміром, формою, консистенцією та забарвленням.

Рис. 1. Жіноче суцвіття кукурудзи (*Zea mays*)

Зернівка кукурудзи складається із трьох основних частин: зародка, ендосперму та оболонки (насінної й плодової). Первинним центром походження кукурудзи вважають Центральну та Південну Америку. Вторинний центр формування одного з її підвидів — воскоподібної кукурудзи — розташований у Китайсько-Японському регіоні.

Дослідження свідчать, що пряме перетворення теосинте в культурну кукурудзу малоймовірне. Імовірніше, обидва види походять від спільного дикого предка, а сучасні форми кукурудзи сформувалися внаслідок мутацій, природної і спонтанної гібридизації, а також тривалого природного та штучного добору.

Вид **Zea mays L.** поділяють на дев’ять основних підвидів або ботанічних груп за плівчастістю зернівки, особливостями будови та консистенції зерна:

- **Кремениста кукурудза (Z. mays indurata Sturt.)** Зернівка округла, гладка й блискуча, з твердим рогоподібним ендоспермом у периферії і невеликою кількістю борошнистої частини в центрі. Білкові проміжки між крохмальними зернами добре помітні. Крохмалю в зерні — 65–83 %, білка — 8–18 %. Підвид вирізняється великою різноманітністю сортів та фізіолого-морфологічних форм. Рослини мають ніжні стебла та здатні утворювати багато пасинків. До цієї групи належить ранньостиглий гібрид Колективний 100ТВ.

- **Зубоподібна кукурудза (Z. mays indentata Sturt.)** Зернівка видовжена, з характерною зубчастою виїмкою на верхівці, що формується через нерівномірне висихання ендосперму. Рогоподібний ендосперм знаходиться з боків, а верхня частина й центр — борошнисті. Вміст крохмалю — 68–78 %, білка — 8–15 %, жиру — до 5 %. До продуктивних сортів і гібридів належать: Акцент М, Дніпровський 126 ТВ, ОДМА 310 М, Айдар МВ, Колективний 270 МВ, Одеський 20 МВІІ, Ювілейний 60 МВ та ін. Підвид утворює небагато пасинків.

- **Кременисто-зубоподібна (напівзубоподібна) кукурудза (Z. mays semidentata Kulech.)** За структурою й твердістю зерна займає проміжне положення між кременистою та зубовидною формами. Верхівка має матову пляму та слабко виражену западину, рогоподібного ендосперму більше, ніж у зубоподібної. Група виникла через тривалу гібридизацію двох попередніх форм. Представлена сучасними високоврожайними гібридами: Дніпровський 310 МВ, Колективний 111 ТВ, Дніпровський 203 МВ, Харківський 19 Т, Одеський 80 МВ тощо.

- **Крохмалиста (борошниста) кукурудза (Z. mays amylacea Sturt.)** Зернівка має дуже тонкий шар рогоподібної тканини, а ендосперм повністю борошнистий і пухкий. Містить 6–13 % білка і 72–85 % крохмалю. У виробництві підвид мало поширений, в Україні нині гібридів немає.

- **Розлусна кукурудза (Z. mays everta Sturt.)** За поділом М.М. Кулєшова існує дві форми: перлова (округле зерно) та рисова (гострокінцеве). Зерно дрібне, майже повністю складається зі склоподібного ендосперму, з невеликою борошнистою ділянкою біля зародка. Під час нагрівання зернівки вибухають, утворюючи пухку масу в 20–30 разів більшого об’єму. Вміст крохмалю — 62–70 %, білка — 10–15 %. Рослини кущаться та дають більше качанів, але поступаються врожайністю кременистим і зубовидним формам. У виробництві поширений один гібрид — Дніпровський 921 ТВ.

- **Цукрова кукурудза (Z. mays saccharata Sturt.)** Зернівка зморшкувата, ендосперм частково прозорий, рогоподібний, з високим умістом декстринів (понад 23 %). Крохмалю — до 30 %, білка — 18–20 %, жиру — 8–9 %. Підвид молодий, мутантного походження, характеризується багатостебельністю, схильністю до вилягання та ураження хворобами. Використовується для споживання у свіжому, замороженому вигляді та в харчовій промисловості. Поширені сорти й гібриди: Сквирка (Роксолана), Івушка, Ароматна, Куликовський.

- **Воскоподібна кукурудза (Z. mays ceratina Kulech.)** Мутантний підвид, що походить від зубовидних форм. Ендосперм має воскоподібну структуру завдяки рецесивному гену WX. Зернівка схожа на кременисту, але матова, непрозора, а крохмаль складається переважно з амілопектину. Цінна для технічного, харчового та кормового використання. Селекція майже не проводилася, тому сортів і гібридів немає.

- **Крохмалисто-цукрова кукурудза (Z. mays amyleo-saccharata Sturt.)** Проміжний підвид: нижня частина зернівки має борошнистий ендосперм, верхня — рогоподібний, подібний до цукрової форми. В Україні селекційного матеріалу немає.

- **Плівчаста кукурудза (Z. mays tunicata Sturt.)** Зернівки вкриті плівками, що сформувалися з колоскових лусок. Це давня форма, яка нині не має практичного значення.

Кукурудза є теплолюбною культурою. Температурний режим суттєво впливає на темпи появи нових листків і перебіг фенологічних фаз: що тепліше повітря, то швидше формується кожний наступний листок. Насіння починає проростати за температури 8–10 °С, а рослини у фазі 2–3 листків здатні витримувати короткочасні приморозки до –2 °С. Найсприятливішою температурою для росту і розвитку є 20–25 °С. Для дозрівання скоростиглих гібридів потрібна сума активних температур 1800–2000 °С, середньо- та середньоранньостиглих — 2300–2600 °С, пізньостиглих — 3000–3200 °С.

За потребою у волозі кукурудза належить до посухостійких культур. За період вегетації вона потребує 450–600 мм опадів. Для утворення 1 кг сухої речовини рослина використовує 174–406 кг води. Потреба у волозі змінюється залежно від фази розвитку: до виходу в волоть кукурудза може добре переносити нестачу води, але посуха за 10 днів до появи волотей і протягом 20 днів після цього різко зменшує врожайність.

Кукурудза — рослина короткого дня, однак дуже світлолюбна. Вона зацвітає за тривалості дня 8–9 годин. На ранніх етапах розвитку особливо потребує інтенсивного сонячного освітлення та погано терпить затінення.

Щодо ґрунтових умов кукурудза належить до культур із середніми вимогами. Оптимальна кислотність ґрунтового розчину становить pH 5,5–7,0. Найкраще рослина росте на чорноземах, темно-сірих суглинках, темно-каштанових, супіщаних і заплавних ґрунтах. Непридатними для її вирощування є кислі, холодні, заболочені, важкі глинисті та засолені ґрунти.

Упродовж вегетації кукурудза активно споживає поживні речовини з ґрунту. На формування 1 ц зерна разом із відповідною кількістю зеленої маси вона поглинає в середньому: N — 2,4–3 кг, P_2O_5 — 1–1,2 кг, K_2O — 2,5–3 кг. Значну роль у живленні також відіграють S, Ca, Mg, Fe, B, Cu та Zn. Споживання елементів живлення нерівномірне: на початку росту воно незначне, а за добу до викидання волотей рослина може засвоїти близько 3,2 кг/га азоту, 0,9 кг/га фосфору та 3,4 кг/га калію.

2.2 Характеристика досліджуваних ліній

Ось перефразований варіант:

Вибір вихідного матеріалу є одним із найважливіших етапів селекційного процесу, оскільки саме від нього значною мірою залежить успіх усієї роботи. Для проведення гібридизації селекціонеру потрібно добирати батьківські форми

з високою селекційною цінністю, які здатні максимально проявити свій генетичний потенціал у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [12].

Для проведення наших досліджень, в якості вихідного матеріалу, було використано п’ять середньоранніх інбредних ліній кукурудзи (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика інбредних ліній кукурудзи за господарсько-цінними ознаками

№ з\п	Лінія	Походження (країна)	Зернівка*		Група стиглості ліній	Кількість листків на головному стеблі, шт.	Висота		Урожайність	Холодостійкість	Ураженість кукурудзяним метеликом
			тип	колір верхівки			рослини	прикріплення нижнього качана			
1.	P346 (st)	США	зуб.	жовт.	СР	14	В	С-В	С	С-В	С
2.	Ум 3-7-21	Україна	кр.	ж-ор.	СР	14	В	С	С-В	С	С
3.	Ум 4-2-21	Україна	кр.	оранж.	СР	14	С	Н	С	В	Н
4.	Ум 9-5-21	Україна	зуб.	жовт.	СР	14	В	С	В	С-В	С
5.	Ум 6-8-21	Україна	кр.-п.	оранж.	СР	14	С	С	С	В	Н

*Примітка: 1. Тип зернівки: пром. — проміжний, зуб. — зубовий, кр. — кремнистий, кр.-п. — кремністоподібний; 2. Колір зерна: оранж. — оранжевий, жовт. — жовтий, ж.-ор. — жовто-оранжевий; 3. Група стиглості: СР – середньорання; 4. Ступінь прояву ознаки: В – високий, С – середній, Н – низький.

РОЗДІЛ 3.
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дипломної роботи проводили у 2023–2024 роках на селекційній ділянці кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва (УНУС). Ділянка розташована у західній частині Черкаської області та згідно з природно-кліматичним районуванням входить до Маньківського природно-сільськогосподарського району, що належить до середньо-Дніпровсько-Бузького округу Правобережної Лісостепової провінції України. Географічні координати місця досліджень: 48° 46' пн. ш., 30° 14' сх. д., висота над рівнем моря — 245 м.

