

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність-201 «Агрономія»

Освітньо-професійна програма – «Агрономія»

*„Допускається до захисту”*

Завідувач кафедри, докторс.-

г.наук, професор

Микола НАЗАРЕНКО

\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**«Вплив травмування на якість насіння та врожайність  
гібридів кукурудзи в умовах  
Державної установи Інститут зернових культур  
Національної академії аграрних наук України**

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Олена БОНДАР

(підпис)

Керівник дипломної роботи

Кандидат с.-г. наук, доцент \_\_\_\_\_ Наталія ПАЩЕНКО

(підпис)

м.Дніпро -2024

**Дніпровський державний аграрно-економічний університет**

**Агрономічний факультет**  
**Кафедра–селекції і насінництва**  
Спеціальність-201 “Агрономія”  
Ступінь вищої освіти «Магістр»

Затверджую:

Зав. кафедрою селекції і  
насінництва, професор  
Микола НАЗАРЕНКО  
“\_\_\_\_\_” 2024 р

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**  
**Олени БОНДАР**

**1. Тема роботи:** «Вплив травмування на якість насіння та врожайність гібридів кукурудзи в умовах Державної установи Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України.»

**2. Термін здачі студентом закінченої роботи:** 31 січня 2024 року

**3. Вихідні дані до роботи:** культура–кукурудза; простий модифікований середньоранній гібрид ДН Хортиця.

Умови – лабораторія Державної установи Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України, дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):**

- провести дослідження в лабораторних умовах;

- проаналізувати наукову та фахову літературу за темою дослідження та зробити висновки;

- виявити особливості впливу на зернову продуктивність гібриду кукурудзи залежно від виду травмування;

- провести економічну оцінку вирощування гібридів кукурудзи в залежності від виду травмування.

4. *Дата видачі завдання:* 23.06.2023 р.

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

### ***КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН***

№п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд– обґрунтування теми	14.09.23-10.10.23 р.	виконав
2.	Умови проведення досліджень	11.10.23-23.10.23р.	виконав
3.	Експериментальна частина	03.11.23-27.11.23р.	виконав
4.	Економічний аналіз	01.12.23- 11.12.23р.	виконав
5.	Оформлення роботи, висновки та рекомендації виробництву	03.01.24- 31.01.24р.	виконав

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

## Зміст

РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	46
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	48
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	56
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на 62 сторінках, містить 15 таблиць, малюнку і 3 діаграм. Опрацьовано 34 літературних джерела.

Об'єктом досліджень є вплив на врожайність насіння кукурудзи в залежності від виду та ступіню травмування.

Провідна роль в світовому землеробстві належить кукурудзі. Серед трьох головних зернових культур світу, разом з пшеницею і рисом вона займає перше місце за валовим збором. Це досягається за рахунок розширення генетичного матеріалу, роботи селекціонерів, що долучають до селекційного процесу новий вихідний матеріал з цінними господарськими ознаками.

Сьогодні ставлять у пріоритет створення нових гібридів із підвищеним рівнем стресостійкості, адаптивності до нових умов вирощування, стійкості до шкідників і хвороб.

Не останню роль в вирощуванні кукурудзи має якість насіння. Цей показник прямо впливає на рівень врожайності культури. Одним із показників якості кукурудзи лабораторна схожість, що являє собою здатність дати схожість за оптимальних умов вирощування. Вона тісно пов'язана з енергією проростання, що визначається рівномірністю сходів в оптимальних умовах.

Одним із визначальних критеріїв одержання високих врожаїв кукурудзи, за дотримання і чіткого та своєчасного виконання технологій, є добір гібридів кукурудзи різних груп стиглості з високим потенціалом врожайності та підвищеною адаптивністю до несприятливих абіотичних факторів певної зони вирощування.

Насіння кукурудзи високих посівних якостей безпосередньо залежить від зменшення травмованого зерна в ланцюжку збирання і післязбиральної обробки. Зниження травмування насіння особливо актуально в насінницьких господарствах, де механічне навантаження збільшується, що призводить до пошкодження різного ступеня насінневого матеріалу. Наша робота спрямована на дослідження цього питання і є актуальна і практично значима.

Для цього на базі Державної установи Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України (далі ДУ ІЗК НААН України) було проведено лабораторні дослідження стандартним методом і методом холодного пророщування зерна гібриду Хортиця і встановлено ступінь впливу різного виду травмування на урожайність насінневого матеріалу.

Ключові слова: КУКУРУДЗА, ГІБРИД, ТРАВМУВАННЯ, МІКРО-ТРАВМА, МАКРОТРАВМА, ЕНДОСПЕРМ, ЗАРОДОК, СТАНДАРТНИЙ МЕТОД, МЕТОД ХОЛОДНОГО ПРОРОЩУВАННЯ, ПОЛЬОВІ УМОВИ, ЗЕРНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** В Україні стоїть потреба у насінні кукурудзи високої якості. Проте, при підготовці насінневого матеріалу певні обсяги насіння травмуються під час збирання, транспортування і обробки на кукурудзообробних заводах, що призводить до зниження якості посівного матеріалу. Дипломна робота була направлена на вирішення задач з аналізу рівня травмованості і попередження його негативних наслідків, що є актуальним і практично значущим.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дипломної роботи можуть бути використані в рамках програми наукових досліджень «Системи виробництва зерна» відділом селекції зернових культур ДУ ІЗК НААН України для підпрограми 01 «Теоретичне обґрунтування агробіологічних закономірностей формування насіння нових гібридів кукурудзи різних моделей, розроблення методів післязбиральної обробки, зберігання та випробування якості посівного матеріалу » (2021-2025рр., № державної реєстрації 0121U108629).

**Мета і завдання дослідження.** Мета досліджень – встановити посівні якості насіння, особливості росту і формування продуктивності рослин кукурудзи, вирощеного з насіння з різними видами травмованості. Розробити рекомендації виробництву стосовно запобігання травмування насіння в процесі збирання і післязбиральної обробки.

Для досягнення зазначеної мети вирішували наступні завдання:

- встановити вплив різних видів травмування насіння на посівні якості і польову схожість гібрида кукурудзи Хортиця;
- встановити вплив макро- і мікротравм ендосперму і зародка насіння кукурудзи на ріст рослин і формування зернової продуктивності;
- розробити рекомендації виробництву стосовно запобігання та обмеження рівня травмування насіння в процесі збирання і післязбиральної обробки.

**Методи дослідження.** Лабораторні методи: визначення посівних якостей

насіння стандартним методом і методом холодного пророщування; польові методи: визначення схожості, біометричних показників рослин, облік врожаю зерна; аналіз і синтез експериментальних даних, математична статистика.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Удосконалено і набули подальшого розвитку відомості стосовно впливу різних видів травмування насіння кукурудзи на умови проростання, росту і розвитку рослин. Визначено, що в процесі збирання, транспортування і післязбиральної обробки насіння ушкоджується механічним шляхом, що призводить до появи макро- і мікротравм ендосперму і зародка. Встановлено ранжування і значимість макро- і мікротравм окремих частин зернівки на посівні якості і урожайні властивості гібрида кукурудзи Хортиця.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено і запропоновано виробництву заходи щодо запобігання травмування насіння кукурудзи. На кукурудзообробному заводі ДУ ІЗК НААН України запропоновані заходи дозволяють знизити травмування насіння кукурудзи на 30–40%. За сівби насінням без макротравм ендосперму і зародка польова схожість підвищується на 20–30%, врожайність – на 0,88–2,12 т/га, покращуються економічні показники виробництва товарного зерна.

**Особистий внесок здобувача.** Дипломна робота є результатом самостійних досліджень автора, аналізу і узагальнення вітчизняної літератури. Автором особисто проведено лабораторні та польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано висновки і рекомендації виробництву.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати роботи заслухано та обговорено на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (Дніпро, ДДАЕУ, 21-22 листопада 2023 року), II INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE «Modern Approaches to Problem Solving in Science and Technology» (Польща, Варшава, 15-17 листопада 2023 року).



## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Механічне пошкодження насіння стає дедалі важливішим аспектом у зв'язку із збільшенням рівня механізації в сільському господарстві. Це може бути викликане різними факторами, такими як механічні впливи під час сівби, збору чи обробки, або пошкодження шкідниками та захворюваннями, а також впливом навколишнього середовища.

Під час процесу збору врожаю та післязбиральної обробки, насіння може піддаватися різноманітним механічним впливам через використання різноманітних сільськогосподарських машин та механізмів. Це особливо стосується насінневого матеріалу, який в процесі підготовки до висіву проходить через багато механізованих операцій для досягнення встановлених стандартів якості.

Розглядаючи цю проблему, світові вчені виділили три основні типи пошкоджень насіння:

### 1. Механічні пошкодження:

- Пошкодження, спричинені механічними впливами під час сівби, збору чи обробки.

- Розриви, подряпини чи стиснення, які можуть виникнути через використання сільськогосподарських машин.

### 2. Біологічні пошкодження:

- Пошкодження, спричинені дією шкідників та захворювань насінневого матеріалу.

### 3. Вплив навколишнього середовища:

- Пошкодження, що виникають внаслідок впливу погодних умов, температурних змін, або негативного впливу навколишнього середовища під час зберігання насіння.

Такий аналіз покликаний покращити розуміння ризиків для якості насіння та розробити ефективні стратегії запобігання та управління пошкодженнями, що можуть виникнути на різних етапах виробничого процесу.

Насіння кукурудзи зазвичай калібрують і протруюють на спеціальних

заводах. Схожість насіння кукурудзи повинна бути не нижче 92 %. Спектр дії протруювачів, якими обробляють зерно, повинен відповідати наявним або прогнозованим проблемам фітосанітарного стану конкретного поля.

Підвищують польову схожість (особливо за несприятливих погодних умов після сівби і за ранніх строків сівби) інкрустуванням насіння (обробка розчином полімеру в комбінації з протруйником для створення захисної плівки). За нестачі мікроелементів у ґрунті добрий результат дає включення в бакову суміш для обробки насіння відповідних мікроелементів.

Багаторічні експериментальні дослідження і передовий виробничий досвід свідчать, що розміщення кукурудзи після кращих попередників сприяє поліпшенню водного режиму ґрунту, мобілізації поживних речовин, зменшенню забур'яненості посівів, що зумовлює досягнення стабільного рівня урожайності.

Показник якості насіння прямо впливає на рівень врожайності культури. Одним із показників якості кукурудзи лабораторна схожість, що являє собою здатність дати схожість за оптимальних умов вирощування. Вона тісно пов'язана з енергією проростання, що визначається рівномірністю сходів в оптимальних умовах.

Слід розрізняти лабораторну схожість і польову. Остання характеризує схожість в польових умовах. Вплив погодних умов, як правило, знижує польову схожість і може істотно відрізнитися від лабораторної схожості. Ще один чинник зниження польової схожості це травмування насіння. Процес травмування починається вже на етапі збирання врожаю. Значно травмується насіння і на етапах зберігання, очищення і сушіння. Транспортування також може значно збільшити травмування насіння, що негативно впливає на його якісні характеристики. Це особливо актуально під час перевезення.

У минулому радянськими вченими проведено обширні дослідження, спрямовані на вивчення особливостей травмування кукурудзи, і вже встановлено його вплив на посівні якості та врожайні властивості насіння. Однак природа виникнення травмування кукурудзи залишається недостатньо

вивченою, і неповні дані стосовно прояву шкодочинності різних видів травм ще потребують детального аналізу.

Зазначені дослідження вже надали значущу інформацію про вплив травмування на властивості насіння та врожайність, але для кукурудзи важливо розглянути додаткові аспекти та причини травмування, які можуть виникати в ході вирощування цієї культури.

Необхідно звернутися до подальших досліджень для розкриття природи травмування кукурудзи, а також для отримання повнішої інформації про вплив різних видів травм на розвиток рослини та якість її насіння. Це важливо для вдосконалення методів вирощування кукурудзи та мінімізації негативного впливу травм на врожайність і якість цієї важливої сільськогосподарської культури.

Якісні показники схожості залежать від характеру травм. Це можуть бути макро і мікро пошкодження зародку і ендосперму, деформування насіння.

Доступні дані вказують на різні класифікації та поділ травмованого насіння кукурудзи на окремі види ушкоджень. Згідно з чинним ДСТУ 4138-2002 [9], основне насіння може включати частину насінини, розмір якої перевищує половину, незалежно від того, яка саме частина втрачена, а також насіння з мікротравмами.

Міжнародні правила також враховують насіння або його частину, що становить понад половину первісного розміру, що дозволяє наявність травмованого насіння у процесі його післязбиральної обробки та підготовки до сівби, незалежно від конкретного виду ушкодження.

У вітчизняних наукових статтях і дослідях минулого сторіччя травмоване насіння поділяється на три групи: бите зерно, із макротравмами та із мікротравмами зернівки. Макротравми можуть включати різні види пошкоджень, що є найшкідливішими для насіння та можуть призводити до втрати його схожості. Мікротравми, з свого боку, ослаблюють насіння, знижують його життєздатність та врожайні властивості.

В літературних джерелах сучасності описана більш детальна класифікація

травмування насіння кукурудзи (таблиця 1.1)

Таблиця 1.1

### Класифікація травмування насіння кукурудзи

Частина насінини	Травмування			Вплив
	Вид	Ступінь	ознака	
		I	Вибитий повністю	Втрата лабораторної схожості, поодинокі проростання
		II	Погризення (виїдення) шкідником	Втрата або значне зниження лабораторної схожості
		III	Вибитий частково	Ураження хворобами, зниження лабораторної схожості
	мікротравми	-	Подряпини на поверхні, тріщини під оболонкою	Зниження сили росту і польової схожості
Ендосперм	Макротравми	-	Вибитий повністю або частково	Ураження хворобами, зниження польової схожості
	Мікротравми	-	Подряпини на поверхні, тріщини під оболонкою	Зниження стійкості під час зберігання
Кореневий чохлик	Мікротравми	-	Зірваний до появи чорного шару	Зниження сили росту

Згідно з класифікацією, всі види ушкоджень об'єднані в дві групи – мікротравми і макротравми. До мікротравм відносять ушкодження, за яких від насінини відчленується будь-яка її частина, а до макротравм – вона зберігає свою цілість, форму, розмір.

Найшкодочиннішими видами ушкоджень вважають макротравми зародка, які впливають на проростання насіння й значно знижують схожість, силу росту, продуктивність насіння аж до повної втрати цих властивостей. Макротравми можуть мати як механічну природу (внаслідок впливу робочих органів машин і

механізмів) , біологічну – внаслідок псування насіння шкідниками та екологічну – в результаті перемінної дощової та сонячної погоди, коли насіння часто зволожується і підсушується.

В дослідженнях виявлено, що вплив мікротравми на насінину різниться в залежності від місця пошкодження. Якщо це зародок – знижується сила росту, ендосперм – послаблюється міцність насінини, а отже зростає ступінь подрібнення насіння в процесі його обробки.

Управління Держпродспоживслужби м.Херсон, простеживши пошкодження насіння різних культур наголошують, що мікротравми візуально не спостерігаються, але завдають великої шкоди. Відбувається омертвіння частини тканин насінини, яка не відокремлюється від неї, а отруює зародок продуктами розпаду.

Існує інша класифікація, яка визначає макротравмоване зерно спочатку, а потім визначає мікротравмоване за допомогою фарбування аніліновими барвниками. Науковцями ДУ Інституту зернових культур НААН України розроблено систематику та класифікацію типів ушкоджень насіння кукурудзи, враховуючи фізико-механічні властивості зерна та особливості обробки окремих культур. Згідно з цією класифікацією насіння поділяється на ціле (без видимих ушкоджень) та травмоване. Травмоване насіння може мати мікро- і макротравми зародка та ендосперму, а також може бути з зірваним кореневим чохликом. У разі наявності кількох видів травм, характер ушкодження класифікується за найшкідливішим видом.

