

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

05.03 – КМР. 2256 “С” 2023.12.12. 011 ПЗ

**ЛЕГЕНЬКОГО БОГДАНА ОЛЕКСАНДРОВИЧА**

**2024 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет агробіологічний**

**Кафедра генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського**

**УДК 631.527:633.15**

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан агробіологічного факультету**

\_\_\_\_\_ **Коваленко В. П.**

(підпис)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри генетики,  
селекції і насінництва ім. проф.**

**М. О. Зеленського**

\_\_\_\_\_ **Макарчук О. С.**

(підпис)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «ОЦІНКА КОМБІНАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ВИХІДНОГО  
МАТЕРІАЛУ КУКУРУДЗИ ПРИ СЕЛЕКЦІЇ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА»**

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Селекція і генетика сільськогосподарських культур»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

канд. с.-г. наук, доцент

\_\_\_\_\_ **Макарчук О.С.**

(підпис)

**Керівники магістерської кваліфікаційної роботи**

доктор філософії,

старший викладач

\_\_\_\_\_ **Спряжка Р. О.**

(підпис)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ **Легенький Б. О.**

(підпис)

**КИЇВ – 2024**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет агробіологічний

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри генетики, селекції і  
насінництва ім. проф. М. О. Зеленського

канд. с.-г. наук, доцент \_\_\_\_\_ Макарчук О. С.  
(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТАМ**  
**Легенькому Богдану Олександровичу**

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма «Селекція і генетика сільськогосподарських культур»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «**Оцінка комбінаційної здатності вихідного матеріалу кукурудзи при селекції на якість зерна**»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «12» грудня 2023 р. № 2256 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.10.30

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: інбредні лінії та створені за їх участі експериментальні гібриди кукурудзи.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- 1) Оцінити лінії та гібриди кукурудзи за показниками якості зерна;
- 2) Визначити загальну та специфічну комбінаційні здатності досліджуваних ліній;
- 3) Визначити найбільш раціональний, для кожної лінії, напрям використання в селекційному процесі для отримання гібридів з поліпшеними показниками якості зерна.

Дата видачі завдання “15” жовтня 2023 р.

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Спряжка Р. О.  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Легенький Б. О.  
(підпис)

## Зміст

<b>РЕФЕРАТ</b> .....	5
<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	8
<b>1.1. Значення кукурудзи, як модельної культури в гетерозисній селекції.</b> .....	8
<b>1.2. Використання світового та вітчизняного генофонду кукурудзи при     селекції на якість зерна.</b> .....	9
<b>1.3. Способи оцінки інбредних ліній кукурудзи.</b> .....	12
<b>РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	15
<b>2.1. Ґрунтові та кліматичні умови проведення досліджень</b> .....	15
<b>2.2. Матеріали та методика проведення досліджень</b> .....	19
<b>РОЗДІЛ 3. ДОБІР ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ</b> .....	21
<b>3.1. Оцінка інбредних ліній кукурудзи за цінними господарськими     ознаками та показниками якості зерна</b> .....	21
<b>3.2. Оцінка експериментальних гібридів кукурудзи за цінними     господарськими ознаками та показниками якості зерна</b> .....	25
<b>3.3. Загальна та специфічна комбінаційна здатність інбредних ліній     кукурудзи.</b> .....	31
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	41
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	43
<b>ДОДАТКИ</b> .....	46

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «оцінка комбінаційної здатності вихідного матеріалу кукурудзи при селекції на якість зерна» присвячена детальному вивченню та визначенню ефектів комбінаційної здатності інбредних ліній кукурудзи за показниками якості насіння.

Робота викладена у розмірі 47 сторінок друкованого тексту та складається із 3 основних розділів. Ілюстрована 5 фотографіями, містить 16 таблиць та 3 рисунки.

*Предмет досліджень:* вміст біохімічних елементів якості зерна: білку, крохмалю та олії інбредних ліній та експериментальних гібридів кукурудзи.

*Об'єкт досліджень:* інбредні лінії та експериментальні гібриди кукурудзи, створені на їх основі.

*Мета роботи:* розрахувати ефекти комбінаційної здатності та визначити напрями використання досліджуваних ліній

*Завдання:*

1. Оцінити лінії та гібриди кукурудзи за показниками якості зерна;
2. Визначити загальну та специфічну комбінаційні здатності досліджуваних ліній;
3. Визначити найбільш раціональний, для кожної лінії, напрям використання в селекційному процесі для отримання гібридів з поліпшеними показниками якості зерна.

**Ключові слова:** *інбредна лінія, гібрид, кукурудза, якість зерна комбінаційна здатність.*

## ВСТУП

Кукурудза (*Zea mays* L.) відіграє значну роль у харчуванні людей і худоби в усьому світі [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. Це найбільш широко вирощувана злакова культура у світі, що є основним продуктом харчування в багатьох країнах, що розвиваються [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. Це універсальна культура з великою генетичною варіабельністю, здатна успішно рости в усьому світі в тропічних, субтропічних і помірних агрокліматичних умовах.

Інбредні лінії є передумовою для розвитку гібридів кукурудзи. Аналіз комбінаційної здатності має особливе значення для перехреснозапильних культур, таких як кукурудза, оскільки він допомагає ідентифікувати потенційних батьків, які можуть бути використані для виробництва гібридів.

Комбінаційна здатність є важливим аспектом програми створення гібридів. Rojas, B.A. and Sprague, G.F [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. стверджують, що цінність інбредної лінії в комерційному виробництві гібридної кукурудзи визначається двома факторами: характеристикою самої лінії щодо врожайності, осипання пилку, стійкістю до хвороб тощо та поведінкою лінії в гібридних комбінаціях. З роками концепція комбінаційної здатності набувала все більшого значення не лише для кукурудзи, але й для інших культур.

Надійна селекційна програма дає можливість створювати високоврожайні сорти культури. Однак для розробки інноваційної програми селекції потрібна інформація про природу дію генів, що контролюють врожайність, і ознаки, що сприяють урожайності. Знання генетичної архітектури ознак є важливим для прийняття відповідної програми в селекції. Такі знання спонукають селекціонерів до розробки нових гібридів цієї культури [5]. Наведено, що інформація про варіації, які можна віднести до генетичних відмінностей, а також про взаємозв'язок між різними кількісними ознаками є принципово важливою для програми покращення врожаю. Дослідження комбінаційної здатності більш надійні, оскільки вони надають

корисну інформацію для відбору батьківських форм з точки зору продуктивності гібрида. Це допомагає отримати уявлення про природу дії генів на певну ознаку. Ця інформація також корисна селекціонеру для підбору різних батьків і гібридних комбінацій. Діалельний перехресний аналіз дає оцінку генетичних параметрів щодо здібностей до комбінування та картину домінантних відносин батьків, досліджених за допомогою першого покоління (F1).

Концепції загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) і специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) є важливими для розробки гібридів. Перша визначає середню поведінку лінії в її гібридних комбінаціях, а друг оцінює гібридні комбінації щодо середньої поведінки ліній. ЗКЗ є результатом адитивної дії генів, тоді як СКЗ залежить від домінування та епістазу [6]. Коли переважають ефекти СКЗ, рекомендується використовувати їх шляхом гібридизації. Інформація щодо здатності до комбінування та гетерозису є обов'язковою у програмі генетичного вдосконалення для розробки гібридів або сортів синтетиків.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Значення кукурудзи, як модельної культури в гетерозисній селекції.

Однією з відмітних особливостей кукурудзи є її здатність як до самозапилення, так і до перехресного запилення, хоча рівень перехресного запилення залишається низьким. Ця характеристика викликає занепокоєння щодо інбредної депресії, яка є результатом схрещування близькоспоріднених рослин. Щоб протидіяти таким генетичним обмеженням і підвищити продуктивність, селекціонери вже давно використовують явище гетерозису, також відоме як гібридна сила [11].

Гетерозис, або гібридна сила, відноситься до явища, за якого гібридне потомство виявляє кращі риси порівняно з їхніми батьківськими лініями [7]. Незважаючи на його широке застосування в рослинництві, точні механізми, що лежать в основі гетерозису, залишаються невідомими. Це явище спостерігається за різними ознаками, такими як швидкість росту, розмір, родючість і врожайність, що мотивує до широкого застосування гетерозису в програмах селекції сільськогосподарських культур [15].

Виділяють кілька типів гетерозису. Справжній (істинний) тип гетерозису визначається за величиною переваги гібрида над кращим з батьківських компонентів за ознакою, що вивчалася; гіпотетичний коли ознака що вивчається в гібрида порівнюється з середньоарифметичним рівнем ознаки обох батьків; конкурсний гетерозис, який визначається за перевагою створюваного гібрида над гібридом-стандартом, або середнім значенням по даній культурі [11].

Гібридизація надає стимулюючої дії всім процесам життєдіяльності організмів. Тому гетерозис розділяють на репродуктивний, соматичний та адаптивний.