Рельєф території — це вирівняне вододільне плато з помірним (близько 2°) схилом південно-західної експозиції. Район відзначається періодичними посухами — у середньому 2–3 посушливі роки за десятиріччя — і належить до підзони нестійкого зволоження [60].

3.1 Характеристика ґрунту

Ґрунтовий покрив селекційної ділянки кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології УНУС представлений опідзоленим малогумусним важкосуглинковим чорноземом на лесі. Близько 16 % території Лісостепу України займають саме такі ґрунти, переважно поширені у його правобережній частині. Для них характерна відносна однорідність гранулометричного та хімічного складу по профілю, ілювіальний розподіл карбонатів, вимитість легкорозчинних солей та значне накопичення поживних елементів у гумусовому горизонті. Карбонати залягають глибоко — на рівні 115–120 см. В орному шарі міститься 3,3 % гумусу, реакція ґрунтового розчину слабокисла (pH сольової витяжки — 6,0). Насиченість основами становить 81–97 %, вміст рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) — 80–112 мг/кг ґрунту,

гідролітична кислотність — 1,8–2,0 моль/кг, кількість лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 80–108 мг/кг. ґрунти відзначаються високою водопроникністю та невеликою водоутримувальною здатністю.

Отже, властивості ґрунту та рельєф території дослідного поля відповідають характеристикам ґрунтів помірно континентальної східноєвропейської фації, що дозволяє поширювати результати досліджень і на інші ділянки цього типу.

У цілому ґрунтові умови є сприятливими для вирощування більшості культур помірного клімату, включаючи кукурудзу.

3.2 Погодні умови

Рівень землеробства та якість господарювання істотно впливають на продуктивність сільськогосподарських культур, а також залежать від погодних умов упродовж вегетаційного періоду.

За даними метеостанції Умань, погодні умови в роки проведення досліджень (2024–2025 рр.) загалом відповідали типовим для даної зони, хоча спостерігалися певні відмінності — як протягом усієї вегетації, так і в окремі її періоди. У деякі місяці ці відмінності були доволі контрастними.

У 2024 році відносна вологість повітря у квітні становила 66 %, що істотно нижче за середньобагаторічний показник (79 %). Подібна ситуація спостерігалася і в серпні — 62 % у порівнянні з нормою. Водночас середня річна вологість повітря у 2024 році була досить високою — 89 % (табл. 2).

У 2025 році відносна вологість повітря була нижчою як порівняно з 2024 роком, так і зі середньобагаторічними значеннями — у середньому 74 %. Найнижча вологість зафіксована в квітні — 58 %. Протягом періоду активного росту рослин найбільший показник вологості спостерігався в липні — 72 %, що дещо менше від середньобагаторічного рівня.

Таблиця 2

Вологість повітря, % (за даними метеостанції Умань)

Місяць	Рік		
	2024 (середня за місяць)	2025 (середня за місяць)	Середня багаторічна
Січень	87	91	76
Лютий	88	77	
Березень	79	69	
Квітень	66	58	
Травень	71	66	
Червень	71	70	
Липень	72	72	
Серпень	62	70	
Вересень	71	71	
Жовтень	79	79	
Листопад	82	79	
Грудень	88	88	
Середня за рік	89	74	

Згідно з даними таблиці 3, загальна кількість опадів у 2024 році становила 756,7 мм. У квітні спостерігався невеликий дефіцит вологи — випало лише 43,3 мм опадів, тоді як у червні, навпаки, зафіксовано їх надлишок — 139,3 мм. Найскладнішою за вологозабезпеченням виявилася ситуація в серпні, коли середня місячна кількість опадів становила лише 36,4 мм.

У 2025 році середня сума опадів дорівнювала 593,2 мм, що менше за середньобагаторічний показник (622,1 мм). Значний дефіцит вологи спостерігали у квітні — 25,2 мм. У липні ж кількість опадів була надмірною — 150,7 мм, що сприяло інтенсивному росту та розвитку рослин кукурудзи.

Таблиця 3

Сума опадів, мм (за даними метеостанції Умань)

Місяць	Рік		
	2024 (середня за місяць)	2025 (середня за місяць)	Середня багаторічна
Січень	108,6	28,8	633,1
Лютий	60,2	18,7	
Березень	38,2	3,7	
Квітень	43,3	25,2	
Травень	52,6	68,5	
Червень	139,3	129,2	
Липень	59,1	150,7	
Серпень	36,4	50,4	
Вересень	73,4	12,4	
Жовтень	29,3	71,6	
Листопад	53,9	2,2	
Грудень	62,4	31,8	
Середня за рік	756,7	593,2	

Температура повітря у 2024 році (табл. 4) була на 1,2 % вищою за середньобагаторічне значення. Аналіз погодних умов за місяцями показав, що у червні, липні та серпні спостерігали високі температури — у середньому 22,4 °С.

Середньорічна температура повітря у 2025 році становила 8,8 °С, що на 1,4 °С перевищує багаторічну норму. У період активного росту та розвитку кукурудзи найвищу температуру зафіксовано в липні — 21,7 °С.

Таблиця 4

Середня температура повітря, °С

Місяць	Рік		
	2024 (середня за місяць)	2025 (середня за місяць)	Середня багаторічна
Січень	–7,8	–3,1	7,4
Лютий	–3,0	–52	
Березень	0,7	1,4	
Квітень	9,3	9,5	
Травень	16,4	15,7	
Червень	20,6	19,7	
Липень	23,0	21,7	
Серпень	23,6	18,9	
Вересень	14,5	15,0	
Жовтень	5,9	7,0	
Листопад	8,8	1,8	
Грудень	–3,8	1,9	
Середня за рік	9,0	8,8	

Отже, з наведених даних можна зробити висновок, що погодні умови протягом усіх років досліджень були недостатньо сприятливими для росту й розвитку кукурудзи. У 2024 році від квітня до кінця вегетації спостерігався дефіцит вологи. Недостатня вологість повітря спостерігалася також у квітні 2025 року — 58 %. Кількість опадів у роки досліджень також була нерівномірною: у 2024 році випало 756,7 мм, а в 2025 році — 593,2 мм.

3.3 Схема досліду

Посів інбредних ліній кукурудзи у досліді проводили у 2023–2024 роках на селекційних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва. Посів здійснювали вручну пунктирним способом з міжряддям 70 см. Площа облікової ділянки складала 5 м². У фазі 3–4 листків вручну регулювали густоту рослин до 80 тис. рослин/га.

Варіанти досліду розміщували систематично у трьох повторностях (рис. 2).

1 I*	2 I	3 I	4 I	5 I
5 II	4 II	3 II	2 II	1 II
1 III	2 III	3 III	4 III	5 III

* Примітка: 1 I – 6 III — номери варіантів і повторність:

1. Р346 (st) — стандарт
2. УМ 3-7-21
3. Ум 4-2-21
4. Ум 9-5-21
5. Ум 6-8-21

Рис. 2. Схематичне зображення розміщення дослідних ділянок на площі, 2024–2025 рр.

3.4 Агротехніка вирощування кукурудзи

Кукурудза вирощується в монокультурі на дослідно-селекційних ділянках УНУС понад 15 років. Завдяки розвиненій кореневій системі рослина сильно реагує на глибину оранки, причому близько 70 % коренів розташовується в орному шарі ґрунту.

Після збору попередньої культури проводили дискування у два сліди лущильником ЛДГ-10 на глибину 5–6 см. Основний обробіток ґрунту виконували плугом ПЛН-4-35 на глибину 20–22 см, а потім дисковою бороною БДТ-3 на 8–10 см [61]. Весною ґрунт вирівнювали вручну борінками.

Посів здійснювали в оптимальні для регіону строки пунктирним способом на глибину 4–6 см із шириною міжрядь 70 см за один робочий день. Селекційні номери кукурудзи висівали у трьох повторностях. Насіння товарних

гібридів (F1) відповідало державному стандарту: схожість ≥ 92 %, типовість ≥ 98 %, чистота ≥ 98 %. Для гетерозисних ліній показники чистоти та типовості становили 100 %.

Після появи дружніх сходів у фазі 3–5 справжніх листків вручну прополювали міжряддя та формували задану густоту 80 тис. рослин/га. Догляд за посівами проводили без застосування гербіцидів та засобів захисту рослин для об'єктивної оцінки адаптивного потенціалу досліджуваних гетерозисних ліній.

Збирання проводили вручну після досягнення більшістю селекційних номерів повної стиглості, з наступним зважуванням качанів кожної повторності по ділянках одночасно. Урожай обчислювали у тоннах з гектара при вологості 14 % [57]. Досушування качанів відбувалося природним шляхом на горищі, а пакування та закладання на зберігання проводили після досягнення насінням вологості 14 %.

3.5 Методика проведення досліджень

Для досліджень у даній зоні застосовували загальноприйняту технологію вирощування кукурудзи. Посів проводили у оптимальні строки для регіону. Біологічні, морфологічні та господарські ознаки рослин вивчали відповідно до рекомендацій «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» та «Методичних рекомендацій польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи» [63].

Оцінювали стан сходів, висоту рослин, загальну кількість рослин, висоту прикріплення нижнього господарсько-придатного качана та кількість листків на головному стеблі. Листя враховували на 10 контрольних рослинах у двох несуміжних повтореннях. У фазі 5–6 листків ножицями надрізали верхівку п'ятого листка, а десятий листок надрізали при формуванні 10–12 листків. Загальну кількість листя підраховували після появи волотей. Густоту рослин визначали на ділянках перед збиранням урожаю.