Дослідження природи травмування зерна кукурудзи проводили в умовах типового заводу з обробки кукурудзи, зі сезонною потужністю 500 тон насіння. Аналіз травмування зерна виконувався в рамках чинної технології післязбиральної обробки. Методика визначення травмування була розроблена та апробована в лабораторії післязбиральної обробки і зберігання зерна Інституту зернових культур Національної академії аграрних наук [5].

Згідно з використовуваною методикою, із середнього зразка виділяли зерно основного масиву. Потім від основного масиву брали чотири проби по

100 зерен в кожній. Зерно аналізували за допомогою лупи з чотирикратним збільшенням і класифікували його на різні групи, які були визначені і описані у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Класифікація видів травмування насіння кукурудзи (за дослідженнями ДУ ІЗК НААН України)

Вид травмування	Вплив виду травм насінини
Мікротравми зародка	Зниження сили росту та польової схожості, зменшення продуктивності рослини
Макротравми зародка:	
I ступеня	Повна втрата лабораторної схожості
II ступеня	Частково зниження лабораторної схожості
III ступеня	Ураження хворобами, зниження сили росту
Зірваний кореневий чохлик	Зниження сили росту, лабораторної та польової схожості
Мікротравми ендосперму	Зниження міцності насінини у процесі обробки та стійкості під час зберігання
Макротравми ендосперму	Ураження хворобами, зниження польової схожості

Оцінка посівних якостей насіння проводилася за методами, визначеними у Державному стандарті 4138-2002 [9], водночас врожайні властивості визначались згідно з вимогами методики проведення польових дослідів із кукурудзою [5]. Такий підхід до дослідження надає можливість отримати детальні дані щодо якості та властивостей насіння кукурудзи після збору та обробки.

У проведених дослідженнях виявлено, що травмування впливає на проростання насіння кукурудзи, а його ефект залежить від типу травмування. Наприклад, мікротравми ендосперму позитивно впливали на проростання насіння кукурудзи. Травмування оболонки над зародком призводило до підвищення енергії проростання насіння культури, однак знижувало його схожість.

Важливо відзначити, що мікротравми зародка виявили негативний вплив на схожість. Це свідчить про те, що тип травмування може мати різні наслідки

для різних елементів насіння, і варто враховувати цей аспект при визначенні оптимальних методів обробки та зберігання насіння.

Отримані результати можуть бути важливим внеском у розробку оптимальних методів обробки та управління якістю насіння різних сільськогосподарських культур для досягнення максимального проростання та високої схожості при вирощуванні цих рослин.

Як відомо, травмування є однією з найважливіших причин зниження якості насіння кукурудзи. Недобір врожаю може бути значним, особливо при макротравмах зародку, які вважаються найбільш шкідливими. Однак мікротравми зародку також можуть бути небезпечними, оскільки їх кількість в 10 разів більше, ніж видимих. З часом вони можуть перейти в макротравми.

Згідно з даними вітчизняних досліджень, до макротравм відносяться різні типи пошкоджень, такі як: відбитий або видалений зародок, частково відбита частина сім'ядолей, ендосперму або перисперму, а також видалені оболонки насіння. До мікротравм, зокрема відносять омертвіння частини тканини насіння, що відбуваються на стадії мікропошкоджень зародка, сім'ядолей, ендосперму або перисперму з внутрішніми тріщинами, мікропошкодження оболонки насіння та різні зім'ятини.

Найменше травмування зерна кукурудзи спостерігається при вологості насіння в межах 12-22%, а найвище - як при низькій вологості 8-10%, так і при високій 25-30%. Якість насінневого матеріалу має велике значення, оскільки вона визначається на різних етапах виробництва.

Мікротравми, які визначаються вченими, можуть призвести до омертвіння частини тканини, що не відокремлюється від насінини, та отруєння зародка продуктами розпаду. Запобігання фінансовим втратам виробників рослинницької продукції полягає в вимозі сертифікату, який засвідчує посівні якості насіння.

За спостереженнями Кирпи М.Я. [6], шкодочинність різних травм насіння проявляється по-різному. Так у наслідок мікротравм і внутрішніх тріщин збільшується подрібнення насіння в процесі обробки, знижується вихід готової

продукції. За мікротравм, особливо зародка, послаблюється життєдіяльність та знижується схожість насіння. Ушкодження насінневої оболонки полегшує доступ у середину насінини шкідників і мікрофлори, що посилює ризик її ураження хворобами.

Помічено, що механічно-травмоване і уражене шкідниками насіння в процесі зберігання інтенсивно «дихає», втрачає суху речовину та схильне до самозігрівання. Вчені С.М.Каменецька, Н.В.Новицька в своїх публікаціях підкреслюють важливість збереження насіння в оптимальних умовах для забезпечення його тривалості життя. Насіння кукурудзи відносять до мезобіотиків, що зберігаються в оптимальних умовах 3-5 років. Умовами для довгострокового зберігання є закладення насіння з високими посівними якостями.

Густота стояння рослин є одним із найважливіших елементів регулювання споживання води протягом вегетаційного періоду посівами гібридів кукурудзи різних груп стиглості для забезпечення високого рівня зернової продуктивності культури. Оптимальна густота стояння рослин кукурудзи на час збирання урожаю з урахуванням морфобіологічних особливостей гібридів та гідротермічних умов зони їх вирощування.

За даними досліджень Кирпи М. Я., Пащенко Н. О., Базілевої Ю. С. [5] якість насінневого матеріалу має виключно важливе значення. Це пов'язане з тим, що її висівають відносно малою гектарною нормою. Схожість насіння знижується внаслідок різних причин об'єктивного і суб'єктивного характеру, що виникають на етапах його виробництва. Зазначається, що збирання та обробка насіння кукурудзи виконуються за інтенсивною технологією, що включає ряд технологічних операцій з використанням різного обладнання. У даній технології може проводитися 7–8 і більше операцій, які включають обробку вологих качанів і сушіння насіння. Неадекватні техніко-технологічні умови та неправильне виконання операцій можуть призводити до різних ушкоджень насіння, включаючи механічні і природні пошкодження. Під час збирання ушкодження може досягати 8–10%, а післязбиральної обробки –



навіть до 65–80%. Ці ушкодження переважно впливають на силу росту, полегшують розсіювання насіння та загальну продуктивність рослини.

В комплексі агротехнологічних і організаційно-економічних заходів, які створюють умови для стабілізації виробництва зерна кукурудзи та підвищення її конкурентоспроможності важливе місце має раціональне використання генетичного потенціалу її сортових ресурсів. Доведено, що процес інтенсифікації виробництва зерна цієї культури тісно пов'язаний із використанням новітніх досягнень в галузі селекції і насінництва. Впровадження нових продуктивніших, стійких до несприятливих погодних умов і хвороб гібридів кукурудзи, оновлення асортименту насіння високих репродукцій дає змогу збільшити врожайність виробництва зерна цієї культури на 20–25 %.

Питання впливу ушкоджень на лабораторну схожість насіння досліджено різними авторами, і результати цих досліджень є суперечливими та залежать від конкретних видів культур. Наприклад, мікротравми ендосперму позитивно впливають на проростання насіння пшениці, жита та ячменю, в той час як травмування оболонки, що покриває зародок, підвищує енергію проростання насіння цих культур, але знижує його загальну схожість (табл. 1.3).

Таблиця 1.3.

### Види впливу травмування на лабораторну схожість

Вид травмування	Культура							
	пшениця м'яка		жито		ячмінь		кукурудза	
				С	Е	С	Е	С
Макротравми ендосперму		(0)		–	+	0	–	–
Мікротравми: зародка				–	–	–	–	–
ендосперму				0	+	0	–	– (0)
Травмування оболонки над: зародком				–	+	+	–	–
ендоспермом				0	0	0	–	–
Деформація насіння				–	0	–	–	–

Результати теоретичних та експериментальних досліджень Д.А.Дерев'янка та інших [15] свідчать що під час перевезення насіння відбувається значне збільшення макро- та мікротравмування насіння, що в результаті негативно впливає на його якісні показники.