Репродуктивний гетерозис виявляється у більш інтенсивному розвитку репродуктивних органів, що призводить до підвищеної врожайності насіння, плодів.

Соматичний – у більшому розвитку вегетативних органів рослини.

Адаптивний гетерозис у підвищенні пристосованості гібридів до умов середовища, їх конкурентоздатності в боротьбі за існування.[11]

Кілька гіпотез, що пояснюють явище гетерозису, було наведено незабаром після початку цілеспрямованого використання гетерозису. Основними серед них це гіпотези домінування, наддомінування та гіпотеза генетичного балансу [10]. Між собою ці гіпотези різняться залежно від того, який вид взаємодії спадкових факторів розглядається кожною з них як головної причини гетерозису.

Гіпотеза домінування показує, що домінантні ознаки гібридів, зазвичай бувають сприятливими для організмів, а рецесивні – найчастіше пов'язані з несприятливими. Теорія домінування пояснює гетерозис наявністю у гібриді сприятливих домінантних алелів різних генів, втрачених при інбридингу [8].

Гіпотеза наддомінування пояснює явище гетерозису стимулюючою дією гетерозигот на розвиток ознак у гібридів порівняно з дією обох типів гомозигот [12]. При цьому, ефект наддомінування в гетерозиготі може спостерігатися навіть у тому випадку, коли рецесивний алель в гомозиготі летальний або призводить до зниження життєздатності.

Концепція генетичного балансу є сполучною між гіпотезами домінування та наддомінування і визначає гетерозис як сумарний ефект фенотипової схожої дії різнорідних генетичних процесів.

## **1.2. Використання світового та вітчизняного генофонду кукурудзи при селекції на якість зерна.**

Прогрес при гетерозисній селекції кукурудзи значною мірою обумовлений використанням різноманітного за генетичним потенціалом вихідного матеріалу.

Сучасна технологія виробництва, зміна кліматичних умов, новітні підходи до створення продукції потребують удосконалення методів селекції та

пошуку нового вихідного матеріалу з комплексом цінних ознак, яким раніше не надавалось великого значення [14].

На сьогодні поглиблюються системні дослідження, які охоплюють такі питання, як адаптивна здатність рослин, генетична та фізіологічна різноманітність формування високої та стабільної врожайності, високого рівня імунітету, різного за якісним та кількісним біохімічним складом насіння [16]. В світовому масштабі важливе значення надається генетичним ресурсам рослин. Для цього створюють міжнародні генетичні банки, в яких зібрані найбільш об'ємні колекції рослин.

По кукурудзі найбільший обсяг колекцій зібрано в ряді університетів США, International maize and wheat Improvement Center (CIMMYT) Мексика, Australian tropical Field Crops Genetic Resource Center (AUSTRC), в Австралії, а також генбанках, Австрії, Болгарії, Франції, Польщі, Іспанії, Португалії та ін. В Україні збереження та мобілізація генетичних ресурсів культурних рослин здійснюється з 1992 р. за державною науково-технічною програмою «Генетичні ресурси рослин» [26].

На даний час в якості вихідного матеріалу в селекції кукурудзи найчастіше використовуються самозапилені лінії.

Метод створення інбредних ліній полягає у вузько-спорідненому розмноженні перехреснозапильних культур. При самозапиленні даних культур в перших поколіннях виникає генетичне розщеплення, внаслідок чого лінії отримують різний набір генів. Дані нащадки можуть різнитись за окремими цінними особливостями – кількістю рядів зерен, підвищеною якістю зерна, стійкістю до хворобі та іншими характерними показниками [24]. Ці якості можуть успадковувати гібриди, створені на основі отриманих при цьому методі ліній.

Добір при самозапиленні призводить до гомозиготності ознак за багатьма локусами. Перехід ліній до гомозиготного стану триває протягом декількох поколінь і супроводжується збільшенням інбредної депресії. Стан, коли депресія сягає свого максимуму, при якому відбувається стабілізація

ознаки, називається інбредним або депресивним мінімумом. Рівень депресії визначається її величиною і залежить від генотипу вихідного матеріалу [17]. Кожний етап створення самозапилених ліній супроводжується ретельним добром кращих біотипів.

Процес створення міжлінійних гібридів поділяється на три етапи: добір вихідного матеріалу для створення інбредних ліній (сорти, популяції, гібриди); створення і вивчення даних ліній; схрещування відібраних ліній з метою отримання гібридних комбінацій та їх вивчення.

В перших етапах селекційних робіт єдиним джерелом для створення самозапильних ліній були місцеві та селекційні сорти, на основі яких отримано 75 % інбредних ліній. Дані лінії найбільш повно представляли генетичну основу старих та покращених селекційних сортів. Це були лінії I циклу селекції, більшість з яких стали унікальними для селекції, деякі з них або їх покращені модифікації використовують і сьогодні. До таких ліній відносяться: С 103, С 123, Oh 40, L 317 – з сорту Ланкастер; В 14, В 37 з сорту Жовта Зубовидна Рейда; А 344, W 153 з сорту Айова Дент; СО 113, СО 103 [9].

У європейській геноплазмі також було виділено самозапильні лінії: F 2, F 7, F 564 – з північно-кременистого сорту Лакон; Ер 1 – з іспанського сорту; PLS 80, PLS 61 – з польського холодостійкого сорту Осконська; S 72, S 78 – з сорту Смоліца; DBc 14, DBc 8, DBE – 12 – з німецького сорту Шиндельмайзер; Dc 9, Dc 3, Dc 12, Dc 103 – з румунського сорту Добруджанка; MV 4, MV 12, MV 404, MV 1646 – з сорту Мінденсфлусте [13].

Вихідним матеріалом для самозапильних ліній другого циклу селекції слугували отримані раніше гібриди. Але, комбінаційна здатність таких ліній, часто буває низькою через спорідненість батьківських форм.

В Україні з початком розвитку селекційної роботи з кукурудзою в кожній окремій установі формувались робочі колекції, спочатку сортів, а пізніше і інбредних ліній. На сьогодні головною установою по збору та збереженню генофонду кукурудзи є Національний центр генетичних ресурсів рослин України Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН [18].

В колекції представлені форми більшості країн Європи, особливо тих, де досягнуті значні успіхи в селекції даної культури. Особливу цінність мають зразки стійкі до біо- та абіотичних факторів з Молдови, Франції, Сербії та Чорногорії, Польщі та ін. Підтримується колекція самозапилених ліній з США та Канади. Також зберігаються колекції місцевих сортів Іспанії, Португалії, Угорщини, Грузії. Проведено роботу по залученню, акліматизації та впровадженню до селекційних програми пізньостиглої зародкової плазми Мексики та Австралії [26].

Генетична основа для подальшої селекції кукурудзи значно звужується, виникає загроза зниження ефекту гетерозису. Тому в сучасних селекційних програмах провідних закладів та фірм вихідний матеріал підлягає ідентифікації за генетичною плазмою (геноплазмою, генотипом, генетичним походженням).

На сьогодні в селекційних програмах європейських та американських селекціонерів використовується до 14–16 геноплазм, однак базовими серед зубоподібних є Jodent, Reid, Lankaster, Krug, Minnessota 13, Wigor, Oksonka; серед кременистих – канадські – Northernflint, європейські – Lacoune, Lizargarate, Dobrudga, Mindesfpuste[23].

### **1.3. Способи оцінки інбредних ліній кукурудзи.**

Оцінка інбредних ліній за комплексом цінних ознак є однією з найважливіших задач в селекції кукурудзи.

Самозапилені лінії можуть оцінюватися за різними ознаками такими як морфологічні особливості, етапи розвитку, рівень продуктивності, визначення біохімічних показників, стійкості до умов навколишнього середовища, ураження хворобами, пошкодження шкідниками, оцінка комбінаційної здатності та інше [18].

Низка показників не потребують значних затрат праці та складного обладнання, тому на перших етапах створення самозапильних ліній в основному за ними проводиться добір кращих ліній. До таких показників

можуть відноситись: дати настання фенологічних фаз, їх тривалість, висота рослин, кількість листків та качанів та інші морфологічні ознаки. Також до таких показників можна віднести рівень продуктивності. Складовою цієї ознаки є ряд ознак: кількість зерен на качані, довжина качана, кількість рядів зерен на качані, маса 1000 зерен [19].

Важливо знати кількість зерен на качані, при висіві їх на ділянках гібридизації. Ця ознака тісно пов'язана з довжиною качана. Слід зазначити, що кількість рядів у ліній не так залежна від екологічних умов ніж довжина качана.

Маса зерна формується під час наливу зерна, тому піддається впливу екологічних умов в більш пізній час і незважаючи на те, що її рівень запланований в генотипі, межі її мінливості більш екологічно залежні. В той же час вплив цієї ознаки на формування продуктивності досить великий [15].