Фенологічні спостереження включали дати сівби; сходів (початок — повні); появи волотей (початок — повне) — коли з патрубка листків на 2–3 см вийшла волоть; цвітіння волотей (початок — повне) — при появі пиляків на центральній осі волоті; цвітіння качанів (початок — повне) — при появі приймочкових ниток на качані; стиглості качанів. Для визначення стиглості брали п’ять качанів, а датою настання фази вважали день, коли не менше чотирьох качанів були в повній фазі.

Фази стиглості визначали за станом зерна: молочна — при натискуванні виділяється біла рідина; молочно-воскова — зерно кашоподібне; воскова — при натискуванні нігтем залишається слід; повна — з’являється темний шар у місці прикріплення зернівки до стрижня качана. Вегетаційний період визначали від сходів до повної стиглості як за кількістю днів, так і за кількістю листків на головному стеблі [63].

Збирання та облік урожаю проводили одночасно, коли більшість гібридів досягла повної стиглості. Оцінку селекційного матеріалу на стійкість до шкідників і хвороб проводили в умовах природного фону за методикою Н.А. Вилкової, В.Г. Іващенка, А.Н. Фролова та ін. [64].

Математичну обробку експериментальних даних виконували методами дисперсійного аналізу за Б.С. Доспєховим [65] та В.Ф. Мойсейченком і В.О. Єщенком [66] з використанням персонального комп’ютера.

РОЗДІЛ 4.
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Скоростиглість досліджуваних ліній кукурудзи

Однією з найактуальніших проблем в Україні є селекція кукурудзи на ранньостиглість. Вирощування таких гібридів дозволяє розширити площі посівів цієї культури та забезпечує якісну підготовку ґрунту для наступного урожаю завдяки ранньому збиранню. Використання гібридів із різною тривалістю вегетації дає змогу проводити збір у оптимальні строки, що значно зменшує втрати урожаю.

Скоростиглість рослин визначають за сумарною тривалістю проходження окремих фенологічних фаз, вираженою в днях (табл. 5).

Таблиця 5

Тривалість періоду вегетації інбредних ліній кукурудзи, діб

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту			
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки	%
1	Р346 (st)	114	112	113	0	0	0	0,0
2	УМ 3-7-21	112	109	108	-2	-3	-5	96
3	Ум 4-2-21	108	107	107	-6	-5	-6,3	95
4	Ум 9-5-21	105	106	106	-9	-6	-8,5	94
5	Ум 6-8-21	111	108	111	-3	-4	-2,8	98
Середній популяційний ефект		110	108	109	-5,0	-4,5	-4,5	77

Згідно з даними таблиці 5, тривалість вегетаційного періоду інбредних ліній кукурудзи була стабільною протягом усіх років досліджень і не перевищувала показників лінії-стандарту Р 346. У середньому за роки спостережень тривалість вегетації лінії-стандарту становила 113 діб. Найкоротший період вегетації (на 7 діб менше стандарту) відзначався у лінії Ум 9-5-21 — 106 діб.

За класифікацією державного сортовипробування, ранньостиглі форми кукурудзи мають 12–14 листків на основному стеблі, середньоранні — 15–16,

середньостиглі — 17–18, середньопізні — 19–20, а пізньостиглі — 21 і більше листків [51, 67].

Визначено перспективність створення генетичної колекції самозапилених ліній на базі кращих генетичних плазм, що є важливим чинником для ефективної селекції нових високопродуктивних і скоростиглих гібридів кукурудзи. Найбільш результативним для отримання високопродуктивних ранньостиглих гібридів є поєднання кременисто-зубоподібних ліній із кременистими або зубоподібними. Лінії кременисто-зубоподібного типу вдало поєднують холодостійкість і ранньостиглість кременистих із високою продуктивністю зубоподібних форм. Для отримання високопродуктивних гібридів доцільно використовувати в якості однієї з батьківських форм більш пізньостиглу зубоподібну лінію з високим коефіцієнтом зчеплення (КЗ).

Дані щодо кількості листків у досліджуваних гібридів представлені в таблиці 6.

Таблиця 6

Кількість листків у інбредних ліній кукурудзи, шт.

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту		
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки
1.	Р346 (st)	14	14	14	0	0	0,0
2.	УМ 3-7-21	14	14	14	0	0	0,3
3.	Ум 4-2-21	14	13	14	0	-1	-0,3
4.	Ум 9-5-21	13	13	13	-1	-1	-1,3
5.	Ум 6-8-21	14	14	14	0	0	-0,5
Середній популяційний ефект		14	14	14	-0,2	-0,4	-0,4

Згідно з даними таблиці 6, кількість листків на рослинах залишалася досить стабільною протягом усіх років досліджень, з незначними коливаннями в межах, характерних для відповідної групи скоростиглості. До ранньостиглої

групи віднесено всі проаналізовані інбредні лінії за цим показником. У середньому протягом років досліджень усі лінії мали однакову кількість листків — 14 шт., за винятком лінії Ум 9-5-21, у якої налічувалося 13 листків.

Вологість зерна при збиранні врожаю також є показником скоростиглості інбредних ліній: зерно, яке швидко втрачає вологу під час дозрівання, раніше досягає фази повної стиглості.

Дані щодо вологості зерна при збиранні наведені в таблиці 7.

Таблиця 7

Вологість зерна у інбредних ліній при збиранні, %

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту		
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки
1.	P346 (st)	23,5	21,2	21,6	0,0	0,0	0,0
2.	Ум 3-7-21	20,8	19,7	20,1	-2,7	-1,5	-1,6
3.	Ум 4-2-21	20,3	18,3	18,9	-3,2	-2,9	-2,8
4.	Ум 9-5-21	19,5	17,8	18,2	-4,0	-3,4	-3,4
5.	Ум 6-8-21	21,0	19,4	20,3	-2,5	-1,8	-1,5
Середній популяційний ефект		21,0	19,2	19,8	-2,5	-1,9	-1,9

Вивчення інбредних ліній кукурудзи у нашому досліді показало, що протягом років досліджень найвища середня вологість зерна спостерігалася у лінії P346 (стандарт) — 21,6 %, тоді як найнижча — у лінії Ум 9-5-21 — 18,2 %. Слід відзначити, що всі досліджувані інбредні лінії мали вологість зерна при збиранні значно нижчу порівняно зі стандартом P346 (18,2–20,3 %), що свідчить про їх економічні переваги. Зокрема, це дозволяє суттєво зменшити витрати на післязбиральне досушування зерна.

4.2 Придатність до механізованого збирання

В умовах інтенсивної технології вирощування культур кукурудза повинна мати ознаки, що забезпечують її придатність до механізованого збирання та вирощування. До таких ознак належать висота рослини та висота прикріплення нижнього господарсько-цінного качана від поверхні ґрунту.

У таблиці 8 наведено результати визначення висоти рослин інбредних ліній кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу.

Таблиця 8

Висота рослин інбредних ліній кукурудзи, см

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту			
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки	%
1.	P346 (st)	184	151	170	0	0	0,0	0,0
2.	Ум 3-7-21	220	217	215	36	66	45,0	126
3.	Ум 4-2-21	179	161	166	-5	10	7,0	97,6
4.	Ум 9-5-21	184	175	176	-3	24	9,0	104
5.	Ум 6-8-21	154	146	148	-30	-5	-22,0	89,0
Середній популяційний ефект		184	170	175	-0,4	19	7,8	87,0

За даними таблиці 8, у 2024 році висота рослин інбредних ліній кукурудзи була більшою порівняно з іншим роком досліджень. Найменшу середню висоту за два роки спостерігали у лінії Ум 6-8-21 — 148 см, а найбільшу — у лінії Ум 3-7-21 — 215 см.

Відповідно до уніфікованого класифікатора-довідника виду *Zea mays* [68], висота стебел інбредних ліній розподіляється так: дуже низькі — ≤100 см, низькі — 101–125 см, середньорослі — 126–150 см, високорослі — 151–200 см і дуже високі — >200 см. Згідно з цим класифікатором, лінія Ум 3-7-21 відноситься до дуже високих, тоді як усі інші (включно зі стандартом Р 346) — до високорослих.

Висота прикріплення нижніх господарсько-цінних качанів, за тим же класифікатором, оцінюється так: дуже низьке — <30 см, низьке — 31–50 см, середнє — 51–70 см, високе — 71–100 см. Для остаточного визначення придатності випробовуваних ліній до механізованого збирання було проведено облік висоти прикріплення господарсько-цінних качанів (табл. 9).

Таблиця 9

Висота прикріплення нижнього господарсько-придатного качана від поверхні ґрунту в інбредних ліній кукурудзи, см

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту			
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки	%
1.	P346 (st)	59	50	53	0	0	0	0,0
2.	Ум 3-7-21	85	82	82	26	32	29	155
3.	Ум 4-2-21	61	59	62	2	9	8,3	117
4.	Ум 9-5-21	72	67	69	13	17	15,5	130
5.	Ум 6-8-21	58	52	53	-1	2	0,5	100
Середній популяційний ефект		67	62	64	8	12	11	100

За даними таблиці 9, у лінії Ум 3-7-21 середня висота закладання нижніх господарсько-цінних качанів за роки досліджень становила 82 см, що є найвищим показником серед усіх досліджуваних ліній. Стандартна групова лінія та Ум 6-8-21 мали однакову середню висоту прикріплення качанів — 53 см. У ліній Ум 4-2-21 та Ум 9-5-21 цей показник складав 62 та 69 см відповідно.

Таким чином, аналіз середньорічних експериментальних даних показує, що всі досліджувані інбредні лінії за класифікатором *Zea mays* належать до високорослих (150–219 см), мають високе (82 см у Ум 3-7-21) та середнє (53–69 см у Ум 4-2-21, Ум 9-5-21 та Ум 6-8-21) закладання господарсько-цінних качанів від поверхні ґрунту і є придатними до механізованого збирання.

