

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет агробіологічний

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

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ **Віталій КОВАЛЕНКО**
(підпис)

«___» _____ 2025 р.

_____ **Олександр МАКАРЧУК**
(підпис)

«___» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ОЦІНКА ВИХІДНОГО

МАТЕРІАЛУ КУКУРУДЗИ ЗА ПОКАЗНИКОМ ПОСУХОСТІЙКОСТІ»

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Селекція і генетика сільськогосподарських культур»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

канд. с.-г. наук, доцент

_____ **Олександр МАКАРЧУК**
(підпис)

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи

доктор філософії, старший викладач

_____ **Роман СПРЯЖКА**
(підпис)

Виконала

_____ **Анастасія ТОКАР**
(підпис)

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет агробіологічний

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

к. с.-г. н. доцент _____ Олександр МАКАРЧУК
(підпис)
« ____ » _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я **ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ** **СТУДЕНТУ**

Токар Анастасії Анатоліївни

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма «Селекція і генетика сільськогосподарських культур»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «**Оцінка вихідного матеріалу кукурудзи за показником посухостійкості**»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 13.11.2024 р. № 2032 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 10 листопада 2025 року.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: інбредні лінії та гібриди кукурудзи, польові журнали фенологічних спостережень, каталоги, методики фітопатологічних оцінок, лабораторних і польових аналізів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- 1) провести оцінку колекції інбредних ліній кукурудзи за основними господарсько-цінними показниками в польових умовах;
- 2) оцінити інбредні лінії за допомогою розчину маніту та сахарози в лабораторних умовах;
- 3) на основі отриманих даних рекомендувати селекційній практиці посухостійкі інбредні лінії, для одержання високогетерозисних гібридів;
- 4) провести посів в сезоні 2025 року самозапильних ліній.

Дата видачі завдання “13” листопада 2024 р.

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи _____ Роман СПРЯЖКА
(підпис)

Завдання прийняла до виконання _____ Анастасія ТОКАР
(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Оцінка вихідного матеріалу кукурудзи за показником посухостійкості» в умовах науково – дослідної станції с. Пшеничне, присвячена оцінці інбредних ліній кукурудзи за показником посухостійкість та з'ясуванню найліпшого поєднання батьківських компонентів для створення високопродуктивних посухостійких гібридів.

Робота викладена у розмірі 60 сторінок друкованого тексту та складається з 3 основних розділів, висновків та пропозицій виробництву, 5 рисунків та 12 таблиць.

Об'єкт дослідження – інбредні лінії та гібриди кукурудзи, створені на базі кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського НУБіП України.

Предмет дослідження – процеси формування посухостійкості досліджуваних зразків у лабораторних та польових умовах.

Мета дослідження – оцінити посухостійкість інбредних ліній та гібридів кукурудзи за лабораторними та польовими показниками для подальшого використання у селекційному процесі.

В завдання досліджень входило:

- Провести лабораторну оцінку посухостійкості за допомогою розчинів маніту та сахарози.
- Провести фенологічні спостереження в польових умовах та оцінити особливості розвитку рослин.
- Визначити врожайність та господарсько-цінні показники ліній і гібридів кукурудзи.
- Здійснити аналіз кореляції між лабораторними та польовими показниками.
- Відібрати перспективні зразки для подальшого селекційного використання.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Біологічні особливості кукурудзи та її господарське значення.....	9
1.2. Вплив посухи на ріст і розвиток кукурудзи.....	11
1.3. Генетичні та фізіологічні механізми посухостійкості.....	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНА	
ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Географічне та адміністративне розташування установи	18
2.2. Ґрунтово-кліматичні умови	19
2.3. Агротехнічні умови вирощування.....	23
2.4. Методика проведення лабораторного та польового дослідження	23
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	27
3.1. Характеристика вихідного матеріалу (інбредні лінії, гібриди)	27
3.2. Лабораторна оцінка посухостійкості інбредних ліній та гібридів	
кукурудзи	35
3.3. Фенологічні спостереження та оцінка посухостійкості в польових	
умовах	39
3.4. Кореляція польових і лабораторних оцінок	43
3.5. Відібрані перспективні зразки для селекції.....	48
ВИСНОВКИ	51
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	53
ДОДАТКИ.....	56

ВСТУП

Актуальність дослідження посухостійкості кукурудзи зумовлена глобальними змінами клімату та зростанням дефіциту вологи у багатьох аграрних регіонах світу, в тому числі і в Україні. Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з найважливіших зернових культур, що використовується у продовольчому, кормовому та технічному виробництві [1]. Однак нестача вологи в період вегетації суттєво знижує врожайність та якість зерна. В Україні значна частина площ, зайнятих під зернову кукурудзу, знаходиться в зонах із недостатнім зволоженням ґрунту та підвищеними температурами. Внаслідок глобальних змін клімату класичний кукурудзяний пояс поступово зміщується з південних регіонів на північ країни. Це ставить перед селекціонерами завдання розробити гібриди, що характеризуються високою холодостійкістю та здатністю зберігати високу схожість посівів у більш прохолодних умовах північних областей України.

Забезпечення стабільного виробництва кукурудзи в умовах посухи можливе завдяки використанню генетично стійкого вихідного матеріалу. Вибір та оцінка таких зразків є важливим завданням селекції, що дозволяє створювати нові сорти й гібриди з підвищеною посухостійкістю.

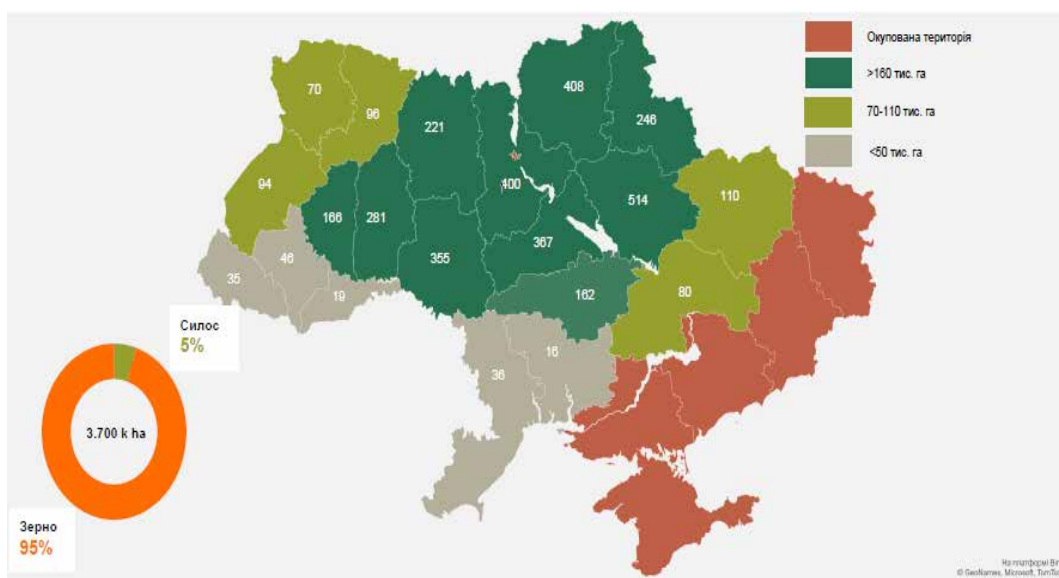


Рис 1. Розподіл по областях площі вирощування кукурудзи в 2024 році за даними компанії KWS

Окрім загальних завдань із покращення якості зерна, актуальним залишається питання перегляду підходу до визначення «гібриди силосного напрямку». На нашу думку, доцільно використовувати термін «високопродуктивні гібриди із покращеними якостями», що більш точно відображає сучасні вимоги до селекційного матеріалу.

Зв'язок роботи з науковими програмами кафедри. Протягом багатьох років науковцями кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського у співпраці з НДЗ НААН України та провідними компаніями проводяться дослідження зі створення ранньостиглих та середньоранніх гібридів кукурудзи. Щороку в селекційних розсадниках висівається та аналізується близько 4000 зразків вихідного матеріалу, що дозволяє проводити ефективний відбір самоzapильних ліній із покращеними характеристиками.

Науковцями кафедри створена унікальна робоча колекція ранньо-, середньоранніх та середньостиглих самоzapильних ліній кукурудзи (лінії Харківська 215 зМ, АК157, АК159, FV243, ХЛГ179, УХК754, ЛНАУ18), які мають покращені показники якості зерна та придатні для вирощування в умовах Полісся і Лісостепу України. Крім того, ці гібриди характеризуються підвищеною холодостійкістю, що є ключовим фактором їхнього подальшого використання в селекційних програмах. Частина цих гібридів ми використали у своєму дослідженні.

Мета дослідження – оцінити посухостійкість інбредних ліній та гібридів кукурудзи за лабораторними та польовими показниками для подальшого використання у селекційному процесі.

В завдання досліджень входило:

- Провести лабораторну оцінку посухостійкості за допомогою розчинів маніту та сахарози.
- Провести фенологічні спостереження в польових умовах та оцінити особливості розвитку рослин.
- Визначити врожайність та господарсько-цінні показники ліній і гібридів кукурудзи.

- Здійснити аналіз кореляції між лабораторними та польовими показниками.
- Відібрати перспективні зразки для подальшого селекційного використання.

Об'єкт дослідження – інбредні лінії та гібриди кукурудзи, створені на базі кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського НУБіП України.

Предмет дослідження – процеси формування посухостійкості досліджуваних зразків у лабораторних та польових умовах.

Методи дослідження включають: лабораторний аналіз для оцінки самоzapильних ліній кукурудзи та аналіз посухостійкості із застосуванням осмотичних розчинів маніту та сахарози, польові спостереження за ростом і розвитком рослин, візуальну оцінку прояву ознак посухостійкості, а також математично-статистичний аналіз отриманих результатів.

Наукова новизна дослідження полягає у вперше проведеному на основі лабораторного моделювання осмотичного стресу та польових спостережень, комплексному аналізі рівня посухостійкості низки інбредних ліній кукурудзи. Встановлено кореляційні залежності між параметрами схожості та польовими показниками продуктивності.

Практичне значення дослідження. За результатами аналізу лінії АК 155, АК 157 та АК 159 передано до Національного центру генетичних ресурсів рослин України для подальших селекційних досліджень та до ТОВ «Агрофірма «Колос» – для залучення у селекційний процес створення посухостійких гібридів кукурудзи.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості кукурудзи та її господарське значення

Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з найважливіших зернових культур у світі, що використовується для продовольчих, кормових і технічних потреб [2,3].

Вона належить до родини Злакових (*Poaceae*) та вирізняється високим потенціалом продуктивності, широкою екологічною пластичністю та генетичною різноманітністю. Кукурудза – це рослина C4-фотосинтетичного типу, що зумовлює високу ефективність використання сонячної енергії та води. Зокрема, транспіраційний коефіцієнт кукурудзи становить ~250, тобто вона витрачає води на утворення одиниці сухої речовини вдвічі менше, ніж пшениця. Потужна стрижнева коренева система проникає на значну глибину (до 1,5–2 м і більше) і ширше охоплює ґрунтовий профіль, що частково пояснює відносну посухостійкість культури. Водночас через формування великої вегетативної маси і врожаю зерна кукурудза потребує значних запасів вологи: за вегетаційний період оптимально ~450–600 мм опадів. Культура слабо переносить надлишкове зволоження ґрунту – в умовах застою води погіршується аерація коренів і засвоєння поживних елементів, різко знижується урожайність [4].

Основними характеристиками кукурудзи є її теплолюбність, вимогливість до вологозабезпечення, а також чутливість до змін кліматичних умов. За морфологією кукурудза характеризується вираженим поділом на генеративні і вегетативні органи. Рослина монокарпічна, однодомна: формує чоловіче суцвіття (волоть) на верхівці стебла та жіночі суцвіття (качани) на пазушних бокових пагонах. Перехресне запилення є домінуючим, оскільки викидання волоті зазвичай на 2–3 дні випереджає появу шовковистих ниток качана, що сприяє перехресному переносу пилку вітром. Така біологічна особливість забезпечує значну генетичну різноманітність потомства і є передумовою для ефекту гетерозису у гібридів.

За морфологією кукурудза характеризується вираженим поділом на генеративні і вегетативні органи. Рослина монокарпічна, однодомна: формує чоловіче суцвіття (волоть) на верхівці стебла та жіночі суцвіття (качани) на

пазушних бокових пагонах. Перехресне запилення є домінуючим, оскільки викидання волоті зазвичай на 2–3 дні випереджає появу шовковистих ниток качана, що сприяє перехресному переносу пилку вітром. Така біологічна особливість забезпечує значну генетичну різноманітність потомства і є передумовою для ефекту гетерозису у гібридів [5].