Одним з найцінніших показників може слугувати комбінаційна здатність. Добір самозапилених ліній з високою комбінаційною здатністю є однією з важливих задач, оскільки результати оцінки загальної та специфічної комбінаційної здатності дозволяють зосередитись на перспективних лініях [10].

Комбінаційна здатність – генетично обумовлена властивість ліній, що успадковуються нащадками при схрещуванні. Комбінаційна здатність поділяється на загальну і специфічну. Загальна комбінаційна здатність характеризує величину гетерозису, що спостерігається за всіма гібридними комбінаціями при схрещуванні ліній з іншими генотипами. Специфічна комбінаційна здатність показує відхилення гетерозису окремої комбінації від середньої величини [3].

Оцінка нових ліній кукурудзи за ЗКЗ передбачає добір ліній, при схрещуванні яких одержують гібридні комбінації, які за низкою ознак перевищують їх батьківські форми. Оцінка ліній за СКЗ проводиться для конкретних гетерозисних пар ліній, що забезпечили отримання високопродуктивного гібрида [4].

Основними методами оцінки комбінаційної здатності залишаються різні способи аналізуючих схрещувань з подальшим випробуванням гібридів.

Використовуються чотири найголовніші методи

- Діалельні схрещування (прямі, зворотні)
- Топкрос (повні, неповні)
- Полікрос
- Вільне перезапилення

Для специфічної оцінки за окремими ознаками використовують діалельну схему схрещувань. Суть полягає в схрещуванні низки материнських ліній з такою ж кількістю чоловічих ліній. Дана схема дозволяє детальніше визначити напрямок та рівень успадкування ознак і одержати практично цінні комбінації.

Для скорочення роботи при роботі з великими кількостями генетичних комбінацій використовують метод топкросу. Для цього материнські лінії схрещують з кількома лініями тестерами. Дає змогу доволі точно оцінити рівень ЗКЗ, а рівень СКЗ має меншу точність порівняно з діалельними схрещуваннями.

Полікроси та вільне перезапилення використовують при створенні синтетичних популяцій та для покращення однієї з батьківських форм гібрида в насінництві [27].

Використання абсолютних даних кількісних та якісних ознак, які можливо ідентифікувати безпосередньо у фенотипі як інформативні індекси для оцінки генетичної дивергенції, є одним з найбільш поширених методів при підборі пар для схрещування. Ці ознаки є також базовими для багатьох селекційних програм і рекомендовані Міжнародним союзом з охорони нових сортів рослин [22].

## РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Ґрунтові та кліматичні умови проведення досліджень

Клімат Білоцерківського району Київської області помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня температура січня  $-6^{\circ}\text{C}$ , липня  $+19,5^{\circ}\text{C}$ . За даними графіка найнижча температура – мінус  $10,3^{\circ}\text{C}$  була у лютому. Середня температура за весь холодний період –  $2,2^{\circ}\text{C}$ .

Дані по температурі повітря, вологості, кількості опадів та швидкості вітру взяті з метеосайту і показують дані моделювання погоди за 2024 рік для села Митниця що знаходиться неподалік та наведені на рисунку 2.1.

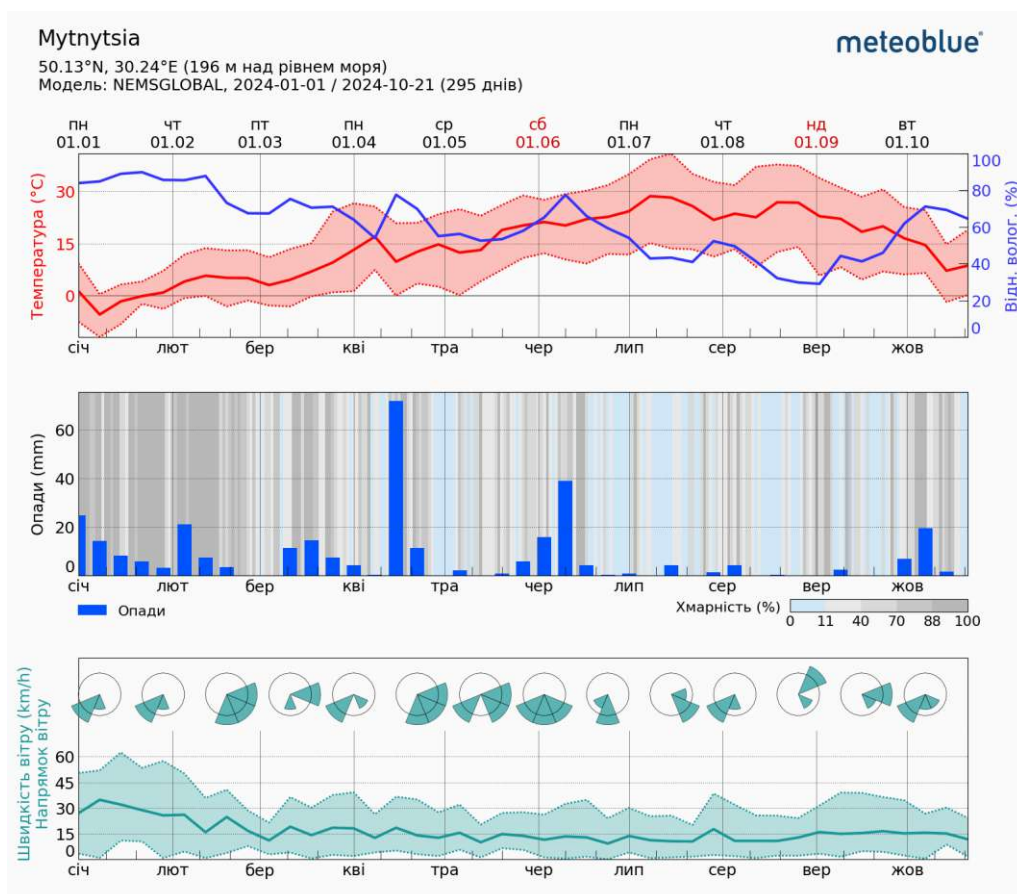
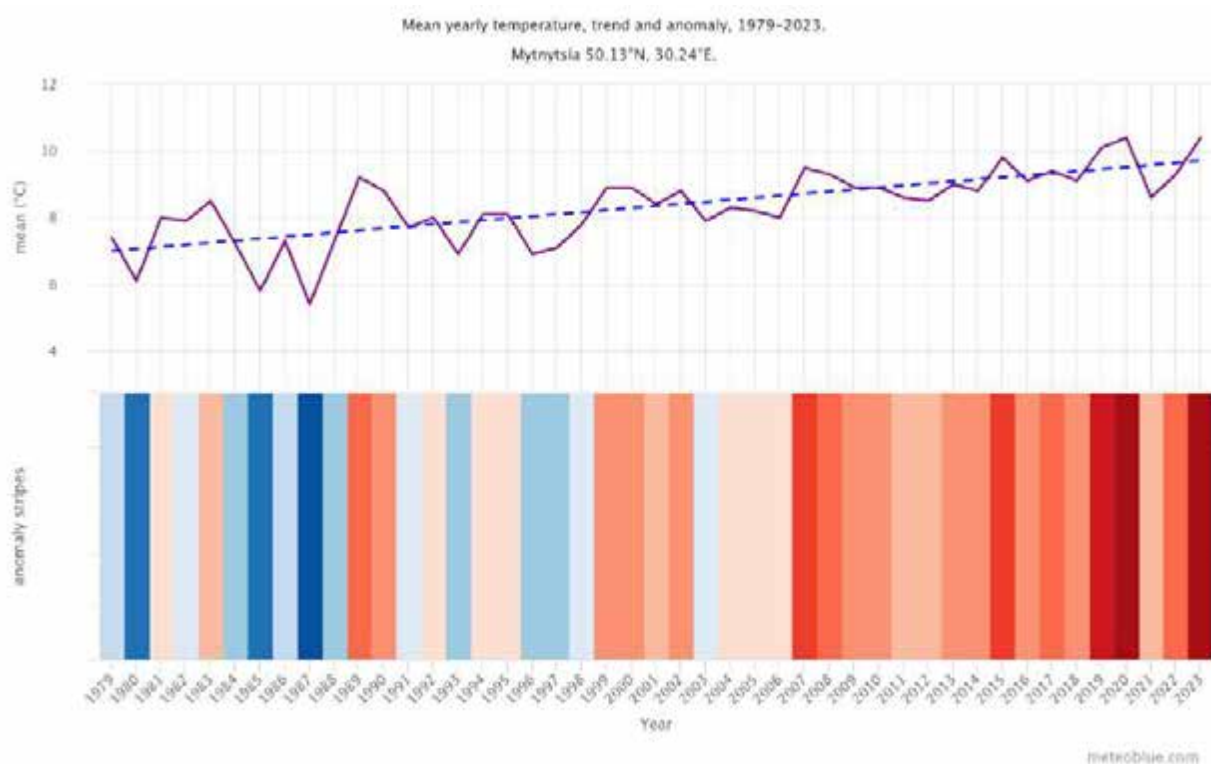


