**МОН УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

Факультет агрономії

Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

**Допущено до захисту**
«____» _____ 2023 р.
**Зав. кафедри** доктор с.-г. н., професор,
_____Людмила РЯБОВОЛ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**
**ступеня вищої освіти магістр**

# ОЦІНКА ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ЗА КОМБІНАЦІЙНОЮ ЗДАТНІСТЮ В УМОВАХ УМАНСЬКОГО НУС

Виконав: студент ІІ курсу, групи 23м–а
спеціальності 201 Агрономія
Бражко Сергій Сергійович

Керівники: РЯБОВОЛ Людмила,
д.с.-г.н., професор
НЕНЬКА Олександра, к.с.-г.н.,

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....4

РОЗДІЛ 1. СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ (огляд літератури)

1.1. Історія поширення кукурудзи та її еволюція …….....……....7

1.2. Склад гібридів кукурудзи в грунтово-кліматичних зонах ……...……...10

1.3. Генетична база для селекції гібридів кукурудзи .....……..15

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ……24

2.1. Ботанічна характеристика кукурудзи……..……25

2.2. Біологічні особливості кукурудзи……..……...33

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ……..……..36

3.1. Грунтові умови …….....……36

3.2. Кліматичні умови……...39

3.3. Схема досліду …….…….…….….42

3.4. Методика проведення досліджень …….…….……43

3.5. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді …….45

РОЗДІЛ 4. ПІДБІР ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ В МЕЖАХ КОЛЕКЦІЙНОГО ГЕНОФОНДУ УКРАЇНИ ……...46

4.1. Результати оцінки комбінаційної здатності нових інбредних ліній ……46

4.2. Класифікація ліній за окремими господарсько-цінними ознаками і перспективи їх використання в гібридних комбінаціях ….……..….50

4.3. Висота рослин та рівень закладання нижніх господарсько-придатних качанів.....…….…….……..56

4.4. Продуктивність інбредних ліній кукурудзи…….……..…… ……59

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ …….…...….62

5.1. Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек при виконанні робіт на посівах кукурудзи ……62

5.2. Охорона навколишнього середовища при вирощуванні інбредних ліній кукурудзи ……64

ВИСНОВКИ…….……67

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ.……68

ДОДАТКИ .....78

# Вступ

Кукурудза – стратегічна культура світового землеробства. Збільшення її виробництва набуває особливого значення за інтенсифікації галузі тваринництва, для якого необхідні високоякісні корми, збалансовані як за білком, так і за амінокислотним складом. Завдяки унікальному хімічному складу кукурудзу використовують як універсальну продовольчу та кормову культуру [1–4]. У технології вирощування кукурудзи важливе місце відводиться правильному підбору гібридів, що є одним із вирішальних чинників для одержання максимальних урожаїв цієї культури. Правильний чи помилковий вибір гібрида культури підсилює або, навпаки, послаблює дію всіх інших чинників [5–8]. При цьому, як зазначають Л. Г. Білявська, Ю. В. Білявський, О. М. Мартинюк та інші науковці [9], важливо керуватися такими критеріями, як висока пластичність гібрида, стійкість проти несприятливих умов, здатність максимально реалізовувати генетичний потенціал у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, стійкість проти шкідників, хвороб і бур’янів, висота прикріплення качана.

Комбінаційна здатність визначається як здатність інбредної лінії передавати будь-які свої вищі риси своїм нащадкам [5]. Успішна оцінка комбінаційних здібностей включає в себе різні етапи, такі як батьківський відбір для схрещування, виконання схрещувань з використанням певного дизайну спарювання, оцінка та інтерпретація даних. На думку Спрага і Татума [5], комбінаційну здатність можна розділити на загальну і специфічну комбінаційну здатність. Загальна комбінуюча здатність (GCA) відноситься до середньої продуктивності лінії в різних поперечних комбінаціях. В основному на нього впливають адитивні генні ефекти. Термін «адитивний» означає, що більш ніж один ген кодує певний фенотип [4]. Тому кілька генів, як правило, сприяють експресії такої фенотипової ознаки. Адитивні генні ефекти не пов'язані з будь-якою формою домінування.

Отже, гетерозиготний індивід завжди припускає проміжний фенотип по відношенню до батьків. Наприклад, схрещування високорослої рослини з низькорослою призведе до отримання рослини середньої висоти.

І навпаки, специфічна комбінаційна здатність (SCA) визначається як ті випадки, коли певні гібридні комбінації недопрацьовують або перевищують очікування щодо продуктивності, засновані на середній продуктивності (або GCA) залучених батьків [5]. Простіше кажучи, продуктивність батьківських інбредних ліній не впливає на конкретну комбінаційну здатність. Специфічна комбінуюча здатність, як правило, використовується для відбору більш ефективних гібридів, і, на відміну від GCA, на SCA впливають неадитивні генні ефекти [4]. Неадитивні генні ефекти є результатом взаємодії між домінантними та епістатичними діями генів. Слепер і Полман [6] постулювали, що рівень домінування у потомства може коливатися від часткового до надмірного домінування по відношенню до середнього значення його батьків. Однак на загальну дисперсію всередині популяції в основному впливає генетична мінливість, дисперсія навколишнього середовища або генотип взаємодії з навколишнім середовищем [7].

**Мета дослідження:** оцінка нових материнських ліній за комбінаційною здатністю, оцінка за морфологічними ознаками та оцінка за господарськими ознаками.

**Завданням** цієї дипломної роботи був аналіз вихідного матеріалу за всіма основними показниками яке проводили два роки, що є підставою використання даного матеріалу для створення нових гетерозисних гібридів кукурудзи.

**Актуальність теми.**

Для отримання високоврожайних гібридів кукурудзи необхідно отримати джерела сировини у вигляді відібраних інбредних ліній зарубіжної та вітчизняної селекції, які необхідно досліджувати за основними господарсько-цінними ознаками в різних регіонах та грунтово-кліматичних, тобто наша дипломна робота присвячена саме цій актуальній темі.

Особистий внесок Здобувач спланував і провів польові та лабораторні дослідження, спланував програму зберігання та обробки отриманого матеріалу. Здобувачем проведено дослідження, вимірювання та аналізи, проаналізовано отримані результати, складено звіт, представлено тези за темою дисертації, узагальнено висновки та рекомендації, сформульовано галузеві рекомендації.

# РОЗДІЛ 1
# СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ПО СТВОРЕННЮ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ СКОРОСТИГЛИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ (огляд літератури)

## 1.1. Історія поширення кукурудзи та її еволюція

Історія сучасної кукурудзи починається на зорі людського землеробства, близько 10 000 років тому. Стародавні землероби на території сучасної Мексики зробили перші кроки в одомашненні кукурудзи, коли просто вибирали, які зерна (насіння) садити. Ці фермери помітили, що не всі рослини однакові. Деякі рослини, можливо, виросли більшими за інші, або, можливо, деякі ядра були смачнішими або їх було легше подрібнити. Фермери зберегли зерна рослин з бажаними характеристиками і посадили їх для врожаю наступного сезону. Цей процес відомий як селекційне розведення або штучний відбір. Качани кукурудзи з часом ставали більшими, з більшою кількістю рядів зерен, з часом набуваючи форми сучасної кукурудзи[10].

Особистість дикого предка кукурудзи залишалася загадкою протягом багатьох десятиліть. У той час як інші зернові, такі як пшениця та рис, мають явних диких родичів, немає дикої рослини, схожої на кукурудзу, з м'якими крохмалистими зернами, розташованими вздовж качана. Раптова поява кукурудзи в археологічних записах спантеличила вчених. Вважалося, що еволюція відбувається поступово через незначні зміни. Чому кукурудза з'явилася так раптово?

Завдяки вивченню генетики сьогодні ми знаємо, що диким предком кукурудзи є трава під назвою теосінте. Теосінте не дуже схожий на кукурудзу, особливо якщо порівнювати його зерна з кукурудзяними. Але на рівні ДНК вони напрочуд схожі [11]. Вони мають однакову кількість хромосом і дивно схоже розташування генів. Фактично, teosinte може схрещуватися з сучасними

сортами кукурудзи, щоб утворити гібриди кукурудзи-теосінте, які можуть продовжувати розмножуватися природним шляхом.

Вчені вивчають гібриди теосінте-кукурудзи та їх потомство в процесі генетичної археології. Цей процес допомагає генетикам зрозуміти, що відбувається на рівні ДНК, щоб зробити теосінт і кукурудзу такими різними. Об'єднавши підказки з генетики та археологічних записів, вчені зібрали воєдино більшу частину історії еволюції кукурудзи [12].

Одним з перших вчених, хто повною мірою оцінив тісний зв'язок між теосінте і кукурудзою, був Джордж Бідл. У 1930-х роках Бідл вивчав гібриди теосінте і кукурудзи і показав, що їх хромосоми дуже сумісні. Пізніше він вивів велику кількість гібридів теосінте-кукурудзи і спостерігав за особливостями їх потомства [13]. Застосовуючи основні закони генетичної спадковості, Бідл підрахував, що лише близько 5 генів відповідальні за найбільш помітні відмінності між теосінте та примітивним штамом кукурудзи.

Використовуючи більш сучасні методи, інша група вчених проаналізувала ДНК потомства теосінте-кукурудзи. Вони також помітили, що близько 5 ділянок геному (які можуть бути окремими генами або групами генів), схоже, контролюють найбільш значні відмінності між теосінтом і кукурудзою.

В останні роки генетики використовували передові інструменти молекулярної біології, щоб точно визначити роль деяких генів з великими ефектами, а також багатьох інших областей геному, які мали тонкий вплив на одомашнення кукурудзи [14].

Найдавніші події в одомашненні кукурудзи, ймовірно, були пов'язані з невеликими змінами в окремих генах з драматичними наслідками. Ми знаємо, що події були ранніми, тому що між сортами кукурудзи є незначні відмінності в цих генах, що свідчить про те, що сучасні сорти походять від одного предка. Те, що невеликі зміни мали драматичні наслідки, також пояснює раптову появу кукурудзи в археологічних записах. Ці приклади показують нам, що еволюція не завжди передбачає поступові зміни в часі.

Пізніше зміни в еволюції сучасної кукурудзи включали багато генів (можливо, тисячі) з невеликими наслідками [15]. Ці незначні зміни включають наступне:

1. Види і обсяги виробництва крохмалю
2. Здатність рости в різних кліматичних умовах і типах грунтів
3. Довжина і кількість рядків ядра
4. Розмір, форма і колір ядра
5. Стійкість до шкідників

Ці приклади узгоджуються з традиційним поглядом на еволюцію як на поступову зміну з плином часу. Місцеві групи фермерів відбирали за характеристиками, яким вони віддають перевагу, і які найкраще працюють у їхньому конкретному середовищі. Протягом тисячоліть селекція породила широке різноманіття сортів кукурудзи, які і сьогодні вирощуються в усьому світі.

З моменту своєї інтродукції в Європу Христофором Колумбом та іншими дослідниками і колонізаторами, кукурудза поширилася в усіх регіонах світу, придатних для її вирощування [16]. Її вирощують від 58° північної широти до 40° південної широти, а врожай кукурудзи дозріває десь у світі майже щомісяця в році. Це найважливіша культура не тільки в Сполучених Штатах, а є й основним продуктом харчування в багатьох місцях земної планети.

Перше знайомство словянських народів із кукурудзою відбулося під час російсько-турецької війни 1806-1812 років, коли до Росії відійшла Бесарабія, де ця культура вирощувалась досить активно, і саме звідти вона потрапила до України [17].

Завдяки професійній селекції південна культура розповсюдилась і на північ, а сьогодні займає почесну третю позицію рейтингу хлібних культур світу. Сучасні гібридні сорти, якісне та оригінальне насіння, які можна

замовити у bizontech/, можуть зростати у будь-яких кліматичних умовах, стійкі до хвороб, та засухи [18].

Окрім продукту харчування кукурудза також широко використовується в якості кормової культури, виробництва силосу та кормового борошна із стебла рослин. Висушене стебло кукурудзи слугувало відмінним паливом, а зола, що після нього лишалася – мінеральним добривом. Використовують кукурудзу також в хімічній промисловості та медицині.

У всьому світі кукурудза культивується на площі понад 160 млн га в 166 країнах з більш широким розмаїттям ґрунтів, клімату, біорізноманіття та методів управління [19]. Найбільший внесок кукурудзи серед продовольчих зернових культур – 40 % щорічно (> 800 тонн) у світове виробництво продуктів харчування. Серед країн світового вирощування кукурудзи США є найбільшим виробником майже 35% від загального обсягу виробленої кукурудзи, за ними йде Китай з більш ніж 20% виробництва з такими ж посівними площами, як і США.

З походженням кукурудзи досі пов’язано безліч містичних таємниць та навіть паранормальних загадок. Справа в тому, що кукурудза є чи не єдиною культурою, дикого пращура якої так і не знайшли. Складається враження, що на землі вона з’явилася вже в культурному та звичному для аграріїв вигляді, а той факт, що золотисті початки кукурудзи не можуть вирости без підтримки і втручання людини є досить дивним [20]. Кукурудза, на відміну від інших рослин не здатна самостійно розмножуватись і давати потомство, а якщо стиглий плід впаде на землю він просто зітліє під сонячними променями і зникне. Деякі вчені навіть стверджують, що кукурудзу подарували землянам інопланетні гості, яких древні племена, можливо, вважали своїми богами.

## 1.2. Склад гібридів кукурудзи в грунтово-кліматичних зонах

На сьогоднішній день, ареал вирощування кукурудзи становить від 55° пн. ш. до 40° пд. ш., що проходить через помірний, субтропічний, тропічний

регіони світу. Вона набула популярності і в нетрадиційних регіонах вирощування як північної півкулі (Канада, північна частина Європи та Росії), так і південної (Австралії, південна Африка) [21]. Висока пластичність до контрастних умов вирощування, при достатньо високому рівні врожайності, сприяла тому, що кукурудза вийшла на 2 місце в світі за посівними площами серед усіх сільськогосподарських культур [24]. Завдяки прогресу в селекційній роботі, ареал кукурудзи поступово розширюється, та відповідно збільшується попит на зерно кукурудзи як у виробників, так і цілих агропромислових комплексів держав.

Вклад селекції в підвищення продуктивності кукурудзи на Європейському континенті за останнє півстоліття становить майже 80 % [25]. Для нарощування валового збору зерна та фуражних кормів, агропромисловий комплекс України також надає перевагу виробництву кукурудзи на зерно, за рахунок збільшення посівних площ та раціонального використання асортименту комерційних гібридів, залежно від тривалості їх вегетаційного періоду [26]. Родючість ґрунту та природно-кліматичні умови України, сприятливі для виробництва зерна кукурудзи що дозволяють отримувати високоякісну продовольчу продукцію в обсягах достатніх, як для забезпечення внутрішніх потреб, так і для формування експортного потенціалу [22].

Агрокліматичні умови регіонів вирощування кукурудзи в нашій країні відзначаються різноманітністю, що стало основою для згрупування їх у три агроекологічні зони: Степ, Лісостеп та Полісся, кожна з яких диктує свої вимоги до гібридного складу та технології вирощування цієї культури [8]. Клімат України, стає менш континентальним і взимку набуває рис клімату західної Європи, що підтверджується зміщенням центрів дії атмосфери, які формують клімат України до сходу, приблизно на 10°С [27].

За результатами оцінки, змін агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур, прогнозується, що строки сівби кукурудзи в майбутньому, до 2050 р., змістяться на більш ранні – до 6 діб, і будуть спостерігатись більш ранні сходи та викидання волоті на 3-6 діб і настання

воскової стиглості на 7-9 діб [28]. Завдяки високій біологічній пристосованості, варіюванню комплексу біохімічних, фізіологічних, морфологічних взаємозв'язків із біотичними та абіотичними факторами, кукурудза піддається адаптуванню до стресових умов вирощування [29]. Агрокліматичні умови зон Степу, Лісостепу та Полісся є факторами, які обмежують та корегують впровадження як ранньостиглих (ФАО 100-199), так і середньопізніх (ФАО 400-499) гібридів кукурудзи. Однак при врахуванні фізіологічних особливостей ранньостиглих гібридів та їх толерантності до біотичних факторів на початку вегетації, вони є найбільш придатними та рекомендованими для вирощування в даних зонах [30].

При довготривалій відсутності високопродуктивних ранньостиглих гібридів, розповсюдження кукурудзи в північно-західних регіонах України стримувалось. Нині створено асортимент ранньостиглих комерційних гібридів зернового напрямку, які дозволяють отримати необхідну кількість якісного зерна кукурудзи. Перевагами ранньостиглих генотипів, стали: прискорений розвиток рослин на початку вегетації, здатність більш продуктивного використання весняних запасів вологи, більш раннє накопичення сухої речовини перед ймовірністю настання посухи та здатність до швидкої втрати вологи зерном на період збирання врожаю [31].