У сучасному сільському господарстві кукурудза посідає провідне місце серед зернових культур як за площами вирощування, так і за валовим збором зерна. За даними FAO (2023), щорічно у світі вирощують понад 1,2 млрд. тонн кукурудзи на площі більше 200 млн. га, що перевищує обсяги виробництва рису та пшениці. В Україні кукурудза є стратегічною зерною культурою, яка займає понад 4,5 млн. га і є головним джерелом валютних надходжень від експорту зерна.

У господарському аспекті кукурудза є основною культурою для виробництва кормів, крохмалю, олії, біоетанолу та інших продуктів переробки. Останні десятиліття характеризуються зростаючою увагою до створення гібридів, адаптованих до стресових умов, зокрема до посухи та низьких температур на ранніх етапах вегетації. Урожайність кукурудзи поступово підвищується в усьому світі завдяки поєднанню постійного прогресу в агрономічних технологіях і створенні стресостійких гібридів [6].

Кукурудза належить до найбільш продуктивних зернових культур. Її зерно багате на вуглеводи (65–70%), містить 9–12% білка та 4–8% олії. Завдяки високій енергетичній цінності кукурудзяний зерновий корм є основою раціонів відгодівлі худоби. У світі близько 60–65% урожаю зерна використовується на корм тваринам, ~20% іде на продовольчі цілі, ще 15–20% переробляється для технічних потреб (крохмаль, олія, біопаливо тощо). В Україні кукурудза традиційно є найважливішою кормовою культурою, що забезпечує тваринництво концентрованими кормами, силосом і зеленою масою [7].

Окрім того, вона набуває дедалі більшого економічного значення як експортна культура: природно-кліматичні умови України сприятливі для вирощування кукурудзи, дозволяючи не лише повністю забезпечити внутрішні потреби, а й сформувати значний експортний потенціал зерна кукурудзи [8].

У глобальному масштабі кукурудза посідає провідні позиції серед зернових за валовим виробництвом, а її значення виходить за межі харчової сфери, охоплюючи також виробництво біоетанолу, кормових добавок і промислових продуктів [9].

Таким чином, біологічні особливості (висока продуктивність, пластичність до умов вирощування, широка адаптивність) та універсальність використання роблять кукурудзу однією з ключових агрокультур сучасності.

Підвищення стійкості сортів до несприятливих факторів зовнішнього середовища – неодмінна умова біологізації і інтенсифікації процесів в рослинництві. У майбутній період підвищення стійкості сортів до стресових ситуацій, обумовлених абіотичних факторів, буде ставитися до пріоритетних напрямів селекції [10, 11].

Збільшення частоти посух пов'язане зі зміною клімату, передбачають, що ці умови будуть більш суворими та матимуть ширше поширення в майбутньому. Випадіння опадів стає строкате та неоднорідне за вегетаційний сезон. Посуха негативно впливає на врожайність зернових, і серед зернових культур, кукурудза є однією з найбільш чутливих. Екстремальні погодні умови, створюють значні проблеми не лише для фермерів і виробників у всьому світі, але й для цін на кукурудзу та безпеки врожаю, особливо в регіонах світу, що розвивається [12].

Ранній посів кукурудзи – це одна з стратегій уникнення негативного впливу дії висок температур. Оптимальний вибір гібридів для раннього посіву сприяє підвищенню ефективності вирощування кукурудзи, дозволяючи мінімізувати негативний вплив високих температур і посухи під час цвітіння та формування зерна.

1.2. Вплив посухи на ріст і розвиток кукурудзи

Посуха – один з найважливіших стресових факторів, що обмежують продуктивність кукурудзи. За оцінками, щорічні втрати урожаю зерна кукурудзи у світі через ґрунтову і атмосферну посуху становлять близько 15–20%. В окремі несприятливі роки втрати можуть бути ще більшими, оскільки зміна клімату спричиняє частіші й інтенсивніші посушливі періоди [13].

Зокрема, за сильної посухи в критичні фази розвитку втрати врожайності здатні досягати 30–50% і більше, а в екстремальних випадках – до 70–90% [14]. Ступінь впливу залежить як від інтенсивності та тривалості посухи, так і від фази росту рослин, в яку припав дефіцит вологи.

На ранніх етапах онтогенезу (до фази 6–8 листків) нестача ґрунтової вологи зазвичай мало позначається на кінцевій урожайності. Кукурудза в першій половині вегетації відносно ощадливо витрачає воду: від сходів до появи 15-го листка споживається лише 7–8% загальної потреби у воді. Помірна нетривала посуха на цьому етапі може дещо сповільнити ріст, але рослини здатні компенсувати відставання за покращення умов. Однак тривала ґрунтова посуха протягом усього вегетативного періоду (від сходів до викидання волоті) вже приводить до відчутного зниження потенціалу урожайності – до 25% порівняно з оптимальним режимом зволоження [15].

Якщо дефіцит вологи збігається з фазою інтенсивного росту стебла (поява 10–13-го листка) і диференціації генеративних органів, спостерігається недорозвиток рослин: уповільнюється ріст у висоту, зменшується закладена кількість рядів зерен у качані [16]. Рослини формують меншу листкову поверхню, нижчий і тонший стебловий стрижень, що згодом ускладнює налив зерна. У результаті продуктивність таких рослин істотно знижується.

Найбільш критичним періодом для кукурудзи щодо забезпечення вологою є фаза за 1–2 тижні до цвітіння волоті і 2–3 тижні після нього – тобто період викидання волоті, запилення та початку наливу зерна [17].

Цей 30-денний інтервал характеризується піковим водоспоживанням: рослини використовують до 70 % від загальної потреби у воді саме між фазою 15 листків і серединою молочної стиглості зерна. В цей час відбувається інтенсивний ріст і метаболізм – викидання суцвіть, цвітіння, запилення і початковий налив зернівок, – тому нестача ґрунтової вологи особливо згубна [18].

Посуха у період цвітіння призводить до в'янення листків, передчасного підсихання обгорток качанів, різкого зниження інтенсивності фотосинтезу та асиміляції. Критично порушуються процеси запилення: через дефіцит води і

часто супутню спеку зменшується життєздатність пилку (при $t > 35$ °C та вологості повітря $< 30\%$ пилкові зерна гинуть протягом години, затримується розкриття рилець (подовжується інтервал між цвітінням волоті й появою шовку). У результаті не запліднені квітки верхівкової частини качана залишаються пустозерними або формують дрібне щупле зерно. Тривала посуха в фазі цвітіння може спричинити масове абортівання качанів – так зване “лайнерство” (утворення безкачанних стебел [19]).

Експериментально показано, що навіть відносно короткочасне в’янення рослин у критичний період призводить до значних втрат урожаю: зниження тургору протягом 1–2 діб зменшувало врожайність на 22%, а при в’яненні 6–8 діб урожай падав на 50% і більше. Оптимальними умовами для мінімізації втрат є випадання ~ 100 – 120 мм опадів у цей час за помірних температур $+22\dots+23$ °C [20].

Посуха під час наливу зерна (молочна і початок воскової стиглості) також негативно впливає на продуктивність, хоча чутливість після запліднення дещо менша, ніж у період цвітіння. Нестача вологи на стадії молочної стиглості прискорює завершення наливу зерна: зернівки не досягають до повної маси, особливо страждають вершинки качанів – вони передчасно припиняють налив і залишаються недорозвиненими. Внаслідок цього зменшується маса 1000 зерен і загальна врожайність. Посуха у другій половині вегетації часто супроводжується передчасним пожовтінням і відмиранням листків (особливо нижніх ярусів), що скорочує період ефективної асиміляції продуктів фотосинтезу. Хоча потреба кукурудзи у воді під час дозрівання дещо менша, ніж перед цвітінням, тривалий дефіцит опадів у поєднанні з високими температурами може призвести до значного недобору врожаю і на цьому етапі [21].

Таким чином, посуха гальмує ріст і розвиток кукурудзи на всіх фазах, але найбільшу шкоду завдає приурочений до фази викидання волоті та цвітіння дефіцит вологи. Морфологічними ознаками дії посухи є уповільнення росту стебла (рослини нижчі), зменшення площі листків і їх скручування вдень (як захисна реакція, що зменшує випаровування), скорочення довжини качана і кількості зерен.

За сильного стресу генеративні органи недорозвиваються (пиляки не утворюють повноцінного пилку, рильця засихають несвоєчасно, зернівки абортуються). В результаті різко знижується показник репродуктивної продуктивності – кількість качанів на рослину та кількість зерен на качан, що безпосередньо визначає врожайність.

Постраждали рослини часто достроково переходять у стан репродуктивного спокою (анабіозу) і припиняють ріст, намагаючись дозріти раніше. Загальний висновок літератури – стабільне виробництво кукурудзи в умовах зміни клімату неможливе без створення і впровадження посухостійких гібридів, здатних мінімізувати втрати урожаю за дефіциту вологи [22].

1.3. Генетичні та фізіологічні механізми посухостійкості

Посухостійкість кукурудзи є полігенною комплексною ознакою, яка формується сукупною дією багатьох ознак та процесів на різних рівнях організації рослини [23].

Адаптація до водного дефіциту інтегрує морфологічні, фізіологічні та біохімічні зміни, що відбуваються в організмі рослин на клітинному, тканинному і організмовому рівнях. Жоден окремо взятий показник не може повністю охарактеризувати стійкість генотипу до посухи, тому дослідники визначають комплекс критеріїв і індексів стресостійкості. Реакція рослин на посуху контролюється мережами генів і регуляторних елементів, які взаємодіють між собою. Встановлено, що десятки і сотні генів залучені у відповіді на водний дефіцит, кодують білки захисту та адаптації, регулятори сигналізації, ферменти синтезу осмопротекторів тощо [24].

Тому спадкова зумовленість посухостійкості є кількісною (полігенна система), з високою мінливістю прояву залежно від умов середовища. Така складність ознаки ускладнює селекцію, однак наявність широкого генетичного різноманіття кукурудзи створює можливості для поступового нагромадження потрібних алелів у нових гібридах.

Одним з ключових адаптивних механізмів кукурудзи до посухи є потужна коренева система. Розвинений стрижневий корінь з розгалуженнями здатний

проникати в глибокі горизонти ґрунту, недоступні для багатьох інших культур, що дозволяє рослині залучати додаткову вологу з глибини. За посухи кукурудза, як і багато інших видів, перерозподіляє ріст на користь коренів: співвідношення "корінь/пагін" зростає, тобто рослина інвестує більше ресурсів у розвиток підземної частини на шкоду надземній масі. Наступне морфологічне пристосування – зменшення випаровувальної поверхні. За тривалої посухи спостерігається редукція листкової пластинки (менші за розміром нові листки), а також реакція скручування листків у денні години, що ефективно скорочує транспірацію [25].

Кукурудза належить до так званих “stay-green” типів рослин, які за сприятливих умов мають тривалий період активної вегетації; втім, за нестачі води стійкі генотипи здатні підтримувати життєздатність листків довше (повільніше старіння), не допускаючи повної десикації тканин. Додатково відзначають такі ознаки, як підвищена товщина кутикули та восковий наліт на листках, що зменшують випаровування, щільніші продихові апарати, компактніша архітектоніка рослини тощо – всі вони можуть сприяти кращому утриманню водного балансу.

Фізіологічні та біохімічні механізми. При виникненні водного дефіциту кукурудза, як і інші рослини, запускає низку фізіологічних реакцій, спрямованих на збереження води та захист клітин від пошкоджень. Одним з перших відповідей є закриття продихів – аби зменшити транспірацію, рослина скорочує продихові отвори, що водночас обмежує поглинання CO_2 і гальмує фотосинтез. Продихове закриття контролюється фітогормоном абсцизовою кислотою (АВА): за посухи концентрація АВА різко зростає, запускаючи сигнальний каскад, що приводить до відтоку іонів калію та хлору з замикальних клітин продихів і втрати ними тургору – унаслідок чого продихи зникаються [26].

Іншим важливим механізмом є осмотичне регулювання: в умовах зневоднення клітини накопичують осмопротектори – низькомолекулярні розчинні сполуки (амінокислоти на кшталт проліну, цукри, цукрові спирти тощо), які знижують осмотичний потенціал і тим самим підтримують поглинання води та зберігають тургор клітин. Деякі лінії кукурудзи

характеризуються вищою здатністю накопичувати пов'язану (зв'язану) воду в тканинах, що уповільнює висихання – це також розглядається як критерій посухостійкості. Паралельно відбувається перебудова метаболізму: уповільнюються енерговитратні процеси, активуються альтернативні шляхи дихання та синтезу АТФ для економії ресурсів [27].