Рис. 2.1. Кліматичні умови місця проведення досліджень

Діаграма архіву погоди розділена на 3 діаграми:

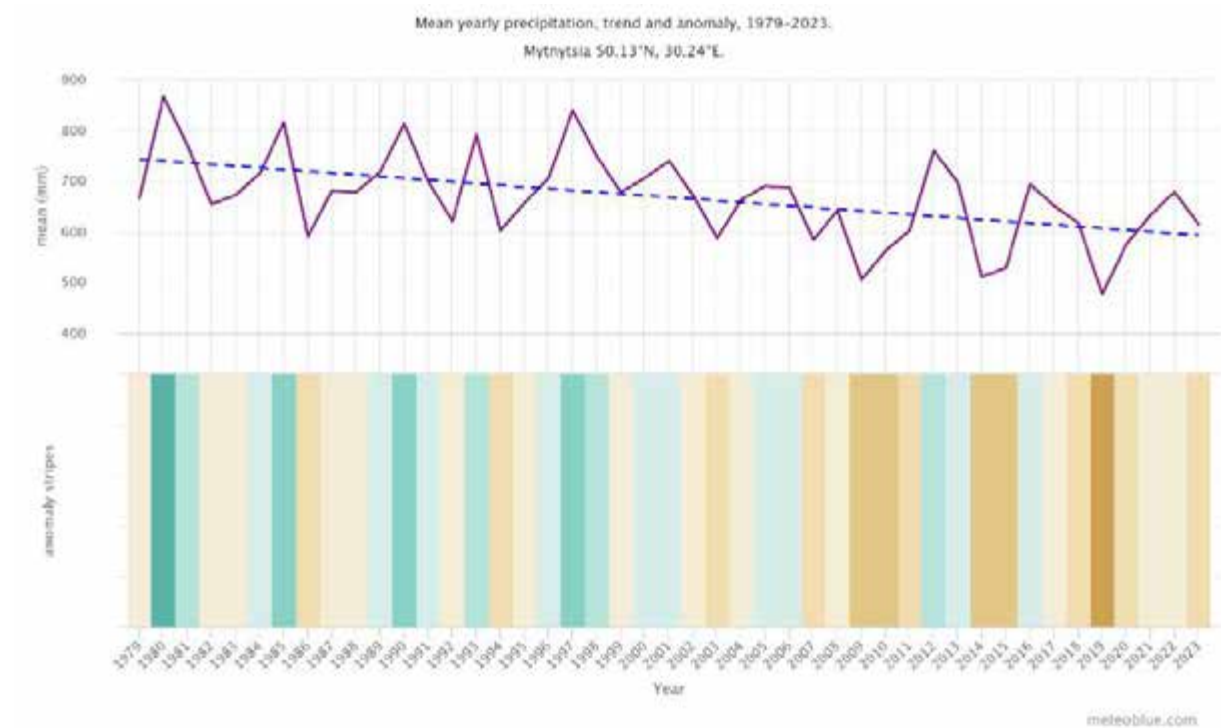
- Температура (червона лінія) і відносна вологість (синя лінія) за перші 15 днів; min, max, середня температура для більших інтервалів часу
- Кількість опадів (блакитні стовпчики), хмар (сірий фон), сонячне світло (блакитний фон). Чим темніше сірий фон, тим щільніше хмарний покрив.
- Швидкість і напрямок вітру (у градусах  $0^\circ$  = північ,  $90^\circ$  = схід,  $180^\circ$  = південь і  $270^\circ$  = захід). У метеограмі архіву погоди зелена лінія позначає швидкість вітру, а роза вітрів показує напрямок вітру.



**Рис. 2.2 Річна зміна температури**

Графік вище показує оцінку середньорічної температури для більшого регіону навколо Митниці. Пунктирна синя лінія - це лінійна тенденція зміни клімату. Якщо лінія піднімається зліва направо, то температурний тренд є позитивним, що свідчить про збільшення температури через потепління.

У нижній частині графіка показані так звані смуги потепління. Кожна кольорова смуга відображає середню температуру за рік - синя для більш холодних і червона для більш теплих років.



**Рис. 2.3 Річна зміна опадів**

Графік вище показує оцінку середньої загальної кількості опадів для більшого регіону. Так як лінія тенденція упускається донизу, то з кожним роком кількість опадів поступово знижується

У нижній частині графіка показані так звані смуги опадів. Кожна кольорова смужка відображає загальну кількість опадів за рік - зелена для більш вологих і коричнева для більш сухих років.

Ґрунтоутворюючою породою дослідної ділянки є лесовидний суглинок, який характеризується значним оглеєнням, із високим вмістом карбонатів кальцію (до 20%). Основним типом ґрунтів є чорноземи типові глибокі малогумусні карбонатні. Нижче в таблицях наведені дані даного типу ґрунтів[28]

*Таблиця 2.1*

**Запаси гумусу в ґрунті, чорнозем типовий**

Генетичний горизонт	Глибина, См	Вміст гумусу, %	Запас гумусу, т/га	Сгк/Сфк
Н	0-20	2,69	88,09	1,0
Нрк	25-35	2,3	28,75	0,98
НРк	35-45	2,18	25,5	0,95

Таблиця 2.2

## Фізичні та водно-фізичні властивості чорнозему типового

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Щільність твердої фази	Щільність складення	Загальна пористість, %	Максимальна гігроскопічність, %	Найменша вологоємність, %	Вологість в'янення, %
		г/см <sup>3</sup>					
Н	10-20	2,66	1,37	48.5	4,1	18.2	6,1
Нрк	30-40	2,72	1,46	46.3	5,8	17	8,8
НРк	60-70	2,70	1,46	45.9	7,8	17	11,7
Phk	90-100	2,72	1,46	46.3	7,9	17	11,8
Рк	130-140	2,71	1,43	47.2	8,3	17.4	12,5

Таблиця 2.3

## Фізико-хімічні показники чорнозему типового

Генетичний горизонт	Глибина, см	Місткість вбирання	Сума увібраних основ	Гідролітична кислотність	Обмінний натрій	Ступінь солонцюватості	Ступінь насиченості	рН сольовий
		Мг-екв на 100г ґрунту				Відсоток від місткості вбирання		
Н	0-20	20,1	18	3,01	0,23	-	74	6,6
Нрк	25-35	19,2	19	3,00	0,21	-	73	6,7
НРк	35-45	18,6	20	2,98	0,19	-	76	6,9
Phk	45-120	18,4	17	2,98	0,18	-	81	7,0
Рк	120-135	18,1	16	2,80	0,18	-	82	7,2

Також для ґрунтів господарства характерна деградація ґрунтового покриву. Серед них наявні як і природні так і антропогенні чинники. Найпоширенішою є водна ерозія і в меншій мірі засміченість та забур'яненість території, та деякі інші. В загальному можна сказати що водна ерозія завдає велику шкоду ґрунтам, але на щастя сильні опади проходять не так часто і через це в деякі роки ерозія ґрунту не значна.

## 2.2. Матеріали та методика проведення досліджень

Польовий дослід та його особливості. Польовий сільськогосподарський дослід – це дослідження, що проводяться в польових умовах на спеціально виділеній ділянці. Основною задачею польового дослідження є встановлення різниці між варіантами дослідження, кількісна оцінка дії факторів життя, умов або засобів вирощування на урожай рослин та його якість[25].

Для створення гібридів на визначення ЗКЗ та СКЗ були використанні наступні інбредні лінії кукурудзи: АК 157; АК 159; Харківська 215 зМ та УХК 754. Для визначення комбінаційної здатності використали неповну діалельну схему яка мала наступний вигляд.

Таблиця 2.4

### Діалельна схема схрещувань

Жіночі лінії (i)	Чоловічі лінії (j)			
	АК 157	АК 159	Харківська 215 зМ	УХК 754
АК 157	-	+	+	+
АК 159	-	-	+	+
Харківська 215 зМ	-	-	-	+
УХК 754	-	-	-	-

Виходячи з даної таблиці розрахунки проводитимуться по гібридам:

- АК 157 × АК 159
- АК 157 × Харківська 215 зМ

- АК 157 × УХК 754
- АК 159 × Харківська 215 зМ
- АК 159 × УХК 754
- Харківська 215 зМ × УХК 754

Дослідні зразки висівали вручну на дворядкових ділянках завдовжки 7 м, відстань між рядками – 70 см (загальна площа кожної дослідної ділянки – 9,8 м<sup>2</sup>), відстань між рослинами у рядку – 15-17 см.

Фенологічні спостереження включали спостереження за генеративними органами, визначення фаз: викид волоті, початок та повне цвітіння волоті та качана.