Слід відзначити, що кількість гібридів кукурудзи занесених до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні за 27 останніх років збільшилась більше ніж в 10 раз – з 156 (1996 р.) до 1621 шт. (2023 р.). В результаті з'явились нові гібриди як зарубіжної, так і вітчизняної селекції, різних за скоростиглістю, морфологічними ознаками, позитивною реакцією на тривалість світлового дня та температурний режим повітря [32]. Гібриди різних груп стиглості відрізняються не тільки рівнем урожайності, а й вмістом вологи у зерні під час збирання, яка у ранньостиглих форм на 5–8 % нижча ніж у середньостиглих. Для зниження енергоємності культури та собівартості зерна, рекомендується в зонах із сумою активних температур 2200

– 2600 о С вирощувати ранньостиглі (ФАО 150–199) та середньоранні (ФАО 200–299) гібриди [33].

За останні роки в структурі посівних площ України кукурудза, використання ранньостиглих гібридів займає майже 30 % посівів у зоні Степу, 55 % – в зоні Лісостепу, близько 65 % – на Поліссі. При цьому розподіл валового збору зерна кукурудзи за зонами вирощування становить відповідно 22 % (Степ), 62 % (Лісостеп) і 16 % (Полісся) [16].

У дослідженнях А. В. Черенкова, Б. В. Дзюбецького та В. Ю. Черчеля, встановлена необхідність використання ранньостиглих гібридів у структурі посівів на рівні 25-30 % для зони Степу, 35 %, – Лісостепу, 70 % – Полісся [34]. Дотримання науково обґрунтованого використання ранньостиглих гібридів, є одним із резервів збільшення валового збору зерна за рахунок підвищеної їх врожайності та надійного визрівання зерна [35].

Створення ранньостиглих гібридів кукурудзи з високою потенційною та стабільною врожайністю, адаптивною здатністю до фонів вирощування з різною забезпеченістю водними та тепловими ресурсами, є одним із простих та гарантованих способів перестрахуватись від перемінливих за роками агрокліматичних умов вирощування [36].

Ранньостиглим і середньораннім гібридам кукурудзи кременистого типу, притаманна толерантність до позитивно низьких температур і в зв’язку з цим, їх сівбу можна проводити за температури ґрунту 6-8 о С на глибині загортання насіння [37-38]. За результатами досліджень В. Ю. Черчеля, при доборі селекційного матеріалу одночасно на скоростиглість та високий рівень холодостійкості не виявлено достовірної кореляційної залежності між цими ознаками, що дозволяє отримувати комерційні гібриди здатні поєднувати в собі ці дві властивості [39].

За даними В. Г. Найдьонова, урожайність та збиральна вологість зерна на 16-25 % визначається строками сівби та генотипом ранньостиглих холодостійких гібридів кукурудзи [11]. При правильному виборі гібридів та строків сівби, можна уникнути додаткових виробничих витрат та вирощувати

кукурудзу на зерно в регіонах з обмеженими тепловими або водними ресурсами [40]. Коротка тривалість вегетаційного періоду та строки сівби гібридів кукурудзи є елементами ресурсозбереження, які визначають 10-35 % їх зернової продуктивності [41].

Врожайність ранньостиглих холодостійких гібридів кукурудзи в зоні Лісостепу при ранніх строках сівби збільшується на 0,9-8,5 % [42]. Сучасний підхід до визначення строків сівби, завдяки цілеспрямованій селекції на ранньостиглість та толерантність до позитивно низьких температур, зазнав деяких змін. Нові інтенсивні ранньостиглі холодостійкі гібриди можна висівати на 10-15 діб раніше класичних строків, що забезпечує додаткове використання на початкових етапах вегетації 200 – 300 о С позитивно активних температур повітря [24].

У зонах з коротким вегетаційним періодом, ранньостиглі гібриди, завдяки прискореному розвитку в весняний період, встигають завершити процес дозрівання зерна до настання прохолодних метеорологічних умов. В зв’язку із високою ефективністю селекції на ранньостиглість у гібридів, спостерігається збільшення площ посівів кукурудзи на зерно північніше традиційних меж, при порівняно високій врожайності понад 10 т/га, що обумовлює високу економічну ефективність її виробництва. Особливість та переваги ранньостиглих холодостійких гібридів кукурудзи, також оцінені агропромисловим комплексом США, країн Європи та країнами Тихоокеанського узбережжя [43].

Виробники зерна кукурудзи, в південних штатах США, оцінивши переваги ранніх гібридів, почали оптимізувати строки сівби ранньостиглих гібридів для зниження ризиків потрапляння їх під вплив посухи на період цвітіння та наливу зерна. Крім того, вирощування холодостійких гібридів гарантує швидкий розвиток рослини на початку вегетації та здатність бути більш конкурентно спроможними з бур’янами. Прискорений розвиток рослин на ранніх фазах вегетації, дає змогу зменшити несприятливі ефекти культивування культури, ерозію ґрунтів та знизити інтенсивність використання гербіцидів [44].

Площі кукурудзи значно розширилось, у Північній та Центральній частині Європи, за рахунок ранніх холодостійких гібридів, які забезпечують своєчасне збирання дозрілого та якісного врожаю зерна. Використання таких гібридів, дає змогу максимально освоїти суму ефективних температур повітря в зонах з прохолодним кліматом та знизити ризики втрати врожаю, що можуть бути викликаними ранніми осінніми заморозками [45].

Завдяки зусиллям в Міжнародному інституту тропічного сільського господарства (ІІТА), у зонах Західної та Центральної Африки (WCA) ранньостиглі та ультра-ранні гібриди кукурудзи, набули значної цінності завдяки здатності задовольнити потреби людей як в продовольстві, так і в кормах для худоби. Ранні гібриди кукурудзи добре інтегруються в традиційно місцеву систему сільського господарства як без зрошення, так і на зрошенні. В даний час у посушливих регіонах та саванах активно вирощуються ультраранні гібриди кукурудзи, що конкурують за зерновою продуктивністю з такими традиційними культурами як сорго та просо[45].

### 1.3. Генетична база для селекції гібридів кукурудзи

Збільшення посівних площ кукурудзи та розширення асортименту зареєстрованих гібридів, здатність їх реалізувати потреби виробника є показником рівня ефективності сучасної гетерозисної селекції. Це стало можливим завдяки розширенню генофонду ранньостиглих ліній різних генетичних плазм з комплексом господарсько цінних ознак. Міжлінійна гібридизація є основою сучасної гетерозисної селекції кукурудзи. Прості гібриди, отримані від схрещування спеціально підібраних елітних інбредних ліній, підвищують урожайність зерна кукурудзи на 20-30 % порівнянно із гібридами більш складної генетичної структури [46].

Формування генетичної бази самозапилених гомозиготних ліній, як батьківських компонентів комерційних гібридів, є головним постулатом селекційного вчення з часів досліджень D. F. Jones та G. H. Shull. За

приблизними підрахунками, з 1910 р. було створено та частково оцінено близько 1 млн. самозапилених ліній, з яких лише 0,1 % використано в комерційних гібридах [47].

Для створення самозапилених ліній на початкових етапах селекції, вихідним матеріалом, були місцеві сорти та місцеві популяції, які володіли певними господарсько-цінними ознаками: стійкістю до шкідників (форми із Мексики та Аргентини), прискореним вегетаційним розвитком (форми із Чілі та Мексики), малою товщиною стрижня качана (форми із Перу), довгим початком та крупним зерном (форми із США та Перу). Із цього вихідного матеріалу було отримано за першого циклу відбору, велику кількість самозапилених ліній, що в подальшому дало змогу згрупувати їх відповідно до генетичних плазм та сформувати гетерозисні моделі для продуктивної гібридизації [48].

Дослідження та формування сортової бази кукурудзи в Україні, було розпочато В. В. Талановим (1908 р.). Кращими для північної і центральної частини України (зони Лісостепу та Степу) були визнані в основному скоростиглі сорти Minnesota 13, Король Філіп, Грушевська, для зони Полісся: Розенбергська, Бесарабська, Броун-Конті. Першими, хто використав метод самозапилення кукурудзи (inbreeding) в Україні були Б. П. Соколов та Д. І. Кузнецов (1924 р.). Д. І. Кузнецову вдалось отримати із сорту Броун-Конті 27 самозапилених качанів із 60 рослин, а Б. П. Соколову із сортів Грушевська, Стерлінг, Айворі-Кінг – лінії, як Г28, Г22, С84, Б907, Г380 за участю яких вже в 1933 – 1939 рр. на Державне сортовипробування було передано перші міжлінійні гібриди Дніпровський 1, Прогрес, Степняк [49].

У 30-і роки XX-го століття, В. Е. Козубенком були розпочаті перші роботи по виявленню та створенню скоростиглого матеріалу, а вже в 1965 р. з метою створення скоростиглих форм кукурудзи, він використав метод добору на раннє цвітіння серед пізніх елітних ліній. У результаті, було створено ранньостиглу лінію Харківська 44, яка цвіла на 4-5 діб раніше лініїстандарт ВІР 44 і мала високу комбінаційну здатність. У 1973 р., Б. П. Гур’єв виділив лінію Харківська 46 яка зацвітала на 6 діб раніше, ніж лінія Харківська 44, та на 10

діб – лінії ВІР 44. У подальшому вона стала батьківською формою гібриду Харківський 10 ТВ [50].

На відміну від інших груп стиглості, ранньостиглий матеріал представлений порівняно невеликою кількістю вихідних генетичних плазм, що ускладнює селекцію скоростиглих гібридів, і вимагає закладки селекційних програм при ефективній роботі по розширенню генетичної бази самозапилених ліній. Селекція на скоростиглість починалася з інтродукції ранньостиглих сортів та популяцій з послідуючим створенням нового ранньостиглого вихідного матеріалу, для самозапилення, адаптованого до умов різних регіонів країни [51].

На значення ранньостиглих сортів, як генетичних джерел скоростиглості для селекції гібридів, вказує Г. Шмараєв, який виділив ранньостиглі місцеві сорти Далекого Сходу, Північного Кавказу і Закарпаття. За 1964-1987 рр. було вивчено понад 250 ранніх та середньоранніх сортозразків. Більшість з них відрізнялись жовтим кременистим зерном, кущистістю, високим рівнем холодостійкості, середньою продуктивністю зерна та були рекомендовані для створення ранньостиглих гібридів зернового типу з коротким вегетаційним періодом для зон вирощування лімітованими тепловими ресурсами. Особливу цінність, також представляли сорти з високою (Старинська місцева, Скоростигла 6, Шиндельмайзер, Кремениста жовта 375) і середньою комбінаційною здатністю (Воронежська 80, Зубовидна 3135, Глорія Янецького, Білозерна кремениста 48, Білозірна кремениста 16, Mindszentpusztai, Добруджанка), за участю яких в умовах зон Лісостепу та СтепуУкраїни були отримані високоврожайні скоростиглі гібриди [52].

У 40-50 роках XX-го століття, знижується використання місцевих сортів-популяцій в якості вихідного матеріалу для одержання інбредних ліній. Причинами є сильна депресія при їх самозапиленні, низький вихід цінних ліній та рідке співпадання високої комбінаційної здатності з важливими господарсько цінними ознаками в одному гомозиготному організмі [53]. Зернова продуктивність самозапилених ліній, як правило, є меншою на 37-50 %

порівняно з вихідними сортами-популяціями. Згідно з результатами аналізу врожайності міжсортових гібридів, вона незначно перевищує (на 15-20 %) батьківські сорти [51].

Великий внесок у формування генетичної бази ранньостиглого гомозиготного матеріалу внесли селекційні заклади держав Європи та Канади. Ними було сформовано північний екотип кукурудзи, який вирізнявся високим рівнем холодостійкості, прискореним вегетаційним розвитком, накопиченням сухої речовини, інтенсивною втратою вологи при дозріванні зерна [54]. Вчені дослідили ранньостиглі кременисті генотипи Європи та Канади і описали їх як Northern flints (північний флінт), також відомі як New England flints та Northeastern flints. Вони виявили що сорту групи Northern flints довгий час вирощувались на території Америки та поступились більш раннім зубовидним сортам, які характеризуються підвищеною зерновою врожайністю. За їхніми даними, кременисті форми були поширені в західній частині Америки ще до часів Колумба, на що вказують археологічні знахідки на даній території. Адаптація кременистих форм до короткого вегетаційного періоду, стресових позитивних температур та різної кількості опадів була розпочата 2500 років назад [55, 56].

Значний внесок в поповнення генофонду ранньостиглого холодостійкого матеріалу внесли наукові центри Канади. Із місцевих сортів Gaspe Flint, Albert flint, Saskatchewan flint, Longfellow flint було отримано ранньостиглі самозапилені лінії G160, G 165, G704, G163, PI 214194 та інші, які відіграли значну роль в селекції ранньостиглих гібридів кукурудзи добре адаптованих до екстремальних умов Канади [55].

У Європі селекційні програми почали активно реалізовуватися в 50-60 роки XIX століття. Для створення перспективних скоростиглих інбредних ліній схрещувались елітні зубовидні лінії США з ранньостиглими європейськими кременистими, в результаті чого було отримано скоростиглі продуктивні лінії, 219 з яких були зареєстровані протягом 50 років. Паралельно створювались інбредні лінії на базі європейських місцевих сортів зокрема з Іспанії: Lizargarate

– EP1, F120, Ma21; Tomiño – EP42; Hembrilla/Queixalet – EP44; Hembrilla de Novillas – EA1070; Tremesino –EA2000; з Франції: Lacaune – F7, F2; з Італії: Nostrano dell'Isola – PB60; San Pancrazio – PB97 [57]. А вже в 1989 р. на території України було зареєстровано 20 ранньостиглих гібридів кукурудзи, з яких 50 % були створені на базі лінії F2 [58]. В наступних циклах було отримано такі лінії як: F192, F131, F564, BC81418, Ух452, Ух459, Ух457, які добре комбінують з лініями плазм Iodent, Iowa 153, Vigor, Raid [59].

Цілий ряд цінних ліній було отримано в 70-і роки XX століття від самозапилення середньостиглого сорту Добруджанка, кременистої європейської плазми, зокрема; ДС103, ДС9, ДН10, R1-1, R1-5, R2-8 [59]. Сорт Mindszentpusztai відіграв важливу роль в селекційних програмах установ Угорщини та деяких європейських країн. Між 1959 та 1978 років, близько 60 % вирощуваних гібридів було створені на базі ліній даної плазми. З 1965 до 1975 рр. за участю ліній плазми Mindszentpusztai створено 22 комерційних зареєстрованих гібриди, які вирощувались на 18,7 млн. га. в Угорщині, Німеччині, Польщі, Росії, Україні.

В Україні протягом 10 років близько 1 млн. га. засівалось гібридом ODMA 310. Лінії, отримані від самозапилення сорту Mindszentpusztai, та їх покращені варіанти, використовувались при селекції гібридів з коротким вегетаційним періодом у багатьох країнах. За їх участю в Молдавії було зареєстровано 6, а у Словаччині – 5 гібридів. Слід зауважити, що сорти-популяції, в сучасній селекції ліній використовуються мало, тому їх необхідно зберігати як генофонд для моделювання нових інбредних ліній та для поліпшення існуючих, за рахунок широкої генетичної основи [60].

Сучасним генетичним джерелом цінного вихідного матеріалу є гібриди, створені за різними схемами: прості, трилінійні, прості модифіковані, подвійні, синтетичні популяції. При цьому передбачається підвищити концентрацію в одному генотипі максимальної частоти бажаних алелей. До складу такого вихідного матеріалу необхідно залучати інтродукований матеріал з відомим родоводом на основі еколого- географічного принципу, з комплексом

господарсько-цінних ознак та толерантністю до біотичних та абіотичних факторів, з підвищеним рівнем адаптивності, а також кращі колекційні гібриди з різних країн. Зокрема, компанія Pioneer отримала 8,3% зареєстрованих інбредних ліній при самозапиленні комерційних гібридів своєї ж селекції [61].

У Молдавському НДІ кукурудзи та сорго для створення інбредних ліній використовуються трилінійні гібриди – 65 %, беккросні схрещування – 7 %, складні гібриди – 5 %, синтетики із широкою та вузькою основою – відповідно 13 % та 10 % [62]. Створення генетичної бази для селекції ранньостиглої холодостійкої кукурудзи, як зазначалось в роботах С. І. Мустяци, В. О. Козубенка, Б. П. Соколова, О. М. Івахненко базуються в основному на необхідності схрещення кременистого та зубовидного матеріалу з високою комбінаційною здатністю [63].

На думку Ф. К. Виличка та Н. А. Павленковой ефективним способом створення нової генетичної бази для подальшої селекції може слугувати принцип схрещення ранніх та пізніх форм з різним агроекологічним походженням [64]. Кременистим формам притаманна ранньостиглість, холодостійкість, короткий вегетаційний період, низька вологість зерна на момент збирання врожаю. Зубовидні форми, в свою чергу, характеризуються високою врожайністю зерна та зеленої маси, тривалим вегетаційним періодом. Таким чином для самозапилення та отримання інбредних ліній необхідно надавати перевагу гібридам, які отримані з використанням екзотичних, пізньостиглих, ранньостиглих форм, комплексно оцінених на стійкість до біотичних та абіотичних факторів, створених за схемою модифікованої або трилінійної гібридизації [58].