За дії посухи індукується синтез стресових білків, що виконують захисні функції. До них належать ферменти антиоксидантної системи, які нейтралізують активні форми кисню і запобігають окислювальному пошкодженню мембран і білків. Також накопичуються білки, які стабілізують структури клітин, захищають мембрани і ферменти від денатурації під час зневоднення. Деякі з них (наприклад, LEA-білки – late embryogenesis abundant) здатні зв'язувати воду і виконувати роль молекулярних “наповнювачів”, попереджаючи колапс клітинних структур при висиханні. Фізіологічна стійкість виявляється також у здатності до відновлення (репарації) після стресу: посухостійкі гібриди, переживши фазу анабіозу, швидше відновлюють ріст при поверненні достатнього зволоження (швидке відростання нового листа, регенерація пошкоджених тканин) [28].

Генетичні дослідження підтверджують, що посухостійкість кукурудзи детермінують множинні гени в різних хромосомних локусах, кожен з яких робить відносно невеликий внесок у фенотипічну стійкість. Відомі кількісні ознаки (QTL), пов'язані з окремими компонентами посухостійкості – наприклад, QTL, що впливають на тривалість інтервалу антезис–шовковистість (ASI), глибину проникнення кореня, вміст проліну, активність антиоксидантів тощо. Такі гени і QTL інтегруються в селекційні програми через схрещування, добір та маркер-асоційовані підходи. Сучасні методи молекулярної біології прискорюють розкриття генетичних механізмів: застосування функціональної геноміки, трансгенних технологій та редагування геному (CRISPR/Cas) дозволило ідентифікувати ряд ключових генів стресостійкості і створити експериментальні лінії кукурудзи з підвищеною посухостійкістю. Наприклад, у США виведено генетично модифіковані гібриди з геном *cspB* бактерії *Bacillus* (подовжує активність росту кореня при стресі), що демонструють на ~6–10%

вищу врожайність за посухи порівняно з традиційними гібридами. Проте в цілому генетичні втручання здатні компенсувати лише частину втрат урожаю (за оцінками, не більше ~30% розриву між потенційною та реальною врожайністю під час посухи), тому селекціонери поєднують класичні методи з новітніми біотехнологіями для накопичення дрібних ефектів багатьох генів [29].

Практика показує, що найбільш стійкі до стресу генотипи отримують шляхом комплексної селекції, котра враховує як безпосередню врожайність у посушливих умовах, так і фізіолого-біохімічні показники адаптації. Важливим є також використання гетерозису: правильно підібрані батьківські лінії, які доповнюють одна одну за алелями стресостійкості, здатні в гібридному поєднанні давати підвищену життєздатність і пластичність до коливань середовища. Сучасні посухостійкі гібриди відзначаються комбінацією множинних адаптивних властивостей – міцна коренева система, скорочений ASI, висока водоутримуюча здатність клітин, ефективна робота продохів, жаростійкість пилку, синхронність цвітіння, повільне старіння листків тощо. Такий “багатолінійний” захист забезпечує їм перевагу в умовах посухи і стабільніші врожаї [30].

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Географічне та адміністративне розташування установи

Науково – дослідна установа, на базі якої проводилось дослідження, розташована в селі Пшеничне Васильківського району Київської області. Це село належить до Фастівського району згідно з новим адміністративно – територіальним поділом, затвердженим у 2020 році в результаті реформи децентралізації.

Село Пшеничне є частиною Ковалівської сільської територіальної громади, яка має статус об'єднаної територіальної громади (ОТГ) і підпорядковується органам місцевого самоврядування. Географічно територія установи розташована в центральній частині України, у межах Правобережного Лісостепу, який характеризується помірно – континентальним кліматом і родючими ґрунтами. Таке розташування дозволяє проводити дослідження за типовими для Лісостепу умовами, що є надзвичайно важливим для адаптації сортів і гібридів кукурудзи до кліматичних умов.

Поштовий індекс: 08644

Площа: 1,275 км²

Висота над рівнем моря: 202 м

Адреса ради: 08644, Київська обл., Білоцерківський р-н, с. Пшеничне, вул. Лесі Українки, буд. 1-а

Громада: Ковалівська сільська громада

Густота населення: 494,12 осіб/км²

Область: Київська область

Переваги розміщення установи

- Наявність родючих ґрунтів (чорноземи типові та опідзолені).
- Сприятливі агрокліматичні умови для вирощування кукурудзи.
- Близькість до науково – дослідних центрів, зокрема до кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М.О. Зеленського НУБіП України, що забезпечує доступ до кваліфікованих кадрів, лабораторного обладнання та наукових даних.

Така локалізація забезпечує добрі умови для закладання дослідів у польових умовах, дозволяє поєднати практичну роботу з науковими дослідженнями, а також забезпечує логістичну зручність для регулярного моніторингу дослідних ділянок.

Основною в дослідній станції є навчальна, науково – дослідна та господарська діяльність, які технологічно пов'язані з навчальним та навчально – інноваційним процесом у системі підготовки фахівців у НУБіП України, а також проведення науково – дослідних робіт співробітниками університету.

На основі наукових досліджень, проведених на полях станції, було підготовлено багато докторських та десятки кандидатських дисертацій.

У господарстві щорічно одержуються високі врожаї сільськогосподарських культур. Агронічна дослідна станція є базою практичної підготовки студентів університету, де протягом року проходять навчальну і виробничу практики понад 500 студентів.

2.2. Ґрунтово-кліматичні умови

Упродовж періоду практики з 2 червня по 26 липня 2025 року метеорологічні умови в с. Пшеничне Київської області характеризувалися помірно теплим температурним режимом із ознаками атмосферної посухи в окремі дні.

Середньодобова температура в червні коливалася в межах 18–24 °С, а максимальні денні температури сягали 28–30 °С. У липні температура дещо знизилася: в першій декаді переважали значення 16–22 °С, однак із 16 липня спостерігалось різке потепління до 30–34 °С. Це створило потенційний тепловий стрес для сільськогосподарських культур у фазі активного росту (рис. 2.1.).

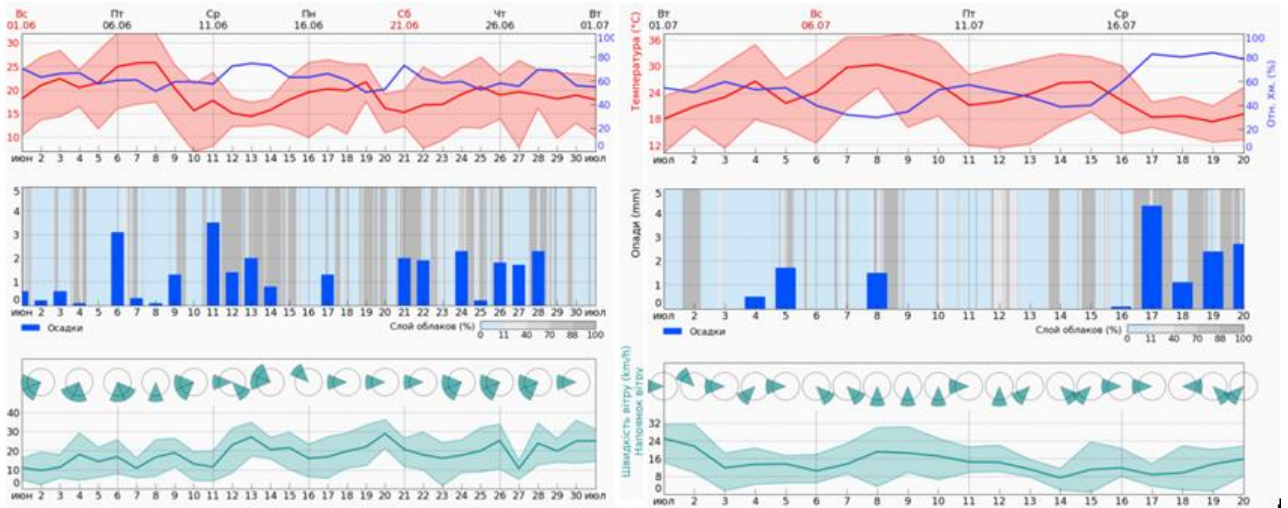


Рисунок 2.1 Метеограма архіву погоди у період проходження практики

- 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° = північ, 90° = схід, 180° = південь і 270° = захід). У метеограмі архіву погоди – зелена лінія позначає швидкість вітру, а роза вітрів показує напрямок вітру.

Протягом червня спостерігалася нерівномірна кількість опадів: у першій декаді – кілька дощових днів із кількістю опадів до 3 – 4 мм; з 12 по 18 червня переважала суха погода. У другій половині червня випадали локальні опади, однак їх кількість залишалася помірною.

У липні ситуація погіршилася – більшість днів були без дощів, що посилює дефіцит вологи. І лише з 16 липня розпочалась серія короткочасних дощів (до 5 мм на добу), що частково покращило вологабезпечення ґрунту наприкінці періоду.

Відносна вологість повітря протягом червня та першої половини липня часто знижувалася до 40 – 50%, а подекуди й нижче 30%, що є ознакою низької атмосферної вологості – одного з факторів ризику розвитку повітряної посухи. Після 16 липня рівень вологості значно підвищився до 70 – 90%.

Середня швидкість вітру за період коливалась у межах 10 – 20 км/год, переважно з північного та північно – західного напрямків. У дні з низькою

вологістю посилення вітру сприяло швидкому випаровуванню ґрунтової вологи. Умови в період дослідження були неоднорідними та потенційно стресовими для культур, що робить цей період придатним для оцінки посухостійкості рослин за природних умов.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки формується на лесовидних суглинках, що мають значне оглеєння та високий вміст карбонатів кальцію (до 20%). Це зумовлює специфічні фізико – хімічні властивості ґрунтів, які мають як переваги, так і обмеження для вирощування сільськогосподарських культур (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Фізичні та водно – фізичні властивості сірих опідзолених ґрунтів

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Щільність твердої фази	Щільність складення	Загальна пористість, %	Максимальна гігроскопічність, %	Найменша вологоємність, %	Вологість в'янення, %
		г/см ³					
HE	10-20	2,66	1,37	48.5	4,1	18.2	6,1
I(h)	30-40	2,72	1,46	46.3	5,8	17	8,8
I ₁	60-70	2,70	1,46	45.9	7,8	17	11,7
I ₂	90-100	2,72	1,46	46.3	7,9	17	11,8
Pi	130-140	2,71	1,43	47.2	8,3	17,4	12,5

Основним типом ґрунтів є чорноземи типові глибокі мало гумусні карбонатні, які характеризуються помірним вмістом гумусу – у межах 2,18 – 2,78%, що зумовлює середній рівень родючості; високими запасами гумусу у верхньому горизонті (до 88 т/га) та значним запасом у горизонті Phk – понад 160 т/га; оптимальною пористістю (46 – 48%), що забезпечує задовільні водно-повітряні умови; середнім рівнем гігроскопічної вологоємності (7,8 – 8,3%) і водозв'язування (до 12,5%), що свідчить про помірну вологомісткість; щільністю твердої фази 2,66 – 2,72 г/см³ і щільністю складання 1,37 – 1,46 г/см³, що вказує на добру структурованість та проникність ґрунту; нейтральною або слабколужною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,6 – 7,2), що є оптимальним

для більшості культур; високим ступенем насиченості основами – 74 – 82%, що свідчить про добру агрохімічну активність і поглинальну здатність (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2

Запаси гумусу в ґрунті чорнозему типового

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
Phк	45-100	2,78	161,04	0,84

Фізико – хімічні показники чорноземів також підтверджують їх придатність до землеробства: сумарна ємність вбирання – 18 – 20 мг – екв. на 100 г ґрунту, ступінь солонцюватості відсутній, гідролітична кислотність помірна (2,80 – 3,01), вміст обмінного натрію не перевищує 0,23 мг – екв (табл. 2.3.).

Таблиця 2.3

Фізико – хімічно показники чорнозему типового

Генетичний горизонт	Глибина, см	Місткість вбирання	Сума увібраних основ	Гідролітична кислотність	Обмінний натрій	Ступінь солонцюватості	Ступінь насиченості основами	рН сольовий
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
Phк	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

Однак, варто зазначити, що на території господарства спостерігається деградація ґрунтового покриву, зумовлена як природними, так і антропогенними чинниками. Найпоширенішою проблемою є водна ерозія, що періодично проявляється після сильних опадів, спричиняючи змив гумусового шару. Меншою мірою спостерігається засміченість, забур'яненість та локальне ущільнення ґрунтів. На щастя, інтенсивні опади не є систематичними, тому в окремі роки прояви ерозії залишаються незначними.