За дослідженнями Кирпи М.Я., Базілевої Ю.С [6] методи визначення кількості ушкодженого насіння потребують певного уточнення відповідно до кожної культури, розроблено метод на основі прямого перегляду насіння під лупою з його класифікацією і можливими наслідками впливу на якість і вихід посівного матеріалу. Найбільш небезпечним є макротравма зародка та ендосперму. Вміст насіння з такими пошкодженнями не повинен перевищувати 5-15% залежно від гібрида та особливостей передпосівної підготовки посівного матеріалу. Авторами розроблений модифікований метод визначення травмованого насіння, що включає наступні операції: з середнього зразка виділяють основне насіння шляхом просіювання на стандартних ситах, після чого формують чотири проби по 100 насінин і переглядають за допомогою лупи 6-8кратного збільшення.

Вплив абіотичних факторів на якість насіння гібридів кукурудзи досліджено і доведено вченими Кирпа М.Я., Базілевою Ю.С., Стасів О.Ф. [6]. За їх спостереженнями та дослідженнями з'ясовано, що оптимальний рівень вологості насіння залежить від тривалості його зберігання. Доцільно підтримувати в зерносховищі температуру в межах 8-10 °С. Ними встановлені прийоми передпосівного поліпшення якості насіння – це сепарування та хімічна обробка.

Згідно теми і напрямку дипломної роботи в Посібнику для аудиторів з сертифікації насіння (під редакцією Б.В.Дзюбецького, А.В. Алдошина та інш.) [12] травмованість насіння особливо відчувається на кукурудзі, оскільки в процесі її післязбиральної обробки пошкодження насіння досягає 70% і вище. Найбільш небезпечні травми зародку, від яких знижується польова схожість насіння та його продуктивність. Метод заснований на візуальній оцінці стану насінини, наявності на її поверхні теплових і механічних ушкоджень. До механічних відносяться ті, які порушують цілісність насінини, до теплових – вну-

трішні і зовнішні тріщини, які виникають внаслідок надто швидкого волого випаровування. Крім цього, авторами наголошено про застосування додаткових методів при проведенні внутрішньогосподарського контролю за якістю насіння. До них належать сила росту і схожість насіння за холодного пророщування. Сила росту насіння впливає на інтенсивність початкового проростання насінини. При вищій силі росту підвищується врожайність при одній і тій же густоті стояння рослин за рахунок їх більшої індивідуальної продуктивності. Метод заснований на пророщуванні насіння із певної глибини заробляння, встановленої для кожної культури, підрахунку числа сходів та зважування сирої і сухої маси ростків.

Схожість насіння за холодним пророщуванням, на думку авторів, більш певно характеризує процес проростання залежно від різних факторів – у першу чергу температури, яка складається на момент сівби. Виявляються також різні види, притаманні навіть кондиційному насінню (травмованість, ураження хворобами та шкідниками). Тому за допомогою холодного пророщування можна з кондиційного насіння відібрати більш якісні партії з вищою врожайністю. Метод в першу чергу рекомендується для тепло залежних культур, які особливо реагують на температурні умови періоду «сівба-сходи», заснований на пророщуванні насіння при змінній температурі залежно від культури. Наприклад, для кукурудзи 8-10°C – протягом 7 діб та 18-22°C протягом наступних 7 діб. Пророщування насіння бажано вести в ґрунті з метою максимального наближення до польових умов.

Виходячи с чинних та додаткових показників якості, авторами посібника пропонуються ввести індекси гібридів кукурудзи (табл.1.4). застосовуючи індекси, можна більш точно розрахувати норму висіву посівного матеріалу гібридів, спрогнозувати польову схожість та продуктивність рослин.

**Індекс врожайних властивостей кондиційного насіння гібридів кукурудзи залежно від їх чинних і додаткових показників якості**

<i>Показник, %</i>			
	<i>високий</i>	<i>середній</i>	<i>низький</i>
Схожість зачинним методом	92-100		
Схожість за холодним тестом	85-100	75-85	75і нижче
Енергія до схожості, різниця	2-4	5-7	8-10
Сильні сходи вище 5см	8 і більше	70-80	69і нижче
Насіння з макротравмами	до 5	5-10	10і більше
Насіння з мікротравмами	до 30	30-50	50і більше

Дзюбецький Б.В., як автор численних науково-методичних рекомендацій, зауважує, що використання насіннєвого матеріалу з високим індексом посівної придатності підвищує польову схожість насіння, збільшує врожайність зерна на 20-25%. Крім того, індексована оцінка дозволяє точно встановити техніко-технологічні причини погіршення якості зерна [11].

Кожна травма унікальна не тільки за своїм проявом, а й за впливом на біологічні властивості насіння. Тому в системі їх класифікації слід виділяти конкретні типи для визначення причин виникнення, ступеня кожної травми та обґрунтованих заходів що до запобігання або зменшення її шкідливого впливу на насіння. Причинами травмування насіння є кількість рослинної маси, що подається на молотильний апарат, частота обертання барабана, величина зазору між барабаном і підбарабанням, конструктивні особливості молотильного апарата і регулювання системи очищення насіння. Обмолот насіння з вологістю, що відхиляється від оптимальної для процесу обмолоту та післязбиральної обробки, посилює негативний вплив цих факторів. Ефективними заходами для запобігання пошкодженню насіння є роздільне збирання врожаю, яке зменшує механічні пошкодження на 50 %, належне налаштування молотильного та очисного обладнання та обмолот при оптимальній вологості насіння [4-6]. Основним показником якості насіння є

схожість в лабораторії, яка впливає на схожість в полі, що в свою чергу визначає формування оптимальної густоти рослин і кінцевий результат – врожайність [8]. У промисловому сільському господарстві, як відомо, насіння пошкоджується під час збирання, очищення та сушіння. Пошкоджене насіння, навіть якщо воно пошкоджене незначно, має низьку схожість у лабораторних умовах. Тому проблема полягає в тому, щоб визначити вплив пошкодження на врожайність і реалізацію біопотенціалу культури. Це допоможе виявити можливості запобігання та зменшення травмування, а також відбору та сівби високоякісного насіння в механізованому технологічному ланцюжку "збирання врожаю-підготовка насіння-сівба". Зрозуміло, що рівень реалізації біопотенціалу сільськогосподарських культур, тобто наскільки повно може бути реалізований потенціал сортів, встановлений у сортовипробуваннях нових гібридів кукурудзи, залежить від схожості насіння в лабораторних умовах. Відносна величина, або коефіцієнт реалізації біопотенціалу, майже прямо пропорційна лабораторній схожості насіння. Зі зниженням схожості насіння кукурудзи коефіцієнт реалізації біопотенціалу також знижується.

Схожість насіння визначається як один із найважливіших показників його біологічних властивостей та придатності для висіву в полі, встановлюючи норму висіву. Під терміном 'схожість насіння' розуміється його здатність, за оптимальних умов проростання протягом конкретного періоду (зазвичай 7–8 днів для кукурудзи), нормально розвивати корінь та росток. Термін 'енергія проростання' вказує на ступінь дружби проростання насіння і виражається у відсотках нормально пророслого насіння протягом перших 3–4 діб.

Відзначається, що показник енергії проростання становить ключовий критерій, що повністю відображає біологічну повноцінність насіння. За результатами досліджень вчених минулого століття в Україні, насіння кукурудзи, яке має повне проростання на момент визначення енергії, видає врожай на 30% вищий, ніж насіння, що має повне проростання на момент визначення схожості.

У технологіях виробництва насіння кукурудзи, правильно організований процес сушіння є найважливішою технологічною операцією, що дає змогу знач-

но покращити насіннєві властивості готового продукту та стійкість до тривалого зберігання.