Перевагою простих та простих модифікованих гібридів, як вихідного матеріалу для створення бази гомозиготних ліній, є менший рівень інцухтдепресії, простота та швидкість отримання, здатність постійного покращання [62]. Використання методів зворотного схрещування, конвергентного покращання та відбір гамет, дають змогу поліпшити ранньостиглі та холодостійкі вже існуючі елітні лінії [17].

Завданням сучасних селекційних програм є постійне покращення батьківських форм гібридних комбінацій, які виділяються за рівнем гетерозису. За даними вчених покращання елітних ліній, що вже є батьківськими компонентами комерційних гібридів, займає близько 80 % селекційних програм. При цьому треба врахувати, що звуження генетичної бази селекційного матеріалу може призвести до появи епіфітотій по окремих захворюваннях та шкідниках або неадекватної реакції гібридів на стресові умови вирощування. Для розширення генетичної різноманітності селекційного матеріалу та зменшення спорідненності самозапилених ліній, вченими запропоновано розділити інбредні лінії, на базі яких створюються комерційні гібриди, на дві групи: А – базисні (основні) та В – сестринські (беккросні) [60].

Для створення генетичної бази ранньостиглих та холодостійких нових ліній, необхідно дотримуватись принципів закладки вихідного матеріалу. Прості гібриди, сестринські або беккросні схрещування, мають вузьку генетичну основу, призначені для одного циклу відбору, тому що з кожним наступним циклом розмах варіювання досліджуваних ознак зменшується і ефективність добору знижується [63].

Згідно з дослідженнями Б. В. Дзюбецького та С. П. Антонюка за період 1995-1996 рр., для жарких та посушливих умов зони Степу України були розроблені необхідні програми селекції на ранньостиглість кукурудзи (ФАО 150-200) при залученні самозапиленихлінії плазми Lacaune та Lancaster – по 12 %, СМ7 – 4 % Reid – 16 %, Iodent – 8 %, та Mix – 48 % [65].

За результатами досліджень О. В. Воскобойніка, було виявлено, що оптимальне поєднання скоростиглості з урожайністю проявляють гібридні комбінації за участю геноплазм: Lacaune×Mix, Iodent×Mix та Iodent×T22. [66]. За результатами досліджень О. М. Дуди, були отримані самозапилені скоростиглі лінії на базі ранньостиглих: (ДК201, ДК366, ДК266, ДК261-1, ДК261-4, ДК303) і пізньостиглих ліній (ДК710, ДК437, ДК427, ДК633, ДК377) з комплексом господарсько-цінних ознак. Практичним результатом даної

програми, стало отримання гібридних комбінацій районованих для вирощування на зерно в посушливих зонах Степу та Лісостепу України [67].

У роботах О. А. Олешка, було досліджено характер формування господарськоцінних ознак у створюваних скоростиглих ліній при самозапиленні гібридів, отриманих на базі елітних ранньостиглих та середньопізніх ліній різних генетичних плазм, а також доведена можливість одночасного добору на ранньостиглість та високу комбінаційну здатність за врожайністю зерна. За результатами його досліджень були дібрані лінії: ДК2/427-10, ДК633/266-12, ДК633/2-108, ДК633/266-11, ДК710/266-65, ДК633/2-207, ДК427/266-28, ДК507/2-47 котрі є цінними при селекції скоростиглих гібридів, про що свідчать одержані за їх участі гібриди Кадр 195 СВ (ФАО 190) та Дніпровський 181 СВ (ФАО 180) [48].

М. Б. Грабовський експериментально довів можливість отримання скоростиглих ліній кукурудзи адаптованих до умов зони Степу, про що свідчать лінії: ДК2/20111-14, ДК2/47741-18, ДК2/47741-21, ДК2/47241-45, ДК23621-44, ДК23621-46 на основі плазми Lacaune при використанні за донори цінних ознак, середньо- та пізньостиглих ліній генетичних плазм (Iodent, Lancaster, BSSS) [69].

Є. І. Бєліковим та Т. Г. Купріченковою було виявлено, що найпродуктивніші ранньостиглі гібриди, для зони північного Степу, можна отримати на основі гетерозисної моделі (Reid×Lancaster)×Mix, тоді як для зони південного Степу – (Reid×Lancaster)×Mix та (Reid×Reid)×Mix. На основі останньої моделі було створено гібрид ДН Позитив, який був переданий на державне сортовипробування [70].

Результатами досліджень В. Ю. Черчеля та О. Л. Гайдаша стало виконання комплексної оцінки існуючої колекції ліній змішаної плазми (Iodent×BSSS): ДК209, ДК219, ДК221, ДК233, ДК265, ДК265-5, ДК281, ДК285, ДК314, ДК412, ДК951, які добре комбінують з плазмою Lacaune. Згідно з основним завданням досліджень, було виділено лінію ДК285, як донор джерела

скоростиглості, та рекомендовано для залучення до програм зі створення нових самозапилених ліній в посушливих умовах зони Степу [61].

В дослідженнях В. Ю. Черчеля було проведено оцінку сімей S3-S5, отриманих із кременистих сестринських гібридів, для визначення залежності між ранньостиглістю та холодостійкістю. В результаті не було виявлено достовірного взаємозв'язку між ними, що свідчить про можливість отримання високохолодостійких форм незалежно від групи стиглості. Були виділені лінії (ДК273×ДК204)11121 та (ДК273×ДК204)12311, котрі володіють високим рівнем холодостійкості та скороченим періодом сходи – цвітіння 50 % качанів [88].

Отже, дані літературних джерел вказують на не повне вивчення оцінки комбінаційної здатності гібридів кукурудзи, тому послідуючі дослідження в даному напрямку є актуальними та перспективними.

# РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

При дослідженні вихідного матеріалу селекціонери ставлять собі завдання дослідити їх за найбільш важливими селекційними ознаками, такими як: ранньостиглість, врожайність із елементами продуктивності, придатність до механізованого збирання, реакція на умови вирощування, кореляційні звязки між елементами структури врожаю та комбінаційну здатність [30].

Згідно каталогу НЦГРРУ[31] характеристики ліній наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Характеристика інбредних ліній кукурудзи за господарськими ознаками, які включені у діалельні схрещування

| № з/п | Лінія | Походження, країна | Колір зерна | Група стиглості | Кількість листків на основному стеблі | Рівень урожайності, | Пошкодження кукурудзяним метеликом |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | F 7 | Франція | ж. | Р | 12–14 | С | С |
| 2 | Со125 | Канада | ж. | СР | 14–16 | С | ДН |
| 3 | ВІР44 | Росія | ж.-ор. | СР | 14–16 | С-В | ДН |
| 4 | Ур273 | Україна | ж. | СР | 14–16 | С-В | ДН |
| 5 | Чк73 | Україна | ор. | Р | 12–14 | С-В | Н |
| 6 | F 115 | Франція | ж.-ор. | СР | 14–16 | С | ДН |
| 7 | Ум337 | Україна | ор. | СР | 14–16 | С | ДН |
| 8 | Ум331 | Україна | ж. | СР | 14–16 | В | ДН |

Примітки:

1.Колір зерна:

- ж. — жовтий,
- ор. — оранжевий,

- ж.-ор. — жовто-оранжевий;

2. Група стиглості: Р — ранньостигла, СР — середньорання;

3. Ступінь прояву ознаки:

В — високий,

С — середній,

Н — низький;

ДН — дуже низький.

У 2022-2023роках вісім інбредних ліній кукурудзи нами були протестовані та досліджені за різними ключовими ознаками та різним рівнем скоростиглості, які були взяті з лабораторії селекції та насінництва факультету генетики, селекції та біотехнології УНУС та Національного центру генетичних ресурсів рослин України, Інституту рослинництва імені В.Я.Юр'єва Академії аграрних наук України,м.Харків,

У результаті досліджень за рівнями врожайності, групами стиглості, кількістю листків на стеблі, ушкодженістю кукурудзяним метеликом, ураженістю різними видами сажок, тощо. Із загальної кількості вивчених генотипів було виділено вісім елітних інбредних ліній із важливими господарсько-цінними ознаками, які було включено до схеми діалельних схрещувань щоб створити прості форми гетерозисної кукурудзи.

## 2.1 Ботанічна характеристика кукурудзи

Кукурудза — це висока детермінантна однорічна рослина, висота якої коливається від <1 до >4 метри з великими, вузькими, супротивними листками, розташованими по черзі довжини суцільного стебла.

Ботанічні особливості різних частин рослин мають структуру наступним чином:

Корінь: зазвичай рослини кукурудзи мають три типи коренів, 1) насіннєві корені - які розвиваються з насінини і зберігаються протягом тривалого

періоду, 2) придаткові корені, волокнисті корені, що розвиваються з нижніх вузлів стебла нижче рівня землі які є ефективними та активними коренями рослини та 3) опорні або опорні корені, виробляється двома нижніми вузлами. Коріння ростуть дуже швидко і майже однаково назовні та вниз. Відповідні ґрунти можуть сприяти росту коренів кукурудзи до 60 см збоку і в глибину.

Стебло: стебло зазвичай досягає товщини від трьох до чотирьох сантиметрів. Міжвузля короткі і досить товсті біля основи рослини; стають довшими і товстішими вище стебла, а потім знову звужуються. Вушка біля міжвузля мають поздовжню борозенку, що дозволяє правильне розташування вушної головки (качана). Верхні листки кукурудзи більшою мірою відповідають за перехоплення світла і є основними факторами, що сприяють фотосинтезу для зерна.

Квітка: Верхівка стебла закінчується китицею, суцвіття чоловічих квіток і жіночі суцвіття (качани або колоски) несуть на верхівці ущільнених бічних гілок, відомих як черешки, що виступають з пазух листків. Чоловіче (тичинкове) суцвіття, пухка волоть, утворює пари вільних колосків, кожен з яких оточений фертильною і стерильною квіткою. Жіноче (маточкове) суцвіття, колос, утворює пари колосків на поверхні сильно ущільненого рахіса (центральна вісь, або «качан»). Жіноча квітка щільно вкрита декількома шарами листків і так закрита ними до стебла, що вони не показують себе легко до появи блідо-жовтих шовків з листової мутовки на кінці колоса. Шовк - це подовжені рильця, які спочатку виглядають як пучки волосся, а пізніше набувають зеленого або фіолетового кольору. Кожен з жіночих колосків містить два фертильних суцвіття, одне з зав'язей якого дозріває в ядро кукурудзи після статевого запліднення пилком, що переноситься вітром.

У міру того, як міжвузля черешків ущільнюються, колос залишається постійно укладеним в мантію з безлічі лушпиння листя. Таким чином, рослина не в змозі розсіювати своє насіння на зразок дикої рослини, і замість цього вона залежить від втручання людини для лущення насіння і розмноження. Нижче наведено пояснення для кожного чоловічого та жіночого квіткового органу

кукурудзи: Китиця: суцвіття чоловічих квіток; Китиця складається з кількох довгих індетермінантних гілок, що несуть короткі детермінантні гілки (пари колосків), які несуть два колоски (компактні допоміжні гілки суцвіття трави, яке у кукурудзи складається з двох приквітків, що підносять одну редуковану чоловічу квітку).

Тичинки: репродуктивні органи, що виробляють пилок, які разом називаються андроцеєм.

Шовк: також нитка; частина тичинки, на якій розвивається пильовик. Пильовик: кінцева частина тичинки, в якій утворюються пилкові зерна. Мікроспори: менші з двох типів спор, що утворюються у гетероспорових рослин; Розвивається в пилковому мішку в чоловічий гаметофіт. Чоловічий гаметофіт: мікроспори діляться двічі, утворюючи 3-клітинне пилкове зерно/трубку (чоловічий гаметофіт); дві клітини - сперматозоїди; Інша називається вегетативною клітиною, або трубчастою клітиною. Сперматозоїд: виробляються два сперматозоїди; один сперматозоїд зливається з яйцеклітиною, в результаті чого утворюється зигота; Інші сперматозоїди зливаються з центральною клітиною, даючи початок розвитку триплоїдної тканини, яка називається ендоспермом, яка оточує зародок і виконує поглинаючу/поживну функцію в насінні.

Безстатевого розмноження кукурудзи не існує. Формування жіночих квіток або качанів є першою репродуктивною стадією і відбувається через 2-3 дні після стадії волоті. Цей етап починається, коли за межами лушпиння видно будь-які шовки. Це допоміжні квітки, на відміну від волоті, які є кінцевими. Запилення відбувається, коли ці нові вологі шовки вловлюють падаючі пилкові зерна. У кукурудзи скидання пилку не є безперервним процесом і зазвичай починається за два-три дні до появи шовку і триває протягом п'яти-восьми днів. Шовки вкриті тонкими липкими волосками, які служать для уловлювання та закріплення пилкових зерен. Скидання пилку припиняється, коли китиця занадто волога або занадто суха, і починається знову, коли сприятливі температурні умови. За сприятливих умов пилкове зерно зберігає

життєздатність лише від 10 до 18 годин. Низькі температури та висока вологість сприяють довголіттю пилку. В оптимальних умовах інтервал між антезисом і шовковиком становить один-два дні. При будь-якій стресовій ситуації цей інтервал збільшується. Запліднення відбувається після того, як пилкове зерно захоплюється шовком і проростає шляхом росту пилкової трубки вниз по шовковому каналу протягом декількох хвилин після контакту з шовком, а пилкова трубка збільшується на довжину шовку і потрапляє в зародковий мішок через 12-28 годин. Пилок легкий і часто переноситься вітром на значні відстані. Однак більша його частина розташовується в межах від 20 до 50 футів. Пилок даної рослини рідко запліднює шовк однієї і тієї ж рослини. У польових умовах 97% і більше зерен, вироблених кожною рослиною, запилюються іншими рослинами. Запліднення яйцеклітин починається приблизно на третину шляху вгору від основи вуха.

Кукурудза, будучи перехреснозапильною культурою, використовується селекціонерами рослин і виробником насіння різні методи репродуктивної ізоляції для отримання генетично чистого насіння. Ізоляція сільськогосподарських культур за допомогою відстаней та фізичних бар'єрів є поширеними методами обмеження потоку генів та забезпечення чистоти насіння для виробництва насіння кукурудзи. Різні експериментальні методи, які в основному використовуються для підтримки репродуктивної ізоляції кукурудзи: одного роду (міжвидовий) і між родами (міжродовий) спочатку вимагає формування життєздатного проміжного гібрида, здатного давати фертильне потомство, яке здатне пережити наступне покоління. Якщо припустити, що статева сумісність існує, то ймовірності гібридизації вносять і інші фактори: близькість культури і споріднених видів один до одного; умови навколишнього середовища; і збігаються періоди цвітіння. Інтрогресія генів від кукурудзи до інших видів рослин може вимагати кількох поколінь періодичного зворотного схрещування.

Поширення насіння окремих зерен, природно, не відбувається через будову качанів кукурудзи. Кукурудза, як наскрізь одомашнена рослина,

втратила будь-яку здатність поширювати своє насіння і повністю покладається на допомогу людини в його поширенні. Зерна щільно утримуються на качанах. У разі, якщо качани впадуть на землю, з'явиться стільки конкуруючих сіянців, то ймовірність того, що будь-яка розсада виросте до зрілості, вкрай низька.

Кукурудза є однодомною рослиною, тобто статі поділяються на окремі маточкові (колос), жіночу квітку і тичинкову (пензлик), чоловічу квітку. Головний пагін закінчується тичинковою китицею. Кукурудза, як правило, протезована, тобто чоловіча квітка дозріває раніше, ніж жіноча. У кожному чоловічому квітковому колоску зазвичай є два функціональних квітки, хоча розвиток нижнього квітки може дещо затримуватися в порівнянні з верхнім. Кожна квіточка містить пару тонких лусочок, тобто лему і бліду, три пильовики, дві лодикули і рудиментарний маточка. Повідомляється, що кількість пилкових зерен на пильовику коливається від 2000 до 7500. В середньому в межах 7000 пильовиків на китицю і близько 3500 пилкових зерен на пильовик, кожна китиця може дати близько 24,5 млн пилкових зерен. З точки зору співвідношення пилкових зерен, вироблених на одну запліднену яйцеклітину, виявляється, що, оскільки кожен колос вимагає близько 1000 пилкових зерен для запліднення, на одне ядро припадає близько 20 000 пилкових зерен, що перевищує те, що насправді потрібно, якби запилення було 100-відсотково ефективним. Пилкові зерна дуже дрібні, ледь помітні неозброєним оком, мають невелику вагу, легко переносяться вітром. Вітровий характер пилку і протандрії призводять до перехресного запилення.