4.3 Стійкість проти ураження хворобами і пошкодження шкідниками досліджуваних ліній кукурудзи

Найпоширенішою хворобою кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України є пухирчаста сажка, збудником якої є гриб *Ustilago maydis*. Симптоми хвороби проявляються у вигляді пухлин на рослинах, найбільшої шкоди завдає ураження качанів, які внаслідок цього стають недорозвиненими. Джерелом інфекції є хламідоспори гриба, що зимують у залишках рослин на полі та добре зберігаються у ґрунті на глибині 20–24 см [69].

Оцінку стійкості селекційного матеріалу до хвороб і шкідників ефективніше проводити на інфекційному фоні, що дозволяє отримати найбільш об’єктивні дані. Для цього враховують біологічні особливості збудників, фазу розвитку рослин та інші фактори.

Для визначення стійкості до пухирчастої сажки застосовують два методи:

1. **Механічний метод** – інфікування рослин шляхом обприскування водною суспензією спор двічі: за тиждень до викидання волотей та на сьомий день після початку масового викидання маточкових ниток.

2. **Фізіологічний метод** – ін’єкція спор під обгортки качанів на початковій фазі формування.

Стійкість до пилової сажки визначають шляхом внесення спор у ґрунт на глибину посіву насіння, а оцінку ступеня ураження проводять у фазі повної стиглості.

Стійкість до стеблових та кореневих гнилей, зумовлених різними грибами, визначають без поділу на конкретного збудника, оскільки симптоми ураження подібні. Інокулюм вносять у ґрунт разом із насінням, а підрахунок ураження здійснюють у фазі воскової стиглості.

Стійкість до гельмінтоспоріозу, діплодіозу, сірої гнилі та фузаріозу качанів оцінюють за трьохбальною шкалою залежно від ступеня ураження. Для гельмінтоспоріозу інфекційний фон створюють у фазі 5–6 листків шляхом

розкидання у міжряддях сильно заражених листків. Оцінку проводять тричі: через 5 днів після ураження, у період викидання волотей та на завершення молочної стиглості.

Стійкість до іржі визначають за шкалою Т.Д. Страхова, проводячи два підрахунки: при появі перших ознак та через 7–8 днів. Стійкість до стеблового метелика оцінюють за штучного зараження рослин яйцями або личинками шкідника. Стійкість до шведської мухи та тлі оцінюють на природному фоні за п’ятибальною шкалою. Стійкість до перестою на пні визначають шляхом підрахунку полеглих рослин та обчислення відсотка від загальної кількості рослин на ділянці.

При вирощуванні кукурудзи на зерно проводять лабораторний аналіз качанів. Визначають форму, довжину, консистенцію та забарвлення зерна, діаметр верхньої та нижньої частини качана, кількість зерен у ряду, кількість рядів, ширину борозенок між рядами, спрямованість рядів (прямі, зкривлені, збивчасті) та масу качана. Після обмолочування визначають забарвлення квіткових плівок, вихід зерна з качана (%), масу зерна та масу 1000 зерен. Урожай перераховують на 14%-ву вологість зерна.

У досліді вивчення стійкості інбредних ліній кукурудзи до пухирчастої сажки проводили в умовах монокультури. На селекційних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології УНУС кукурудза вирощується беззмінно понад 15 років, що дозволяє створювати провокаційний природний інфекційний фон.

За даними наших досліджень рівень ураження інбредних ліній кукурудзи пухирчастою сажкою залежно від погодних умов у Правобережному Лісостепу України за 2024–2025 рр. наведено в таблиці 10.

Таблиця 10

Ураження інбредних ліній кукурудзи пухирчастою сажкою, %

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту		
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки
1.	Р346 (st)	2,5	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0
2.	Ум 3-7-21	3,2	1,8	2,4	0,7	1,8	0,6
3.	Ум 4-2-21	0,0	0,0	0,0	-2,5	0,0	-1,8
4.	Ум 9-5-21	0,0	0,0	0,0	-2,5	0,0	-1,8
5.	Ум 6-8-21	1,5	0,0	1,1	-1,0	0,0	-0,7
Середній популяційний ефект		1,4	0,3	1,0	-1,1	0,4	-0,9

За даними таблиці 10 встановлено, що середнє за два роки ураження інбредних ліній кукурудзи пухирчастою сажкою було найвищим у ліній Р346 (st) — 1,8 % та УМ 3-7-21 — 2,4 %. Незважаючи на це, відповідно до довідника-класифікатора виду *Zea mays* [68], усі ці лінії відносяться до групи дуже стійких, оскільки ураження не перевищувало 5 %. Лінія Ум 6-8-21 характеризувалась середнім рівнем ураження — 1,0 %. Найбільш стійкими до захворювання виявились лінії Ум 4-2-21 та Ум 9-5-21, у яких ураження зовсім не зафіксовано.

В умовах Правобережного Лісостепу України найбільш небезпечним для кукурудзи шкідником є кукурудзяний метелик (*Pyrausta nubilalis*). Його личинки пошкоджують стебла, ніжки та стержні качанів. У разі нестачі основної кормової культури вони переходять на бур’яни, зокрема куряче просо, осот та щирицю. Найбільше поширення шкідника спостерігається при наявності повторних посівів у сівозміні [70].

У таблиці 11 наведено результати визначення рівня пошкодження інбредних ліній кукурудзяним метеликом.

Таблиця 11

Пошкодження інбредних ліній кукурудзяним метеликом, %

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту		
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки
1.	P346 (st)	2,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0
2.	Ум 3-7-21	3,8	1,8	2,8	1,6	1,8	1,2
3.	Ум 4-2-21	0,0	0,0	0,0	-2,2	0,0	0,6
4.	Ум 9-5-21	0,8	1,3	1,0	-1,4	1,3	0,6
5.	Ум 6-8-21	2,5	1,1	1,8	0,3	1,1	0,5
Середній популяційний ефект		1,8	0,8	1,4	0,5	0,8	0,6

Під час проведення досліджень встановлено, що найсильніше ушкоджувалась кукурудзяним метеликом лінія УМ 3-7-21 — 2,8 %. Трохи менше ураження спостерігалось у групового стандарту — на 1,2 % нижче. Відсоток ураження ліній Ум 6-8-21 та Ум 9-5-21 становив 1,8 % та 1,0 % відповідно. Лінія Ум 4-2-21, як і в попередніх дослідах, продемонструвала найкращий результат — ураження не зафіксовано.

Відповідно до класифікатора-довідника виду *Zea mays* [68], дуже високу стійкість до кукурудзяного метелика мають лінії, у яких рівень пошкодження рослин протягом росту і розвитку не перевищує 5 %. Жодна з досліджуваних інбредних ліній не перевищила цього показника, що свідчить про їх високу стійкість до шкідника.

4.4 Зернова продуктивність досліджуваних ліній кукурудзи

Гетерозисна селекція кукурудзи та її ефективність значною мірою залежать від наявності генетичного різноманіття вихідного матеріалу інбредних ліній. Водночас інбредні лінії повинні характеризуватися високою врожайністю та іншими показниками господарської цінності.

Результати вивчення ознаки «вихід зерна з качанів при обмолоті» протягом 2024–2025 років в умовах Правобережного Лісостепу України наведено в таблиці 12.

Таблиця 12

Вихід зерна з качанів при обмолоті інбредних ліній кукурудзи,%

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту		
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки
1.	P346 (st)	79,2	80,8	79,4	0,0	0,0	0,0
2.	Ум 3-7-21	78,9	79,1	77,9	-0,3	-1,7	-1,2
3.	Ум 4-2-21	80,2	79,8	78,1	1,0	-1,0	-1,0
4.	Ум 9-5-21	81,2	82,5	82,3	2,0	1,7	2,9
5.	Ум 6-8-21	77,9	79,5	78,7	-1,3	-1,3	-0,7
Середній популяційний ефект		79,4	80,3	79,2	0,3	-0,5	0,0

За даними таблиці 12, середній вихід зерна з качанів при обмолоті у досліджуваних інбредних ліній кукурудзи протягом 2024–2025 років був відносно стабільним і становив від 78,7 до 82,3 %, при цьому середній популяційний ефект дорівнював 79,2 %.

Серед усіх ліній найвищий результат показала лінія Ум 9-5-21 — 82,3 %, що на 2,9 % перевищувало стандарт P346, який характеризувався виходом зерна 79,4 %. Всі інші інбредні лінії мали показники близькі до стандарту. Найнижчий вихід зерна спостерігався у лінії Ум 6-8-21 — 78,7 %.

Отже, за класифікацією Zea mays та на основі отриманих даних, лінії УМ 3-7-21, Ум 4-2-21 та Ум 6-8-21 відносяться до групи з середнім виходом зерна з качанів (71–80 %), а лінія УМ 9-5-21 — до групи з високим виходом (81–90 %).

За даними таблиці 13, вивчення прояву рівня урожайності інбредних ліній кукурудзи протягом 2024–2025 років в умовах Правобережного Лісостепу України показало, що урожайність значною мірою залежить від умов

середовища. Коливання врожайності по роках відображають вплив погодних факторів, зокрема вологості ґрунту, опадів та температурного режиму, на продуктивність рослин.