Неправильний процес сушіння може призвести до погіршення якості насіння. Дослідження підтверджують, що підвищення температури обігріву насіння до позначки 60 °C і вище негативно впливає на показники лабораторної схожості. Особливо вагомий є вплив різних методів сушіння, зокрема в новому енергоощадному комплексі, на посівні якості насіння гібридів кукурудзи та їх батьківських компонентів. Дані, наведені у попередньому розділі, свідчать про те, що сушарка у поєднанні з новим теплогенератором функціонувала при м'яких температурних режимах та оптимальній відносній вологості робочого теплоносія, а вентиляційний режим забезпечував доступ повітря, що відповідає вимогам як для гібридів, так і для батьківських компонентів кукурудзи.

Як зазначають Вожегова Р.А., Пащенко Ю.М., Марченко Г.Ю., Пащенко Н.О., що за методикою, розробленою в Інституті сільського господарства степової зони (Кирпа М.Я. та інші), розрізняють 7 класів пошкодження насіння. Найбільш небезпечні пошкодження 1-3 класів, що пов'язані з макротравмами зародка й ушкодженням шкідниками. Від цих травм насіння буває несхожим або з сильно заниженою життєздатністю й схожістю.

Важливим фактором щодо травмування насіння під час збирання є його вологість. За даними Макрушина М.М., зоною найменшого травмування насіння пшениці озимої під час обмолоту є його вологість від 15% до 17%. [14].

Коли закладається насіння для зберігання важливо дотримуватися принципу добору за формою насіння. Зв'язок якості насіння з його крупністю доведено в роботах вітчизняних науковців минулого сторіччя. Доведено, що із збільшенням насіння часто поліпшуються його посівні властивості. Це позначалося на кращому рості, високій фізіологічній активності, забезпечувало високу врожайність. Також дослідниками було відзначено, що крупне насіння не завжди краще середнього або мілкого. Це пояснюється біологічними властивостями крупного зерна через більшу сприйнятливості до травмування. Але, незважаючи на це, більш надійним є висівання крупного зерна.

Наслідки досліджень Дервяненко Д.А., Тарасенко О.П.[15] підтвердили, що відсоток травмування найменший при відносній вологості насіння в межах 12,7-15,3%. Коли цей показник зменшується або збільшується, це призводить до збільшення відсотку травмування зернівок.

Також, з літературних джерел відомо, що в тріщини травмованого насіння легко проникають збудники хвороб, внаслідок чого ураженість проростків з такого насіння зростає у 2-3 рази.

Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О. [16] зазначають, що з метою зменшення рівня травмування насіння в процесі його післязбиральної обробки рекомендується застосовувати низку заходів: сушіння при м'яких температурних режимах, обмолот зерна з урахуванням його вологості, менш інтенсивне сепарування, зменшення кількості переміщень зернової маси транспортерами і конвеєрами.

Дослідження Виноградова Д.Г. [17], по удосконаленню післязбиральної обробки насінневої кукурудзи зазначає, що завданням системи насінництва на всіх її етапах полягає в тому, щоб зберегти врожайні якості насіння, домогтися високої типовості і вирівняності гібридів, не допустити їх біологічного та механічного засмічення, знизити травмування насіння під час збирання і післязбиральної обробки, отримати насіння високих сортових і посівних якостей.

Кирпа М.Я., Кулик В.О проаналізували вплив вологості до обмолоту зерна, способів збирання і технологічних регулювань молотильних апаратів на травмування зернових культур. Дослідами встановлено, що при вологості понад 25% травмування досить значне і може повністю пошкоджувати зародок. З підвищенням вологості пошкодження насіння підвищується. Для всіх польових культур оптимальна вологість для збирання становить 16-17%. Травмування насіння зменшується також за рахунок роздільного способу збирання, правильного вибору строків обмолочування, регулювання молотильних апаратів, зокрема обертів барабану [10].

Шаповаленко О.І. звертає свою увагу на те, що важливим напрямом

наукової та комерційної діяльності насінництва є задоволення зростаючого попиту на високоякісне і високопродуктивне насіння кукурудзи. Мережа насіннєвих заводів обробляє та калібрує насіння кукурудзи, вирощене у певних ґрунтово-кли-матичних умовах, і, використовуючи кращий досвід організації виробничих процесів та контролю якості, сушить, сортує та готує насіння для агровиробників [16].

Кулик В.О, в своїй дисертації [10] доводить, що за умови використання енергоощадного методу сушіння схожість насіння виявилася на тому ж рівні, що й після вентиляції, що свідчить про повільний процес вологовіддачі при цих методах та мінімальне теплове ушкодження (тріщинуватість). У порів-нянні з швидким термічним сушінням схожість насіння була вищою на 2–7% за стандартним методом та на 3–10% після холодного пророщування.



## **РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

*Об'єкт дослідження:* ушкодження зерна кукурудзи та види травмування; вплив травмованого зерна на посівні і врожайні якості насіння гібриду кукурудзи Хортиця в процесі збирання, післязбиральної обробки та передпосівної підготовки.

*Предмет дослідження:* особливості та класифікація видів ушкоджень зерна кукурудзи, мінливість посівних і врожайних властивостей насіння в залежності від характеру його ушкодження, методи запобігання та обмеження травмування насіння на стадіях збирання, післязбиральної обробки та передпосівної підготовки.

*Методи дослідження:* лабораторні – з визначення посівних якостей насіння, польові – з визначення схожості, особливостей росту і розвитку рослин, врожайних властивостей.

*Вимоги кукурудзи до зовнішніх умов:* Агрокліматичні умови зон кукурудзосіяння в нашій країні характеризуються надзвичайною різноманітністю. Кожна з них має свої ґрунтові особливості, умови зволоження і температурного режиму, що істотно впливають на формування зернової продуктивності кукурудзи [21].

Багаторічний науковий і виробничий досвід незаперечно свідчить, що вирощування високих і сталих урожаїв зерна кукурудзи досягається створенням для рослин культури найкращих умов росту і розвитку.

Основними умовами, які визначають ріст, розвиток і врожайність рослин кукурудзи, є родючість ґрунту, тепло, волога і світло. Щоб досягти високої реалізації потенціалу продуктивності нових біотипів кукурудзи, необхідно добре знати біологічні особливості цієї культури і її вимоги до ґрунтово-кліматичних умов [22]. В першу чергу доцільно враховувати агрокліматичні ресурси зони вирощування, бо саме вони обумовлюють добір адаптованих гібридів культури, вибір попередників, систем обробітку ґрунту і удобрення, строків сівби і густоти стояння рослин, системи догляду за посівами, термінів збирання тощо.

- *Вимоги до ґрунту.* За правильного обробітку та удобрення ґрунту, а також якісного догляду за посівами протягом вегетації кукурудза може рости та давати добрі врожаї майже на всіх ґрунтах, придатних для інших польових культур. Однак це не означає, що властивості ґрунту не мають значення для кукурудзи.

Краще використовувати під кукурудзу ґрунти, які мають високу здатність вбирання і утримування вологи та гарну повітропроникність. Важливо, щоб орний шар був досить глибоким, що сприяє гарному розвитку кореневої системи, багатим на поживні речовини у формах, які легко засвоюються рослинами. Під кукурудзу необхідно відводити поля, чисті від бур'янів та ґрунтових шкідників. Найбільш високі врожаї кукурудза дає на чорноземах, темно-каштанових та ґрунтах річкових заплав з нейтральною або слаболужною реакцією (рН 6,5–7,5). Непогані врожаї кукурудза формує і на дерново-підзолистих ґрунтах, за умови доброго забезпечення її рослин поживними речовинами і водою. Ґрунти з підвищеною кислотністю (рН нижче 5,0), схильні до заболочування, а також сильно засолені для кукурудзи непридатні.

Фізико-механічні особливості ґрунту також істотно впливають на ріст та розвиток рослин кукурудзи. Найбільш придатні суглинкові та супіщані ґрунти. У районах із більш сприятливими кліматичними умовами вплив особливостей ґрунту послаблюється. Залежно від фізико-механічних особливостей ґрунту, його родючості, рівня залягання ґрунтових вод (на поливних землях) необхідно змінювати агротехнічні прийоми, насамперед обробіток, дози добрив та поливний режим, щоб створити найкращі умови для росту та розвитку рослин.