Жіноча квітка спочатку невелика, але незабаром переходить у форму рядів. Першими утворюються базальні виступи, а розвиток просувається до кінчика вух. У частині над прикріпленням плодолистка розвивається одиночна сидяча семязачатка, яка складається з нуцеллуса з двома покривами або рудиментарними насіннєвими оболонками. Об'єднані плодолистки, які утворюють стінку зав'язі або околоплодник зрілого ядра, ростуть вгору, поки повністю не охоплять яйцеклітину. Два передні плодолистки, звернені до кінчика вуха, утворюють вирости, які розвиваються в стиль, тобто в довгу

нитку, відому як шовк. Шовк покритий численними волосками, трихомами, які утворюють кут з шовком, де зберігаються пилкові зерна. Основа шовку унікальна, так як вона безперервно подовжується, поки не відбудеться запліднення. Качани несуть багато рядів яйцеклітин, які завжди парні за кількістю. Жіноче суцвіття або колос розвивається з однієї або декількох бічних гілок (черешків), які зазвичай несуть приблизно посередині головного стебла з бруньок допоміжних пагонів. У міру того, як міжвузля черешків ущільнюються, колос залишається постійно укладеним в мантію з безлічі лушпиння листя. Таким чином, рослина не в змозі розсіяти своє насіння на зразок дикої рослини, і замість цього вона залежить від втручання людини для лущення та розмноження насіння.

Зерно: Окреме зерно кукурудзи з ботанічної точки зору є каріопсисом, сухим плодом, що містить одну насінину, зрощену з внутрішніми тканинами плоду. Насіння містить дві сестринські структури: зародок, який включає плюмулу і радикал, з якого розвинеться нова рослина, і ендосперм, який забезпечить поживними речовинами проростаючий проросток, поки проросток не створить достатню площу листя, щоб стати автотрофією. Зародок є джерелом кукурудзяної «рослинної олії» (загальна олійність зерна кукурудзи становить 4% по масі). Ендосперм займає близько двох третин об'єму зерна кукурудзи і становить приблизно 86% його сухої маси. Ендосперм зерен кукурудзи може бути жовтим або білим. Основним компонентом ендосперму є крохмаль разом з 10% зв'язаним білком (клейковиною).

Вид кукурудзи Варіація кукурудзи може бути штучно визначена відповідно до типу зерен, наприклад: зкбовидна, кремениста, борошниста, солодка, стручкова кукурудза тощо. За винятком стручкової кукурудзи, ці поділи засновані на якості, кількості і характері складу ендосперму в зерні і не свідчать про природні взаємозв'язки (Brown and Darrah, 1985).

Зубовидна кукурудза характеризується наявністю рогового ендосперму з боків і задньої частини зерен, тоді як центральне ядро являє собою м'який борошнистий ендосперм, що тягнеться до верхівки ендосперму. Він

руйнується, утворюючи чітке заглиблення під час висихання. Ступінь зубовидності залежить від генетичного фону. Зубчаста кукурудза використовується в основному як їжа для тварин, але також служить сировиною для промисловості і основним продуктом харчування. Він все ще є важливим харчовим і промисловим матеріалом для людини, який входить до складу багатьох спеціалізованих продуктів через промисловість сухого або мокрого помелу. Однак біла вм'ятина часто отримує преміальну ціну в галузі сухого помелу, де вона використовується для деяких харчових продуктів людини через більш білий крохмаль.

Крем'яна кукурудза в основному мають товстий, твердий, склоподібний (склоподібний) або роговий шар ендосперму, оточений дрібним м'яким зернистим центром. Відносна кількість м'якого і рогового крохмалю, однак, варіюється в різних сортах. Як правило, зерна гладкі і округлі, а качани довгі і тонкі з порівняно невеликою кількістю рядів або зерен. У зонах з помірним кліматом крем'яна кукурудза часто дозріває раніше, краще проростає, має більшу весняну силу, більше ґрунтозаготівель і менше коренів, ніж штами зубовидних.

Борошниста кукурудза, це один з найдавніших видів кукурудзи, що сходить до древніх ацтеків та інків. Американці та індіанці перемелювали м'які зерна на борошно. Борошнисті види кукурудзи мають м'який крохмаль, практично не мають твердого склоподібного ендосперму і, таким чином, непрозорі за фенотипом зерна. Ядра, як правило, рівномірно стискаються при висиханні, тому зазвичай мають незначну вм'ятину або взагалі не мають її. У сухому вигляді вони легко подрібнюються, але можуть заплісняві ти на зрілому колосі у вологих місцях.

У цукрової кукурудзи ген цукру перешкоджає або уповільнює нормальне перетворення цукру в крохмаль під час розвитку ендосперму, і ядро накопичує водорозчинний полісахарид під назвою «фітоглікоген». В результаті сухі, цукристі зерна стають зморшкуватими і склоподібними. Більш високий вміст водорозчинного полісахариду додає фактор якості текстури на додаток до

солодкості.

Попкорн, мабуть, найпримітивніша з уцілілих рас кукурудзи. Цей тип кукурудзи характеризується дуже твердим роговим ендоспермом, що містить лише невелику частину м'якого крохмалю. Попкорн, по суті, є дрібнозернистим крем'яним видом. Зерна можуть бути як загостреними (схожими на рис), так і круглими (схожими на перлини). Деякі з нещодавно розроблених попкорнів мають товсті околоплодники (насіннєві оболонки), тоді як деякі примітивні напівпопкорни, такі як аргентинський попкорн, мають тонкі околоплодники

Стручкова кукурудза (кукурудза тунікатна) є скоріше декоративним видом. Основний залучений ген (Tu) виробляє довгі клейки, що охоплюють кожне зерно окремо, що також трапляється в багатьох інших травах. Качан також укладений в лушпиння, як і у інших видів кукурудзи. Гомозиготна стручкова кукурудза, як правило, відрізняється високою самостерильністю. А звичайний вид стручкової кукурудзи є гетерозиготним. Стручкова кукурудза за характеристиками ендосперму може бути зубоподібною, солодкою, воскоподібною, крем'яною або борошнистою. Це всього лише дивина, і його не вирощують в комерційних цілях.

Назва воскоподібної кукурудзи походить від воскоподібного вигляду ендосперму, оголеного в чисто зрізаному поперечному перерізі. Звичайний кукурудзяний крохмаль містить приблизно 73 відсотки амілопектину та 27 відсотків амілози, тоді як воскоподібний крохмаль повністю складається з амілопектину, який є розгалуженою молекулярною формою крохмалю. Звичайний кукурудзяний крохмаль забарвлюється в синій колір 2-відсотковим розчином йодиду калію, тоді як воскоподібний кукурудзяний крохмаль забарвлює червонувато-коричневий. Восковий ген також експресує себе в пилку з цією реакцією фарбування, що є допоміжним засобом у розмноженні. Вироби з воскоподібної кукурудзи використовуються харчовою промисловістю як стабілізатори і загусники для пудингів, начинок для пирогів, соусів, підлив, реторд, заправок для салатів і т.д. Інші воскоподібні продукти використовуються як зволожуючі клеї при виготовленні гумової стрічки, в

клеях і в паперовій промисловості. Восковидне зерно також вирощують як корм для молочної худоби і худоби.

Аміло-кукурудза – це загальна назва кукурудзи, вміст амілози в якій перевищує 50 відсотків. Мутантний розширювач амілози (ae) ендосперму був вперше помічений R. P. Bear в 1950 році, який збільшує вміст амілози в ендоспермі приблизно до 60 відсотків на багатьох фонах вм'ятин. Модифікуючі фактори змінюють вміст амілази, а також бажані агрономічні характеристики зерна. Експресія гена-екстендера амілози характеризується потьмянілим, напівпрозорим, іноді напівповним виглядом зерна. Крохмаль з кукурудзи з високим вмістом амілози використовується в текстильній промисловості, в жувальних цукерках (де його схильність до утворення гелю сприяє виробництву), а також як клей при виготовленні гофрокартону.

## 2.2 Біологічіні особливості кукурудзи

Кукурудза - теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння - 8-10°С, сходи з'являються за 10-12°С. При висіванні в холодний ґрунт (< 8°С) насіння проростає дуже повільно, набубнявіле насіння не сходить, різко знижується польова схожість. У фазі 2-3 листків витримує приморозки до -2°С. Сходи кукурудзи гинуть за -3°С. Небезпека повернення весняних приморозків в Україні існує і припадає один раз на 5-6 років. Якщо зниження температури (нижче -5°С) триває кілька годин, то кукурудза вимерзає незалежно від фази розвитку.

Перспективними є виведені селекціонерами біотипи кукурудзи, що здатні проростати за температури 5-6°С. Найменші ранні осінні приморозки пошкоджують листки і рослину в цілому.

Необхідно зазначити, що в останні роки, в зв'язку з поширенням кукурудзи у північні регіони, створено нові ранньостиглі гібриди. Вони відзначаються високою холодостійкістю. При зниженні температури

інкрустоване насіння може лежати в ґрунті 25-30 днів і здатне прорости після потепління.

У літній період вегетації за температури 14-15°С ріст рослин сповільнюється, а за 10°С вони не ростуть.

У фазах сходи - викидання волотей оптимальна температура для росту і розвитку - 20-23°С. До появи генеративних органів підвищення температури до 25-30°С не шкодить кукурудзі. У фазі цвітіння підвищення температури понад 25°С негативно впливає на запліднення рослин. Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи, становить 45-47°С.

Сума активних температур, за яких достигають ранньостиглі гібриди, становить 2100-2200°, середньоранні і середньостиглі -2400-2600° і пізньостиглі - 2800-3200°. Є декілька варіантів поділу гібридів за групами стиглості.

Кукурудза належить до посухостійких культур. Завдяки сильному розвиткові кореневої системи, вона використовує вологу з більшої площі і глибших горизонтів ґрунту. На формування одиниці сухої речовини вона витрачає води в два рази менше, ніж пшениця. Транспіраційний коефіцієнт 250. Проте високі врожаї зеленої маси і зерна, спричинюють більшу потребу у воді, ніж у зернових культур. За вегетаційний період кукурудза потребує 450-600 мм опадів. 1 мм опадів дає можливість одержати 20 кг зерна на 1 га.

Кукурудза менш вимоглива до вологи у першій половині вегетації. До формування 7-8-го листка випадки нестачі вологи для росту кукурудзи майже не спостерігаються. Найбільше вологи для рослин потрібно за 10 днів до викидання волотей, коли йде інтенсивний ріст стебла (добовий приріст може досягати 10-14 см) і нагромаджуються сухі речовини. На цей критичний період припадає 40-50% загального водоспоживання. Через 20 днів після викидання волотей потреба у волозі зменшується.

Багато води кукурудза використовує під час наливання зерна. Вона ефективно використовує опади у другій половині літа.

Кукурудза погано переносить перезволоження ґрунту, різко зменшуючи врожайність. Через нестачу кисню у перезволоженому ґрунті сповільнюється надходження фосфору в корені, що погіршує білковий обмін.

Кукурудза - світлолюбна рослина короткого дня. Погано переносить затінення. У надмірно загущених посівах розвиток рослин затримується, зернова продуктивність зменшується.

Рослини швидше вегетують при 8-9-годинному світловому дні. При тривалості дня 12-14 год. затягуються строки дозрівання кукурудзи. Вона потребує більше сонячної енергії, ніж інші зернові.

Високі врожаї кукурудза дає на чистих,добре аерованих ґрунтах з глибоким гумусним шаром. Вона середньовимоглива до родючості ґрунту, за правильного обробітку ґрунту та удобрення добре росте на більшості типів ґрунтів.

Оптимальна реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабо-кисла (pH 5,5-7,0). Малопридатні для вирощування кукурудзи холодні, заболочені, кислі, важкі глинисті, засолені та торфові (де часто не вистачає міді) ґрунти.

# РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Грунтові умови

Головними характеристиками ґрунту є механічний склад і структура, вміст у ньому повітря, води і біотичних компонентів. Під механічним (гранулометричним) складом ґрунту розуміється вміст у ньому елементарних часток, об'єднаних у фракції: гравій (частки з діаметром 26 26 більше 1 мм), пісок (частки з діаметром від 0,05 до 1 мм), частки пилу (0,002–0,05 мм) і мулу або глини (менше 0,002 мм). Завдяки зв'язності при зволоженні глинисті ґрунти важко піддаються обробці, а при пересиханні окремі частки злипаються з утворенням брил. Загальний поровий простір у глинах іноді виявляється більшим, ніж у пісках. Однак, оскільки значна частина цього порового простору представлена мініатюрними порами, швидкість проникнення води і повітря крізь глину значно менша, ніж крізь пісок.

Мікроскопічні дослідження останніх років показали величезну розмаїтість способів сполучення часток піску, глини і мулу, які обумовлені активністю мікроорганізмів і рослин. Сукупності мікроагрегатів, які складаються з глинистих пластин, утворюють макроагрегати і крупиці. У непорушеному ґрунті можна виділити агрегат більшого розміру, названий педом. Кращою є така ґрунтова структура, яка сприяє росту рослин, має губчату або грудкувату структуру. У ній містяться пори, крізь які дифундує необхідний для дихання коренів кисень, а вода вільно надходить до кореневої системи рослин. Приблизно 50 % об'єму ґрунту зайнято твердою речовиною (мінерали, рослини, органічні залишки), а інші 50 % представлені поровим простором, заповненим частково повітрям, частково водою. Оскільки корені рослини і мікроорганізми, які живуть у ґрунті, і багатоклітинні в процесі дихання споживають кисень і виділяють вуглекислий газ, аерація ґрунту так само необхідна, як і постачання рослин водою.

Оптимальні умови зволоження для рослин спостерігаються при вологості ґрунтів, яка відповідає найменшій вологомісткості (НВ) або трохи нижче. При вологості в'янення, що відповідає сисній силі ґрунту, близько 15 атм, рослини починають відчувати нестачу вологи і зрештою гинуть. При перезволоженні, тобто при вологості від НВ до повної волого місткості (ПВ) порушується аерація ґрунтів, розвиваються кореневі гнилі, пригнічується несимбіотична азотфіксація, а бактерії-амоніфікатори починають працювати як денітрофікатори, що призводить до втрати азоту. На біологічну активність ґрунтів, певний вплив мають представники мікрофлори, які живуть у них (бактерії, актиноміцети, гриби, водорості), і фауни (найпростіші, нематоди, комахи, земляні хробаки). Завдяки їхній життєдіяльності відновлюється ґрунтова родючість: відбувається мінералізація відмерлих залишків рослин і утворюється гумус. Усі ці процеси знаходяться під впливом фізичних факторів, найважливішими з який є співвідношення вода – повітря і температура.

Температурний режим, на відміну від водного, має явно виражений сезонний і добовий хід (для водного режиму характерним є лише добовий режим випаровування).

Черкаська область- являється однією з найбагатших родючими грунтами областей України. Розташована вона в центральній частині України в зоні Лісостепу, південно-східна її частина заходить в Степову зону, і розміщена на Придніпровській височині на правому березі Дніпра. Середні відмітки висот сильно коливаються. Найвищі частини на півночі - 220-240 м, а на північному заході відмітки досягають максимального значення - 322 м. На півдні висоти зменшуються до 150-170 м. Поверхня височини має похил на південний схід. Вона порізана річковими долинами, погорбована. Високі пагорби понад Дніпром на Черкащині називають Канівськими горами

Територія досліджуваних ділянок відноситься до таких типів ґрунтів як опідзолені лісові суглинки і сірі лісові ґрунти. Гумусованість орного шару (0-30 см) становить 3,3%. За вмістом рухомого фосфору та калію ґрунт відноситься до групи надресурсних (568-186 мг/кг ґрунту), а ґрунтовий розчин

має майже нейтральну реакцію (pH 6,3-6,0). . Вміст нітратного азоту в ґрунті низький 6,2 мг/кг.

Різний ступінь акумуляції гумусу і опідзолення, наявність ознак попередніх етапів ґрунтоутворення, рівень родючості дозволяє поділити ці ґрунти на дві групи:

1) сильноопідзолені (ясно-сірі та сірі);
2) слабкоопідзолені (темно-сірі ґрунти, чорноземи опідзолені).

Ясно-сірі опідзолені ґрунти сформувалися під густими лісами, із незначним поширенням трав'янистої рослинності. Фізико-хімічні показники світло-сірих ґрунтів близькі до дерново-підзолистих, що свідчить про інтенсивний розвиток у них підзолистого процесу. Властивості ґрунтів мало сприятливими для розвитку сільськогосподарських культур, тому що поверхня такого ґрунту після дощу ущільнюється, замулюється, на ній утворюється кірка, що негативно впливає на проростання рослин та їх розвиток.

Сірі опідзолені ґрунти сформувалися під зрідженими лісами і у порівнянні з ясно-сірими ґрунтами прояв підзолистого процесу послаблений, тому в його профілі відсутній чистий горизонт Е. Вони мають кращий поживний режим, але вміст як загальних, так і рухомих форм азоту й калію невеликі. Це пов'язано як з незначною кількістю гумусу, так і з кислою реакцією, яка пригнічує процеси нітрифікації й азотфіксації.

Темно-сірі опідзолені ґрунти сформувалися переважно в умовах зріджених освітлених лісів з добре розвиненим трав'янистим покривом. Ознаки опідзолення виражені слабко, а процеси акумуляції гумусу посилюються, тому вони мають добрегумусовану верхню частину профілю і безгумусну нижню частину. Вони мають більш сприятливі агрофізичні властивості, істотно зростає вологоємкість та вміст елементів живлення. Мають високу природну родючість.