2.3. Агротехнічні умови вирощування

Для забезпечення об'єктивності дослідження та максимальної реалізації потенціалу рослин, усі агротехнічні заходи на дослідному полі проводились згідно з рекомендаціями Інституту зернових культур НААН України та з урахуванням кліматичних і ґрунтових особливостей регіону.

Попередником кукурудзи була озима пшениця, що забезпечило задовільний фітосанітарний стан поля та достатній запас вологи після збирання. Навесні перед посівом проводилось боронування та культивація, що забезпечувало розпушення верхнього шару і збереження вологи.

Посів проводили за оптимальних строків – у другій декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягала +10–12 °С.

Норма висіву – 60–65 тис. насінин/га. Дослідження проводилось в умовах богарного землеробства, тобто без зрошення, що дозволяє оцінити природну толерантність до посухи.

2.4. Методика проведення лабораторного та польового дослідження

Для визначення рівня посухостійкості використовують комплексні підходи, що включають лабораторні, польові та фізіолого-біохімічні методи. Основні методи оцінки включають: лабораторні методи (використання осмотичних розчинів (маніт, сахароза) для моделювання водного дефіциту; визначення вмісту осмотично-активних речовин у тканинах рослин; польові методи (вимірювання показників водного режиму (відносний вміст води, водоутримувальна здатність); оцінка продуктивності рослин у стресових умовах;

визначення індексу стресостійкості та посухостійкості), генетичні та молекулярні методи (використання днк–маркерів для виявлення посухостійких генотипів; геноінженерні підходи для модифікації генів, відповідальних за толерантність до посухи).

З метою виявлення генотипів з високою стійкістю до посухи у фазу проростків застосовано лабораторний метод пророщування у розчині цукрози та маніту визначення за показником “частка пророслого насіння”. Відібрані зразки насіння (25 шт. на пробу в 3-разовій повторності) пророщували в 17,7 % розчині цукрози (осмотичний тиск 16 ат.) та в 11,8 % розчині маніту (осмотичний тиск 16 ат.). У чашки Петрі викладали насіння кукурудзи, яке заливали 25 мл розчину цукрози та маніту в термостаті за температури 30°C. Енергію проростання та схожість визначали на 5 та 7 добу.

Після пророщування визначали частку пророслого насіння (%) згідно формули:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%, \text{ де}$$

P – частка пророслого насіння (%),

a – середня кількість пророслого насіння в розчині цукрози,

b – середня кількість пророслого насіння відносно контролю.

При цьому, чим вищий відсоток проростання насіння в розчині цукрози, тим більш посухостійкий зразок. Для визначення істотності відмінності при оцінці посухостійкості способом пророщування на розчині цукрози використовували метод обробки даних за альтернативною мінливістю, який складається з декількох етапів. Спочатку визначали довірчий інтервал значення ознаки за формулою:

$$P \pm t Sp, \text{ де}$$

P – середній відсоток пророслих насінин,

t – критерій Стюдента (для рівня значимості 0,05 дорівнює 1,98),

Sp – квадратична помилка частки, що визначається за формулою:

$$Sp = \pm \sqrt{\frac{P(100-P)}{n}}, \text{ де}$$

n – кількість закладеного на пророщування насіння.

Розподіл зразків за мірою стійкості до посухи проводили по нижній межі довірчих інтервалів, які визначали за формулою:

$$k = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{r}, \text{ де}$$

X_{\max} – максимальне значення відсотка проростання за нижнім довірчим інтервалом,

X_{\min} – мінімальне значення відсотка проростання, r – кількість груп

Результати дослідження для подальшого аналізу впроваджені у селекційний процес наукового відділу ТОВ «Агрофірма «Колос» Білоцерківський район, Київська область.

Польові дослідження були проведені з метою оцінки посухостійкості та продуктивності різних інбредних ліній та гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу України. Дослід закладали на дослідному полі відповідно до методичних рекомендацій з проведення польових дослідів у рослинництві (Методика ДУ Інститут зернових культур НААН, 2016; ДСТУ 4113-2002).

Метою досліду було вивчення особливостей розвитку культури та її реакції на зміну рівня вологозабезпечення ґрунту у природних умовах вегетації.

Схема досліду:

- Об'єкт дослідження: кукурудза (*Zea mays* L.) – окремі лінії;
- Тип досліду: польове спостереження без варіантів обробки, з фіксацією фізіологічної відповіді на природні умови вологості.
- Розміщення ділянок: Дослідні зразки висівали вручну на дворядкових ділянках завдовжки 7 м, відстань між рядками – 70 см (загальна площа кожної дослідної ділянки – 9,8 м²), відстань між рослинами у рядку – 15 – 17 см.
- Облік вели в межах повторюваних облікових рядків.

Основні дослідження та обліки:

Фенологічні спостереження: визначення дат настання основних фаз розвитку кукурудзи: сходи, 3 – 5 листків, 7 – 9 листків, викидання волоті, цвітіння, молочна стиглість. Проведення фіксації зовнішніх змін рослин у динаміці розвитку.

Оцінка кількості сходів: підрахунок кількості рослин на одиниці довжини рядка (м) проводився в кожну з визначених фенологічних фаз. Це дозволяло

оцінити динаміку виживання та розвиток рослин в умовах зміни кліматичних параметрів.

Вимірювання вологозабезпечення ґрунту: проводилось шляхом добору ґрунтових зразків на глибинах 0 – 20 см. Вологість визначали гравіметричним методом (зважування до і після висушування), що дозволяло фіксувати зміну запасів продуктивної вологи протягом вегетації.

Метеорологічний супровід: паралельно здійснювався аналіз погодних умов за даними «meteoblue»: температура, опади, вологість повітря.

Отримані дані узагальнювались у табличній формі. Проводився їх аналіз у динаміці.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Характеристика вихідного матеріалу (інбредні лінії, гібриди)

Для створення нових ранньостиглих гібридів з високою продуктивністю, придатних для вирощування, ключовим є використання ранньостиглого вихідного матеріалу. Однак, на відміну від інших груп стиглості, ранньостиглі інбредні лінії представлені меншою різноманітністю, що ускладнює селекційну роботу з метою підвищення швидкості дозрівання гібридів.

В рамках селекційної роботи було проведено лабораторні дослідження, для виявлення найбільш посухостійких екземплярів з колекції зразків кукурудзи кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського, які характеризуються підвищеним вмістом біохімічних елементів.

Для проведення фенологічних спостережень, оцінки впливу несприятливих факторів середовища та аналізу структури продуктивності зразків використовували класифікацію згідно Класифікатора-довідника виду *Zea mays L.* [31]

За відсотковим вмістом білка розрізняють такі групи:

дуже низький вміст < 9,0 %; низький вміст 9,1 – 10,0 %; середній вміст 10,1 – 12,0 %; високий вміст 12,1 – 15,0 %; дуже високий > 15 %.

За вмістом у зерні крохмалю:

дуже низький вміст < 55 %; низький вміст 56 – 60 %; середній вміст 61 – 65 %; високий вміст 66 – 70 %; дуже високий > 70 %

За вмістом у зерні олії:

дуже низький вміст 2,0 – 2,5 %; низький вміст 2,6 – 3,8 %; середній вміст 3,9 – 5,0 %; високий вміст 5,1 – 7,0 %; дуже високий 7,1 – 15,0 %

Опис основних характеристик колекції самоzapильних ліній та експериментальних гібридів кукурудзи, використаних у дослідженні:

Лінія АК159

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Урожайність, т/га	3,38
Діаметр качана, см	4
Довжина качана, см	17,5
Кількість рядів зерен, шт.	16
Кількість зерен в ряді, шт.	28
Маса 1000 зерен, г	242
Білок, %	9,98
Крохмаль, %	68,46
Олія, %	4,32



Лінія АК155

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Урожайність, т/га	4,02
Діаметр качана, см	3,5
Довжина качана, см	11
Кількість рядів зерен, шт.	14
Кількість зерен в ряді, шт	18
Маса 1000 зерен, г	208
Білок, %	10,11
Крохмаль, %	69,29
Олія, %	4,51



Лінія АК157

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Урожайність, т/га	3,31
Діаметр качана, см	4
Довжина качана, см	17
Кількість рядів зерен, шт.	16
Кількість зерен в ряді, шт.	26
Маса 1000 зерен, г	163
Білок, %	10,91
Крохмаль, %	70,4
Олія, %	4,3



Лінія УХК754

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Урожайність, т/га	3,25
Діаметр качана, см	4,5
Довжина качана, см	17,8
Кількість рядів зерен, шт.	14
Кількість зерен в ряді, шт.	35
Маса 1000 зерен, г	240
Білок, %	10,22
Крохмаль, %	69,77
Олія, %	4,81



Лінія Харківська 215 зМ

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Урожайність, т/га	2,17
Діаметр качана, см	3,5
Довжина качана, см	14,3
Кількість рядів зерен, шт.	14
Кількість зерен в ряді, шт.	27
Маса 1000 зерен, г	176
Білок, %	10,14
Крохмаль, %	69,70
Олія, %	3,92



Лінія CO255

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Урожайність, т/га	2,76
Діаметр качана, см	3,5
Довжина качана, см	16
Кількість рядів зерен, шт.	18
Кількість зерен в ряді, шт.	35
Маса 1000 зерен, г	216
Білок, %	12,80
Крохмаль, %	67,70
Олія, %	4,00



Лінія FV243

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Урожайність, т/га	2,63
Діаметр качана, см	3,5
Довжина качана, см	18
Кількість рядів зерен, шт.	14
Кількість зерен в ряді, шт	39
Маса 1000 зерен, г	196
Білок, %	11,6
Крохмаль, %	70,8
Олія, %	4,2



Гібрид АК159 х АК157

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	208,9
Діаметр качана, см	3,8
Довжина качана, см	18,2
Кількість рядів зерен, шт.	18
Кількість зерен в ряді, шт.	39
Маса 1000 зерен, г	264

Гібрид FV 243 х АК 157

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	174,9
Діаметр качана, см	4,2
Довжина качана, см	18,2
Кількість рядів зерен, шт.	18
Кількість зерен в ряді, шт.	15
Маса 1000 зерен, г	259

Гібрид УХК754 х Харківська 215 зМ

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	265,4
Діаметр качана, см	4,7
Довжина качана, см	20,8
Кількість рядів зерен, шт.	16
Кількість зерен в ряді, шт.	34
Маса 1000 зерен, г	349,2

Гібрид АК159 х Харківська 215 зМ

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	192,6
Діаметр качана, см	4,26
Довжина качана, см	19
Кількість рядів зерен, шт.	15
Кількість зерен в ряді, шт.	37
Маса 1000 зерен, г	295,2

Гібрид АК157 х АК159

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	191,9
Діаметр качана, см	4,36
Довжина качана, см	19
Кількість рядів зерен, шт.	16
Кількість зерен в ряді, шт.	42
Маса 1000 зерен, г	300

Гібрид АК157 х УХК754

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	181,6
Діаметр качана, см	4,06
Довжина качана, см	20
Кількість рядів зерен, шт.	16
Кількість зерен в ряді, шт.	30
Маса 1000 зерен, г	328,4

Гібрид СО 255 х АК155

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	112,74
Діаметр качана, см	3,72
Довжина качана, см	19
Кількість рядів зерен, шт.	17
Кількість зерен в ряді, шт.	35
Маса 1000 зерен, г	124

Гібрид АК159 х УХК754

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	174,62
Діаметр качана, см	3,5
Довжина качана, см	17
Кількість рядів зерен, шт.	15
Кількість зерен в ряді, шт.	30
Маса 1000 зерен, г	236,2

Гібрид Харківська 215 зМ х УХК754

Господарсько-цінні властивості	Рівень вираження ознак
Продуктивність, г	258,8
Діаметр качана, см	4,5
Довжина качана, см	21
Кількість рядів зерен, шт.	16
Кількість зерен в ряді, шт.	35
Маса 1000 зерен, г	375

Вплив осмотичного стресу на лабораторні параметри проростання.

Досліди з використанням осмотичних агентів (маніт і сахароза) виявили суттєві відмінності у реакції інбредних ліній:

У варіанті з манітом кращі результати за енергією проростання і схожістю показала лінія АК155 (енергія – 46,68%, схожість – 48%).