- *Вимоги до тепла.* При вирощуванні кукурудзи на зерно в різних зонах країни надзвичайно важливим є врахування потреб гібридів різних біологічних типів щодо тепла. Потреба кукурудзи в теплових ресурсах для інтенсивного росту і розвитку рослин обмежується, як правило, датою стійкого переходу середньодобових температур повітря через позначку 10 °С. Кукурудза належить до групи теплолюбних культур. Сіють її пізніше, ніж ранні ярі – жито, пшеницю, ячмінь та овес (табл. 2.1)

**Мінімальна температура повітря при проростанні насіння  
та початковому рості сільськогосподарських культур  
(за даними С. О. Гребінського)**

Група культур	Культури	Мінімальна температура, °С	
		проростання насіння	поява проростків
1	Жито, пшениця, ячмінь, овес, горох, чина, сочевиця	1–2	4–5
2	Нут, люпин	3–4	5–6
3	Соняшник	5–6	7–8
4	Кукурудза, соя, просо	8–10	10–11
5	Сорго, квасоля	10–12	12–13

Швидкість вбирання води насінням тим більша, чим вища температура. За температури повітря 25 °С насіння кукурудзи повністю набрякає за 20 годин. Частина набряклого насіння уражується в ґрунті патогенною мікрофлорою, внаслідок чого зріджуються сходи. Найнижчою температурою проростання насіння більшості гібридів кукурудзи слід вважати 8 °С, хоча зараз вже є такі біотики кукурудзи, насіння яких здатне проростати навіть за температури 6 °С. Звичайно за такої пониженої температури проростання насіння відбувається занадто повільно, і поява сходів затягується. Частина набряклого насіння уражується в ґрунті патогенною мікрофлорою, внаслідок чого зріджуються сходи. Вважається найдоцільнішим здійснювати сівбу кукурудзи за стійкого термічного режиму (СТР), коли на глибині загорання насіння встановлюється температура 10 °С[23].

При задовільній вологості ґрунту тривалість періоду від сівби до появи сходів залежить від рівня середньодобової температури ґрунту на глибині загорання насіння у післяпосівний період. Як залежить тривалість періоду сівба – сходи від температури ґрунту на глибині загорання насіння за оптимального строку сівби в умовах північного Степу України свідчать дані, отримані в дослідному господарстві ДУ ІЗК НААН (табл. 2.2).

**Зміна тривалості періоду сівба – сходи у насіння кукурудзи  
залежно від температури ґрунту**

<b>Показник</b>	<b>Динаміка значень показників</b>				
Середня температура ґрунту, °С	12,1	14,0	16,6	17,0	19,5
Тривалість періоду сівба – сходи, діб	24	21	15	12	8

У південних районах країни цей період залежно від вологозабезпеченості та температурних умов змінюється з 7 до 20 діб.

Температурні умови значно впливають на ріст і розвиток рослин кукурудзи і після сходів. Доведено, що кращими температурними умовами для кукурудзи є наступні: для періоду сівба – поява волоті – 18–20 °С, з фази появи волоті до цвітіння – 20–22 °С, з фази цвітіння до визрівання зерна – 22–23 °С. За температури повітря нижче 15 °С формування нового листя у рослин значно сповільнюється, а при температурі 10 °С і нижче – зовсім припиняється.

Отже, весь період вегетації кукурудзи у конкретній ґрунтово-екологічній зоні можна визначити кількістю днів між переходом середньодобової температури повітря через позначку 10 °С навесні і зниженням її до 10 °С восени, а період активного росту і розвитку кукурудзи – кількістю діб з середньою температурою повітря вище 15 °С.

Рослини кукурудзи дуже чутливі до понижених температур і приморозків. У весняний період приморозки до мінус 2–3 °С можуть повністю пошкодити сходи культури, проте вони здатні протягом тижня відновитися. Зазначимо, що загальна інтенсивність росту рослин, які зазнавали короткочасного впливу низьких температур, навіть за їх відновлення, певною мірою гальмується. В окремих випадках (до фази 6–7 листків) короткочасні приморозки до мінус 5–6 °С можуть повністю знищити надземну вегетативну масу рослин. Проте, такі рослини кукурудзи можуть іноді відновлюватися завдяки захищеному конусу наростання, який до цієї фази розміщується на глибині 3–5 см під поверхнею ґрунту.

Холодні ночі (температура нижче 14 °С) і різке коливання денних і нічних

температур зумовлюють гальмування ростових процесів у рослин і сприяють подовженню періоду вегетації культури. Температура повітря нижче 15 °С зумовлює пожовтіння листя у молодих рослин, що є наслідком зменшення інтенсивності фотосинтетичної діяльності.

Протягом вегетації до часу появи генеративних органів підвищення показників температури повітря до позначки 25 °С не шкодить росту і розвитку рослин кукурудзи. В подальшому, після цвітіння волотей і при появі на качанах стовпчиків приймочок, температура 25 °С і вище негативно впливає на рослини. Температурні показники вище 30 °С зумовлюють порушення процесів цвітіння і запліднення.

Пилок кукурудзи містить 60 % води і має низьку вологоємність, тому при температурі повітря вище 30 °С у фазі цвітіння та відносній вологості повітря менше 30 % вода в пилку протягом 1–2 годин після розкриття пиляків висихає, а пилок втрачає здатність проростати, що зумовлює погану виповненість качанів та череззерницю. При такому температурному режимі і стовпчики приймочок жіночої квітки на качанах кукурудзи також передчасно в'януть і засихають, внаслідок чого квітки на жіночому суцвітті запліднюються неповністю.

Верхня межа температури повітря, за якої у кукурудзьяк у культури з С<sub>4</sub>-типом фотосинтезу, ростові процеси повністю припиняються, дорівнює 36 °С і вище [24].

Передумовою зниження урожайності кукурудзи в різних регіонах вирощування можуть бути і осінні приморозки. Температури близькі до 0 °С пошкоджують зелене листя рослин, а зниження їх до позначки мінус 2–3 °С супроводжується пошкодженням зрілого зерна, якщо його вологість перевищує 20 %. Це стосується також і насінних посівів кукурудзи, насіння яких після впливу заморозків може істотно погіршувати енергію проростання і схожість, бо найбільш чутлива частина насінини – зародок в цей момент у порівнянні з середньою вологістю цілого зерна має набагато вищу вологість і пошкоджується низькою температурою в першу чергу.

- *Вимоги до вологи.* Одним із найбільш важливих кліматичних факторів, який істотно впливає на рівень продуктивності різних сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи, в усіх ґрунтово-екологічних зонах України, є умови вологозабезпеченості. Особливо це стосується Степу, де характерною особливістю клімату є недостатня кількість атмосферних опадів, нерівномірний їх розподіл впродовж року та перевищення показників випаровування вологи в теплий період року над її надходженням [21].

Загальна кількість води, необхідна для проростання насіння кукурудзи, становить 40–45% по відношенню до їх маси за сухого стану і практично не змінюється залежно від температурних умов. Нормальне набухання і проростання насіння відбувається при вологості ґрунту не нижче 18–20 %. На цьому і ґрунтуються рекомендації висівати кукурудзу в посушливих умовах на глибину до 8–10 см, де стійкіше зволоження.