Чорноземи опідзолені залягають на добре дренованих вододілах між темно-сірими ґрунтами і чорноземами типовими. У профілі помітні ознаки як чорноземів, так і опідзолених ґрунтів (переміщення колоїдів).

Опідзолені оглеєні ґрунти формуються при неглибокому заляганні підґрунтових вод або за рахунок поверхневого застою атмосферних вод. Ознаки оглеєння проявляються у наявності сизого відтінку, вохристо-іржавих плям, пунктуацій, залізо-манганових бобовин.

За морфологічними ознаками грунти характеризуються потужним гумусним шаром (гумусово-акумулятивним і гумусовим перехідним) - 70-85см. Структура гумусового горизонту зерниста, карбонати у вигляді прожилок і не досить виразної білозірки.

### 3.2. Кліматичні умови

Територія дослідних ділянок УНУС розміщується взоні Лісостепу України. Кліматичні умови Черкаської області характеризуються помірно холодною зимою і помірно теплим літом, середньою вологістю повітря і достатньою кількістю опадів. Середня температура повітря зимових місяців (грудень - лютий) - -8...-10°С, весняний (березень-травень) - +7- +9°С, літніх (червень-серпень) - +19 - +21°С, осінніх - +7 - -7°С. Середньорічна температура повітря складає + 8,8°С, максимальна - +35°С (липень), мінімальна - мінус 20°С (січень). Сніговий покрив в Черкаській області зберігається від 10 до 60 днів. Середня відносна вологість повітря складає 76%, мінімальна (травень 2023) - 56%, максимальна (вересень 2022) - 94%. В посушливі роки відносна вологість повітря знижується до 17% (травень), 16% (серпень), 25 (жовтень).

Річна кількість опадів (470-500 мм) достатня для нормального росту рослин, однак розподіляються вони не рівномірно: весна посушлива, а основна кількість вологи випадає в літні місяці.

Довжина періоду вегетації в Черкаській області (t>10°С) складає 157- 172 доби. Влітку - переважна більшість вітрів - північно-західного напрямку, а також східного і південно-східного. Суховії, як правило бувають 2-3 рази на рік.

В зоні розташування Уманської метеостанції, клімат перехідний від лісостепового до степового: помірно-континентальний з нестійким зволоженням, холодною зимою, жарким і часто сухим літом. Зима приходить в кінці листопада, весна - в кінці березня. Сума ефективних температур складає - 2900°С. Сума опадів за цей період - 280 мм, гідрометричний коефіцієнт 0,96. Сума ФАР- 4×10 ккал/га за період з 1>5°С.

Таблиця 3.1
Гідротермічні умови в період проведення досліджень
(за даними метеостанції Умань)

| Роки | Місяці | | | | | | | | | | | | Всього за с.-г. Рік |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Кількість опадів, мм | | | | | | | | | | | | | |
| Середньо багаторічна | 38,0 | 34,0 | 36,0 | 41,0 | 52,0 | 81,0 | 68,0 | 49,0 | 61,0 | 43,0 | 43,0 | 40,0 | 586,0 |
| 2022 | 23,9 | 7,2 | 13,4 | 57,7 | 22,4 | 36,3 | 28,1 | 44,4 | 120,0 | 10,0 | 71,8 | 53,1 | 473,0 |
| 2023 | 6,0 | 20,5 | 27,2 | 129,6 | 42,4 | 15,8 | 92,5 | 12,0 | 15,0 | | | | 496,0 |
| Температура повітря, $^0$С | | | | | | | | | | | | | |
| Середньо багаторічна | -3,4 | -2,3 | 2,5 | 9,7 | 15,4 | 19,0 | 20,9 | 20,1 | 14,5 | 8,3 | 2,8 | -1,8 | 8,8 |
| 2022 | -1,3 | 1,8 | 2,0 | 8,6 | 14,5 | 20,5 | 21,0 | 21,7 | 12,6 | 10,0 | 3,7 | -0,4 | 9,4 |
| 2023 | 0,2 | -0,2 | 5,1 | 8,8 | 15,4 | 19,6 | 21,3 | 24,0 | 18,0 | | | | 10,5 |
| Відносна вологість повітря, % | | | | | | | | | | | | | |
| Середньо-багаторічна | 73 | 80 | 87 | 88 | 86 | 85 | 82 | 68 | 64 | 66 | 67 | 68 | 76 |
| 2022 | 80 | 76 | 67 | 68 | 59 | 64 | 63 | 71 | 94 | 78 | 89 | 89 | 74 |
| 2023 | 89 | 81 | 72 | 86 | 56 | 64 | 68 | 58 | 59 | | | | -5 |

В цілому, як показують кліматичні умови зони Уманської метеостанції, як і всієї зони Лісостепу, по кількості тепла, світла і вологи, сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур.

В роки проведення досліджень погодні умови відзначалися значною мінливістю. Погодні умови 2022-2023 років суттєво відрізнялись від середньобагаторічних (СБ) показників даної зони створюючи специфічні умови росту, розвитку й формування показників продуктивності рослин кукурудзи. Період сівби кукурудзи, сходів початкового росту рослин (квітень-травень), роки досліджень суттєво відрізнялись за вологозабезпеченістю грунту Посівний період та початок вегетації кукурудзи у 2023 році характеризувались високим надходженням вологи – 129,6мм та 57,7мм у 2022році, проти 41мм СБ показника. Це дало змогу здійснити сівбу кукурудзи у вологий грунт й одержати швидкі та дружні сходи.

У порівнянні із середньобагаторічною нормою у травні-червні 2022-2023 років вологозабезпеченість була нижчою відповідно по місяцях на 29,6 та 44,7 мм у 2022 році, та 9,6мм та 65,2мм у 2023році. Опадів випало менше СБ норми від 20% до 50%. Також розвиток рослин кукурудзи проходив за умов зниження середньодобової температури у 2022році в травні місяці на 0,9°С. Але це не спричинило шкоди для проростання насіння і не знизило початкову силу росту рослин.

У червні відбувається найбільш інтенсивний ріст вегетативної маси рослин кукурудзи. Вологозабезпеченість грунту при цьому була набагато нижча, ніж середня багаторічна норма (81,0 мм) в обидва роки проведення досліджень відповідно на 44,7 м у 2022 році та на 65,2мм - у 2023 році, що не сприяло формуванню потужної вегетативної маси рослин. До початку цвітіння кукурудзи (липень місяць 2022 року) вологи у грунті залишилось мало і опади випадали рідко (28,1 м проти 68,0 СБ норми).

Тому зав’язування насіння проходило у складних для рослин умовах. Покращення вологозабезпеченості відбулось у фазу наливу зерна і накопичення в ньому основних поживних елементів (формування епідермісу зернівки).

Запаси вологи в грунті на цей час становили 62,5 мм, що дещо вище (на 3,5 мм) середньої багаторічної норми.

Відновлення вологозабезпеченості рослин у фазу наливу зерна у 2020 році дало змогу їм відновити свій фізіологічний стан і підвищити продуктивність рослин, але надмірне зволоження у період достигання зерна спричинило збільшення тривалості вегетаційного періоду кукурудзи та підвищення вологості зерна при збиранні врожаю.

Таким чином, у зв'язку зі значним дефіцитом вологи в період закладання досліду та нерівномірними опадами протягом вегетації кукурудзи у 2023році були отримані нерівномірні і зріджені сходи, високий агрофон удобрення грунту не був повністю використаний і як результат урожайність була нижчою у порівнянні з 2022 роком, у якому перша половина вегетації (від сходів до цвітіння) кукурудзи проходила у сприятливих умовах росту і розвитку рослин, що забезпечило отримання дружних й вирівняних сходів. Необхідно також зауважити, що різка зміна погодних умов і нерівномірний розподіл температурного режиму і вологозабезпеченості по найважливіших фазах розвитку рослин завжди є корисною для селекційного процесу так, як дає змогу виділити більш пластичні й адаптовані до певних несприятливих умов селекційні номери.

### 3.3 Схема досліду

Гібриди кукурудзи першого покоління (F1) конкурсного випробування висівали вручну пунктирним способом із міжряддям 70 см. Облікова площа ділянки - 5 м$^2$. У фазі 3-4 листків вручну формували густоту рослин із розрахунку 80 тис/га. Пізніше підраховували листя, рахували густоту, рахували кількість качанів та визначали врожайність. Варіанти в досліді розмішували методом рендомізованих блоків у трьохразовій повторності (рис. 3.4.)

Рис. 3.4. Схематичне зображення дослідних ділянок гібридів кукурудзи за роки проведення досліджень 2022-2023рр

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1_{I}$ | $2_{I}$ | $3_{I}$ | $4_{I}$ | $5_{I}$ | $6_{I}$ | $7_{I}$ | $8_{I}$ |
| $5_{II}$ | $7_{II}$ | $6_{II}$ | $8_{II}$ | $3_{II}$ | $4_{II}$ | $2_{II}$ | $1_{II}$ |
| $8_{III}$ | $4_{III}$ | $5_{III}$ | $7_{III}$ | $2_{III}$ | $1_{III}$ | $3_{III}$ | $6_{III}$ |

* Примітка: $1_{I}$ - $8_{III}$ - номери варіантів і повторність.

1. ст. F7 (ранньо - стиглий)
2. Чк 73
3. Со 125
4. ВІР 44
5. Ур 273
6. ст. F115 (середньоранній)
7. Ум 337
8. Ум 331

### 3.4. Методика проведення досліджень

У дослідженнях застосовували загальноприйняту для даної зони технологію вирощування кукурудзи. Посів проводили в оптимальні для зони строки. Господарські, біологічні та морфологічні ознаки кукурудзи вивчали згідно рекомендаціям, викладених у «Методиці державного

сортовипробування сільськогосподарських культур» [45] та «Методичних рекомендаціях польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи» [47].

В польових умовах оцінювали стан сходів, загальну кількість рослин, висоту рослин, висоту прикріплення нижнього господарсько-придатного качана, а також кількість листків на головному стеблі.

Облік листя проводили на 10 закріплених рослинах у двох несуміжних повтореннях. В фазі 5-6 листків надрізали верхівку п’ятого листка ножицями, а при утворенні 10-12 листків - надрізали десятий листок. Після утворення волотей підраховували загальну кількість листя. Перед збиранням урожаю підраховували густоту рослин на ділянках.

Фенологічні спостереження включали дати: сівби; сходів (початок-повні); з’явлення волотей (початок-повне), коли зпатрубка листків на 2-3 см вийшла волоть; цвітіння волотей (початок-повне), в момент з’явлення пиляків на центральній осі волоті; цвітіння качанів (початок-повне), при появі приймочкових ниток на качані, стиглості качана. Для визначення стиглості брали п’ять качанів, а день, коли не менше чотирьох качанів знаходились в повній фазі, реєстрували як дату ї настання. Фази стиглості визначали за станом зерна: молочна - зерно сформувалось, але при натискуванні на нього з’являється біла рідина; молочно-воскова консистенція зерна кашоподібна; воскова - при натискуванні нігтем на зерні залишається слід; повна - при появі темного шару в місці прикріплення зернівки до стрижня качана (у середній його частині).

Тривалість вегетаційного періоду визначали аз кількістю діб від сходів до повної стиглості та - від сходів до цвітіння качанів.

Збирання й облік урожаю проводили в один строк, коли у більшості гібридів було відмічене повне достигання, методом суцільного збирання з відбиранням середньої проби з двох несуміжних повторень для визначення виходу зерна та збиральної вологості. Усі качани з ділянки зважували, потім вираховували урожай у т/га при 14% вологості зерна. Вологість визначали

вологоміром Dickey - John multigrain, вихід зерна - методом установлення різниці у вазі качанів і зерна, вираженої у відсотках.

Оцінку селекційного матеріалу на стійкість до шкідників і хвороб проводили в умовах природного фону за методикою Вилкової Н.А., Іващенка В.Г., Фролова А.Н. та ін. [46].

Оцінку параметрів адаптивної здатності й стабільності новостворених простих гібридів вивчали за методикою Кільчевського А.В. та Хотильової А.В. [29; 30].

Математичну обробку експериментальних даних здійснювали за методами дисперсійного аналізу, викладеного Доспєховим Б.С. [18] та В.Ф. Мойсейченком і В.О. Єщенком [50] із використанням персонального комп'ютера.

## 3.5. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Попередниками для вирощування кукурудзи на зерно була озима пшениця. Після збирання попередника під кукурудзу на зерно проводили лущення стерні на глибину 6-8 см лущильником АГН-2,5 в агрегаті з трактором МТЗ-80. Оранку на зяб проводили плугом ПН-3-35 на глибину 22-24 см, а закриття вологи проводили важкими боронами з одночасним вирівнянням поверхні грунту шлейфами в агрегаті з трактором УСМК-5,4, який обладнували стрілчастими лапами. Сівбу гібридів кукурудзи на зерно проводили ручною сівалкою з послідуючим розгортанням грудок грабельками. Розпушування міжрядь проводили також вручну, заодно і була боротьба з бурянами. Середньоранні гібриди густота насадження рослин на гектарі при збиранні повинна становити 70 тис, а для середньостиглих гібридів – 60 тис. рослин на гектарі. Міжряддя розпушували двічі з інтервалом 14 днів. Збирали кукурудзу на зерно у фазі повної стиглості вручну. Біологічну врожайність визначали на однорядкових ділянках, довжиною 14,3 м, що складає 10 м² у 3-х кратній

повторності. Проміри проводились на 25-ти рослинах на всіх повтореннях. Під час збирання врожаю проводився повний облік врожаю, включаючи врожайність та вологість зерна. Результати були перераховані на гектар при вологості 14%.

# РОЗДІЛ 4. ПІДБІР ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ В МЕЖАХ КОЛЕКЦІЙНОГО ГЕНОФОНДУ УКРАЇНИ

## 4.1 Результати оцінки комбінаційної здатності нових інбредних ліній

Основними показниками, що характеризують селекційний матеріал, є продуктивність і якість продукції. Ці показники є комплексними, оскільки визначаються великою кількістю індивідуальних простих ознак і ознак і сильно змінюються під дією зовнішніх умов вирощування [191]. Тому таке визначення селекційної цінності вихідних матеріалів потребує точного визначення всіх ознак, які є господарсько цінними в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [192]. Основним матеріалом для отримання гетерозисних гібридів є самозапильні лінії. Основними вимогами до них є висока врожайність, висока насіннєва продуктивність, стійкість до абіотичних факторів та серйозних хвороб і шкідників. При створенні самозапильних ліній необхідно перевірити їх на придатність до механічного вирощування та збирання. Це дає змогу значно зменшити розрив між потенційною та фактичною врожайністю кукурудзи [193]. При виконанні завдань відбору важливо проводити оцінку постійних ліній за кількома ознаками. Фенологічні спостереження шляхом підрахунку кількості листків і качанів на рослинах, кількості рядів зерен і кількості зерен, розташованих на качані, вимірювання маси 1000 зерен, а також вимірювання кольору і консистенції зерна є відносно простим і не вимагає складних вимірювальне обладнання або високі витрати на оплату праці. Однак такі дослідницькі завдання, як оцінка комбінаторного потенціалу, визначення біохімічних і фізіологічних параметрів, стійкості рослин до пошкоджень хворобами та шкідниками, а також генотипові відповіді на пестициди, займають дуже багато часу та потребують великих людських ресурсів. Потрібні фізичні ресурси. [194]. Висновки про цінність самозапильних ліній можна зробити після визначення їх комбінаційної здатності. Велике значення мають позитивні поєднання в генотипах з високою поєднуваністю і добре

розвиненими господарсько цінними ознаками. Тому вивченню комбінаторної здатності передує оцінка ліній за такими ознаками, як насіннєва продуктивність, вологість посівів, ранньостиглість, посухо- та жаростійкість. [195]. У гібридному насінництві кукурудзи продуктивність материнського типу є одним з основних факторів, що впливають на собівартість продукції, рівень якої визначає потенціал та виробничу реалізацію створеного гібриду[196]. У гетерозисній селекції важливим фактором, що характеризує племінну цінність інбредних ліній, є комбінаційна здатність. Вона успадковується при самозапиленні та схрещуванні і певною мірою залежить від умов середовища випробування[43]. У цьому розділі представлено результати дослідження загальної та специфічної комбінаційної здатності нових самозапилених ліній кукурудзи та рекомендовано найбільш придатні форми схрещування і компоненти для гетерозисної селекції. Зазагальною комбінаційною здатністю за ознакою "врожайність сухого зерна" було виділено 16 найцінніших ліній. Дві лінії були визначені як високоефективні для ІЗЗ за кількома ознаками. За конкурентним гетерозисом було виділено чотири найкращі гібридні комбінації в дигібридній схемі схрещування. Підвищення продуктивності кукурудзи в Лісостеповому регіоні України в основному залежить від створення та швидкого впровадження у виробництво гібридних сортів кукурудзи з потенційною врожайністю 9,5-11,0 т/га та стабільною врожайністю протягом тривалого періоду в різних екологічних умовах. Основним способом створення гібридів є використання гетерозису. Вивчення ступеня гетерозиготного впливу та спадкової природи господарських ознак і має першочергове значення, корисне для селекції, дає можливість передбачити відбір батьків для схрещувань і дає можливість отримати гібридні сорти з відповідними параметрами, такими як урожайність. , вегетаційний період. , висота рослин та інші кількісні характеристики. Успішне розведення – створення, відбір та оцінка нових інбредних ліній. Генетична цінність ліній як компонентів гібридів характеризується насамперед їхньою комбінаційною здатністю та донорськими властивостями. Дослідження проводились на кафедрі генетики, селекції та

біотехнології УНУС у 2022-2023 роках. Досліджувані інбредні лінії були класифіковані на зубчасті, кременисті, кременисто-зубчасті та зубчасто-кременисті підвиди. За походженням ці лінії були створені від вихідних видів різного еколого-географічного походження.