Таблиця 13

Урожайність інбредних ліній кукурудзи, т/га

№ з/п	Лінія	Рік			± до стандарту			
		2024	2025	середнє за роки	2024	2025	середнє за роки	%
1.	Р346 (st)	5,86	6,17	6,02	0,00	0,00	0,00	0,0
2.	Ум 3-7-21	5,74	6,2	5,96	-0,12	0,03	0,05	99,0
3.	Ум 4-2-21	5,49	5,86	5,76	-0,37	-0,31	-0,15	95,7
4.	Ум 9-5-21	7,8	8,01	7,91	1,94	1,84	1,90	31,4
5.	Ум 6-8-21	5,26	5,63	5,5	-0,60	-0,54	-0,41	131
Середній популяційний ефект		6,03	6,37	6,23	0,29	0,20	0,28	71,4
HIP_{05}		*0,49*	*0,28*					

*див. додаток Б.

Аналіз даних таблиці 13 свідчить, що урожайність інбредної лінії Ум 9-5-21 протягом двох років досліджень істотно перевищувала стандартну лінію Р 346 селекції американської фірми «Піонер» на 1,73–2,12 т/га. Інші досліджувані лінії у 2024 році суттєвих відмінностей від стандарту не проявляли, за винятком лінії Ум 6-8-21, урожайність якої становила 5,26 т/га. У 2025 році лінії Ум 4-2-21 та Ум 6-8-21 показали значно нижчу врожайність порівняно зі стандартом.

Отже, отримані експериментальні дані підтверджують переваги нової інбредної лінії Ум 9-5-21 за зерновою продуктивністю над лінією Р 346. Рекомендується використовувати її як високоврожайний батьківський компонент для створення простих міжлінійних гібридів кукурудзи.

РОЗДІЛ 5.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування кукурудзи

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону життя та здоров'я під час трудової діяльності, на належні, безпечні та здорові умови праці. Закон регулює відносини між роботодавцем і працівником у сфері безпеки, гігієни праці та виробничого середовища та встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [75].

Нормативно-правові акти з охорони праці встановлюють, що роботодавець зобов'язаний забезпечувати:

якість та безпечність обладнання;

оснащення робочих місць засобами колективного та індивідуального захисту;

застосування безпечних технологічних прийомів і методів нейтралізації шкідливих факторів;

порядок та розміри компенсації за несприятливі умови праці та шкоду, заподіяну здоров'ю працівника.

При вирощуванні та збиранні кукурудзи існує ризик нещасних випадків у процесі виконання виробничих операцій. Для розробки інструкцій із запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням необхідно провести аналіз можливих небезпек. Такий аналіз дозволяє виявити:

небезпечні дії, що можуть призвести до травм;

небезпечні умови, які формують загрозу для життя та здоров'я працівника при виконанні окремих виробничих процесів.

У дипломній роботі такий аналіз був виконаний для процесу збирання кукурудзи на зерно, що дозволяє підготувати комплекс заходів для безпечного

виконання технологічних операцій.

У сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи на зерно, застосовується комплекс сільськогосподарської техніки, різноманітні форми мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Це дозволяє підвищувати врожайність, однак створює умови праці, що потребують використання засобів індивідуального та колективного захисту від шкідливих і небезпечних факторів.

Основні шкідливі фактори при сівбі кукурудзи:

1. **Пил і аерозолі**:

Токсичний пил від насіння, протруєного пестицидами;

Аерозолі від мінеральних добрив;

Пилові частки ґрунту у вітряну погоду.

2. **Хімічні речовини**:

Аміак від аміачної селітри, що викликає запалення верхніх дихальних шляхів;

Суперфосфат та хлористий калій, що подразнюють слизову оболонку очей та носа.

3. **Кліматичні умови**:

Коливання температури повітря від +10°С до 25–29°С;

У кабіні трактора температура може підвищуватися до 30–35°С;

Вологість повітря змінюється на 15–20 %;

Сильний вітер, що підвищує запиленість робочої зони.

4. **Шум та вібрація**:

Під час роботи двигуна на повну потужність рівень шуму досягає 105–115 дБ (проти норми 85 дБ);

Дія загальної вібрації від роботи механізмів.

Заходи безпеки:

Заправка сівалок насінням проводиться лише на спеціально відведених поворотних смугах поля після повної зупинки агрегату;

Використання засобів індивідуального захисту: респіратори, окуляри, спецодяг;

Контроль мінеральних добрив та хімічних засобів під час внесення для запобігання подразнень та інтоксикацій;

Організація роботи з урахуванням кліматичних та шумових умов, забезпечення перерв та регламентованих змін у роботі механізаторів.

Під час збирання кукурудзи на зерно працівники зазнають впливу різних шкідливих і небезпечних виробничих факторів, пов’язаних із застосуванням сільськогосподарської техніки та обладнання.

Основні шкідливі та небезпечні фактори:

1. **Механічні ризики**:

Приводні механізми, обертові вузли, шнеки та ріжучі апарати комбайнів;

Небезпека при очистці і налаштуванні різальних апаратів, яка знижується, якщо двигун комбайна вимкнений;

Вплив загальної вібрації при роботі з посівними агрегатами.

2. **Технічний стан машин та безпека експлуатації**:

Самохідні зернозбиральні машини повинні мати справний технічний стан, що перевіряється перед початком роботи;

Виконуються холосте прокручування агрегатів та подача звукового сигналу перед роботою;

Трактори та посівні агрегати допускаються до роботи тільки за наявності засобів гасіння пожежі (вуглекислотний вогнегасник) і відповідності ДСТУ-12.2.019-86 ССБТ та заводській інструкції.

3. **Організаційні заходи безпеки**:

Агроному необхідно оглянути поле, визначити напрямок руху агрегатів, відзначити круті схили та обриви, організувати місце заправки та механізовану заправку агрегатів;

При груповій роботі призначається старший на агрегаті.

4. **Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)**:

Спецодяг, спецвзуття та запобіжні пристосування відповідно до «Типових галузевих норм безкоштовної видачі»;

Респіратори марки РУ-60М з патронами А для захисту органів дихання;

Окуляри ПО-1 та ПО-2 для захисту очей.

Вплив на організм людини:

Сучасне вирощування кукурудзи на зерно пов’язане з комплексною дією технічних, хімічних, біологічних та інших факторів. Тривалий вплив пилу, високого шуму та шкідливих речовин (пестицидів, мінеральних добрив) може викликати:

дерматоз шкіри;

кон’юнктивіт;

кровотечі із носа.

Дотримання вимог охорони праці та використання засобів індивідуального захисту дозволяє мінімізувати ризики травмування та професійних захворювань під час роботи на польових агроагрегатах [76].

Під час виконання польових робіт на зернових культурах, зокрема при посіві та збиранні кукурудзи, основними травмуючими факторами є відкриті робочі органи машин, обертові механізми, що не захищені захисними кожухами. Випадки травмування або отруєння на робочому місці зазвичай виникають через недотримання трудової дисципліни та інструкцій з охорони праці.

Основні організаційні заходи безпеки:

1. **Медичний контроль та інструктажі**:

Всі працюючі проходять первинний або повторний інструктаж, а за потреби — навчання з охорони праці;

Перед допуском до роботи обов’язковий медичний огляд.

2. **Технічна перевірка обладнання**:

Перед виходом у поле спеціальна комісія (інженер з охорони праці, керівник робіт та присутній тракторист) перевіряє технічний стан агрегатів;

Агроном визначає маршрути руху агрегатів, виділяє місця для заправки

та обладнує поле для безпечної роботи.

3. **Організація побутових умов на полі**:

Облаштовуються місця відпочинку з закритим бачком питної води, умивальником, рушником і милом;

Працівникам організовується безкоштовне харчування; особам, які працюють з мінеральними добривами, видається 0,5 л молока [78].

4. **Недоліки в практиці охорони праці**:

Не завжди проводяться всі види інструктажів та медогляд;

Порушується видача засобів індивідуального захисту (респіратори, окуляри, спецодяг);

Технічний стан агрегатів не завжди відповідає вимогам ГОСТ 12.2.019-88 ССБТ „Трактори і машини, машини для внесення мінеральних добрив. Загальні вимоги безпеки” [79].

Протипожежні заходи під час збирання врожаю:

Керівник призначає відповідальних за протипожежну підготовку і інструктаж механізаторів;

Техніку перевіряють, обладнують іскрогасниками; кожен комбайн, трактор та інші самохідні машини комплектують вогнегасниками та штиковими лопатами;

Тимчасові польові стани та зернотоки розміщують не ближче 100 м від хлібних масивів; майданчики обладнують межею до 4 м; палити дозволяється тільки у спеціально визначених місцях;

Ремонт та стоянка збиральних машин допускаються не ближче 30 м від хлібного поля;

Під час збирання поблизу полів має бути готовий трактор з плугом для оперативного гасіння пожежі [80, 81].

Застосування цих заходів дозволяє знизити ризики травматизму, отруєння та пожеж, забезпечуючи безпечні умови праці для механізаторів та осіб, які обслуговують посівні та збиральні агрегати.

На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів з охорони праці.

Явища, що формують небезпечну ситуацію мають певну достовірність виникнення, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) призводять до травматизму.

Низьким рівнем організації виробництва, а також низьким рівнем професійності працюючих можуть визначатися небезпечні умови (НУ):

- НУ1 – несправність комбайна;
- НУ2 – низький професійний рівень комбайнера і обслуговуючого персоналу;
- НУ3 – низька підготовка комбайнера і обслуговуючого персоналу з охорони праці;

При дії працюючого, яка не відповідає професійній поведінці при виконанні конкретного виробничого завдання може виникнути небезпечна дія (НД).

Під час проведення даних технологічних процесів можуть виникати небезпечні дії (НД) як з боку спеціалістів, так і самих працюючих:

- НД1– допуск до роботи агрегатів в технічному стані, який не відповідає вимогам заводських інструкцій;
- НД2– комбайнер проводить регулювання агрегатів, маючи низький рівень підготовки;
- НД3– комбайнер і обслуговуючий персонал виконують технологічний процес допускаючи порушення технологічних вимог за

рахунок чого створюються небезпечні умови і виробничі фактори.