Для визначення основних біохімічних показників якості зерна кукурудзи використовувався прилад FOSS «Infratec 1241 Grain Analyzer». Принцип роботи приладу базується на інфрачервоній спектрофотометрії. Калібрування приладу за вмістом білка здійснювали титрометричним методом К'ельдаля, за вмістом олії – гравіметричним методом С. В. Рушковського, а за вмістом крохмалю – поляриметричним методом Еверса. Для аналізу використовують неподрібнене, необроблене протруйниками, регуляторами росту та іншими хімічними препаратами зерно.

Визначали та оцінювали загальну (ЗКЗ) та специфічну (СКЗ) комбінаційну здатність досліджуваних інбредних ліній кукурудзи методом неповних діалельних схрещувань згідно методики [27].

Математико-статистично обробку даних, таких як дисперсійний аналіз, визначення ефектів комбінаційної здатності визначали за допомогою ліцензійних комп'ютерних програм: Microsoft Excel

## РОЗДІЛ 3. ДОБІР ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

### 3.1. Оцінка інбредних ліній кукурудзи за цінними господарськими ознаками та показниками якості зерна

Важливим елементом в оцінці самоzapильних ліній кукурудзи є фенологічні спостереження за настанням фаз початку викиду волоті та цвітіння волоті і качана. Ці дані необхідні для визначення можливості перезапилення даних ліній, так як при великій різниці між датами настання фаз цвітіння в материнських і батьківських лініях запилення між ними ускладнюється. Дати настання визначених фенологічних фаз по досліджуваним інбредним лініям наведені у таблиці 3.1.

*Таблиця 3.1*

#### Дати настання фаз цвітіння інбредних ліній

Назва	Викидання волоті	Початок цвітіння	Цвітіння	Початок цвітіння качана	Повне цвітіння качана
АК 157	11.07.2024	14.07.2024	16.07.2024	12.07.2024	16.07.2024
АК 159	10.07.2024	13.07.2024	16.07.2024	15.07.2024	21.07.2024
Харківська215 зМ	09.07.2024	12.07.2024	17.07.2024	16.07.2024	22.07.2024
УХК 754	14.07.2024	20.07.2024	28.07.2024	22.07.2024	27.07.2024

За допомогою даної таблиці можна наочно побачити чи сходяться дати цвітіння досліджуваних ліній для отримання. Так різниця між цвітінням волоті і качана для більшості ліній не перевищує одного тижня, що цілком досить для створення гібридів. Тільки лінія УХК 754 має пізніший термін початку цвітіння, що в певних ситуаціях може ускладнити створення гібридів.

Формування високої врожайності зерна кукурудзи високої якості зумовлюється головними елементами структури, до яких відносяться маса

качана, маса зерен з качата та 1000 зерен, число рядів зерен, число зерен у ряді, довжина та діаметр качана. На ряду з цими показниками також визначається вологість та натура зерна, його забарвлення та підвид.

Дані показники визначалися після збирання кукурудзи, для опису було відібрано по 5 качанів з кожної лінії які описувалися окремо, в кінці розраховуються середні значення та стандартне відхилення. Ці дані занесенні в таблицю. Так найкращі середні показники за більшість ознак має лінія АК 157, що має наступні результати: маса насіння з стрижнем і без нього – 136,6 та 109 г. відповідно; вихід зерна - 79,9%; натуру – 827,0 г/л. Найбільшу масу 1000 насінин показала лінія УХК 754 з показником – 308,4 г.





Зразки зерна зібрані після опису елементів структури урожаю були використані для визначення основних біохімічних показників якості зерна: вміст білку, крохмалю та олії.

Таблиця 3.3

### Показники якості зерна інбредних ліній

№	Назва	Білок%	Крохмаль%	Олія%
1	АК 157	<b>11</b>	67,5	<b>4,5</b>
2	АК 159	8,9	<b>70,5</b>	3,6
3	Харківська 215 зМ	10,8	68,7	3,7
4	УХК 754	9,4	69,1	4,3

Як видно з даних наведених в таблиці Лінія АК 157 показує кращі за інші лінії результати за вмістом в зерні білку (11 %) та олії (4,5 %), що може вказувати на те, що дана лінія може мати високу комбінаційну здатність і використовуватися в якості джерела даних ознак. А найвищий результат по вмісту крохмалю в зерні кукурудзи має лінія АК 159 (70,5 %), що єдина має показник вище 70 %

### 3.2. Оцінка експериментальних гібридів кукурудзи за цінними господарськими ознаками та показниками якості зерна

Оцінка експериментальних гібридів проводилась за тими ж показниками що і інбредних ліній: дата настання фаз цвітіння, елементами структури урожаю та біохімічними показниками якості зерна. Під час росту і розвитку визначалися дати початку настання фенологічних фаз викиду волоті, початку та повного її цвітіння, а також початок і повне цвітіння качана.

## Дати настання фаз цвітіння гібридів

Назва	Викид волоті	Початок цвітіння	Цвітіння	Початок цвітіння качана	Повне цвітіння качана
АК 157 х АК 159	11.07.2024	14.07.2024	17.07.2024	17.07.2024	23.07.2024
АК 157 × Хар. 215 зМ	17.07.2024	23.07.2024	29.07.2024	27.07.2024	31.07.2024
АК 157 × УХК 754	14.07.2024	17.07.2024	23.07.2024	17.07.2024	24.07.2024
АК 159 × Хар. 215 зМ	09.07.2024	13.07.2024	17.07.2024	12.07.2024	17.07.2024
АК 159 × УХК 754	14.07.2024	17.07.2024	22.07.2024	21.07.2024	23.07.2024
Хар. 215 зМ × УХК 754	17.07.2024	23.07.2024	29.07.2024	04.08.2024	10.08.2024

Серед значної кількості господарсько-важливих ознак в гібридів кукурудзи, які мають великий вплив на формування фактичної та потенційної врожайності, не останнє місце займають такі показники, як кількість рядів зерен і кількість зерен у ряді. Тому визначення даних структурних елементів є досить важливим для оцінки створюваних гібридів.

Оцінки проводилась за такими ж показниками як і для самозапильних ліній. Розширені дані представлені в таблиці 3.5.

Як і в випадку з лініями найвищі середні значення за більшістю показниками структури елементів врожаю показує один гібрид, що свідчить що дані показники пов'язані. Дана гібрид Харківська 215 зМ × УХК 754 має наступні результати: маса зерна з стержнем і без нього – 258,8 та 202,8. Найкращий показник по виходу зерна показує гібрид АК 157 × АК 159 з показником – 87,3%. Найвищу ж натуру має гібрид АК 159 × Харківська 215 зМ з результатом 789,0 г/л.







Важливими даними для виконання подальшої роботи є визначення основних біохімічних показників якості кукурудзи, такі як білок, крохмаль та олія. Для досліджуваних гібридів аналіз проводився в трьох кратній повторності, для більш точних показників і можливості проведення подальших розрахунків.

Таблиця 3.6

**Показники якості зерна експериментальних гібридів, 2024 р.**

Назва	Повторність	Білок	Крохмаль	Олія
АК 157 × АК 159	1	9,1	72,3	4,3
	2	8,8	71,5	4,2
	3	9	69,8	4,3
	Сер.	9,0	<b>71,2</b>	<b>4,3</b>
АК 157 × Хар. 215 зМ	1	10,4	67,6	4,1
	2	9,8	69	4,4
	3	10,4	70,4	4,1
	Сер.	<b>10,2</b>	69	4,2
АК 157 × УХК 754	1	9,7	69	4,2
	2	9,9	68,8	4,2
	3	10	74,1	4,4
	Сер.	9,9	70,6	<b>4,3</b>
АК 159 × Хар. 215 зМ	1	9,4	72,1	3,9
	2	8,7	70,5	4,1
	3	9,1	67,7	4,2
	Сер.	9,1	70,1	4,1
АК 159 × УХК 754	1	9	68,2	4,5
	2	9,3	66,6	4,3
	3	8,7	74,6	4,1
	Сер.	9,0	69,8	<b>4,3</b>
Хар. 215 зМ × УЗК 754	1	9,6	65,9	4,1
	2	9,1	68,9	4
	3	8,9	73,1	4,2
	Сер.	9,2	69,3	4,1

Найвищий показник вмісту білку в зерні кукурудзи показав гібрид АК 157 × Харківська 215 зМ, що має середній показник в 10,2%. Для створення даного гібриду використали лінії які мають найвищі показники по вмісту білку серед досліджуваних ліній, а саме АК 157 з вмістом білку – 11%, та Харківська 215 зМ – 10,8.

За вмістом крохмалю найвищий середній показник серед досліджуваних гібридів є гібрид АК 157 × АК 159 з показником в 71,2%. Хоча даний гібрид має найвище середнє значення, кілька гібридів мають вищі результати з однієї проби зерна, а саме гібриди АК 157 × УХК 754 (74,1 %); АК 159 × УХК 754 (74,6%) та Харківська 215 зМ × УЗК 754 (73,1%). І знову ж таки найкращими гібридами за вмістом крохмалю в зерні є ті, батьківські компоненти яких також мають вищий вміст даної речовини - АК 159 – 70,5% та УХК 754 – 69,1%.