Для визначення комбінаційної здатності ліній використовували метод Літуна і Проскурніна[16, 17]. Статистичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері з використанням сучасних програмних пакетів.

Штами оцінювали методом біунарних схрещувань: заучастю восьми штамів створено та вивчено 64 гібридні комбінації. Стандартом слугував середньоранній гібрид Вимпел МВ, занесений до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2016 року.

ЗКЗ і ЗКЗ вивчали за такими ознаками: "урожайністьзерна", "кількість зерен з качана" і "маса 1000 зерен". Інбредні лінії мали статистично значущі відмінності в ефектах ЗКЗ іСКЗ за кожною з досліджуваних ознак.

У нашому експерименті комбінаційну здатність оцінювали за ключовою ознакою "урожайність сухого зерна" в умовах правобережного Лісостепу. Для оцінки комбінаційної здатності використовували четвертий метод першої моделі Greefind в системі діалельного схрещування [44]. Матеріалом для дослідження слугували вісім інбредних ліній, відібраних з вітчизняної та зарубіжної селекції.

В таблиці 5 наведено Результат діалельних аналізів кращих інбредних ліній комбінаційної здатності гібридів кукурудзи за ознакою "урожайність зерна".

Таблиця *5*

Загальна комбінаційна здатність інбредних ліній кукурудзи за врожайністю

| Лінія | Ефекти ЗКЗ | | | | Варіанти ЗКЗ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | за роками | | | | за роками | | | |
| | 2022 | ранг | 2023 | ранг | 2022 | ранг | 2023 | ранг |
| Ум331 | 1.8 | 1 | 0.9 | 1 | 3.1 | 1 | 0.9 | 1 |
| Ум337 | 1.2 | 2 | 0.5 | 2 | 2.7 | 2 | 0.4 | 2 |
| F 7 | 0.5 | 3 | -1.1 | 8 | 1 | 3 | 0.3 | 4 |
| BIP44 | 0.5 | 4 | -0.3 | 5 | 0.2 | 5 | 0.1 | 7 |
| F 115 | 0.4 | 5 | -0.2 | 4 | 0.1 | 8 | 0.1 | 6 |
| Ур273 | 0.3 | 6 | -0.5 | 6 | 0.1 | 7 | 0.2 | 5 |
| Чк 73 | -0.5 | 7 | -0.1 | 3 | 0.2 | 6 | 0,02 | 8 |
| Со125 | -0.8 | 8 | -0.6 | 7 | 0.1 | 4 | 0.4 | 3 |

Виходячи з даних, представлених у нашому дослідженні, досліджувані інбредні лінії показали різні характеристики залежно від року дослідження, причому більшість інбредних ліній мали або негативний ефект, або не значний позитивний ефект в окремі роки. Втой же час ,найвищі ефекти ЗКЗ в роки досліджень були отримані для інбредних ліній Um33i1 та Um337, з ефектами ЗКЗ (1,8 та0,9) та (1,2та0,5) відповідно.

Аналіз отриманих результатів показує, що досліджувані генотипи можна розділити на три групи:

1. високий і стабільний, за роками показник ЗКЗ
2. середню і нестабільну КЗ (ймовірність мінливості 50 %)
3. низький показник комбінаційної здатності

Лінії УМ331 та УМ337 показали високий ефект ЗКЗ (займаючи перше та друге місце в рейтингу ліній за величиною експресії ЗКЗ) і мало змінювалися за роки досліджень.

У 2022 році всі досліджувані генотипи мали дещо нижчий ефект ЗКЗ, який можна віднести до третьої групи генотипів, тоді як у 2023році такі штами, як F7, BIP44 іта Ур273 характеризувалися середнім значенням нестабільності загальної комбінаційної здатності.

Однак аналіз ефектів загальної комбінаційної здатності не дає загальної картини селекційної цінності даної комбінації ліній. Показники не відображають рівень успадкування ознаки, зумовлений специфічною взаємодією генів у конкретній комбінації схрещування. Ці показники характеризують варіанти ЗКЗ та СКЗ ліній і дозволяють виявити специфіку взаємодії адитивної та неадитивної дії генів ознаку кожному досліджуваному генотипі [37, 45, 46, 47].

Як відомо, лінії з високою КЗ дають більший урожай зерна, вони більш урожайні, ніж із низькою КЗ. Здатність до поєднання є генетичною ознакою, яка визначається шляхом схрещування, що підтверджено експериментальними даними. Дослідження виявили, що лінії, які беруть участь в алельному схрещуванні, демонструють значні відмінності в їхній сукупній продуктивності та стабільності з часом. Так Ум33 і Ум337 мають найвищий і найстабільніший ЗКЗ для врожаю зерна, тоді як Со125 має найнижчий ЗКЗ (-0,6 до -0,8). Залежно від генотипу інбредних ліній кукурудзи та їх специфічної реакції на умови вирощування, вплив ЗКЗ є більш значущим або менш значущим.

## 4.2 Класифікація ліній за окремими господарсько-цінними ознаками і перспективи їх використання в гібридних комбінаціях

Селекція гібридної кукурудзи в останні десятиліття досягла значних успіхів. Кращі сучасні гібриди перевищують старі сорти по врожаю зерна на 100% і більше. Для створення гетерозисних гібридів кукурудзи за вихідний матеріал використовують смозапильні лінії [48].

Найбільш ефективним в одержанні інбредних ліній є стандартний метод, який ґрунтується на самозапиленні в перший рік кількох сотень відібраних рослин з подальшим вибракуванням нетипових за зовнішнім виглядом. Між

потомствами різних качанів та в межах потомства одного качана проводять добір. На третій рік насіння кожного качана відібраної родини висівають окремими рядками. Кращі рослини самозапилюються. Зберігаються по 1 – 3 кращих качана. Так роблять доти, поки кожна інбредна лінія не стане гомозиготною (5 – 7 років).

Здатність гомозиготної самозапильної лінії чи сорту давати при схрещуванні з іншими лініями гетерозисне гібридне потомство, яке має підвищені життєздатність та врожайність, називається комбінаційною здатністю.

Загальна комбінаційна здатність (ЗКЗ) певної батьківської форми (певного генотипу) виражається в її здатності давати гетерозисні гібриди при схрещуванні з різними іншими генотипами.

Специфічна комбінаційна здатність (СКЗ) батьківської лінії характеризується її відношенням до певної конкретної іншої батьківської форми, до іншого конкретного генотипу. Іншими словами, термін «загальна комбінаційна здатність» виражає середню цінність ліній у гібридних комбінаціях, а термін «специфічна комбінаційна здатність» – випадки, коли певні комбінації кращі або гірші, ніж можна було б очікувати, виходячи із середньої якості ліній.

Методи визначення комбінаційної здатності:

Для визначення комбінаційної здатності батьківських форм використовують такі методи:

1. діалельні схрещування;
2. топкрос;
3. полікрос;
4. вільне перезапилення.

У нашій країні Б.П. Соколовим та В.Е. Козубенком розгорнуто селекцію самозапилених ліній на базі місцевих сортів-популяцій ще у 20-30 рр. XX століття (Грушевська, Дніпровська, Зубовидна 3135), з яких в подальшому

отримано цілий ряд цінних ліній Г 380, Б 907, Г 28, Г 22, С 84, Ч 21 та ін.

Широко використовувались як вихідний матеріал для створення самозапилених ліній сорти, які в свій час були поширені в Україні – Харківська біла зубовидна, Харківська 23, Грушевська; в Росії - Білояре пшоно, Московська 3, Московська рання, Казанська, Воронезька 76, Зубоподібна 3135; в Молдові -Чинквантіно, Бесарабка та ін.

Родоначальниками перших самозапилених ліній, які створені на Дніпропетровській дослідній станції були сорти Грушевська, Стерлінг, Броун – Конті, Айворі – Кінг.

В селекції ліній Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва першоосновою лінійного матеріалу були сорти Зубоподібна 3135, Ворнезька 76, Глорія Янецького, Кремениста 880, Gaspi, Химгауер, Шиндельмайзер, Словацька жовта та ін..

В інших селекційних установах України, крім зазначених вище ліній, широко використовувались в селекції ранньостиглих ліній місцеві та селекційні сорти із закордону – Воронезька 80, Безенчуцька 4, Білояре пшоно, Немчинівська, Спасівська, Верховинська 239, Алтайська 90, Казанська 7, Омська 2, Омська 5 [49].

Наше дослідження проводилося в Уманському унуверситеті садівництва протягом двох років, а саме з 2022року по 2023рік. Генотипи вивчали за низкою параметрів, як-от вегетативний період, кількість листків на головному стеблі , висота рослини, висота прикріплення качана до стебла в нижній його частині, врожайність і стійкість до шкідників та хвороб.

Тривалість вегетації- одна з ознак, що визначає подальше використання генотипу в селекційній практиці за конкретних ґрунтово-кліматичних умов, забезпечує отримання зерна з найменшою польовою вологістю.

У результаті вивчення штамів світових і національних колекцій було віднесено 64зразки , з них стандартом для ранньостиглих штамів став відомий французький штам F7, а стандартом для середньоранніх штамів - F115.

Аналіз погодних умов у досліджуваному році показує, що опадів у травні

2022 року випало на 20 мм менше, ніж наступного, 2023року. Водночас середня температура в травні 2022року була також на 0,9°С нижчою, ніж у 2023 році. При цьому більшість вивчених ліній розвивалися на від двох до одинадцяти днів пізніше. Тому протягом двох досліджуваних років деякі лінії, що належать за всіма стандартами до ранньостиглих, виявилися середньоранніми (F7-106днів, Чк73-111днів) і середньо ранніми за строками дозрівання (F 115-122,5дня та УМ 331-122дня).

Таблиця 6

Триваліть вегетаційних періодів в інбредних ліній кукурудзи

| Назва матеріалу | Кількість днів від проростання до дозрівання | | |
|---|---|---|---|
| | 2022 рік | 2023 рік | середнє |
| Ранньостиглі | | | |
| F7ст | 102 | 110 | 106 |
| Чк 73 | 106 | 116 | 111 |
| середнє | 104 | 112 | 108 |
| Середньоранні | | | |
| F115ст | 117 | 128 | 122,5 |
| ВІР 44 | 110 | 115 | 112,5 |
| Ур 273 | 121 | 114 | 117,5 |
| Со 125 | 117 | 115 | 116 |
| Ум 337 | 123 | 119 | 121 |
| Ум 331 | 124 | 120 | 122 |
| середнє | 113,8 | 116.7 | 115.2 |

У цьому відношенні класифікація сортів за загальними критеріями скрутна. Більш точні оцінки скоростиглості можуть бути отримані за відмінностями в тривалості вегетаційного періоду. Крім того,дуже важлива оцінка за кількістю листків на головному стеблі-непрямою ознакою. Ця ознака меншою мірою залежить від погоди, ніж тривалість вегетаційного періоду, і може бути успішно використана для систематики в нетипових умовах.

За рокивипробувань погодні умови значно змінилися, що дало змогу більш детально оцінити досліджувані сорти.

Таблиця 7

Число листків на головному стеблі в інбредних ліній кукурудзи

| Інбредна лінія | Кількість листків на основному стеблі | | |
|---|---|---|---|
| | 2022 рік | 2023 рік | середнє |
| Ранньостиглі | | | |
| F7ст | 13,5 | 130,5 | 13,3 |
| Чк 73 | 14,3 | 13,9 | 14,1 |
| середнє | 13,9 | 13,5 | 13,7 |
| Середньоранні | | | |
| F115ст | 15,8 | 15,2 | 15,5 |
| ВІР 44 | 14,8 | 15,7 | 15,3 |
| Ур 273 | 16,7 | 16,8 | 16,8 |
| Со 125 | 16,5 | 16,0 | 16,3 |
| Ум 337 | 16,3 | 16,5 | 16,4 |
| Ум 331 | 17,1 | 17,3 | 17,2 |
| середнє | 16,2 | 16,2 | 16,2 |

Залежність вегетаційного періоду від кліматичних умов і тривалості фотоперіоду року змусила дослідників кукурудзи шукати надійніші критерії

оцінки на ранньостиглість[42, 50,51,52].

У наступних експериментах методи оцінки та добору на ранню стиглість уточнювалися не тільки в типових умовах, а й у роки, коли тривалість вегетаційного періоду була нетиповою під впливом температурних чинників і коливань вологозабезпеченості, а також коли генотипи з різним потенціалом ранньої стиглості зацвітало та достигало практично одночасно. Це дає змогу зробити висновок про те, що кількість листків [38, 53, 54-63], яку вважають одним із найнадійніших показників ранньої стиглості, підтвердилася і в наших експериментах. Як узагальнення досліджень, проведених багатьма авторами в різних регіонах, в Інституті рослинництва Української академії сільськогосподарських наук В.Я.Юр'євим було розроблено класифікаційний довідник видів Zea mays [33]. У цьому довіднику наведено критерії класифікації практично всіх важливих ознак кукурудзи. Така залежність тривалості вегетаційного періоду від погодних умов року, а також від фото періоду, спонукала науковців, що працюють з кукурудзою шукати більш надійні критерії оцінювання ранньостиглості [42, 50, 51, 52].

Відповідно до класифікаційної схеми, згаданої вище [33], досліджувані зразки були розділені на кілька груп стиглості за кількістю листків на головному стеблі:

- ранньостиглі- 12-14листків;
- середньоранні-14-16листків;
- середньостиглі-16-18листків;
- пізньостиглі18-20листків.

Кількість листків вказувала на стійкість, яка мало змінювалася залежно від кількості років у досліді або кліматичних умов, як видно з таблиці 3.

При характеристиці інбредної колекції ознака вцілому була найбільш стабільною у ліній Чк73 таУм337.

Результати досліджень показали, що досліджувані гібридні лінії належать до ранньостиглої та середньоранньої груп.

Тому критерієм класифікації гібридних ліній за стиглістю в даному регіоні,

ймовірно, може бути кількість листків на головному стеблі, чого не можна сказати про вегетаційний період, який може сильно варіювати в залежності від років дослідження навіть в одній кліматичній зоні.

### 4.3. Висота рослин та рівень закладання нижніх господарсько-придатних качанів

Ознаками, що впливають на механізовану сівбу та врожайність, є висота кріплення та господарсько-корисна висота нижнього качана, стійкість до вилягання та ламкість(крихкість) стебла [31, 64]. Варіації в ідентифікаційних характеристиках були пов’язані з різними факторами, такими як цілорічні погодні умови, режим опадів і тривалість вегетаційного періоду, однак, в посібнику класифікатора видів Zea mays поділено генотипи на такі показники: високий – висота рослин 1,51м-2,0м; середній – висота рослин 1,26-1,5м; та низький діапазон – висота рослин становить 1,01-1,26м.

Виходячи з даних таблиці 8, можна сказати, що 25% ліній віднесено до зразків з високою висотою рослин, це лінії Ур273 та Ум 331, 62,5% ліній -до зразків із середнім проявом ознаки"висота рослин", а лінія Со125 (12,5%)-до зразків з показниками нижче 125см.

Лінії, що відповідали середньому значенню за ознакою висоти бур'янів, були класифіковані наступним чином: F 7, ВІР 44, Чк73, F115 та Ум337, висота рослин цих ліній коливалася від 126см до 150 см, тоді як найнижча висота лінії була у лініїі Со125-124,7см протягом двох років.

Якщо розглядати гібридні лінії в загальному, то найнижча висота рослин спостерігалася в 2023 році, що пов'язано з тим, що на формування тіла рослини кукурудзи вплинули кліматичні умови і спостерігався дефіцит води протягом сезону.