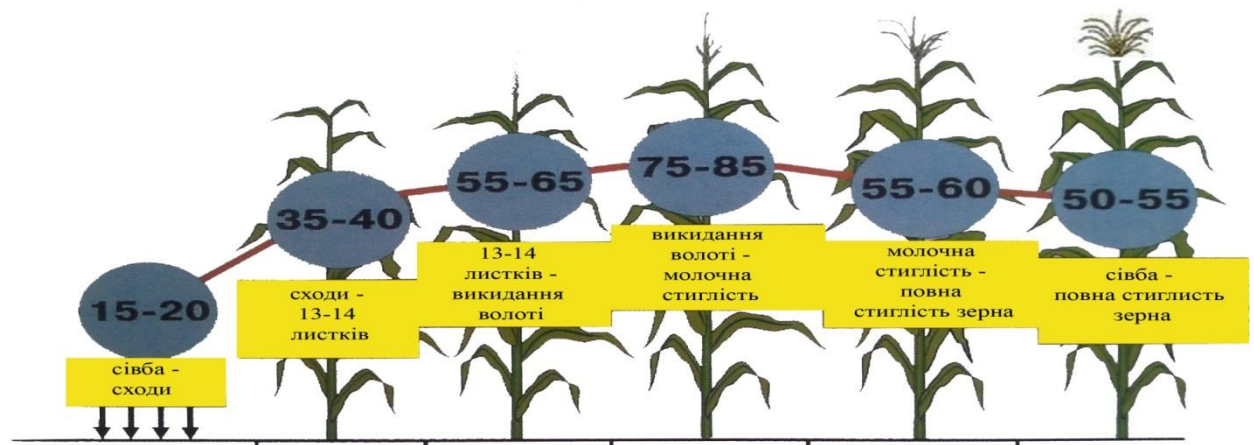
Важливою біологічною особливістю кукурудзи є посухостійкість. Рослина може бути досить тривалий період у стані в'янення, зберігаючи здатність відновлювати нормальну життєдіяльність після випадіння опадів. Стійкість проти посухи особливо проявляється у ранні фази розвитку, до утворення генеративних органів. Добре розгалужена коренева система, глибоко проникаючи у ґрунт, використовує запаси ґрунтової вологи з нижніх горизонтів і може поглинати воду за більш низької вологості ґрунту порівняно з деякими іншими культурами. Швидкість вбирання води корінням кукурудзи при цьому у 3–6 разів швидша, ніж у коріння пшениці, вівса і ячменю.

Найбільш важлива особливість кукурудзи, що дає підставу визнати її посухостійкою культурою, – це досить економне витрачання нею води на утворення однієї вагової частини сухої листостеблової маси і зерна, тобто має невисокий транспіраційний коефіцієнт.

На відміну від зернових культур родини тонконогових  $C_3$ -типу фотосинтезу, таких як жито, пшениця, ячмінь і овес, у яких на листових пластинках продихи знаходяться з нижнього боку (у водних культур з верхнього боку листка), у кукурудзи ці мікроскопічні отвори, через які з

рослини випаровується вода, а з повітря вбирається вуглекислий газ, розміщуються з нижнього і верхнього боків листкової пластинки. Це дозволяє більш ефективно регулювати і раціональніше використовувати воду. Кількість продихів на одному листку кукурудзи залежить від його розмірів і може досягати 20 млн штук, а на одній рослині – до 100–200 млн штук. У жарку та посушливу погоду, коли рослина починає втрачати тургор і в'яне, продихи звужуються або і зовсім закриваються, при цьому випаровування води припиняється.

Рослини кукурудзи протягом періоду росту і розвитку потребують різної кількості вологи. За період від сходів до утворення 15 листків (35–37 діб) середньостиглі гібриди потребують 7–8% від загальної потреби води за всю вегетацію; в подальшому за період від утворення 15 листків до фази молочної стиглості зерна (близько 38–40 діб) – 69–73%, а від молочної – до повної стиглості зерна (30–35 діб) – 20–22% загальної потреби води (мал. 2.1).



Період «сходи – 15 листків» (35–37 діб) – водоспоживання 7–8 % від загального; період «15 листків – молочна стиглість зерна» (38–40 діб) – 69–73 %; період «молочна – повна стиглість зерна» (30–35 діб) – 20–22 %.

Мал. 2.1. Середньодобове водоспоживання кукурудзи за фазами розвитку рослин, м<sup>3</sup>/га

Найбільшу кількість води кукурудза витрачає впродовж 30 днів, починаючи за 10–15 днів до викидання волоті та закінчуючи станом молочної стиглості зерна (цей проміжок часу вважається критичним). За п'ятирічними даними польових дослідів ДУ Інститут зернових культур, середнє споживання вологи рослинами (враховуючи непродуктивне її витрачання ґрунтом) за 30 днів критичного періоду становило 48,9 % від загального витрачання її за

вегетацію. Для одержання гарантованих дружних сходів кукурудзи надзвичайно важливим є наявність продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту. Найбільш високе водоспоживання в цей період пояснюється інтенсивним накопиченням рослинами кукурудзи сухої речовини, цвітінням, запиленням і початком формування зерна.

Залежно від умов вирощування (родючості ґрунту, удобрення, сортових особливостей, температури, зволоження, сонячної радіації тощо) на створення 1 кг сухої речовини кукурудза використовує 250–400 л води, що в 1,6–1,8 рази менше, ніж інші зернові культури (пшениця озима, ячмінь, овес). Однак це не означає, що потреба у воді у неї менша, ніж у цих культур. Кукурудза має триваліший вегетаційний період, формує більші врожаї зерна і вегетативної маси, що зумовлює зростання сумарного споживання води з 1 га її посіву в Степу до 3000–4000 тонн, а в Лісостепу і Поліссі – до 4500–6000 тонн.

Недостатня кількість ґрунтової вологи в цей час, особливо в поєднанні з повітряною посухою, зменшує врожай зерна культури до 30–40%, при цьому формуються дрібні качани зі зменшеною кількістю зерна та череззерницею. Зазначимо, що негативний вплив 2–3 денної ґрунтової посухи сприяє зменшенню рівня врожаю зерна кукурудзи до 20%, а при її впливі протягом тижня – до 50%.

Внаслідок цього, надзвичайно важливе значення для забезпечення високого рівня реалізації продуктивності кукурудзи, в умовах зон її вирощування, мають ґрунтові запаси продуктивної вологи протягом вегетації. Для одержання гарантованих дружних сходів кукурудзи надзвичайно важливим є наявність продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту. Запаси вологи під час сівби культури в 0–10 см шарі ґрунту вважаються недостатніми при її вмісті в кількості 7–8 мм, задовільними – 9–13 мм, добрими – 14–15 мм і більше (табл. 2.3).



### Оцінка запасів продуктивної вологи в ґрунті при вирощуванні кукурудзи

Період, фаза розвитку	Шар ґрунту, см	Запаси вологи в ґрунті, мм		
		добрі	задовільні	незадовільні
	0–10	> 14–15	9–13	< 7–8
	0–100	> 150	120–140	< 110
	0–50	60–70	30–50	< 20
	0–100	> 100	80–100	< 80

Зазначимо, що за один сонячний день необроблений ґрунт може витратити на випаровування до 8–9 мм або 80–90 м<sup>3</sup> води з гектара, тоді як у ґрунт така кількість вологи може надійти лише від великого дощу (25–30 мм). Доцільно також враховувати, що середня непродуктивна втрата вологи внаслідок випаровування з посівного шару підготовленого ґрунту при запізненні з сівбою кукурудзи в умовах, наприклад, північної частини Степу становить близько 1,3 м<sup>3</sup>/га за добу.

Отже, для забезпечення високого і сталого рівня урожайності кукурудзи в умовах всіх зон її вирощування важливе значення має спрямування всіх агротехнічних прийомів технології вирощування культури на накопичення, збереження і раціональне використання ґрунтової вологи посівами впродовж всього вегетаційного періоду.

- *Вимоги до світла.* Кукурудза не лише теплолюбна, а й світлолюбна культура. Дія сонячного світла на рослини кукурудзи має подвійний характер: з одного боку, світло необхідне для процесу фотосинтезу, а з іншого – воно є джерелом тепла, що забезпечує необхідний для росту та розвитку рослин температурний режим.

Кукурудза для нормального росту та розвитку потребує інтенсивного сонячного освітлення при тривалості дня 12–14 годин. За цих умов можливе високопродуктивне утворення у листі органічних речовин і в результаті отримання високого врожаю зеленої маси та зерна кукурудзи. Завирощування в умовах більш тривалого дня вегетаційний період рослин подовжується.