Найкращі середні показники за вмістом олії показали кілька гібридів: АК 157 × АК 159, АК 157 × УХК 754 і АК 159 × УХК 754, що мають однакове значення в 4,3%. І так, як в випадку з білком і крохмалем, лінії які є батьківськими компонентами даних гібридів мають вищі ніж в інших ліній показники: АК 157 – 4,5% та УХК 754 – 4,3%.

### **3.3. Загальна та специфічна комбінаційна здатність інбредних ліній кукурудзи.**

Визначення загальної та специфічної комбінаційної здатності самозапильних ліній кукурудзи за показниками якості зерна буде розраховуватись для кожного з показників окремо.

Першим показником для розрахунків використано **вміст білку**. Розрахунки проходять в кілька етапів.

1) Проводиться дисперсійний аналіз даних обліку, визначається помилка досліду за допомогою критерію F, виявляється наявність відмінностей між гібридами.

Таблиця 3.7

Вміст білку в гетерозисних гібридів							
№	Гібридна комбінація	Повторність			Сума ( $\Sigma V$ )	$(\Sigma V)^2$	Середнє ( $x_{ij}$ )
		I	II	III			
1	АК 157 × АК 159	9,1	8,8	9	26,9	723,61	9,0
2	АК 157 × Хар. 215 зМ	10,4	9,8	10,4	30,6	936,36	10,2
3	АК 157 × УХК 754	9,7	9,9	10	29,6	876,16	9,9
4	АК 159 × Хар. 215 зМ	9,4	8,7	9,1	27,2	739,84	9,1
5	АК 159 × УХК 754	9	9,3	8,7	27	729	9,0
6	Хар. 215 зМ × УЗК 754	9,6	9,1	8,9	27,6	761,76	9,2
	$\Sigma P$	57,2	55,6	56,1	$\Sigma(x_{ij}) =$	168,9	
	$\Sigma P^2$	3271,84	3091,36	3147,21	$x =$	9,4	

$$\Sigma(\Sigma V)^2 = 4766,7$$

$$\Sigma(\Sigma P)^2 = 9510,4$$

$$\Sigma(x_{ij})^2 = 28527,2$$

$$\Sigma x^2 = 1589,9$$

$$n = 3$$

$$I = 6$$

Таблиця 3.8

Результати дисперсійного аналізу					
Джерело мінливості	SS (сума квадратів)	df (ступені свободи)	Середній квадрат, mF	Критерій F	
Загальна дисперсія (C <sub>y</sub> )	5,1	17		Фактичний	0,05
Повторень (C <sub>p</sub> )	0,2	2			
Варіантів (C <sub>v</sub> )	4,1	5	0,8	10,2	3,33
Залишок (випадкове відхилення) (C <sub>z</sub> )	0,8	10	0,08		

Як видно з даної таблиці в даному випадку критерій F фактичний більший за теоретичний, що свідчить про достовірну різницю між

досліджуваними гібридами за вмістом білку, і дає підставу перейти до наступного етапу.

2) Перенесення середніх даних до таблиці та розрахунків дисперсійного аналізу комбінаційної здатності.

Таблиця 3.9

Матриця середніх значень вмісту білку					
Жіночі лінії (i)	Чоловічі лінії (j)				Сума по материнських лінях (xi)
	АК 157	АК 159	Хар. 215 зМ	УХК 754	
АК 157	-	9,0	10,2	9,9	29,0
АК 159	-	-	9,1	9,0	27,0
Хар. 215 зМ	-	-	-	9,2	28,5
УХК 754	-	-	-	-	28,1
				X =	56,3

$$\sum X_i^2 = 3171,824444$$

$$X^2 = 3169,69$$

$$\sum ij^2 = 529,6366667$$

Таблиця 3.10

Дисперсійний аналіз комбінаційної здатності					
Джерело мінливості	Ступінь свободи	Сума квадратів	Середній квадрат	Критерій F	
				Фактичний	0,05
ЗКЗ	3	1,07	0,4	17,9	3,71
СКЗ	2	0,29	0,1	7,2	4,1
Випадкове відхилення	10	0,20	0,02		

За результатами розрахунків джерела мінливості ЗКЗ та СКЗ суттєво впливають на вміст білку в зерні кукурудзи, так як критерій F фактичний більший. Тому можна перейти на третій етап розрахунків.

3) Вираховування оцінки ефектів ЗКЗ та СКЗ

Ефект ЗКЗ – відхилення середнього значення ознаки всіх гібридів даної лінії від середнього показника ознаки в досліді

Ефект СКЗ – відхилення значення ознаки конкретного гібрида від очікуваних адитивних ефектів генотипів батьківських форм, які використалися для створення даного гібриду

Таблиця 3.11

ЗКЗ (gi)	
АК 157	0,44
АК 159	-0,56
Харківська 215 зМ	0,16
УХК 754	-0,04
$\Sigma$ ЗКЗ	0,00

$\Sigma$ ЗКЗ є умовою для перевірки правильності розрахунків і повинна дорівнювати нулю.

Для порівняння ЗКЗ ліній між собою визначається НІР (найменша істотна різниця)

$$\text{НІР} = 0,44$$

Лінії Харківська 215 зМ та УХК 754 характеризуються ЗКЗ, яка знаходиться в межах її середньої величини (НІР більша за ЗКЗ). Лінія АК 157 має тенденцію до високої ЗКЗ, лінія АК 159 характеризується достовірно низькою ЗКЗ.

Таблиця 3.12

СКЗ Sij					
Жіночі лінії (i)	Чоловічі лінії (j)				$\Sigma$ СКЗ Sij
	АК 157	АК 159	Хар. 215 зМ	УХК 754	
АК 157	-	-0,30	0,22	0,08	0,0
АК 159	-	-	0,08	0,22	0,0
Хар. 215 зМ	-	-	-	-0,30	0,0
УХК 754	-	-	-	-	0,0

Для порівняння СКЗ між гібридами також вираховується НІР.

$$\text{НІР} = 0,28$$

Як видно з даних розрахунку ефекту СКЗ для гібридів, жоден з них не показує високих результатів і всі більшість з них характеризуються СКЗ яка

знаходиться в межах їх середньої величини. Потенційно гібриди АК 157 × Харківська 215 зМ та АК 159 × УХК 754 можуть мати тенденцію до високої СКЗ. А гібридні комбінації АК 157 × АК 159 та Харківська 215 зМ × УХК 754 характеризуються достовірно низькою СКЗ.

Наступним показником для визначення загально та специфічної комбінаційної здатності є **вміст крохмалю** в зерні кукурудзи.

1) Проведення дисперсійного аналізу.

Таблиця 3.13

Вміст крохмалю в гетерозисних гібридів							
№	Гібридна комбінація	Повторність			Сума ( $\Sigma V$ )	$(\Sigma V)^2$	Середнє ( $x_{ij}$ )
		I	II	III			
1	АК 157 × АК 159	72,3	71,5	69,8	213,6	45624,96	71,2
2	АК 157 × Хар. 215 зМ	67,6	69,0	70,4	207	42849	69,0
3	АК 157 × УХК 754	69,0	68,8	74,1	211,8	44859,24	70,6
4	АК 159 × Хар. 215 зМ	72,1	70,5	67,7	210,3	44226,09	70,1
5	АК 159 × УХК 754	68,2	66,6	74,6	209,4	43848,36	69,8
6	Хар. 215 зМ × УЗК 754	65,9	68,9	73,1	207,9	43222,41	69,3
	$\Sigma P$	415,0	415,3	429,7	$\Sigma(x_{ij}) =$	1260	
	$\Sigma P^2$	172202,3	172510,4	184628,0	$x =$	70,0	

$$\Sigma(\Sigma V)^2 = 264630,1$$

$$\Sigma(\Sigma P)^2 = 529340,7$$

$$\Sigma(x_{ij})^2 = 1587600,0$$

$$\Sigma x^2 = 88307,0$$

$$n = 3;$$

$$I = 6$$

Таблиця 3.14

Результати дисперсійного аналізу

Джерело мінливості	SS (сума квадратів)	df (ступені свободи)	Середній квадрат, mF	Критерій F	
Загальна дисперсія (Cy)	107,0	17		Фактичний	0,05
Повторень (Cp)	23,5	2			
Варіантів (Cv)	10,0	5	2,0	3,7	4,74
Залишок (випадкове відхилення) (Cz)	73,5	10	7,35		

Як видно з даної таблиці в даному випадку критерій F фактичний менший за теоретичний, що свідчить про невелику різницю між досліджуваними гібридами за вмістом крохмалю.

2) Перенесення середніх даних до таблиці та розрахунок дисперсійного аналізу комбінаційної здатності.