Таблиця 8

Висота рослин інбредних ліній кукурудзи

| Інбредна лінія | Висота рослин інбредних ліній кукурудзи, см | | |
|---|---|---|---|
| | 2022 р. | 2023 р. | середнє |
| Ранньостиглі | | | |
| F7ст | 136,8 | 130,3 | 133,6 |
| Чк 73 | 144,7 | 119,5 | 132,1 |
| середнє | 140,3 | 124,5 | 132,4 |
| Середньоранні | | | |
| F115ст | 163,7 | 131,9 | 147,8 |
| ВІР 44 | 144,1 | 122,2 | 133,1 |
| Ур 273 | 174,2 | 153,6 | 163,9 |
| Со 125 | 130,6 | 118,9 | 124,7 |
| Ум 337 | 145,0 | 127,2 | 136,1 |
| Ум 331 | 162,5 | 153,5 | 158,0 |
| середнє | 155,0 | 134,5 | 144,7 |

Таким чином, виходячи з наших спостережень та досліджень, ймовірність досягнення кукурудзою висоти в 140 см і більше залежить не тільки від генотипу, а й від кількості опадів, які випадали протягом всього вегетаційного періоду. Також тут зберігається загальна закономірність відмінностей між різними генотипами

Висота прикріплення качана і висота рослин, це важливі агрономічні ознаки в селекції кукурудзи, які значною мірою пов’язані з розвитком і врожайністю ліній кукурудзи [153, 154]. Качани, що розташовані близько до землі, призводять до втрат врожаю, затримують механізоване збирання, але при цьому сприяють кращій стійкості стебла до вилягання [158]. В свою чергу, надто високе розташування качана призводить до вилягання або навіть зламів стебла

В посібнику класифікатора-довідника видів Zea mays поділено генотипи кукурудзи за висотою прикріплення нижнього качана на такі показники:

- високий – від 71см до 100см,

- середній – від 51см до 70см,

- низький – від 31см до 50см,

- дуже низький - менше 30 см (табл. 9).

За висотою прикріплення нижнього господарсько-придатного качана було виділено групу зразків з середнім рівнем (51–70 см.), до якого увійшли інбредні лінії F7, Чк 73, Ур 273, F115 та Ум 331 та Ум 337.

Таблиця 9

Висота прикріплення нижнього господарсько-придатного качана у інбредних ліній кукурудзи

| Інбредна лінія | Висота прикріплення качана інбредних ліній кукурудзи, см | | |
|---|---|---|---|
| | 2022р. | 2023 р. | Середнє |
| Ранньостиглі | | | |
| F7ст | 61,2 | 49,7 | 55,4 |
| Чк 73 | 60,2 | 47,1 | 53,7 |
| середнє | 60,8 | 47,6 | 54,2 |
| Середньоранні | | | |
| F115ст | 58,3 | 50,3 | 54,3 |
| ВІР 44 | 50,4 | 39,1 | 44,7 |
| Ур 273 | 66,5 | 58,9 | 62,7 |
| Со 125 | 44,1 | 39,7 | 41,9 |
| Ум 337 | 54,7 | 47,1 | 50,9 |
| Ум 331 | 65,6 | 63,7 | 64,7 |
| середнє | 58,0 | 49,2 | 53,6 |

В інших груп ліній, таких як Со125 та ВІР44 була низька висота прикріплення качана, яка варіювала від 41,9см до 44,7см.

Виходячи з усього вище сказаного робиться отримуємо висновок, що в деяких гібридних ліній в наших дослідженнях з кукурудзою характеризуються середнім показником прикріплення качана до стебла, що становить 75%, а решту 25% припадає рослини з середнім прикріпленням качана до стебла, що робить їх придатними для механізованого вирощування та збирання врожаю.

### 4.4. Продуктивність інбредних ліній кукурудзи

Продуктивність сільськогосподарських культур визначається інтенсивністю і спрямованістю перебігу фізіолого- біохімічних процесів, що лежать у основі росту і розвитку рослин. Продуктивність рослин є вирішальним фактором у визначенні її вибіркового використання. Для виробника насіння урожайність інбредних ліній кукурудзи в першу чергу залежить від генотипу, умов середовища, агротехнічних прийомів, структурно-фізіологічних ознак рослини [65–68]. За результатами нашого дослідження ми розділили колекцію інбредних ліній по врожайності на дві групи стиглості: ранньостиглі сюди ввійшла лінія F7, яку використовуємо для цієї групи як стандарт, та середньоранні, сюди ввійшла лінія F115 , яку також використовуємо як стандарт для цієї групи(табл. і 10). З двох ліній раннього дозрівання лише одна стандартна лінія F7 мала високу врожайність із середньою врожайністю якої становила 4,18 т/га за два досліджувані роки, а середня врожайність у Чк 73 становила 3,7 т/га. Середньоранні інбредні лінії були представлені стандартом як лінія F115 із середньою врожайністю 4,54 т/га за два роки. Також такі лінії як Ум331 та ВІР44 були самими найбільш врожайними, середня урожайність яких за два роки дослідження становила Ум331 -5,39 т/іга інша лінія ВІР44 – 5,06 т/іга. Із списку середньоранніх гібридів тільки 2 лінії вважалися

низьковрожайними, де урожайність їх була менше 4,5 т/іга, це Со125 – 4,2 т/іга та Ур273 – 4,26 т/іга. Решта три ліній віднесли до вивсоковрожайних, це ВІР44, Ум331, Ум337 та стандарт F115. В загальному у досліді встановлено, що найвищу стабільну продуктивність мають лінії Ум331 та ВІР44, причому за два роки досліджень кожна з цих ліній перевищувала стандарт на 0,85 та 0,52 т/га відповідно до ліній.

Таблиця 10.

Урожайність інбредних ліній кукурудзи

| Лінія | Урожайність інбредних ліній кукурудзи, т/га | | |
|---|---|---|---|
| | 2022 р. | 2023 р. | середнє |
| F7ст | 4,64 | 3,71 | 4,18 |
| Чк 73 | 3,79 | 3,61 | 3,70 |
| середнє | 4,22 | 3,41 | 3,82 |
| Середньоранні | | | |
| F115ст | 4,79 | 4,28 | 4,54 |
| ВІР 44 | 5,99 | 4,12 | 5,06 |
| Ур 273 | 4,73 | 3,78 | 4,26 |
| Со 125 | 4,45 | 3,98 | 4,22 |
| Ум 337 | 4,91 | 4,51 | 4,71 |
| Ум 331 | 6,34 | 4,44 | 5,39 |
| середнє | 4,87 | 3,98 | 4,43 |

$НІР_{0,5}$ за фактором А (генотипи) – 0,27 т/га
$НІР_{0,5}$ за фактором В (середовище) – 0,44 т/га
$НІР_{0,5}$ взаємодії АВ – 0,77 т/га

Аналіз наданих даних не повинен зосереджуватися виключно на врожайності конкретної інбредної лінії, оскільки високопродуктивні зразки та зразки з низькою врожайністю під час схрещування призводять до більш продуктивних гібридів. Завдяки математичному аналізу доведено, що найкращі лінії мають переваги. тобто з фактором А (генотипи), який показує, що NIR0,5 становить 0,27 т/га у 2022 році, досліджувані лінії можна класифікувати на три групи. Найбільш продуктивними є лінії УМ 331, УМЗ 337 і ВІР44. У наступні роки Um337 в цілому зміцнив свої позиції, тоді як VIR44 у 2023 році продемонстрував значно нижчу врожайність. Інбредні лінії кукурудзи продемонстрували значне зростання врожайності у 2022 році: 6 із 8 виробляли понад 4,5 тонни на голову. Відповідно до NIR0.5, умови року характеризуються сприятливими рівнями потенціалу врожайності та можуть бути виміряні роками досліджень. Кращі варіанти лінії UM337 і UMP331 мали високі показники продуктивності, які істотно відрізнялися в часі. Найбільшу врожайність з усіх досліджених генотипів було досягнуто у 2022 році в середньому. Рівень урожайності всіх досліджених у досліді ліній був достатнім для використання діалельної схеми, про що свідчить NIR0,5 взаємодії факторів А і В, який становить 0,77 т/га.Rephrase Таким чином, обрані нами лінії можуть бути ефективно використані для селекційної продуктивності та задоволення вимог насінництва щодо компонентів гетерозисних гібридів.

# РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ

## 5.1. Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек при виконанні робіт на посівах кукурудзи

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я й працездатності людини у процесі праці.

Нещасні випадки зі смертельними наслідками в АПК найчастіше трапляються під час експлуатації самохідних машин (до 70 % випадків). Це насамперед колісні трактори, зерно- і кормозбиральні комбайни та вантажні автомобілі. Причиною приблизно 30 % нещасних випадків у сільському господарстві є банальна неуважність і порушення працівниками простих норм безпеки праці під час виконання механізованих процесів. Наприклад, досить часто працівники в рільництві отримують травми внаслідок наїзду автомобіля чи трактора, який рухався заднім ходом. Досі в агрокомплексі не викоренено випадки ризикованого перевезення людей у необладнаному відкритому кузові вантажного автомобіля або й у тракторному причепі.

До факторів, які можуть спричинити нещасний випадок під час посівної, належать:

- відсутність попереджувальних знаків і написів на сільгоспмашинах;
- відсутність інструкцій з охорони праці, технічних описів та інструкцій з експлуатації машин та обладнання;
- відсутність захисних (огороджувальних) пристроїв на рухомих частинах машин та обладнання;
- відсутність двостороннього зв’язку на агрегатах, де працюють двоє і більше осіб;

- відсутність заземлення на електрообладнанні та ємностях для зберігання й перевезення паливо-мастильних матеріалів;
- відсутність захисних пристроїв на охолоджених і нагрітих частинах машин та обладнання;
- відсутність (несправність) захисних огорож (кожухів) на мобільних робочих місцях;
- відсутність (невідповідність технічним умовам) засобів колективного та індивідуального захисту, спецодягу, спецвзуття;
- несправність (відсутність) вентиляційного та опалювального обладнання у кабінах тракторів і комбайнів;
- несправність механізмів керування та гальмівних систем машин;
- несправність пускових та блокувальних пристроїв;
- несправність електрообладнання машин і механізмів;
- несправність тягово-зчіпних пристроїв;
- неприєднання гальмівної системи причіпних машин до гальмівної системи тракторів.

ЗАБОРОНЕНО:

- допуск працівників до виконання робіт без проходження необхідного інструктажу з охорони праці;
- допуск працівників до робочого місця в стані алкогольного чи наркотичного сп’яніння;
- використання машин, механізмів обладнання та інструмента в несправному стані та не за призначенням;
- усунення несправності техніки на працюючому обладнанні без його зупинення;
- робота без захисних пристроїв, спецодягу та засобів індивідуального захисту;
- проїзд сільгоспмашинами за незапланованими маршрутами.

## 5.2. Охорона навколишнього середовища при вирощуванні інбредних ліній кукурудзи

У сучасних умовах сільськогосподарське виробництво розглядається як галузь, що завдає значної шкоди навколишньому природному середовищу через забруднення пестицидами та добривами, викликає широкомасштабні процеси деградації ґрунтів, негативно впливає на здоров'я людей [1]. Водночас щороку зростають потреби населення планети у продуктах харчування, основним джерелом яких є саме сільське господарство. Темпи приросту населення значно переважають темпи приросту обсягів виробництва сільськогосподарської продукції [2].

Останніми роками в Україні суттєво зросло виробництво сільськогосподарської продукції, що зумовлено підвищенням цін на продовольство у світі та зростаючою привабливістю аграрного сектора для інвестицій. У зв'язку з інтенсифікацією аграрного виробництва та переведенням галузі на промислову основу зростає небезпека забруднення навколишнього середовища агрохімічними засобами. Це пов'язано зі зростанням надходження в агроекосистеми пестицидів, мінеральних добрив та інших агрохімічних засобів на тлі дуже низького рівня використання органічних добрив як джерела поповнення запасів органічної речовини у ґрунтах [3].

Забруднення навколишнього природного середовища відбувається на не лише під час використання добрив, а на всіх технологічних етапах виробництва, транспортування і використання агрохімікатів. Численні експериментальні дослідження свідчать про те, що внесення науково обґрунтованих норм добрив не впливає негативно на агроекосистеми. Проте систематичне та нераціональне використання добрив у високих нормах може спричинити серйозні порушення в біогеохімічному циклі поживних речовин у природному середовищі. Загроза таких порушень можлива насамперед у

районах інтенсивного ведення аграрного виробництва, а також за недотримання сівозміни, насичення технічними культурами структури площ сівби, в овочевих сівозмінах і приміських зонах великих міст, а також у разі неправильного використання добрив.

Отже, забруднення ґрунту, спричинене мінеральними добривами, як правило, на порядок нижче за техногенне. Такі розрахунки є умовними, але вони суперечать уявленню про те, що добрива є найбільшим фактором техногенного забруднення ґрунту важкими металами та про можливість отримати екологічно чисту продукцію рослинництва без внесення мінеральних добрив.

Токсичність важких металів, яка активно виявляється на легких, бідних на гумус ґрунтах з кислою реакцією середовища [7], може бути істотно зменшена або усунута в результаті таких агротехнічних заходів: - внесення хімічних меліорантів, які витісняють важкі метали, з наступним їх вимиванням у нижчі шари ґрунту; - вирощування толерантних рослин, які поглинають велику кількість важких металів, з наступним вивезенням біомаси з поля та її знищенням; - глинування легких ґрунтів для зменшення рухомості і залучення в біотичний колообіг важких металів, оскільки глинисті мінерали їх інтенсивно поглинають; - застосування органічних речовин – сорбентів важких металів, з якими вони утворюють різної міцності органо-мінеральні комплекси. Тому внесення органічних добрив є одним з ефективних методів боротьби з активністю важких металів та їх вбирання рослинами; - вапнування ґрунтів різко зменшує рухомість і біологічне поглинання важких металів, оскільки гідроксиди важких металів є нерозчинними у воді сполуками; - зняття та видалення верхнього забрудненого шару ґрунту або проведення глибокої плантажної оранки; - вирощування на забруднених ділянках технічних культур, насінників і зернових культур

Забруднення ґрунту внаслідок нераціонального використання добрив та інших агрохімікатів часто слугують аргументом на користь відмови від їхнього застосування. При цьому послідовники такого способу виробництва

«забувають», що саме використання добрив слугує потужним фактором підвищення рівня родючості, збільшення врожайності усіх без винятку сільськогосподарських культур, поліпшення якості та біологічної цінності сільськогосподарської продукції.

На нашу думку, дискусія може розгортатися не навколо питання чи застосовувати добрива, чи ні. Предметом наукових досліджень і виробничих перевірок можуть бути дози, строки і форми використання добрив під окремі культури та системи удобрення культур у сівозмінах. Важливу роль у цьому процесі відіграє інформування науковців і виробничників про нові результати наукових досліджень в галузі агрохімії, поширення позитивного досвіду використання добрив, характеристика нових форм добрив і умови ефективного їх застосування тощо. Збереження родючості ґрунтів має стати пріоритетним напрямком діяльності у кожному господарстві, яке зайняте у сфері агропромислового виробництва.

Найважливішим завданням усіх, хто сьогодні працює в аграрному секторі повинно стати глибоке усвідомлення великої відповідальності за екологічний стан ґрунтів. Бо від того, як будуть збережена і відтворена родючість ґрунту зараз залежатиме те, якою вона залишиться нащадкам, залежатиме майбутнє нашої держави, добробут і суспільний розвиток наступних поколінь українського народу.

# ВИСНОВКИ

1. Такі лінії як Ум331, Ум337 та УР273 — інбредні лінії, що володіють поєднанням насіннєвої продуктивності та стійкості до шкідливих біотичних і суміжних факторів.

2. Доведено, що оцінка скоростиглості генотипів кукурудзи за кількістю листків на головному стеблі є більш вигідною, ніж вивчення періоду вегетації, який може відрізнятися в різних кліматичних зонах.
3. Встановлено високі показники комбінаційної здатності ранньостиглих та середньоранніх ліній та відносної продуктивності інбредних ліній в Ум331 та Ум337 відповідно до врожаю.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – 2-е видання, виправлене. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 808 с.

2. Зінченко О.І. та ін. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред.. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2003. – 591 с.

3. Біологічне рослинництво: Навч. Посібник / О.І. Зінченко, О.С. Алексєєва, П.М. Приходько та ін.; За ред. О.І. Зінченка. – К.: Вища шк., 1996. – 239 с.: іл..

4. Інтенсивні технології вирощування зернових і технічних культур / За редакцією А.І. Зінченка та І.М. Карасюка. – К.: Вища шк. Головне видавництво, 1988. – 327 с.

5. 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.

6. Бомба М.Я., Бомба М.І. Використаймо кукурудзу сповна //Пропозиція.-2001.-С.40-43.

7. Коровіхін С.В. Вплив густоти посіву на водоспоживання кукурудзи в умовах південного Степу //Вісник аграрної науки.-1999.-№9.-С.78-79.

8. Снітинський В. В. Екологічний аудит сільськогосподарських підприємств / В. В. Снітинський, О. Д. Зинюк // Вісник Львівського державного аграрного університету : агрономія. – 2001. – № 5. – С. 4-8.

9. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси / А. О. Бабич. – К. : Аграрна наука, 1996. – 570 с.

10. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / М. В. Присяжнюк, С. І. Мельник, В. А. Жилкін [та ін.]. // Посібник українського хлібороба. – К. : АКАДЕМПРЕС. – 2011. – С. 41-69.