Більшість інших зразків демонстрували різке зниження енергії проростання (до 1,32%), що свідчить про чутливість до осмотичного стресу.

У середньому вплив сахарози був ще сильнішим – майже всі зразки мали схожість менше 10%.

Всебічна оцінка інбредних ліній є фундаментом для подальшої селекційної роботи при створенні гібридів кукурудзи із заданими параметрами, адже виробничі умови вирощування даної культури потребують комплексності та поєднання господарсько – цінних показників та показників якості [12].

Усі генотипи висівались за однакової густоти та схеми, що дозволяло оцінити їхню продуктивність та стійкість до стресу в єдиних умовах. Польовий та лабораторний скринінг забезпечив надійне порівняння між досліджуваними формами.

3.2. Лабораторна оцінка посухостійкості інбредних ліній та гібридів кукурудзи

У лабораторних умовах дослідження ростових параметрів інбредних ліній кукурудзи проводилось з використанням розчинів маніту та сахарози в умовах осмотичного стресу. Було встановлено, що у контрольному варіанті: найкращі результати проростання, що є природним, оскільки відсутній стресовий фактор. Найвищі показники проростання у СО255 (15 – 17 насінин) та АК159 (14 – 16 насінин). Найменші показники у «Харківська 215 зМ» (3 – 4 насінини).

Маніт значно знижує кількість пророслого насіння, що вказує на його негативний вплив на водний баланс клітин насіння. АК157 майже не проростає (0,33 насінини), АК159 знижується до 4,33 – 4,67 насінин.

Сахароза також пригнічує проростання, але її вплив менш виражений, ніж у маніту. Наприклад, «Харківська 215 зМ» має вищі показники проростання (1,33 – 3,00 насінини) у порівнянні з манітом (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Кількість пророслого насіння інбредних ліній, шт.

Назва зразка	Контроль		Маніт		Сахароза	
	5 день	7 день	5 день	7 день	5 день	7 день
AK155	10	12	11,67	12,00	1,00	1,33
AK157	8	11	0,33	0,33	0,33	0,33
AK159	14	16	4,33	4,67	0,00	0,00
УХК754	6	8	1,00	3,00	0,00	1,00
CO255	15	17	0,33	3,00	0,33	1,33
FV243	4	5	4,33	4,67	0,67	1,33
Харківська 215 зМ	3	4	3,00	6,33	1,33	3,00

За результатами досліджень ми можемо оцінити посухостійкість інбредних ліній. Контрольні умови демонструють високу схожість і енергію проростання: Найкращі результати у CO255 (енергія 60%, схожість 68%) та AK159 (56% і 64%).

Маніт викликає значне зниження схожості: АК 157 – найбільш чутливий до стресу (схожість падає до 1,32 %). Відносно стійкі АК 155 (48%), FV 243 (18,68%), Харківська 215 зМ (25,32%).

Сахароза менш агресивно впливає на схожість, але все ж таки значно її знижує: CO255 падає з 68% (контроль) до 5,32% (сахароза). АК159 не проростає взагалі у розчині сахарози (0%) (табл. 3.2).

Енергія проростання та схожість насіння інбредних ліній кукурудзи, %

Назва зразка	Контроль		Маніт		Сахароза	
	Енергія	Схожість	Енергія	Схожість	Енергія	Схожість
AK155	40	48	46,68	48	4	5,32
AK157	32	44	1,32	1,32	1,32	1,32
AK159	56	64	17,32	18,68	0	0
УХК754	24	32	4	12	0	4
CO255	60	68	1,32	12	1,32	5,32
FV243	16	20	17,32	18,68	2,68	5,32
Харківська 215 зМ	12	16	12	25,32	5,32	12

Встановлено, що контрольна група показує найвищі значення кількості пророслого насіння, що свідчить про відсутність стресового впливу. Найвищі показники проростання у гібридів АК159хАК157 (20-21 насінина) та АК157хУХК754 (19-21 насінина). Найменші показники у гібриду АК159хУХК754 (4-6 насінини).

Маніт значно знижує кількість пророслого насіння у більшості гібридів, що вказує на його стресогенну дію. Найгірше поросли гібриди: АК159хУХК754 АК157хУХК754 (0,33 насінини).

Сахароза також пригнічує проростання, але її вплив менш виражений, ніж у маніту. Наприклад, гібрид АК157хУХК754 має значно вищі показники проростання у порівнянні з манітом (табл. 3.3).

За результатами проведеного лабораторного аналізу ми можемо оцінити посухостійкість експериментальних гібридів кукурудзи. Контрольні умови демонструють високу схожість і енергію проростання: Найкращі результати у гібридів: АК159хАК157 (енергія 80%, схожість 84%) та АК157хУХК754 (76% і 84%).

Таблиця 3.3

Кількість пророслого насіння експериментальних гібридів, шт.

Назва зразка	Контроль		Маніт		Сахароза	
	5 день	7 день	5 день	7 день	5 день	7 день
AK159xAK157	20	21	4	6	1	1
FV243xAK157	4	6	5	8	0	0
УХК754xХар215зМ	9	11	1	1	1	0
AK159xХар215зМ	13	14	5	7	0	0
AK157xAK159	13	15	6	7	1	1
AK157xУХК754	19	21	0	1	9	8
CO255xAK155	9	17	1	1	0	0
AK159xУХК754	4	6	0	1	0	0
Хар215зМxУХК754	8	10	2	2	1	0

Маніт викликає значне зниження схожості: гібриди AK157xУХК754 та AK159xУХК754 – найчутливіший до стресу (схожість падає до 4%). Відносно стійкі гібриди: FV243xAK157 (32%), AK159xХар215зМ (28%), AK157xAK159 (28 %).

Сахароза агресивно впливає на схожість та значно її знижує: гібрид AK159xAK157 падає з 84% (контроль) до 4% (сахароза). Гібриди FV243xAK157; AK159xХар215зМ; CO255xAK155; AK159xУХК754; AK159xХар215зМ; не проросли взагалі у розчині сахарози (0%).

Найменші зміни у морфологічних показниках були зафіксовані у AK159, AK157 та УХК754, що вказує на їхню підвищену стійкість до посухи (табл. 3.4).

**Енергія проростання та схожість насіння експериментальних гібридів
кукурудзи, %**

Назва зразка	Контроль		Маніт		Сахароза	
	Енергія	Схожість	Енергія	Схожість	Енергія	Схожість
AK159xAK157	80	84	16	24	4	4
FV243xAK157	16	24	20	32	0	0
УХК754xХар215зМ	36	44	4	4	4	0
AK159xХар215зМ	52	56	20	28	0	0
AK157xAK159	52	60	24	28	4	4
AK157xУХК754	76	84	0	4	36	32
CO255xAK155	36	68	4	4	0	0
AK159xУХК754	16	24	0	4	0	0
Хар215зМxУХК754	32	40	8	8	4	0

Оцінка продуктивності рослин проводилася на основі маси 1000 зерен, урожайності та показників якості зерна. В умовах стресу посухи відзначалося зменшення продуктивності у всіх досліджуваних зразках, проте рівень втрат значно відрізнявся між лініями.

3.3. Фенологічні спостереження та оцінка посухостійкості в польових умовах

Фенологічні спостереження проводились протягом усього періоду вегетації кукурудзи – від посіву до настання повної стиглості зерна. Метою обліку було простежити ріст і розвиток інбредних ліній і гібридів у різні фази органогенезу, а також зафіксувати вплив погодних умов, зокрема дефіциту вологи, на прояв цих фаз.

Аналізуючи отримані дані, можна відзначити, що всі досліджувані лінії пройшли повний цикл розвитку від сходів до цвітіння качана – у межах близько 40 діб.

Найраніше фази викидання та цвітіння волоті відзначались у ліній УХК 754, АК 159 та FV 243: 10 – 11 липня та 13 – 14 липня відповідно. Ці лінії демонстрували швидший розвиток і меншу залежність від зниження вологозабезпечення у фазу генеративного росту (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Дати настання фенологічних фаз інбредних ліній кукурудзи, 2025 р.

№	Лінія	Сходи	3-5 листків	7-9 листків	Викидання волоті	Цвітіння волоті
1	УХК 754	3.06.2025	15.06.2025	30.06.2025	20.07.2025	23.07.2025
2	АК 155	3.06.2025	16.06.2025	2.07.2025	22.07.2025	24.07.2025
3	АК 159	3.06.2025	15.06.2025	1.07.2025	21.07.2025	23.07.2025
4	АК 157	3.06.2025	15.06.2025	30.06.2025	23.07.2025	25.07.2025
5	СО 255	3.06.2025	15.06.2025	30.06.2025	22.07.2025	24.07.2025
6	FV 243	3.06.2025	15.06.2025	30.06.2025	21.07.2025	24.07.2025
7	Харк. 215 з М	3.06.2025	16.06.2025	2.07.2025	24.07.2025	26.07.2025

Найпізніше викидання волоті спостерігалось у лінії Харківська 215 зМ: 14 липня, а повне цвітіння: 16 липня, що може свідчити про довший вегетаційний період і потенційну більшу потребу у волозі в пізні строки.

Таким чином, лінії УХК 754, АК 159 та АК 157 можна вважати більш адаптованими до умов короткочасного водного дефіциту у критичні періоди, що підтверджує їх відносну посухостійкість.

Найвищу густоту стояння на всіх етапах спостереження зберігала лінія УХК 754 – понад 53 рослини/м, що свідчить про високу енергію проростання, рівномірність сходів і добру польову життєздатність (табл. 3.6).

Також лінії АК 159 та АК 157 демонстрували незначне зменшення густоти (до 39 – 47 шт/м), що свідчить про добру стійкість до зниження вологості ґрунту.

Натомість лінії АК 155 та СО 255 мали значно нижчі показники кількості сходів: 18 – 31 шт/м, що вказує на нижчий потенціал посухостійкості.

Таким чином, кількість і стабільність сходів у різні фази вегетації підтверджують вищу адаптивність ліній УХК 754, АК 157 та АК 159 до дії факторів водного дефіциту (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Густота стояння рослин у різні у фенологічні фази

№	Лінія	Кількість рослин (шт/7 м) у фазу 3–5 листків		Кількість рослин (шт/м) у фазу 7–9 листків		Кількість рослин перед викиданням волоті	
1	УХК 754	28	27	28	27	27	27
2	АК 155	21	18	20	18	20	18
3	АК 159	42	40	42	39	41	39
4	АК 157	35	37	35	37	34	37
5	СО 255	30	32	28	31	28	31
6	FV 243	35	38	35	37	35	37
7	Харк. 215 з М	38	35	35	34	35	33

Формула для визначення вологості ґрунту (%):

$$W = \frac{m_{\text{сир}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \times 100\%, \text{ де}$$

$m_{\text{сир}}$ – маса ґрунтового зразка до висушування, г.

$m_{\text{сух}}$ – маса того ж зразка після висушування, г.

W – вологість ґрунту у відсотках, %.

Кожен гібрид мав два зразки. Спочатку розраховувалася вологість для кожного зразка окремо, а потім – середнє:

$$W_{\text{сер}} = \frac{W_1 + W_2}{2}.$$

У результаті проведених польових спостережень встановлено, що досліджувані лінії кукурудзи відзначались різною динамікою розвитку та чутливістю до умов вологозабезпечення впродовж вегетаційного періоду.

Таблиця 3.7

Дані проб для вимірювання вологості ґрунту

№	Лінія	3.06.2025	19.07.2025

		До висушування (г)	Після (г)	До висушування (г)	Після (г)
1	УХК 754	60	55	55	49
2	АК 155	49	45	45	40
3	АК 159	64	58	55	51
4	АК 157	42	37	33	29
5	СО 255	54	49	44	38
6	FV 243	59	54	48	43
7	Харк. 215 зМ	60	57	52	46

На основі аналізу фенологічних фаз, кількості сходів та вологозабезпечення ґрунту на глибині 0–20 см у критичні періоди росту, визначено, що найбільш адаптивними до посушливих умов виявилися лінії УХК 754, АК 159 та АК 157. Вони характеризувалися: своєчасним проходженням фенологічних фаз; стабільною кількістю життєздатних сходів; кращим засвоєнням ґрунтової вологи за дефіциту опадів.

Зокрема, лінії АК 159 і АК 157 демонстрували злагоджений темп росту навіть за помірного водного стресу, а УХК 754 вирізнявся помірним споживанням вологи при достатній продуктивності, що свідчить про його потенційну посухостійкість.

Інші лінії проявили нижчу посухостійкість, в окремих випадках зменшення густоти стояння та неузгоджене настання репродуктивних фаз, що може свідчити про чутливість до нестабільного водного режиму (табл. 3.8).