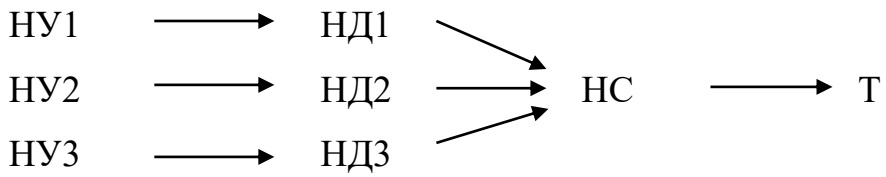
В процесі виконання технологічних операцій при збиранні кукурудзи може виникнути реальна загроза травмування від небезпечної ситуації.

В даному випадку небезпечна ситуація (НС) – це перебування працюючих в зоні обертання робочих органів, регулювання машин в їх робочому стані, можливість доторкання механізатора до гарячого колектора. Можливі наслідки при цьому:

–комбайнер отримав тілесні ушкодження.

В результаті небезпечної ситуації виникають наслідки, які призводять до травми (Т).

На основі аналізу небезпечних факторів, дій і обставин логічна модель процесу має такий вигляд:



Розглянемо блок – схему іншого процесу формування та виникнення небезпечних ситуацій при збиранні зернових культур (СК-5, СК-6)

Низьким рівнем організації виробництва, а також низьким рівнем обладнання для комбайнів можуть визначатися небезпечні умови (НУ):

- НУ1 – не обладнано і не позначено місце для заправлення комбайнів пальним;
- НУ2 – за заправленням комбайнів не здійснюється контроль;
- НУ3 – пристрій для заправки комбайнів несправний і пальне розливається.

Небезпечні дії:

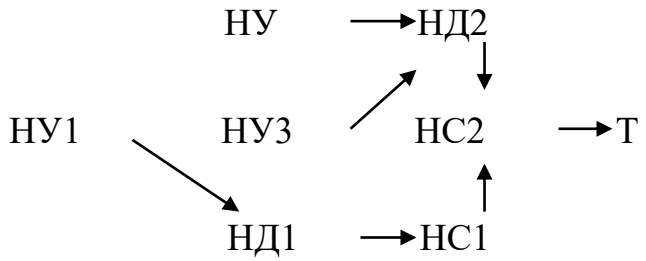
- НД1 – заправлення комбайнів у загоні біля хлібної маси
- НД2 – комбайнер користується відкритим вогнем.

Небезпечна ситуація:

- НС1 – загоряння розлитого пального;

- НС2 – загоряння хлібного масиву.

В результаті небезпечної ситуації виникають наслідки, які призводять до травми (Т). На основі аналізу небезпечних факторів, дій і обставин логічна модель процесу має такий вигляд:



Усі явища, що формують небезпечну ситуацію, мають певну достовірність виникнення, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД) та небезпечні ситуації (НС) можуть призводити до травматизму. Вивчення умов і процесів формування НС, їх моделювання та оцінка шляхом розрахунку ймовірності виникнення дозволяє прогнозувати небезпечні ситуації та обґрунтовано розробляти ефективні заходи щодо їх попередження.

Для покращення стану охорони праці під час вирощування кукурудзи в умовах Лісостепу України пропонуються такі заходи:

1. Контроль за технічним станом обладнання та машин:**

посилити контроль за станом машин, механізмів та устаткування;

не допускати до роботи техніку, що не пройшла технічний огляд.

2. Організація умов праці на полі:**

обладнати спеціально позначені місця для відпочинку та харчування працюючих;

регламентувати та дотримуватись режиму робочого часу під час посіву та збирання кукурудзи;

організовувати двозмінні режими праці серед механізаторів;

під час роботи агрегатів забезпечувати чергування пересувних ремонтних

машин.

3. Пожежна безпека та протипожежний контроль:**

організувати постійний пожежний контроль за роботою комбайнерів;

суворо дотримуватися правил пожежної безпеки;

обладнати техніку і робочі зони вогнегасниками та іншими засобами протипожежного захисту.

4. Дотримання правил охорони праці та безпечних технологічних процесів:**

посилити контроль за виконанням правил техніки безпеки та технологічних інструкцій;

працівники, які працюють з отрутохімікатами, повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки;

керівники виробничих ділянок повинні контролювати дотримання працівниками правил охорони праці;

не допускати до роботи осіб, які нехтують правилами техніки безпеки;

розробляти маршрути руху техніки та вести талон безпеки для механізаторів.

5. Медичний контроль та соціальні заходи:**

своєчасно проводити медичні огляди та надавати відпустки;

забезпечувати працівників спецодягом, респіраторами та іншими засобами індивідуального захисту;

розглянути можливість матеріального заохочення механізаторів, які не допускають порушень з охорони праці.

Впровадження зазначених заходів дозволяє значно знизити рівень виробничого травматизму та професійних захворювань, підвищити продуктивність праці та забезпечити безпечне виконання технологічних процесів при вирощуванні та збиранні кукурудзи.

5.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні кукурудзи

Однією з систем альтернативного землеробства, здатною забезпечити виробництво екологічно чистого зерна кукурудзи та інших сільськогосподарських культур, зберегти та покращити родючість ґрунту при мінімальному негативному впливі на навколишнє середовище, є екологічна система землеробства. Потреба в екологічно чистому зерні обумовлена загостренням екологічної ситуації в Україні.

Сучасні виробники-аграрії, як в Україні, так і у всіх розвинутих країнах світу, фактично залежать від хімічної промисловості. Вирощування більшості сільськогосподарських культур неможливе без застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Проте у гонитві за збільшенням валової продукції часто ігноруються елементарні екологічні принципи, що поступово підриває потенціал відтворення орних земель.

Для максимізації прибутків створюються інтенсивні або спрощені агроценози, де продуктивність рослин підтримується за рахунок високих енерговитрат і застосування хімічних добрив і пестицидів. При екстенсивному підході, навпаки, посилюється експлуатація земельних угідь.

Вченими підраховано, що знищення лише 12 видів бактерій, що беруть участь у колообігу азоту, може призвести до зникнення життя у звичних формах. Ґрунтові мікроорганізми не лише очищують і оздоровлюють поверхню планети, накопичуючи мінеральні поживні речовини, а й визначають геохімічні процеси, формують газовий склад атмосфери та підтримують родючість ґрунту, будучи основним ґрунтотворним фактором і показником його біологічної активності [82].

Хімізація сільського господарства спочатку вважалася позитивною для агрономічних властивостей ґрунту. Однак сучасні дослідження показують негативні наслідки: зниження ємності вбирання ґрунту, втрати кальцію,

підкислення орного шару, погіршення фізико-хімічних властивостей та зменшення біотичної складової ґрунту. Надмірне внесення добрив та інтенсивний обробіток ґрунту створюють стресові умови для мікроорганізмів, підвищують пептизаційну здатність орних земель та сприяють розвитку ерозійних процесів. В Україні щорічні втрати ґрунту через ерозію становлять до 20 т/га [83].

Дослідження показують, що невеликі норми внесення добрив істотно не впливають на екосистеми, проте систематичне використання їх у високих нормах порушує біогеохімічні цикли поживних речовин. Найбільшу негативну дію на ґрунтовий комплекс та біотичну складову ґрунту чинять азотні добрива. В процесі гідролізу амонійних і амонійно-нітратних добрив утворюється кислота, що спричиняє декальцинацію, дегуміфікацію та погіршення агрофізичних властивостей ґрунту. Так, 1 кг азоту з добрив витісняє 1,5–3 кг кальцію та 0,3–0,6 кг магнію, а також сприяє мінералізації від 1 до 20 кг гумусу [84].

Особливо агресивними є аміачні добрива, які вилучають органічну речовину та стерилізують біоту ґрунту. На таких площах майже відсутні дощові черви та інші ґрунтові організми, які забезпечують природне насичення ґрунту органічними та мінеральними речовинами. Надмірне внесення сульфатних добрив та вуглеамонійних солей також погіршує властивості ґрунту, підвищує пептизаційну здатність катіонів калію та натрію, що спричиняє деградацію гумусу [85].

Неконтрольоване внесення азотних добрив призводить до накопичення нітратів, нітритів, нітрозамінів та важких металів у ґрунті, які через флору та питну воду потрапляють до організмів людини та тварин. Найтоксичнішими є нітрозаміни, які мають канцерогенні та мутагенні властивості.

Забруднення ґрунту фосфорними добривами характеризується надходженням важких металів та фтору, причому більша частина їх надходить з техногенних опадів (19–35 млн т/рік в Україні), що містять 100–800 мг/кг

важких металів, у тому числі кадмію — 10–50 мг/кг. Це забезпечує щорічне надходження на кожен гектар сільськогосподарських угідь 30–500 г важких металів, включаючи 9–30 г кадмію, що в 10 разів менше, ніж надходження з мінеральними добрив [86].

До складу токсичних елементів, що надходять у ґрунт, входять фтор, ванадій, хром, марганець, кобальт, нікель, цинк, миш'як, молібден, ртуть, свинець та інші. У невеликих кількостях вони позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Водночас надходження їх у великих концентраціях, особливо важких металів (Pb, Cd, Hg та ін.), може суттєво погіршити властивості ґрунту та знизити його родючість.