Таблиця 3.15

Матриця середніх значень вмісту крохмалю					
Жіночі лінії (i)	Чоловічі лінії (j)				Сума по материнських лінях (xi)
	АК 157	АК 159	Хар. 215 зМ	УХК 754	
АК 157	-	71,2	69,0	70,6	210,8
АК 159	-	-	70,1	69,8	211,1
Хар. 215 зМ	-	-	-	69,3	208,4
УХК 754	-	-	-	-	209,7
				X =	420,0

$$\sum X_i^2 = 176404,5$$

$$X^2 = 176400$$

$$\sum i_j^2 = 29403,34$$

Таблиця 3.16

Дисперсійний аналіз комбінаційної здатності
---

Джерело мінливості	Ступінь свободи	Сума квадратів	Середній квадрат	Критерій F	
				Фактичний	0,05
ЗКЗ	3	2,25	0,7	2,5	8,79
СКЗ	2	1,09	0,5	3,4	19,4
Випадкове відхилення	10	18,39	1,84		

За результатами даної таблиці можна зробити висновки що джерела мінливості ЗКЗ та СКЗ не суттєво впливають на вміст крохмалю в зерні кукурудзи.

### 3) Вираховування оцінки ефектів ЗКЗ та СКЗ

Таблиця 3.17

ЗКЗ (g <sub>i</sub> )	
АК 157	0,40
АК 159	0,55
Хар. 215 зМ	-0,80
УХК 754	-0,15
∑ЗКЗ	0,00

$$НІР = 4,31$$

Лінії АК 157 та УХК 754 характеризуються ЗКЗ, яка знаходиться в межах її середньої величини (НІР більша за ЗКЗ).

Лінія АК 159 має тенденцію до високої ЗКЗ

Лінія Харківська 215 зМ характеризується достовірно низькою ЗКЗ

Таблиця 3.18

СКЗ S <sub>ij</sub>					
Жіночі лінії (i)	Чоловічі лінії (j)				∑ СКЗ S <sub>ij</sub>
	АК 157	АК 159	Хар. 215 зМ	УХК 754	
АК 157	-	0,3	-0,6	0,4	0,0
АК 159	-	-	0,3	-0,6	0,0
Хар. 215 зМ	-	-	-	0,3	0,0
УХК 754	-	-	-	-	0,0

$$НІР = 3,3$$

Як видно з даних розрахунку ефекту СКЗ гібриди АК 157 × АК 159; АК 159 × Харківська 215 зМ та Харківська 215 зМ × УХК 754 характеризуються СКЗ яка знаходиться в межах їх середньої величини.

Гібрид АК 157 × УХК 754 має високий ефект СКЗ. (СКЗ більше за НІР)

А гібридні комбінації АК 157 × Харківська 215 зМ та АК 159 × УХК 754 характеризуються достовірно низькою СКЗ

Останнім показником для визначення загальної та специфічної комбінаційної здатності є **вміст олії** в зерні кукурудзи.

1) Проведення дисперсійного аналізу.

Таблиця 3.19

Вміст олії в гетерозисних гібридів							
№	Гібридна комбінація	Повторність			Сума ( $\Sigma V$ )	$(\Sigma V)^2$	Середнє ( $x_{ij}$ )
		I	II	III			
1	АК 157 × АК 159	4,3	4,2	4,3	12,8	163,84	4,3
2	АК 157 × Хар. 215 зМ	4,1	4,4	4,1	12,6	158,76	4,2
3	АК 157 × УХК 754	4,2	4,2	4,4	12,8	163,84	4,3
4	АК 159 × Хар. 215 зМ	3,9	4,1	4,2	12,2	148,84	4,1
5	АК 159 × УХК 754	4,5	4,3	4,1	12,9	166,41	4,3
6	Хар. 215 зМ × УЗК 754	4,1	4,0	4,2	12,3	151,29	4,1
	$\Sigma P$	25,1	25,2	25,3	$\Sigma(x_{ij}) =$	75,6	
	$\Sigma P^2$	630,0	635,0	640,1	$x =$	4,2	

$$\Sigma(\Sigma V)^2 = 953,0$$

$$\Sigma(\Sigma P)^2 = 1905,1$$

$$\Sigma(x_{ij})^2 = 5715,4$$

$$\Sigma x^2 = 317,9$$

$$n = 3;$$

$$I = 6$$

Таблиця 3.20

Результати дисперсійного аналізу					
Джерело мінливості	SS (сума квадратів)	df (ступені свободи)	Середній квадрат, mF	Критерій F	
Загальна дисперсія (C <sub>y</sub> )	0,4	17		Фактичний	0,05
Повторень (C <sub>p</sub> )	0,0	2			
Варіантів (C <sub>v</sub> )	0,1	5	0,0	0,8	4,74
Залишок (випадкове відхилення) (C <sub>z</sub> )	0,2	10	0,02		

Як видно з даної таблиці в даному випадку критерій F фактичний набагато менший за теоретичний, що може свідчити про дуже невелику різницю в вмісті олії

2) Перенесення середніх даних до таблиці та розрахунок дисперсійного аналізу комбінаційної здатності.

Таблиця 3.21

Матриця середніх значень вмісту білку					
Жіночі лінії (i)	Чоловічі лінії (j)				Сума по материнських лінях (x <sub>i</sub> )
	АК 157	АК 159	Хар. 215 зМ	УХК 754	
АК 157	-	4,3	4,2	4,3	12,7
АК 159	-	-	4,1	4,3	12,6
Хар. 215 зМ	-	-	-	4,1	12,4
УХК 754	-	-	-	-	12,7
				X =	25,2

$$\sum X_i^2 = 635,1$$

$$X^2 = 635,04$$

$$\sum ij^2 = 105,9$$

Таблиця 3.22

Дисперсійний аналіз комбінаційної здатності					
Джерело мінливості	Ступінь свободи	Сума квадратів	Середній квадрат	Критерій F	
				Фактичний	0,05
ЗКЗ	3	0,04	0,0	0,5	8,79
СКЗ	2	0,01	0,0	1,5	19,4
Випадкове відхилення	10	0,06	0,01		

Результати даної таблиці також вказують на майже нульову різницю між досліджуваними гібридами, так як фактичний критерій F набагато менший за теоретичний. Це більшою мірою вплине на значення ефектів ЗКЗ та СКЗ

### 3) Вирахування оцінки ефектів ЗКЗ та СКЗ

#### 4) Таблиця 3.23

ЗКЗ (g <sub>i</sub> )	
АК 157	0,07
АК 159	0,02
Харківська 215 зМ	-0,12
УХК 754	0,03
ΣЗКЗ	0,00

$$НІР = 0,24$$

Як і було вказано вище через незначну різницю показників в різних гібридах ефект ЗКЗ всіх досліджуваних гібридів не перевищив значення НІР.

#### Таблиця 3.24

СКЗ S <sub>ij</sub>					
Жіночі лінії (i)	Чоловічі лінії (j)				Σ СКЗ S <sub>ij</sub>
	АК 157	АК 159	Хар. 215 зМ	УХК 754	
АК 157	-	0,0	0,0	0,0	0,0
АК 159	-	-	0,0	0,0	0,0
Хар. 215 зМ	-	-	-	0,0	0,0
УХК 754	-	-	-	-	0,0

$$НІР = 0,2$$

Ефект СКЗ для досліджуваних гібридів за показником вмісту олії в зерні для всіх комбінацій становить нуль.

## ВИСНОВКИ

Після проведення опису за показниками структури врожаю маємо наступні результати:

- серед ліній найкращі середні показники за більшість ознак має лінія АК 157: маса насіння з стрижнем і без нього – 136,6 та 109 г відповідно; вихід зерна – 79,9%; натура – 827,0 г/л; найбільшу масу 1000 насінин показала лінія УХК 754 з показником – 308,4 г.

- серед гібридів кращими є: гібрид Харківська 215 зМ × УХК 754: маса зерна з стержнем і без нього – 258,8 та 202,8; найкращий показник по виходу зерна зафіксовано у гібрида АК 157 × АК 159 – 87,3%; найвищу натуру має гібрид АК 159 × Харківська 215 зМ – 789,0 г/л.

За показниками якості зерні кукурудзи маємо наступні результати:

- лінія АК 157 сформувала найвищі показники за вмістом в зерні білку (11 %) та олії (4,5 %), найвищий результат по вмісту крохмалю в зерні – лінія АК 159 (70,5%).

- найвищий показник вмісту білку в зерні кукурудзи серед гібридів зафіксовано у гібрида АК 157 × Харківська 215 зМ, – 10,2%; за вмістом крохмалю – АК 157 × АК 159 (71,2%); за вмістом олії – гібриди АК 157 × АК 159, АК 157 × УХК 754 і АК 159 × УХК 754 (всі 4,3%).

Після проведення розрахунків ефектів ЗКЗ та СКЗ можна зробити наступні висновки:

- ефекти ЗКЗ за показниками **вмісту білку** лінія АК 157 має тенденцію до високої ЗКЗ. За розрахунками ефекту СКЗ для гібридів, жоден з них не показує високих результатів.