Лінії УХК754, АК159 і Харківська 215 зМ мали найвищу кількість сходів у полі перед викиданням волоті – понад 33 рослини.

Було встановлено, що середня вологість ґрунту в період викидання волоті коливалася від 9,1% до 13,7%. Найвищі значення зафіксовано у зразків АК157 та СО255, однак у них лабораторна посухостійкість була низькою.

Порівняльна характеристика вологості ґрунту в різний період розвитку кукурудзи

Гібрид	W1 (%)	W2 (%)	Wсередня(%)
УХК 754	9,1	12,2	10,6
АК 155	8,9	12,5	10,7
АК 159	10,3	7,8	9,1
АК 157	13,5	13,8	13,7
СО 255	10,2	15,8	13,0
FV 243	9,3	11,6	10,5
Харк.215 з М	5,3	13,0	9,2

Зразки, що зберегли життєздатність при помірній вологості (наприклад, АК159, УХК754), виявилися кращими за стабільністю росту в полі.

3.4. Кореляція польових і лабораторних оцінок

З метою комплексної оцінки посухостійкості інбредних ліній і гібридів кукурудзи було проведено порівняльний аналіз результатів лабораторних досліджень за умов осмотичного стресу (маніт, сахароза) та польових досліджень в умовах природного дефіциту вологи.

Аналіз кореляцій для інбредних ліній кукурудзи

Коефіцієнт кореляції: $r = -0,0768$ свідчить про дуже слабкий негативний зв'язок між контрольними умовами та стресом, спричиненим манітом (рис. 3.1).

Маніт є ефективним осмотичним агентом, що імітує посуху шляхом створення водного дефіциту. Слабка кореляція між проростанням у контрольних умовах і при дії маніту вказує на низьку стійкість більшості інбредних ліній до посухи.

Лінії, які демонструють слабку кореляцію, виявилися малостійкими до посухового стресу, що свідчить про їхню невисоку здатність до адаптації до умов дефіциту вологи.

Коефіцієнт кореляції: $r = -0,61467$ вказує на помірний негативний зв'язок між контрольними умовами та впливом сахарози (рис. 3.2).

Сахароза також створює осмотичний стрес, імітуючи умови помірної посухи. Помірна негативна кореляція свідчить про зниження рівня проростання у стресових умовах, спричинених сахарозою. Це вказує на те, що більшість інбредних ліній є чутливими до умов посухи, створених сахарозою.

Деякі лінії, які зберігають порівняно високі показники схожості та енергії проростання у середовищі сахарози, можуть бути потенційно посухостійкими.

Коефіцієнт кореляції: $r = 0,371748$ вказує на слабкий позитивний зв'язок між реакціями ліній у середовищах з манітом і сахарозою (рис. 3.3).

Позитивна кореляція свідчить про те, що деякі лінії демонструють схожі адаптивні реакції до обох типів осмотичних стресорів, що вказує на потенційну стійкість до посухи. Незначна позитивна кореляція вказує на помірну адаптацію ліній до умов посухи, але рівень цієї адаптації залишається слабким.

Лінії, що показують стабільність проростання в обох середовищах, можуть бути використані для подальшого відбору на посухостійкість.

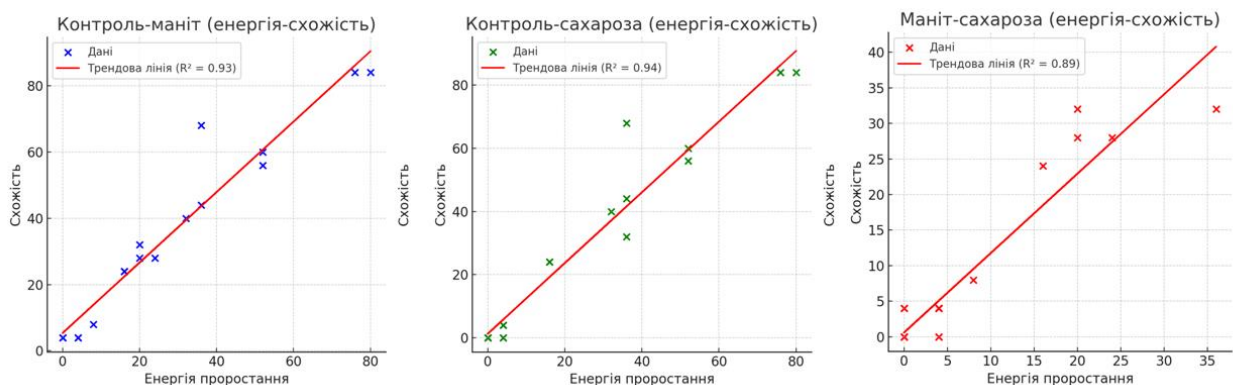


Рис. 3.1-3.3. Кореляції осмотичних розчинів при дослідженні інбредних ліній кукурудзи

Контроль – маніт: Слабкий негативний зв'язок вказує на низьку посухостійкість більшості інбредних ліній.

Контроль – сахароза: Помірна негативна кореляція вказує на значний вплив сахарози, який свідчить про слабку адаптацію до посухи.

Маніт – сахароза: Позитивна кореляція свідчить про потенційні механізми адаптації до посухи, хоча їх ефективність є невисокою.

Аналіз кореляцій для гібридів кукурудзи

Кореляція для енергії проростання насіння:

Коефіцієнт кореляції: $r = 0.12$ свідчить про дуже слабку позитивну кореляцію між енергією проростання у контрольних умовах і умовах маніту. Цей показник вказує на практично відсутній зв'язок між проростанням у звичайних умовах та під впливом осмотичного стресу маніту (рис. 3.4).

Низький рівень кореляції може вказувати на мінімальний вплив маніту на проростання гібридів. Це свідчить про те, що маніт як осмотичний агент не є основним фактором, що впливає на адаптацію гібридів до стресових умов.

Коефіцієнт кореляції: $r = 0.58$ вказує на помірний позитивний зв'язок між схожістю у контрольних умовах та в умовах сахарози (рис. 3.5).

Позитивна кореляція вказує на те, що гібриди демонструють помірну адаптацію до стресових умов сахарози. Це означає, що частина гібридів зберігає високу схожість навіть за умов дефіциту вологи, змодельованого сахарозою.

Коефіцієнт кореляції: $r = -0.26$ вказує на слабку негативну кореляцію між схожістю у середовищах маніту та сахарози (рис. 3.6).

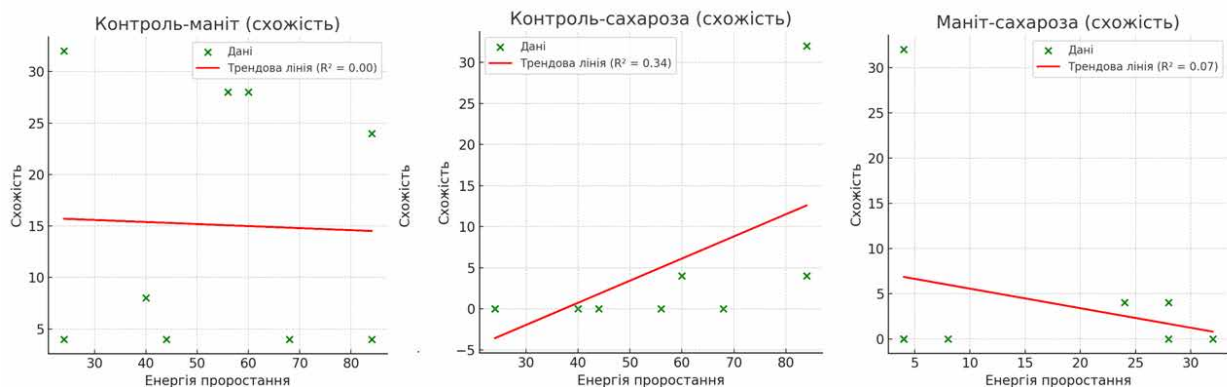


Рис. 3.4-3.6. Кореляція енергії проростання експериментальних гібридів у осмотичних розчинах

Негативна кореляція свідчить про те, що реакція гібридів на стрес, спричинений манітом та сахарозою, є різною. Це може свідчити про різні механізми адаптації до цих умов, що впливають на проростання.

Контроль – сахароза демонструє найвищу позитивну кореляцію як для енергії проростання, так і для схожості, що свідчить про значний вплив сахарози на ці показники. Це означає, що більшість гібридів здатні краще адаптуватися до осмотичного стресу, спричиненого сахарозою.

Маніт – сахароза має негативну кореляцію, що вказує на протилежний вплив цих агентів на проростання гібридів. Це свідчить про те, що реакції гібридів на маніт та сахарозу мають різний механізм адаптації.

Контроль – маніт має слабкий зв'язок для енергії проростання та майже нульову кореляцію для схожості, що вказує на мінімальний вплив маніту на ці параметри. Це вказує на низьку адаптивність гібридів до умов, змодельованих манітом.

Кореляція для схожості насіння:

Коефіцієнт кореляції: $r = -0.04$ свідчить про практично відсутній зв'язок між схожістю в контрольних умовах та при впливі маніту (рис. 3.7).

Мінімальна кореляція вказує на несуттєвий вплив маніту на схожість гібридів. Це свідчить про те, що реакція більшості гібридів на осмотичний стрес, викликаний манітом, є константною та не має чіткої закономірності.

Коефіцієнт кореляції: $r = 0.58$ вказує на помірний позитивний зв'язок між схожістю у контрольних умовах та в умовах сахарози (рис. 3.8).

Позитивна кореляція вказує на те, що гібриди демонструють помірну адаптацію до стресових умов сахарози. Це означає, що частина гібридів зберігає високу схожість навіть за умов дефіциту вологи, змодельованого сахарозою.

Коефіцієнт кореляції: $r = -0,26$ вказує на слабку негативну кореляцію між схожістю у середовищах маніту та сахарози (рис. 3.9).

Негативна кореляція свідчить про те, що реакція гібридів на стрес, спричинений манітом та сахарозою, є різною. Це може свідчити про різні механізми адаптації до цих умов, що впливають на проростання.

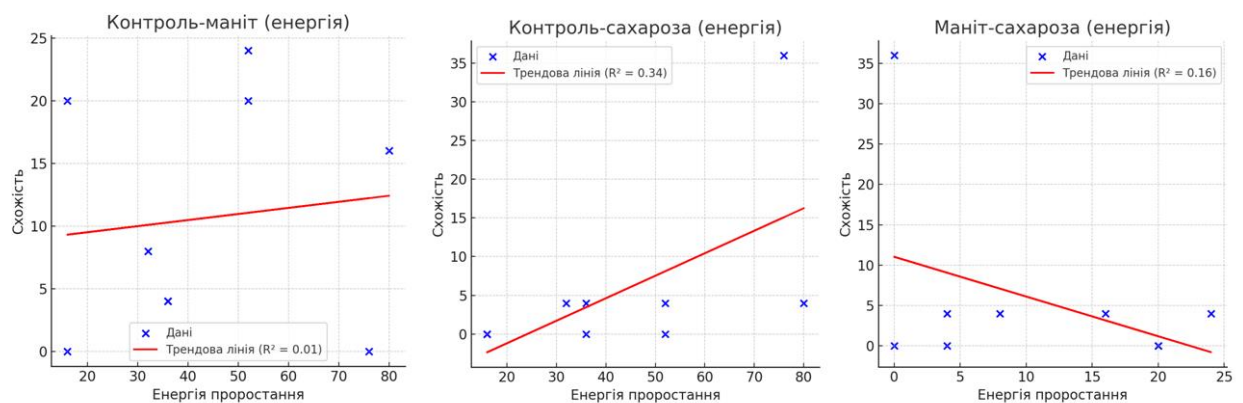


Рис. 3.7-3.9. Кореляції схожості насіння експериментальних гібридів кукурудзи в осмотичних розчинах

Контроль – сахароза демонструє найвищу позитивну кореляцію як для енергії проростання, так і для схожості, що свідчить про значний вплив сахарози на ці показники. Це означає, що більшість гібридів здатні краще адаптуватися до осмотичного стресу, спричиненого сахарозою.

Маніт – сахароза має негативну кореляцію, що вказує на протилежний вплив цих агентів на проростання гібридів. Це свідчить про те, що реакції гібридів на маніт та сахарозу мають різний механізм адаптації.

Контроль – маніт має слабкий зв'язок для енергії проростання та майже нульову кореляцію для схожості, що вказує на мінімальний вплив маніту на ці параметри. Це вказує на низьку адаптивність гібридів до умов, змодельованих манітом.