11. Шевчук М. Й. Агрохімія : підручник : у 2 ч. / М. Й. Шевчук, С. І. Веремеєнко, В. І. Лопушняк ; за ред. М. Й. Шевчука. – Луцьк : Надстир'я, 2012. – Ч. 1. – 195/

12. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань : навч. посіб. / За ред. В.І.Лопушняка – Львів : Новий світ – 2000, 2009. – 288 с.

13. Спеціальна селекція і насінництво польових культур// За ред. В.В. Кириченка.- Х.:ІР ім. В.Я. Юрєва НААН України, 2010.- С.203-248.;

14. Спеціальна селекція і насінництво польових культур//За ред. М.Я. Молоцького –Біла Церква, 2010- С.120-146;

15. Генетика і селекція в Україні на меж тисячоліть: У 4т. /Редкол.: В.В. Моргун та ін.- К.;Логос, 2001.-Т.2. – С.571-631.

16. Дзюбецький Б. В. Селекція кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, С. П. Антонюк // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К .: Логос, 2001. – Т. 2 – С. 571–589. 142

17. 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.

18. Hallauer A. R. Corn breeding / A. R. Hallauer, W. A. Russell, K. R. Lamkey, G. F. Sprague, J. W. Dudley (eds) // Corn and corn improvement. – 3-rd end. Agro. Monogr. – Am. Soc. Agron., Madison, Wis., 1988. – № 18. – P. 463– 564.

19. Дзюбецький Б. В. Сучасний тип трилінійного гібрида кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, С. П. Антонюк, М. М. Федько // Селекція і насінництво : міжвідомчий тематичний наук. зб. – Харків, 2008. – Вип. 96. – С. 121−128.

20. Troyer A. F. Background of U. S. hybrid corn: II. Breeding, climate, and food / A. F. Troyer // Crop Sci. – 2004. – V. 44. – P. 370–380.

21. Mikel M. A. Evolution of North American Dent Corn from Public to Proprietary Germplasm / M. A. Mikel, J. W. Dudley // Crop Sci. – 2006. – V. 46. – P. 1193–1205.

22. Дзюбецький Б. В. Селекція середньопізніх гібридів кукурудзи для зони Степу / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, Л. А. Ільченко [та ін.] // Зрошувальне землеробство : зб. наукових праць. – Херсон : Айлант, 2005. – Вип. 44. – С. 95–98.

23. Дзюбецький Б. В. Сучасна зародкова плазма в програмі з селекції кукурудзи в Інституті зернового господарства УААН / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель // Селекція і насінництво. – Харків, 2002. – Вип. 86. – С. 11–19.

24. Негода Т. В. Комбінаційна здатність за врожайністю зерна нових ліній кукурудзи плазми Айодент / Т. В. Негода // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2007. – № 31–32. − С. 59–63.

25. Черчель В. Ю. Дослідження плазмових ліній Hayodent, отриманих з різних генетичних джерел / В. Ю. Черчель, А. А. Олешко // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 1997. − № 4. – С. 23−27.

26. Дзюбецький Б. В. Використання зародкової плазми Ланкастер у гетерозисній селекції кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, Л. А. Ільченко // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2000. – Вип. 16. – С. 15−20.

27. Дзюбецький Б. В. Використання генетичної плазми Айодент у селекції вихідного матеріалу / Б. В. Дзюбецький, Н. А. Боденко, Т. М. Бондарь // Вісник аграрної науки. − 2013. − № 9. – С. 32−35.

28. Дзюбецький Б. В., Рожанська Н. А., Антонюк С. П., Олізько А. П. Селекція кукурудзи для умов степової зони України. – Дніпропетровськ, 1997. − No 4. P. 23−27.

29. Домашнєв П. П., Макаренко І. Т. Селекція гібридів кукурудзи для зони нестійкого зволоження. –Дніпропетровськ, 1986. – 182 с.

30. Бабич А. О. Посухи і пилові бурі, особливості їх формування, поширення та впливу на кормові й продовольчі ресурси України / А. О. Бабич // Вісник аграрної науки. − 1995. – № 7. – С. 3–12.

31. Молоцький М. Землеробство та зміни клімату / Молоцький М. //

Пропозиція. – 2000. – № 11. – С. 38–39.

32. Грабовська Т. О. Селекція посухостійкого вихідного матеріалу плазми Айодент з використанням фізіологічних методів : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 – селекція рослин / Т. О. Грабовська. – Дніпропетровськ, 2008 – 16 с.

33. Золотов В. І. Стійкість кукурудзи до посухи – основи біології, екології та сортової агротехніки. – Дніпропетровськ : Новая ідеологія. − 2010. – 274 с

34. Нетіс І. Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці : монографія. – Херсон : Айлант. − 2008. – 252 с.

35. Просунко В. М. Як впливатиме зміна клімату на рослинництво? (прогнози вчених) / В. М. Просунко // Селекція і насінництво. − 2006. – Вип. 93. – С. 3–20.

36. Літун П. П. Проблеми адаптивної селекції рослин в зв’язку зі зміною клімату / П. П. Літун, В. П. Коломацька // Селекція і насінництво. – 2006. – Вип. 93. – С. 67–91.

37. Молоцький М. Я. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин / М. Я. Молоцький, П. С. Васильківський,В. І. Князюк, В. А. Власенко // [підр. для студ. вищ. навч.закл.]. – К. : Вища освіта, 2006. – 463 с.

38. Григорюк І. П. Водний і високотемпературний стреси. Молекулярні та фізіологічні механізми стійкості рослин / І. П. Григорюк, М. М. Мусієнко // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т. 2. – С. 118–129.

39. Дзюбецький Б. Гібриди кукурудзи Інституту зернового господарства УААН – посухостійкі / Б. Дзюбецький, В. Бондар, В. Коваленко // Пропозиція. – 2003. – № 8–9. – С. 41–46.

40. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть : І-нт. / [Ред. кол. В. В. Моргун (голов. ред.) та ін.] – К. Логос. – 2001. – 636 с.

41. Коломієць О. Д. Неспецифічні реакції рослинних клітин на стресові

фактори / О. Д. Коломієць // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т. 2. – С. 41–47.

42. Коцюбинська Н. П. Загальні механізми адаптації рослин до негативних чинників різного походження / Коцюбинська Н. П. // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т. 2. – С. 60–66.

43. Капустін С. І. Селекція кукурудзи для умов Луганської області / С. І. Капустін, В. В. Неменущий, С. М. Неменуща // Бюлетень ІЗГ. − № 15– 16. – 2001. – С. 74–76.

44. Дзюбецький Б. В. Селекція гібридів кукурудзи, стійких до експериментальних умов вирощування / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель // Бюлетень ІЗГ УААН – Дніпропетровськ, 2007. − № 31−32. – С. 3−11.

45. Черчель В. Ю. Адаптивна стійкість самозапилених ліній кукурудзи різної зародкової плазми / В. Ю. Черчель, С. П. Антонюк, М. В. Вишневський, О. Б. Дзюбецький // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2001. – № 15−16. − С. 59−62.

46. Боденко Н. А. Селекція посухо- та жаростійких середньостиглих гібридів кукурудзи / Н. А. Боденко // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2001. – № 17. − С. 72−76.

47. Вишневський М. В. Діагностика та добір селекційного матеріалу кукурудзи на жаростійкість / М. В. Вишневський, В. Ю. Черчель, С. П. Антонюк, [та ін.] // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2003. – № 21−22. – С. 37−40.

48. Філіпов Г. Л. Використання фізіологічних методів діагностики для добору адаптивно стійких форм кукурудзи / Г. Л. Філіпов, М. В. 148 Вишневецький, Л. О. Максимова, [та ін.] // Бюлетень ІЗГ УААН. – 2009. – № 36. − С. 85–91.

49. Гур'єв Б. П. Проблеми адаптаційного потенціалу ранньостиглих гібридів кукурудзи // Урожай та адаптаційний потенціал екологічної системи

поля. Зб.н.пр. / Під ред. П. П. Литуна. – К., 1991. – С.79–85.

50. Козубенко Л. В. Продуктивність нових гібридів кукурудзи Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва / Л. В. Козубенко, М. М. Чупіков, Т. В. Івлєва, [та ін.] // Селекція і насінництво : зб. наук. пр. Ін-ту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва – Харків, 2002. – Вип. 86 – С. 26–31.

51. Дуда О. В. Використання різного за довжиною вегетаційного періоду вихідного матеріалу – результативний напрямок у селекції кукурудзи / О. В. Дуда // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ. – 2000. − № 14. – С. 67−69.

52. Нетреба О. О. Селекційна цінність нового вихідного матеріалу кукурудзи, створеного на базі ліній, контрастних за групами стиглості, в умовах зрошення / О. О. Нетреба, В. М. Туровець // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2008. – № 33–34. – С. 138–142.

53. Дзюбецкий Б. В. Комбінаційна здатність сімей S3 – S5, отриманих на базі подвійних сестринських гібридів кукурудзи генетичної плазми Айодент 151 / Б. В. Дзюбецкий, Т. М. Бондарь // Селекція і насінництво : міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків, 2014. – Вип. 105. – С.16−22.

54. Шевченко Т. А. Оцінка комбінаційної здатності стерильних ліній і сортів-відновлювачів фертильності та виявлення перспективних гібридних комбінацій зернового сорго / Т. А. Шевченко // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2005. − № 26−27. – С. 127−129.

55. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). [Під загальною редакцією голови Держкомісії України по випробуванню та охороні сортів рослин, кандидата с.-г. наук В. В. Вовкодава]. – К : 2001. – 64 с.

56. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи / І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун, Л. В. Козубенко – Харків, 1993. − 29 с.

57. Класифікатором-довідником виду Zea Mays L. / [авт.-упоряд. В. В.

Кириченко, І. А. Гур’єва, В. К. Рябчун, Н. В. Кузьмишина, С. М. Вакуленко, В. П. Степанова] – Харків. ІР ім. В. Я. Юр’єва УААН, 2009 – 84 с.

58. Setimela P. Evaluation of early to medium maturing open pollinated maize varieties in SADC region using GGE biplot based on the SREG model / P. Setimela, B. Vivek, M. Bänziger, J. Crossa, F. Maideni // Field Crops Res. − № 103. − 2007. – P. 161–169.

59. Gomes E. Yield stability of maize germplasm evaluated in several regions of Brazil / E. Gomes, E. Gama, S. Parentoni [et al.] // Agripec. Bras. − № 35. − 2000.– P. 1143–1149.

60. Abera W. J. Genotype – environment interactions and yield stability analyses of maize in Ethiopia / W. J. Abera, B. J. Van Rensburg, M. T. Labuschagne [et al.] // S. Afr. J. Plant Soil. − № 21. − 2004. – P. 251–254.

61. Антонюк С. П. Використання систем координат на площині в аграрній науці / С. П. Антонюк, В. С. Антонюк // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2010 – № 38. – С. 157–161.

62. Антонюк С. П. Сучасна модель простого гібрида / С. П. Антонюк, М. М. Федько // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2008 – № 33–34 – С. 127–131.

63. Бондарь Т. М. Добір за врожайністю та вологістю зерна самозапилених сімей плазми Айодент / Т. М. Бондарь // Стратегічні напрями сталого виробництва сільськогосподарської продукції на сучасному етапі розвитку аграрного комплексу України : зб. тез всеукр. наук.-практ. конф. молод. вчених і спеціалістів. – Дн-вськ : АкцентПП, 2014. – С. 14– 15.

64. Лавриненко Ю. О. Мінливість кореляційних зв’язків між кількісними ознаками кукурудзи та їх селекційне значення / Ю. В. Лавриненко // Таврійський науковий вісник. – Херсон : Айлант, 2001. – № 17. – С. 12– 17.

65. Гур’єва І. А. Цінний вихідний матеріал для селекції самозапилених ліній кукурудзи / І. А. Гур’єва, Н. В. Кузьмишина // Зб. наук. праць “Фактори

експериментальної еволюції організмів" : К. : Аграрна наука., 2004. – С. 341−343.

66. Чучмій І. П. Генетичні основи та методи селекції ранньостиглих гібридів кукурудзи / І. П. Чучмій, В. В. Моргун / К. : Наукова думка, 1990. – 283 с.

67. Дзюбецький Б. В. Тривалість періоду "сходи – цвітіння 50% качанів" у гібридів від схрещування ранньостиглоглих та середньопізніх ліній / Б. В. Дзюбецький, О. М. Дуда, В. Ю. Черчель, О. А. Олєшко // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2000. − № 12−13. – С. 60−64

68. Лавриненко Ю. О. Оцінка комбінаційної здатності ліній кукурудзи, отриманих з гібридів, створених за участі контрастних за тривалістю вегетаційного періоду батьківських форм / Ю. О. Лавриненко, О. О. Нетреба // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2007. – Вип. № 53. – С. 40−47.

69. Галечко І. Д. Оптимізація елементів раннього тестування кукурудзи / І. Д. Галечко // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 2007. − № 31−32. – С. 23−26.

70. Rojas B. A. A comparison of variance components in corn yield trails. III. General and specific combining ability and their interaction with location and years / B. A. Rojas, G. F. Sprague // Agron. J. – 1952. – V. 44. – P. 462–466. 155. Rojas B. A. Analysis of a group experiments on combining ability in corn / B. A. Rojas // M. S. Thesis. Ames : Iowa St.Coll. – 1951. – 47 p.

71. Бондарь Т. М. Добір кращих ліній отриманих при самозапиленні сестринських гібридів кукурудзи плазми Айодент / Т. М. Бондарь // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2014. – № 87. – С. 24–28.

72. Бондарь Т. М. Створення та добір вихідного матеріалу плазми Айодент за селекції середньостиглих і середньопізніх гібридів кукурудзи / Т. М. Бондарь // Високоефективні технології – шлях до стабілізації аграрного виробництва: матеріали наук.-практ. конф. молодих учених і спеціалістів. –

Чабани : ННЦ ІЗ НААН, 2011. – С. 35−36.

73. Бондарь Т. М. Характеристика тесткросів ліній плазми Айодент за показниками врожайність та збиральна вологість зерна / Т. М. Бондарь // “Історія освіти, науки і техніки” : матеріали VII Всеукр. конф. молодих учених та спеціалістів : − ДНСГБ НААН, 2011. – С. 54−55.

74. Надь Янош Кукурудза. – Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2012. – 502 с.

75. Олешко О. А. Селекція самозапилених ліній кукурудзи на основі гібридів, створених за участю ліній різних генетичних плазм, контрастних за довжиною вегетаційного періоду: дис. … кандидата с.-г. 160 наук : 06.01.05 / Олександр Анатолійович Олешко. – Дніпропетровськ, 2002. – 210 с.

76. Нетреба О. О. Успадкування мінливості ознаки “висота рослин” у гібридів кукурудзи різних поколінь самозапилення, створених гібридів на базі ліній, контрастних за довжиною вегетаційного періоду / О. О. Нетреба // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2005. – Вип. 44. – С. 99–102.

77. Гур'єв Б. П. Сучасні методи селекції ранньостиглої лінії кукурудзи / Б. П. Гур'єв, М. А. Логінова, Л. В. Козубенко Селекція і насінництво. – К. : Урожай. – 1980. – Вип. 58. – С. 6–11.

78. Зозуля А. Л. Методи класифікації гібридів і сортів кукурудзи за вегетаційним періодом / А. Л. Зозуля // Селекція і насінництво. – 1988. − №5. – С. 25–26.

79. Грабовський М. Б. Добір на скоростиглість у гібридних популяціях, одержаних за участю ліній гетерозисної групи Лакауне / М. Б. Грабовський, Н. А. Боденко [та ін.] // Бюлетень ІЗГ УААН. – 2007. − № 31–32. – С. 31−34.

80. Заїка С. П. Адаптивний потенціал ранньостиглих гібридів кукурудзи / С. П. Заїка, Л. І. Перевертун // Вісник аграрної науки. – 2000. – Спец. Вип. – С. 66-67.

81. Чупіков М. М. Адаптивний потенціал нових гібридів кукурудзи в варіюючих умовах волого-та тепло забезпечення / М. М. Чупіков, Н. С.

Овсяннікова, І. П. Барсуков, Т. В. Івлева // Селекція і насінництво. – 2008. – Вип. 96. – С. 205–214.

82. Воскобійник О. В. Селекція скоростиглих гібридів кукурудзи для Степу України / О. В. Воскобійник, В. Ю. Черчель // Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирощування : Тези Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених та спеціалістів. – Дніпропетровськ, 2000. – С. 60. 163

83. Чупіков М. М. Оцінка стабільності врожаю гібридів кукурудзи різних груп стиглості / М. М. Чупіков, Н. С. Овсяннікова, Л. М. Чернобай // Наукові праці Кримського державного агротехнологічного університету. Сільськогосподарські науки. –Сімферополь, 2005. – Вип. 91. – С. 154 – 158.

84. Овсяннікова Н. С. Адаптивність гібридів кукурудзи, створених за участю лінії УХ 408 / Н. С. Овсяннікова, І. П. Барсуков, Т. П. Камишан // Селекція і насінництво. – Вип. 99. – 2011. – С. 47–52.

# ДОДАТКИ