Сьогодні спостерігається тенденція вирощування зерна кукурудзи, забрудненого важкими металами, мікотоксинами та пестицидами. Особливе занепокоєння викликає наявність токсинів у продуктах дитячого та дієтичного харчування. Для таких культур не допускається розміщення посівів ближче ніж 10 км від промислових підприємств та поблизу автошляхів з інтенсивним рухом транспорту. Для цього необхідно виділяти екологічно чисті господарства, а наявні поля контролювати за вмістом важких металів і пестицидів, який не перевищує ГДК.

Важливим є збалансоване співвідношення елементів живлення та рівномірний розподіл добрив по поверхні ґрунту. На ґрунтах, які потребують хімічної меліорації, слід використовувати меліоранти для оптимізації реакції ґрунтового розчину та зв'язування важких металів. Для запобігання втрат поживних речовин із добрив під час ерозії ґрунту доцільно дотримуватися системи протиерозійного обробітку та проводити залуження сильно еродованих площ.

Необхідно поліпшувати асортимент добрив, виготовляючи висококонцентровані, збалансовані та безпечні за вмістом токсичних елементів. Дотримання науково-обґрунтованих норм, глибини загортання, способів і строків внесення добрив, розроблених з урахуванням властивостей ґрунту,

кліматичних умов, сільськогосподарських культур та сівозмін, є обов’язковим.

Особливо важливим для отримання високих і стабільних урожаїв, зокрема в умовах півдня України, є зрошення. Зрошення дозволяє інтенсифікувати виробництво в районах з недостатнім зволоженням, проте неправильне застосування може призвести до негативних наслідків: засолення, заболочування ґрунтів, втрат гумусу, погіршення фізичних властивостей, забруднення водних об’єктів та розвитку іригаційної ерозії, глейових і елювіальних процесів.

Для попередження цих негативних ефектів рекомендується:

включати в сівозміни багаторічні трави;

проводити поливи за науково обґрунтованими нормами;

використовувати агротехнічні операції, що підвищують водопроникність ґрунту;

вносити органічні добрива;

застосовувати сидеральні культури;

використовувати хімічні меліоранти.

Дотримання цих правил дозволяє:

покращити родючість ґрунту;

зменшити міграцію поживних речовин з орного шару;

мінімізувати негативний вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище та здоров’я людини;

забезпечити виробництво екологічно чистого зерна кукурудзи [86].

ВИСНОВКИ

1. У всіх досліджуваних інбредних ліній кукурудзи вологість зерна під час збирання була значно нижча за стандартні показники. Це позитивно впливає на економічну ефективність виробництва, оскільки дозволяє знизити витрати на післязбиральне досушування зерна.
2. Досліджувані інбредні лінії мають високу придатність до механізованого збирання: прикріплення господарсько цінних качанів від поверхні ґрунту становить 150–219 см, що відносить їх до категорії високорослих рослин.
3. Лінії УМ 3-7-21, Ум 4-2-21, Ум 9-5-21 і Ум 6-8-21 характеризуються стійкістю проти пошкоджень кукурудзяним метеликом та ураження пухирчастою сажкою, що забезпечує їх надійність у виробничих умовах.
4. Середній вихід зерна з качанів у ліній УМ 3-7-21, Ум 4-2-21 та Ум 6-8-21 становив 71–80%, тоді як у лінії УМ 9-5-21 він був високим — 81–90%.
5. Найвищу врожайність серед досліджуваних ліній показала Ум 9-5-21. Протягом двох років досліджень її врожайність істотно перевищувала стандарт, представленим всесвітньо відомою лінією Р346.

РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

1. Інбредні лінії кукурудзи УМ 3-7-21, Ум 4-2-21, Ум 9-5-21 і Ум 6-8-21, які характеризуються стійкістю до ураження пухирчастою сажкою та пошкоджень кукурудзяним метеликом, доцільно використовувати у селекційній роботі як **родительські компоненти** для створення нових ліній та гібридів.

2. Інбредну лінію Ум 9-5-21, яка характеризується високою врожайністю, рекомендується застосовувати **для створення простих міжлінійних гібридів** у гетерозисній селекції як високоврожайний родительський компонент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Паламарчук В.Д. Селекція та створення гібридів кукурудзи, придатних до механізованого вирощування та виробництва альтернативних джерел енергії / В.Д.Паламарчук, О.Д.Паламарчук, О.М.Колісник // Хранение и переработка зерна. – 2011. – С. 23–25.

2. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник / В.Д. Бугайов, С.П. Васильківський, В.А. Власенко та ін. // за ред. М.Я. Молоцького. – Біла Церква, 2010. – 368 с.

3. Програма виробництва насіння та зерна кукурудзи в Україні / До наказу Мінагрополітики України від 15 лютого 2010 р., №6. – Київ, 2010. – 28 с.

4. Поліщук В.В. Удосконалення методів мікроклонального розмноження кукурудзи / Поліщук В.В., Ковальчук І.В., Адаменко Д.М. та ін. // 36. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. – Умань, 2011. – Вип. 75.– Ч. 1: Агрономія.–С. 139–149.

5. Бриггс Ф. Научные основы селекции растений / Бриггс Ф., Ноулз П. // Пер. с англ. – М: Колос, 1972.–399 с.

6. Молоцький М.Я. Селекція та насінництво польових культур / Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І. // – Київ: Вища школа, 1994. – 453 с.

7. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование/ / Югенхеймер Р.У. // Пер. с англ. – М.: Колос, 1979. – 519 с.

8. Грушка Я. Монография о кукурузе / Грушка Я. // Пер. с чеше. – М.: Колос, 1965. – 751 с.

9. Козубенко Л.В. Селекция кукурузы на раннеспелость / Козубенко Л.В., Гурьева И.А. // – Харьков, 2000.– 239 с.

10. Домашнев П.П. Селекция кукурузы / Домашнев П.П., Дзюбецкий Б.В., Костюченко В.И. // – М.: Агропромиздат. – 1992. – 207 с.

11. Чучмий И.П. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы / Чучмий И.П., Моргун В.В. // – К.: Наукова думка, 1990. – 284 с.

12. Коцюба С.П. Селекційна цінність інбредних ліній кукурудзи / Коцюба С.П., Ковальчук І.В. //36. наук. пр. Уманського ДАУ. – Умань, 2009. – Вип. 72. – Ч. 1: Агрономія. – С. 74–80.

13. Соколов Б.П. Методические указания по селекции кукурузы / Б.П. Соколов, А.М.Ивахненко, П.П. Домашнев и др. // – М, 1982. – 55 с.

14. Пухальский В.А. Частная селекция полевых культур / Пухальский В.А.// – М., 1972. – 88 с.

15. Соколов Б.П. Унифицированные методы селекции кукурузы / Б.П. Соколов, П.П. Домашнев, В.А. Гонтаровский и др. // – Днепропетровск, 1976. – 59 с.

16. Гурьев Б.П. Селекция кукурузы на раннеспелость / Гурьев Б.П., Гурьева И.А. // – М.: Агропромиздат, 1990. – 173 с.

17. Jones D.F. Crossed sewed corn / Jones D.F., Singleton W.R. // Conn. Agr. Exp. Sta. Bui., 1934.–361 p.

18. Турбин Н.В. О принципах и методах селекции растений на комбинационную способность / Турбин Н.В., Хотылева Л.В. // Гетерозис. – Минск: Издательство АН БССР, 1961.–С. 59–110.

19. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / Бороевич С. // – М.: Колос, 1984 – 344 с.

20. Chase S.S. Production of homozygous diploids of maize from monoploids / Chase S.S. // Agronomy J. – 1952. – Vol. 44. – №3. – P. 263–267.

21. Князюк О.В. Гибриды кукурузы в экологическом испытании / Князюк О.В.// Достижения науки и техники АПК. – 1991. –№7. – С. 13–14.

22. Пиралов Г.Р. Каллусогенез в культуре протопластов кукурузы / Пиралов Г.Р., Абраилов О.Е. // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Краснодар, 1999. – С. 267–272.

23. Белоусов А.А. Генетическое улучшение популяций кукурузы по частоте соматического эмбриогенеза и андрогенеза в культуре *in vitro* / Белоусов А.А., Замбриборщ И.С. // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Краснодар, 1999. – С. 273–277.

24. Черенева Т.Н. Изменчивость по качественным и количественным признакам в потомстве растений–регенерантов кукурузы / Т.Н. Черенева // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Краснодар, 1999. – С. 163–168.

25. Марченко А.В. Физиология и биотехнология культурных растений / А.В. Ларченко, В.В. Моргун, В.А. Труханов // – К.: Наукова думка. – 1990. – Т.22. – №6. – С. 542–547.

26. Томов Н. Селекционно–генетические методы повышения продуктивности кукурузы / Томов Н. // Международный агропромышленный журнал. – 1989. – №2. – С. 81–88.

27. Dudley J.W. Identifying parents of the use in pedigree breeding program / Dudley J.W. // Prog. Of the thirty–ninth ann. Corn and sorghum conf., 1984, December 5–6. Chicago, USA. – 1984. –P. 108–112.

28. Коновалов Ю.Б. Частная селекция полевых культур / Ю.Б. Коновалов, Л.И. Долго дворова, Л.В.Степанова и др. // – М.: Агропромиздат, 1990. – 543 с.

29. Гурьев В.Б. Изменчивость комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы в различных экологических условиях / Гурьев В.Б. // Селекция и семеноводство. – 1986. – Вып. 61. – С.30–34.

30. Турбин Н.В. Диаллельный анализ в селекции растений / Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Тарутина Л.А. // – Минск: Наука и техника, 1974. – 184 с.

31. Литун П.П. Методы оценки комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы / Литун П.П., Гурьева И.А. // Кукуруза 1978.– №12.– С. 20–23.

32. Зозуля А.Л. Методы оценки селекционного материала при селекции кукурузы на адаптивность / Зозуля А.Л. // Селекция и семеноводство (Киев). – Вып. 57.–С. 21–24.