- за показниками **вмісту крохмалю** ефекти ЗКЗ та СКЗ лінія АК 159 має тенденцію до високої ЗКЗ, гібрид АК 157 × УХК 754 має високий ефект СКЗ. (СКЗ більше за НІР).

- за **вмістом олії** маємо найгірші результати визначення ефектів ЗКЗ та СКЗ через незначну різницю показників в різних гібридах ефект ЗКЗ всіх досліджуваних гібридів.

## **РЕКОМЕНДАЦІ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ**

1. Для створення гібридів кукурудзи із покращеними показниками якості зерна необхідно використовувати широкий спектр генетичного різноманіття вихідного матеріалу, та надавати йому оцінку за допомогою визначення показників якості та розрахунку комбінаційної здатності.

2. В якості батьківських компонентів для створення гетерозисних гібридів з підвищеним вмістом білку та олії використовувати лінію АК 157, а за вмістом крохмалю – лінію АК 159.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Anonymous. 2004. Annual report 1989, Beyond subsistence. New options for Asian farmers, CIMMYT, Mexico. pp. 145-148.
2. Morris, M. L., Risopoulos, J. and Beck, D. 1999. Genetic change in farmer-recycled maize seed; a review of the evidence. CIMMYT Economic Working Paper No. 99-07. Mexico, D. F., CIMMYT. p.1.
3. Vasal, S. K. 1998. Hybrid maize technology: Challenges and expanding possibilities for research in the next century. In: Vasal, S. K., C. F. Gonzalez and F. Xingming (ed). Proc. 7th Asian Reg. Maize Workshop. Los Banos, Philippines, February 23-27, pp. 58-62.
4. Rojas, B. A. and Sprague, G. F. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials: III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. Agron. J. 44: 462-462.
5. Gardner, C. O. 1963. Estimation of genetic parameters in cross fertilizing plants and their implications. In: Plant Breeding by W. D. Hanson and F. F. Robinson (eds), NAS-NRC Pub., Washington. pp. 225-252.
6. Howard JT, Pryce JE, Baes C and Maltecca C (2017) Invited review: inbreeding in the genomics era: inbreeding, inbreeding depression, and management of genomic variability. Journal of Dairy Science 100, 6009–6024.
7. Birchler J. A., Auger D. L., Riddle N. C. In search of the molecular basis of heterosis. Plant Cell. 2003. Vol. 15. P. 2236–2239.
8. Charlesworth D., Willis J. H. The genetics of inbreeding depression. Nat. Rev. Genet. 2009. Vol. 10. P. 783–796.
9. Shull G. H. The composition of a field of maize. Am. Breed. Assoc. Rep. 1908. Vol. 4. P. 296–30
10. Identification of genetic factors contributing to heterosis in a hybrid from two elite maize inbred lines using molecular markers / C. W. Stuber et al. Genetics. 1992. Vol. 132. P. 823–839.

11. Heterosis level of maize hybrids developed using DNA technologies A. A. Belousov et al. *Acta agronomica Hungarica*. 2006. V. 54 (14). P. 389–396.
12. Heterosis and combining ability in maize using diallel crosses among seven new inbred lines / *Asian journal of crops science* / M.EL. El-Badawy. 2013. 5:1-13. DOI: 10.3923/ajcs.2013.1.13
13. Maize crop: improvement, production, protection and post harvest technology /A. Solaimalai [et al.]. 1st ed. CRC Press, 2020. 546 p.
14. Іващенко О. О., Рудник-Іващенко О. І. Кукурудза, перспективи вирощування. Посібник українського хлібороба. 2014. № 1. С. 97–99
15. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навчальний посібник; за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2010. 462 с
16. Деякі принципи створення та покращення гібридів кукурудзи в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва / Л. В. Козубенко та ін. Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2005. Вип. 91. С. 47–55.
17. Ковтун М. В., Чупіков М. М. Вихідний матеріал для селекції гібридів кукурудзи в умовах північно-східного лісостепу України. Теоретичні й практичні досягнення молодих вчених аграріїв: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Дніпропетровськ, 2006. С. 21–22.
18. Капустян М. В. Оцінка нових самозапилених ліній кукурудзи, створених на базі різних генетичних плазм за продуктивністю та її складовими. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 16. С. 64–75.
19. Капустян М. В., Чернобай Л. М., Сікалова О. В. Колекція ліній кукурудзи за довжиною качана – перспективна база для селекції високоврожайних гібридів. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 18. С. 64–75.
20. Козубенко Л. В., Чернобай Л. М., Сікалова О. В., Барсуков І. П., Деркач І. Б. Вихідний матеріал – основа успіху в селекції кукурудзи. // Стан і перспективи розвитку селекції та насінництва кукурудзи в умовах зміни

клімату //Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 7–9 липня 2015 р. Харків. – 2015 р. – С. 45–47

21. Капустян М. В. Особливості цвітіння гібридів кукурудзи, створених на основі М-типу стерильності. Сучасні аспекти селекції і насінництва кукурудзи, традиції та перспективи: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. Чернівці, 2015. С. 25–26.

22. Кириченко В. В., Літун П. П., Коломацька В. П. Теоретичні основи і практичне використання гетерозису. Теоретичні основи селекції польових культур : збірник наукових праць / УААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2007. С. 325-362.

23. Accelerated development of quality protein maize hybrids through marker-assisted introgression of opaque-2 allele / Gupta H. S., Badu R., Agarwal P. K., Mahajan V. Plant Breed. 2013. V. 132.

24. Успадкування біохімічних показників гібридами кукурудзи F1 в умовах зрошення / Ю.О. Лавриненко [та ін.]. Зрошуване землеробство / НААН, Інститут зрошувального землеробства. Херсон, 2011. № 56. Р. 236–240.

25. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Інститут зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2008. – 27 с.

26. Кириченко В.В., Рябчун В. К., Богуславський Р.Л. Роль генетичних ресурсів у виконанні державних програм. біоГенетичні ресурси рослин. 2008. № 5. С.7–9

27. Дремлюк Г. К. & Герасименко В. Ф. (1992). Прийоми аналізу комбінаційної здатності та ЕОМ-програми для нерегулярних схрещувань. - Селекційно-генетичний інститут УААН, 1992.

28. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / [Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.І., Величко В.А.] – К.: Колообіг, 2005. – 304 с.

## ДОДАТКИ

Додаток А. Маркування поля для висіву дослідних ділянок



Рис 2. Насіння інбредної лінії Харківська 215 зМ



Рис. 3. Ізоляція інбредних ліній кукурудзи



Рис. 4 Оцінка зразків за елементами структури урожаю

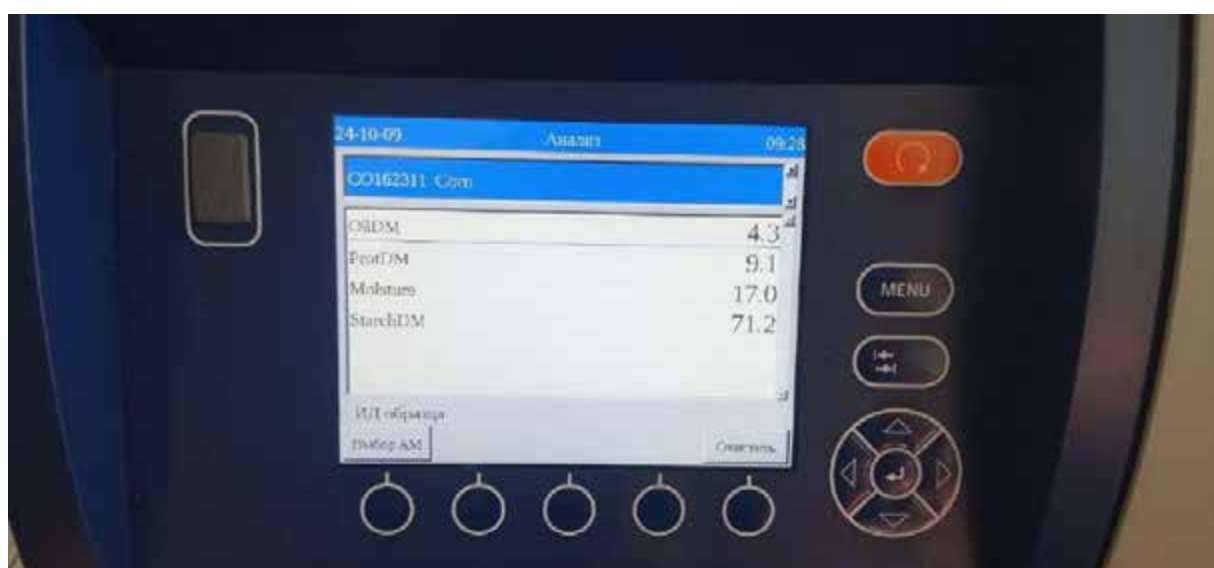


Рис. 5 Оцінка показників якості