За результатами польових досліджень, проведених на Агрономічній дослідній станції, встановлено, що лінії кукурудзи відрізняються за темпами росту, проходженням фенологічних фаз та рівнем адаптації до дефіциту вологи.

Умови вегетації характеризувалися поступовим зниженням вологості орного шару ґрунту, що дозволило об'єктивно оцінити посухостійкість культур у фазах активного росту та цвітіння.

Найвищу адаптивність та стійкість до умов посухостійкості виявили лінії УХК 754, АК 159 та АК 157, які зберігали добру густоту стояння, рівномірно проходили репродуктивні фази та ефективно використовували наявну вологу.

Вологість ґрунту в критичні періоди розвитку (викидання волоті та цвітіння) у більшості дослідних варіантів була нижчою за оптимальні значення, однак адаптивні лінії показали задовільні результати за цими умовами.

Аналіз кореляцій для інбредних ліній кукурудзи між результатами лабораторної оцінки насіння (енергія проростання в умовах осмотичного стресу) та польовими показниками: середній вологості ґрунту, кількості сходів.

Для обчислення кореляції ми використали коефіцієнт кореляції Пірсона.

Енергія проростання у маніті ↔ Вологість ґрунту: $r \approx +0.55$ – вказує на помірний позитивний зв'язок.

Енергія проростання у маніті ↔ Кількість сходів: $r \approx +0.45$ – вказує на слабкий позитивний зв'язок.

Вологість ґрунту ↔ Кількість сходів: $r \approx +0.76$ – вказує на Сильний позитивний зв'язок (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Результати лабораторних та польових досліджень

Лінія	Схожість у маніті (%)	Схожість у сахарозі (%)	Польова схожість, %	Середня вологість ґрунту (%)	Кінцева густина стояння, шт
АК155	48,0	5,3	91,5	10,7	54
АК157	1,3	1,3	53,6	13,7	71
АК159	18,7	0,0	100,0	9,1	80
УХК754	12,0	4,0	72,0	10,6	38
СО255	12,0	5,3	80,5	13,0	59
FV243	18,7	5,3	91,5	10,5	72
Харк. 215 зМ	25,3	12,0	93,9	9,2	68

Зразки з вищою енергією проростання в умовах лабораторного водного стресу мали тенденцію до кращої вологозабезпеченості в полі ($r = +0.55$). Також вони демонстрували вищу польову схожість ($r = +0.45$), що вказує на адаптивність. Найсильніший зв'язок спостерігається між вологістю ґрунту і кількістю сходів ($r = +0.76$), що є логічним, адже наявність вологи є критичним фактором для збереження сходів.

3.5. Відібрані перспективні зразки для селекції

На основі комплексної оцінки польових та лабораторних досліджень було відібрано декілька інбредних ліній кукурудзи, які виявили високий рівень

адаптивності до умов водного дефіциту та стабільність розвитку у критичні фази вегетації.

1. АК155

- Енергія проростання у маніті – 46,68% (найвищий показник серед усіх зразків).
- Кількість сходів – стабільна (20 → 18).
- Середня вологість ґрунту – 10,7% (близька до середнього рівня).
- Оцінка: Зразок показав високу стійкість до осмотичного стресу, добре проростав у лабораторних умовах, зберігав достатню густоту стояння в полі. Має потенціал як донор посухостійкості.

2. УХК754

- Енергія проростання у маніті – 4,0%.
- Кількість сходів – найвища серед усіх зразків (42 → 37).
- Середня вологість ґрунту – 10,6%.
- Оцінка: Незважаючи на відносно низькі лабораторні показники, зразок відзначився високою польовою життєздатністю та ефективним використанням вологи. Перспективний як стабільний адаптивний компонент у посушливих умовах.

3. АК159

- Енергія проростання у маніті – 17,32%.
- Кількість сходів – збережено 41 → 37.
- Середня вологість ґрунту – 9,1%.
- Оцінка: Добре поєднує лабораторну стійкість та збереження сходів у полі. Показав стабільне проходження фенологічних фаз. Має значний селекційний потенціал.

Харківська 215 зМ

- Енергія проростання у маніті – 12,0%.
- Кількість сходів – 35 → 33.
- Середня вологість ґрунту – 9,2%.

- Оцінка: Середній рівень лабораторної стійкості, проте хороше польове збереження сходів. Підходить для створення адаптивних гібридів на посушливих територіях.

На основі результатів було рекомендовано до подальшої селекції інбредні лінії:

AK155 – висока енергія проростання, стабільність у стресових умовах.

УХК754 – найкращі польові показники збереження сходів.

AK159 – поєднує середню лабораторну стійкість та хорошу адаптацію в полі.

Харківська 215 зМ – збалансовані показники в обох середовищах.

На основі результатів аналізу, AK155, AK159, УХК754 та Харківська 215 зМ можуть бути рекомендовані для подальшого використання в селекційних програмах. Вони поєднують в собі стійкість до осмотичного стресу, життєздатність у польових умовах, а також здатність ефективно використовувати обмежену вологу.

ВИСНОВКИ

За результатами лабораторних і польових досліджень, проведених з інбредними лініями кукурудзи, зроблено такі висновки:

1. У лабораторних умовах, моделюючи осмотичний стрес за допомогою маніту та сахарози, виявлено значні відмінності між зразками за енергією проростання та схожістю насіння. Найвищу стійкість до дії маніту показали зразки АК155, АК159, FV243, а до сахарози – Харківська 215 зМ.

2. Польові дослідження в умовах природного дефіциту вологи виявили кращу збереженість густоти стояння, вищу енергію росту та адаптивність до посухи у ліній УХК754, АК155, АК159 та Харківська 215 зМ.

3. Проведений кореляційний аналіз показав помірний позитивний зв'язок між енергією проростання у лабораторному середовищі з манітом та середньою вологістю ґрунту, що свідчить про ефективність лабораторної оцінки для попереднього добору посухостійких генотипів.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

1. Рекомендується застосовувати осмотичні розчини маніту та сахарози як ефективний попередній метод оцінки посухостійкості інбредних ліній кукурудзи.

2. Виявлені стійкі лінії рекомендовано використовувати для подальших селекційних програм зі створення посухостійких гібридів кукурудзи, здатних забезпечувати стабільну врожайність в умовах дефіциту вологи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

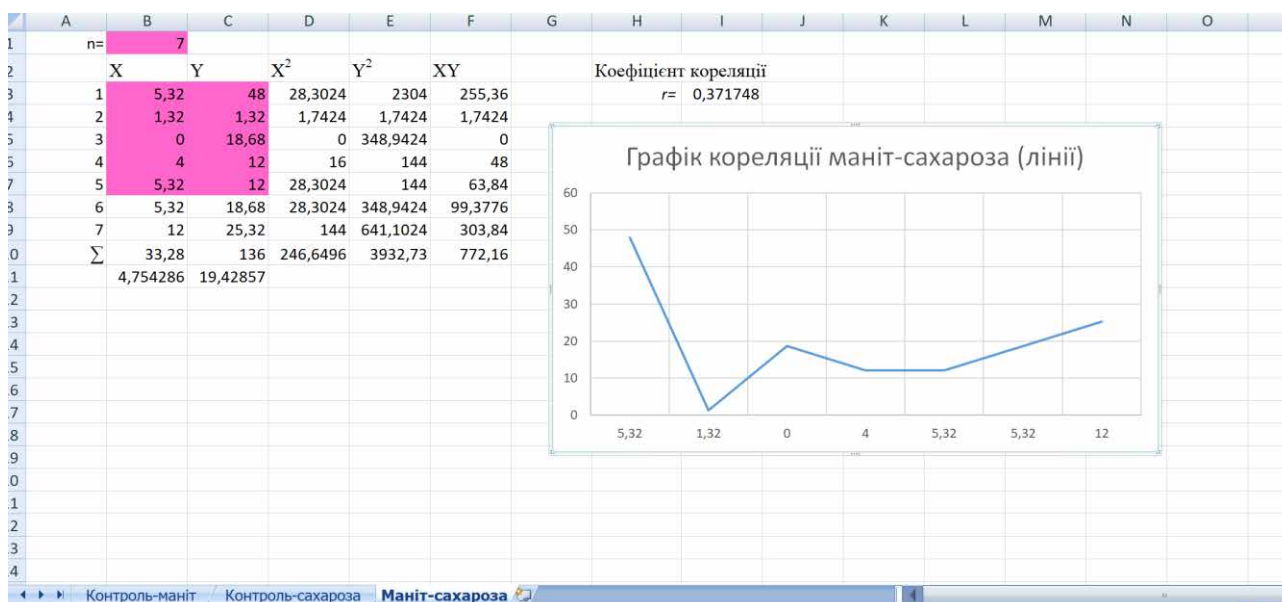
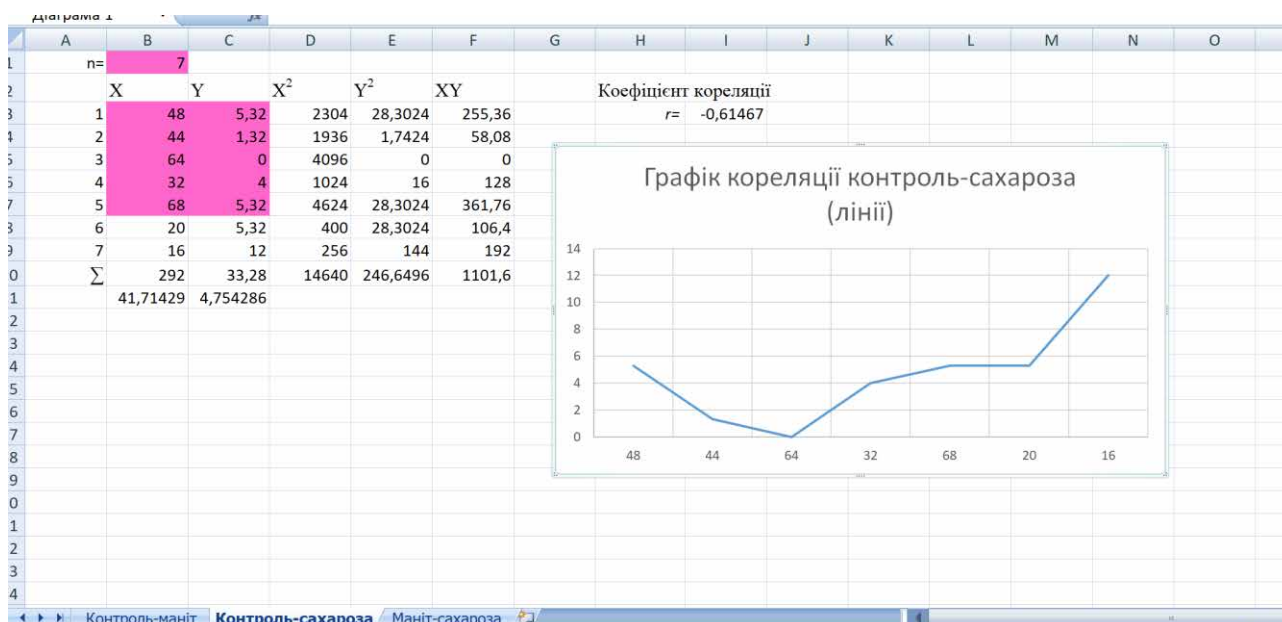
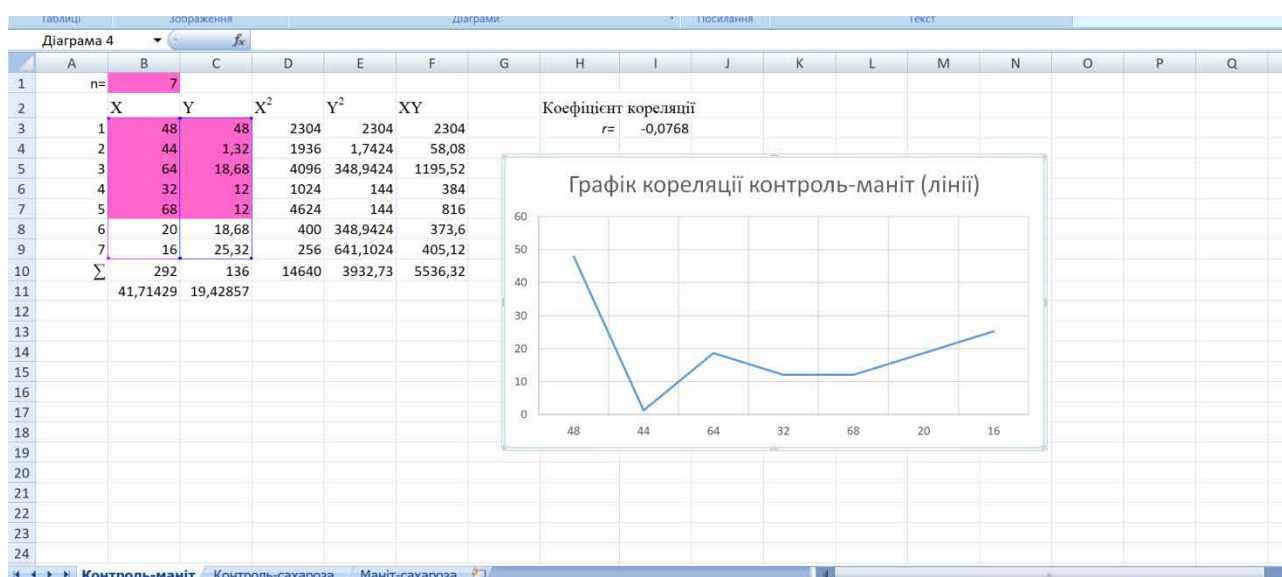
1. Anonymous. (2004). Annual report 1989, Beyond subsistence. New options for Asian farmers. Mexico: CIMMYT. 145–148.
2. FAO. (2021). The state of food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.fao.org>
3. Tester, M., Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327(5967), 818–822.
4. Зінченко, О. І., Салатенко, В. М. (2017). Оцінка фізіологічних показників посухостійкості ліній кукурудзи. *Вісник Сумського НАУ*, (4), 40–44.
5. Криворучко, В. І., Бондаренко, Г. М. (2020). Морфофізіологічна характеристика ознак посухостійкості гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*, (96), 34–41.
6. Калетнік, Г. М., Паламарчук, В. Д., Гончарук, І. В., Ємчик, Т. В., Телекало, Н. В. (2021). Перспективи використання кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ФОП Кушнір Ю. В. 260 с.
7. FAO. (2023). FAOSTAT Statistical Database. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.fao.org/faostat>
8. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185–212.
9. CIMMYT. (2022). Drought Tolerant Maize for Africa (DTMA) Project Highlights. Nairobi: CIMMYT. 24 p.
10. Смирнова, І. О. (2019). Селекція холодостійкої кукурудзи на Поліссі України: дис. ... канд. с.-г. наук. Київ.
11. Сліщук, Г. І., Кожухова, Н. Є., Сиволап, Ю. М. (2011). Молекулярно-генетичний аналіз регіонів мітохондріону, асоційованих з цитоплазматичною чоловічою стерильністю. *Цитологія і генетика*, 45(1), 12–19.