33. Литун П.П. Взаимодействие генотип – среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения / Литун П.П. // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – Киев, 1980. – С.38–45.

34. Хотылева Л.В. Генетический анализ самоопыленных линий кукурузы / Хотылева Л.В., Тарутина Л.А. // Материалы IX заседания Еукарпии – Краснодар, 1979. – С. 123–139.

35. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties / Eberhart S.A., Russel W.A. // Crop. Sci.– 1966.–Vol.6.–№l.–P.36–40.

36. Цаган–Маджиев Н.Л. Комбинационная способность линий и условия среды / Цаган–Маджиев Н.Л.. Сотченко В.С. // Науч.–техн. бюлл. ВИР. – 1989. – Т. 189. – С. 10–13.

37. Кильчевский А.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. I.Обоснование метода / Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. // Генетика. – 1985. – Т. XXI. – № 9. – С. 1481–1490.

38. Кильчевский А.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. II.Числовой пример и обсуждение / Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. // Генетика. – 1985. – Т. XXI. –№ 9. – С. 1491–1498.

39. Гур'єв Б.П. Оцінка ранньостиглих самозапилених ліній кукурудзи для селекції гібридів на адаптивність / Гур'єв Б.П., Козубенко Л.В., Чупіков М.М. // Селекція і насінництво. – 1992. – Вип. 73. – С. 36–41.

40. Гуляев Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики / Гуляев Г.В., Дубинин А.П. // – М.: Колос, 1973. – 478 с.

41. Зарубайло Т.Я. Гибридизация и ее значение в повышении продуктивности растений / Зарубайло Т.Я. // – Л. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 120 с.

42. Гурьев Б.П. Селекция и семеноводство гибридов кукурузы в Лесостепи УССР / Гурьев Б.П. // Дис. д–ра с.–х. наук: 06.01.05. – Херсон, 1973. – 389 с.

43. Молоцький М.Я. Селекція та насінництво польових культур / Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І.. // – К.: Вища школа, 1994– 453 с.

44. Шмараев Г.Е. Современное состояние мировой коллекции кукурузы и перспективы ее пополнения / Шмараев Г.Е. // Бюл. Всес. ордена Ленина ин–т. раст. им. Н.И. Вавилова. – Вып. 43– С. 3–8.

45. Козубенко Л.В. Селекция кукурузы на раннеспелость / Козубенко Л.В., Гурьева И.А. // – Харьков, 2000.– 239 с.

46. Шмараев Г.Е. Генетический потенциал кукурузы из Латинской Америки и использование его в селекции / Шмараев Г.Е., Тараканов П.С. // Селекция и семеноводство. – 1988. – №6. – С.28–32.

47. Сидоров Ф.Ф. Мировая коллекция кукурузы и ее биологическое и селекционное изучение / Сидоров Ф.Ф. // Доклад–обобщение опубл. науч. тр. Ленинград– Пушкин, 1963.

48. Гурьев Б.П. Использование генетических ресурсов мировой коллекции кукурузы в гетерозисной селекции / Гурьев Б.П., Гурьева И.А. //Селекция и семеноводство. К., 1982.– Вып.50 – С. 3–10.

49. Купцов О.Е. Вавиловское наследие в современной биологии / Купцов О.Е., Раменская М.Е. //–М., 1989.–С. 147–154.

50. Драгавцев В.А. Мировая колекция генетических ресурсов растений ВИРа: ее настоящее и будущее / Драгавцев В.А. // Методолог, основы формир., ведения и использов. коллекции ген. раст. – Харьков, 1996–С.11.

51. Шмараев Г.Е. Проблемы селекции кукурузы и крупяных культур и исходный материал / Шмараев Г.Е. // Сб. науч. трудов по прикл. ботанике, генетике и селекции–Л.: ВИР, 1986. – Т. 105. – 126 с.

52. Шмараев Г.Е. Экзотические расы кукурузы Латинской Америки и их использование в селекции / Шмараев Г.Е., Тараканов П.С. // ВИР. Труды по прикл. бот., генет. и сел. Классификация и селекция кукурузы и крупяных культур. – Л., 1980. – Т.69 – В1 – С.3–7.

53. Галеев Г.Е. Одинадцатый конгресс Еукарпии / Галеев Г.Е., Мику В.Е. // Кукурудза – 1982. – С. 30–31.

54. Щербак В.С. Использование в селекции кукурузы экзотических рас из Латинской Америки / Щербак В.С., Забирова Э.Р., Худайкулов А.Б. // Сельскохозяй–ственная биология. – 1983. – С.84–89.

55. Поліщук В.В. Удосконалення методів мікроклонального розмноження кукурудзи / Поліщук В.В., Ковальчук І.В., Адаменко Д.М. та ін. // 36. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. – Умань, 2011. – Вип. 75.– Ч. 1: Агрономія.–С. 139–149.

56. Гурьев Б.П. Селекционное использование позднеспелых экзотических форм кукурузы / Гурьев Б.П., Гурьева И.А. // Селекция и семеноводство. – К., 1980– Вып.44 – С.8–16.

57. Чупиков Н.М. Экзотические образцы кукурузы — ценный исходный материал при селекции на скороспелость / Чупиков Н.М., Козубенко Л.В., Камышан Т.П., Лукьяненко Л.М. // Пр. Міжнар. конф. присв'яченої 90 річчю ІР. – Харків, 1999.– С. 305–305.

58. Селекция и семеноводство кукурузы / Сборник статей– М.: Колос, 1971.–415 с.

59. Методичні рекомендації й теоретичні основи для проведення лабораторних занять з селекції і насінництва польових культур для студентів освітньо–кваліфікаційного рівня 1310 – „Бакалавр": Сортознавство: теми VI–VII (Кукурудза. Горох) / І.В.Ковальчук,В.П. Сигида, В.В.Поліщук // – Умань: УДАУ, 2006. – 21 с.

60. Гурьев Б.П. Использование генетических ресурсов мировой коллекции кукурузы в гетерозисной селекции / Гурьев Б.П., Гурьева И.А. // Селекция и семеноводство. –К., 1982. – Вып.50 – С.3–10.

61. Науково–обґрунтована система ведення сільського господарства в Лісостепу УРСР. – К.: Урожай, 1974.

62. Технічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / За ред. П.Т. Соблука, Д.І. Мазоренка // – К.: НИЦ ІАЕ, 2005. – 402 с.

63. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур // Зернові, круп'яні та зернобобові. – Вип. другий – К., 2001.– 65 с.

64. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи // Вид. друге. – Харків, 2003. – 43 с.

65. Методические рекомендации по оценке кукурузы на комплексную устойчивость к вредителям и болезням / Вилкова Н.А., Иващенко В.Г., Фролов А.Н. и др. // – М.: ВАСХНИЛ, 1989. – 43 с.

66. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Доспехов Б.А. // – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

67. Мойсейченко В.Ф., Сщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії / Мойсейченко В.Ф., Сщенко В.О. // : Підручник. – К.: Вища школа, 1994. — 334 с.

68. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп’яні та зернобобові. — Вип. 2. — К., 2001.—65 с

69. Класифікатор -довідник виду *Zea mays* L. / І.А. Гур’єва // — Харків, 1994. — 72 с.

70. Кв’ятковський А.Ф. Агро кліматичні ресурси основних зон вирощування кукурудзи/ Довідник кукурудзовода. — К.: Урожай, 1986.—С. 11–17.

71. Методические рекомендации по оценке кукурузы на комплексную устойчивость к вредителям и болезням / Вилкова Н.А. и др. // – М.: ВАСХНИЛ, 1989. – 43 с.

72. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно // Вісник Степу: Науковий збірник - Ювілейний. випуск до 100-річчя Кіровоградського інституту АПВ. — Кіровоград: КОД,.2012. — Ч. 2. — С. 268–272.

73. Ефективність виробництва і реалізації зерна кукурудзи 2004 года. Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.07.02 / Т.І. Лосіцька; Нац. наук. центр "Ін-т аграр. економіки". — К., 2004. — 20 с.

74. Технологічні карти та витрати та витрати на вирощування сільськогосподарських культур, За ред.. академіка УААН П.Т. Саблука, чл..-кор. УААН Д.І. Мозоренка, професора Г.Є. Мазнєва. — К.: 2005. — 402 с.

75. Закон України "Про пожежну безпеку" від 17.12.1993р. ДНАОП 0.01-1.01-1995 "Правила пожежної безпеки в Україні".

76. Бутко Д.А. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва'. / Бутко Д.А. і ін. // Навчальний посібник.— Сімферополь: Бізнес — Інформ, 2002 — 164 с.

77. Сидякіна О.В. Родючість ґрунту / Сидякіна О.В. // Методичні вказівки.— Херсон, 2005. —2 6 с.

78. СН-245-71. Санитарные нормы проектирования. М.: 1972. — 188 с.

79. Лісовал А.П. Система застосування добрив./ Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. // К.: Вища школа, 2002.—317 с.

80. Шевченко О.І. Проблеми біологізації землеробства, обробіток ґрунту та строки посіву озимих зернових / Шевченко О.І. // Хімія. Агрономія. Сервіс. 2007—№ 15–16, Серпень.— С. 6–7.

81. Круть В.М. Наукові основи екологічного землеробства. / Круть В.М.,та ін. // — К.: Урожай, 1995.—176 с.

82. Шевченко О.І. Проблеми біологізації землеробства, обробіток ґрунту та строки посіву озимих зернових / Шевченко О.І. // Хімія. Агрономія. Сервіс. 2007—№ 15–16, С. 68–72.

ДОДАТКИ