12. Ortez, O. A., Lindsey, A. J., Thomison, P. R., Coulter, J. A., Singh, M. P., Carrijo, D. R., Quinn, D. J., Licht, M. A., Bastos, L. (2023). Corn response to long-term seasonal weather stressors: A review. *Crop Science*, 63(1), 102–118.
13. Zhang, X., Xu, Y., Xia, X., Zhu, Z., Wang, J., Huang, X. (2016). Genome-wide association study of drought-related traits in maize seedlings under moderate drought stress. *BMC Genetics*, 17(129), 1–12.
14. Молодченкова, О. О., Белоусов, А. О., Соколов, В. М., Рицакова, О. В., Унтілова, І. А. (2023). Використання біохімічних показників для оцінки рівня посухо-жаростійкості ліній та гібридів кукурудзи: метод. рек. Одеса: СГІ-НЦНС. 24 с.
15. Базалій, В. В., Салатенко, В. М. (2015). Біологічні особливості кукурудзи як кормової культури. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, (3), 52–58.
16. Якунін, О. П., Заверталюк, В. Ф., Губар, О. В. (2016). Кукурудза харчова (технологічні аспекти вирощування): монографія. Вінниця: Нілан-ЛТД. 208 с.
17. Алексеєнко, О. В., Гончаренко, І. А. (2019). Використання осмотичних розчинів для моделювання посухи у селекції кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*, (12), 90–95.
18. Lobell, D. B., Gourdji, S. M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiology*, 160(4), 1686–1697.
19. Грабовська, С. І. (2009). Експрес-оцінка посухостійкості ліній кукурудзи шляхом моделювання осмотичного стресу. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*, 41(5), 423–428.
20. Гончаров, О. (2017). Спека та посуха проти кукурудзи. *Агроексперт*, (7), 36–40.
21. Таргонська, О. Г., Сухенко, В. О. (2020). Вплив кліматичних факторів на формування продуктивності кукурудзи. *АгроСвіт*, (11), 14–18.
22. Колеснікова, В. М., Клименко, І. А. (2022). Селекційні підходи до створення посухостійких сортів та гібридів кукурудзи. *Наукові доповіді НААН*, (2), 110–115.

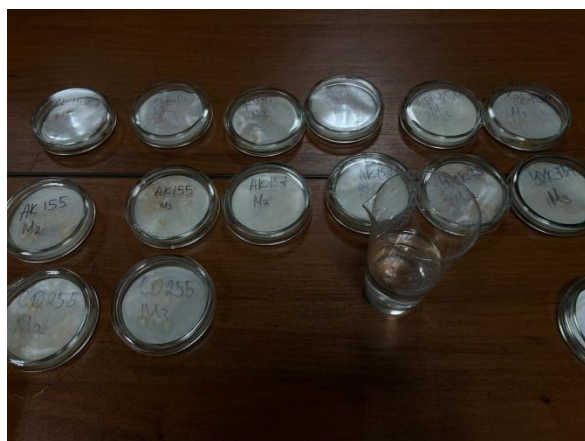
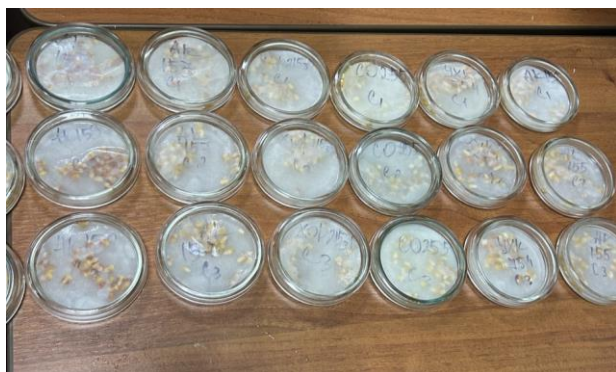
23. Мельник, П. Ю., Бабич, В. А. (2021). Перспективні методи селекції кукурудзи на стресостійкість. *Агроекологічний журнал*, (1), 10–17.
24. Василенко, М. О., Калитка, В. В. (2018). Біологічні передумови формування посухостійкості кукурудзи. *Наукові праці НУБіП України. Серія «Агрономія»*, 2(80), 131–138.
25. Campos, H., Cooper, M., Habben, J. E., et al. (2004). Improving drought tolerance in maize: a view from industry. *Field Crops Research*, 90, 19–34.
26. Bruce, W. B., Edmeades, G. O., Barker, T. C. (2002). Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53(366), 13–25.
27. Shevchenko, H. V., Ovrutskaya, I. I., Ovcharenko, Yu. V. (2019). Expression of aquaporin PIP2;1 as an indicator of *Zea mays* L. cultivar tolerance to reduced soil moisture. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(2), 199–209.
28. Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: recent advances. *Biotechnology Advances*, 28, 169–183.
29. Спряжка, Р. О. (2023). Підбір вихідного матеріалу для створення гібридів кукурудзи за основними біохімічними показниками: дис. ... д-ра філософії, спец. 201 «Агрономія». НУБіП України. Київ. 194 с.
30. Красновський, С. А. (2017). Селекційна цінність інбредних ліній кукурудзи – компонентів холодостійких високоврожайних гібридів: дис. ... канд. с.-г. наук. Київ. 194 с.
31. Рябий, М.А. (2024). Оцінка за холодостійкістю вихідного матеріалу кукурудзи з підвищеними показниками якості зерна: маг. ..., спец. 201 «Агрономія». НУБіП України. Київ. 63 с.

ДОДАТКИ

Додаток А (Допоміжні розрахунки)



Додаток Б (фото процесу роботи, зроблені автором)







Додаток В (Довідка-впровадження)

№ 53звіт про дослідження

Довідка

про впровадження результатів досліджень

Видана Токар Анастасії Анатоліївні в тому, що нею передано до ТОВ «Агрофірма Колос» (Білоцерківський р.-н., Київська обл.) 3 самозапильних ліній кукурудзи селекції кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського: АК 155, АК 157, АК 159, які характеризуються високою посухостійкістю та комплексом господарсько-цінних ознак та будуть використані для подальших досліджень у сфері селекції.

Цей матеріал включений у селекційний процес наукового відділу селекції ТОВ «Агрофірма Колос».

Заступник директора
 з наукової роботи
 ТОВ «Агрофірма Колос»



В.В. Багатченко



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ КУКУРУДЗИ ЗА ПОКАЗНИКОМ ПОСУХОСТІЙКОСТІ

Виконала: магістр 2 року Токар А.А.

Кукурудза (*Zea mays* L.) є високопродуктивною, але вразливою до водного дефіциту культурою. Посилення посух в Україні потребує глибокого вивчення фізіолого-біохімічних механізмів її стійкості. Визначення адаптивних реакцій ліній кукурудзи є ключем до створення гібридів зі стабільною врожайністю в умовах кліматичних змін.

Предмет дослідження – процес формування посухостійкості досліджуваних зразків у лабораторних та польових умовах.

Об'єкт дослідження – інбредні лінії та гібриди кукурудзи, створені на базі кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленького НУБІП України.

Мета дослідження – оцінити посухостійкість інбредних ліній та гібридів кукурудзи за лабораторними та польовими показниками для подальшого використання у селекційному процесі.

В завдання досліджень входило:

- Провести лабораторну оцінку посухостійкості за допомогою розчинів маніту та сахарози.
 - Провести фенологічні спостереження в польових умовах та оцінити особливості розвитку рослин.
 - Визначити врожайність та господарсько-цінні показники ліній і гібридів кукурудзи.
 - Здійснити аналіз кореляції між лабораторними та польовими показниками.
- Відібрати перспективні зразки для подальшого селекційного використання.

Назва зразка	Контроль		Маніт		Сахароза		Назва зразка	Контроль		Маніт		Сахароза	
	5 день	7 день	5 день	7 день	5 день	7 день		Енергія	Схожість	Енергія	Схожість	Енергія	Схожість
AK155	10	12	11,67	12,00	1,00	1,33	AK155	40	48	46,68	48	4	5,32
AK157	8	11	0,33	0,33	0,33	0,33	AK157	32	44	1,32	1,32	1,32	1,32
AK159	14	16	4,33	4,67	0,00	0,00	AK159	56	64	17,32	18,68	0	0
УХК754	6	8	1,00	3,00	0,00	1,00	УХК754	24	32	4	12	0	4
CO255	15	17	0,33	3,00	0,33	1,33	CO255	60	68	1,32	12	1,32	5,32
FV243	4	5	4,33	4,67	0,67	1,33	FV243	16	20	17,32	18,68	2,68	5,32
Харківська 215 зМ	3	4	3,00	6,33	1,33	3,00	Харківська 215 зМ	12	16	12	25,32	5,32	12



Гібрид	W1 (%)	W2 (%)	Всередня (%)
УХК 754	9,1	12,2	10,6
AK 155	8,9	12,5	10,7
AK 159	10,3	7,8	9,1
AK 157	13,5	13,8	13,7
CO 255	10,2	15,8	13,0
FV 243	9,3	11,6	10,5
Харк.215 з М	5,3	13,0	9,2



ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами лабораторних і польових досліджень, проведених з інбредними лініями кукурудзи, зроблено такі висновки:

- У лабораторних умовах, моделюючи осмотичний стрес за допомогою маніту та сахарози, виявлено значні відмінності між зразками за енергією проростання та схожістю насіння. Найвищу стійкість до дії маніту показали зразки AK155, AK159, FV243, а до сахарози – Харківська 215 зМ.
- Польові дослідження в умовах природного дефіциту вологи виявили кращу збереженість густоти стояння, вищу енергію росту та адаптивність до посухи у ліній УХК754, AK155, AK159 та Харківська 215 зМ.
- Проведений кореляційний аналіз показав помірний позитивний зв'язок між енергією проростання у лабораторному середовищі з манітом та середньою вологістю ґрунту, що свідчить про ефективність лабораторної оцінки для попереднього добору посухостійких генотипів.