Кукурудза сильно реагує на затінення. Навіть незначне затінення при сприятливому поєднанні інших чинників докільля помітно знижує врожай. Усім відоме явище «стікання» рослин кукурудзи в молодому віці на загущених посівах та при сильному забур'яненні. Це має місце й у випадках, коли у ґрунті достатньо і вологи, і мінеральних речовин. Так, за даними Ерастівської дослідної станції ДУ ІЗК НААН, в умовах північної частини Степу при вирощуванні кукурудзи на зелений корм за густоти стояння рослин 280 тис. шт./га рослини уповільнювали розвиток на 4–5 діб та взагалі не формували качани.

В польових умовах водний, температурний і світловий режими, як правило, регулюються за допомогою строку і способу сівби, густоти стояння рослин, напрямку розміщення рядків, вибору експозиції схилу відносно сторін світу та інших.

*Ґрунтово-кліматичні особливості зони:* зміни кліматичних умов в Україні під впливом глобальних змін світового клімату стали об'єктом вивчення. За останнє століття спостерігається загальна тенденція до зростання кількості атмосферних опадів та певного підвищення температурних показників на території країни. За даними А. О. Бабича та А. А. Бабич-Побережної, річна температура повітря в ґрунтово-екологічних зонах України за останні 114 років зросла на 1,0–1,7 °С, а кількість атмосферних опадів збільшилася на 65–106 мм (+ 19,9%).

Вплив глобальних і локальних змін клімату на території України призвів до синхронного зменшення кількості опадів у посушливі роки в усіх зонах кукурудзосіяння, а також певного підвищення в благоприятних умовах. Однак, різниця в зменшенні та підвищенні кількості опадів була помітною в зоні Степу, Лісостепу, Поліссі і західному регіоні. Накопичення запасів вологи в ґрунті переважно відбувається в осінньо-зимовий період, коли відбувається зниження середньодобової температури повітря та зменшення непродуктивного випаровування.

Весняно-літні дощі на території України характеризуються

нерівномірністю. Навіть регіони з достатньою вологою можуть страждати від нестачі води у конкретні роки, і бездошові періоди є регулярністю. Суховії, дні бездошового періоду, є особливо характерними, і їх тривалість варіює від 15–20 днів на заході Полісся до 90–95 днів в південній частині Степу. Імовірність бездошових періодів тривалістю 30 днів і більше в Степу, Лісостепу та Поліссі становить в середньому 30–40%.

Дефіцит опадів, що може супроводжуватися пиловими бурями, особливо виражений на сході та півдні Степу, може призводити до сильних, середніх і сильних посух в залежності від атмосферних опадів та температурних відхилень від норми.

Враховуючи різноманіття ґрунтово-кліматичних умов в Україні, важливо застосовувати диференційовані технології вирощування кукурудзи в різних зонах кукурудзосіяння. Агротехнічні прийоми, спрямовані на максимальне накопичення та раціональне використання вологи протягом вегетаційного періоду, стають основним фактором для реалізації продуктивного потенціалу культури та забезпечення стійкості врожаю в умовах зміни клімату.

*Природні ресурси ґрунтово-екологічних зон України:* господарська діяльність людини в аграрному секторі тісно пов'язана із використанням природних ресурсів, зокрема ґрунтово-кліматичних умов. Раціональне використання цих ресурсів сприяє ефективному розвитку аграрного сектору країни.

Більшість агрокліматичних ресурсів стають ключовим фактором для обґрунтування та успішного ведення сільськогосподарського виробництва. Сезонні зміни в сільськогосподарських процесах обумовлені циклічними коливаннями сонячної радіації, температурним режимом та кількістю опадів, серед інших факторів. Ці абсолютні величини формують зональні особливості систем землеробства та впливають на вибір агрофітотехнологій, а також викликають певні відмінності у вегетації польових культур.

Потенціал агрокліматичних ресурсів на певній території, разом із їх обсягом, визначає ступінь сприятливості для сільськогосподарських об'єктів.

Цей потенціал є характерною ознакою конкретної території, що визначає спеціалізацію та встановлює межі інтенсифікації аграрного виробництва.

З метою покращення продуктивності сільськогосподарського виробництва в Україні та збільшення валових врожаїв фуражного зерна, основна частина якого припадає на зерно кукурудзи, доцільно розглядати характеристику основних елементів структури агрокліматичних ресурсів в ґрунтово-екологічних зонах країни. Це стосується їх здатності відповідати загальним біологічним вимогам культур на відповідному рівні, що визначає різний рівень реалізації їхнього продуктивного потенціалу в різних зонах кукурудзосіяння.

Територія України розташована в самому серці Європи, на південному заході Східноєвропейської рівнини і охоплює площу приблизно 60,4 мільйонів гектарів. У меридіональному відношенні (від заходу на схід від 22 до 40° східної довготи) її протяжність складає 1316 кілометрів, у субширотному (від півдня на північ від 45 до 55° північної широти) – 893 кілометри.

Рельєф на більшості території країни визначається рівнинною формою (приблизно 95% території, з яких 70% – низовини та 25% – височини). Лише на південному заході виступають Східні Карпати, а на півдні – Кримські гори. Україна має багату річкову мережу, великі природні озера, а також штучні водосховища та ставки. Південна частина території омивається теплими морями – Чорним та Азовським.

Значна протяжність та гетерогенність території України за геоморфологічними, літогранулометричними та гідротермічними умовами призводять до різноманітності клімату. Він зазнає значних змін, починаючи від вологих областей на заході, таких як Полісся, до суховіїв на південному та південно-східному степових регіонах.

За умовами зволоження територія країни поділяється на шість ґрунтово-екологічних зон: Полісся (достатнього і надмірного зволоження, близько 23 % площі території), Лісостепу (недостатнього зволоження, понад 33 % площі), Степу Північного, Південного і Сухого (недостатнього зволоження, посушлива

і дуже посушлива, близько 39 % площі території), а також гірських районів Карпат та Криму. Зазначимо, що більше ніж на 70 % території країни землеробство ведеться в посушливих умовах недостатнього зволоження, де дефіцит вологи є обмежуючим фактором високої продуктивності сільськогосподарських культур [21].

Клімат на території України переважно є помірно-континентальним, однак в горах Карпат та Криму відзначається особливими умовами, обумовленими вертикальною поясністю. Від м'якого передгірного клімату до клімату альпійських луків у Карпатах та певних рис субтропічного на південних схилах гір Криму.

Середня річна температура повітря на території країни різниться в широких межах. На північному сході вона становить 5,4 °С, зростаючи поступово в напрямку південно-західному та досягаючи 9–10 °С на крайньому півдні та в Закарпатті. У південному березі Криму температура сягає 12–13 °С.

Найхолодніший зимовий місяць на території більшості областей України – січень. Середня місячна температура повітря на північному сході та сході України коливається в межах 6–8 °С морозу. У решті регіонів цей показник переважно становить 4–6 °С морозу, в той час як на півдні Правобережжя та в Криму варіює від 1 до 3 °С морозу, а на Південному березі Криму – від 1 до 2 °С тепла.

Найнижча температура повітря спостерігається при надходженні в наші широти континентального арктичного повітря. Абсолютний мінімум в більшості областей країни коливається в межах 33–39 °С морозу, у Чернівецькій та Харківській областях – 40 °С, у Черкаській і Луганській – 41 °С, у Львівській – 42 °С морозу.

Найтепліший місяць року в Україні – липень. Середня місячна температура повітря на півночі і заході країни коливається в межах 18–20 °С, у степових районах – 21–23 °С, а на решті території – від 20 до 22 °С тепла. Рекордні значення абсолютних максимумів температури повітря (40–41 °С) припадають на південні і південно-східні регіони Степу, а в межах Карпат вони

не перевищують 35–36 °С.

Річна амплітуда температур на заході України становить приблизно 22–24 °С, а зі зростанням континентальності клімату на сході цей показник збільшується до 26–28 °С.

Важливою характеристикою теплового режиму території, що має вплив на вирощування різних сільськогосподарських культур, є тривалість теплового періоду року та періоду вегетації. Чим триваліший теплий період та вища середня температура в умовах інших сприятливих факторів, тим більше можливостей для різноманітного вирощування культур та отримання якісної сільськогосподарської продукції.

У метеорології перехід середньої температури повітря через 0 °С вважається початком весни, а через 0 °С восени – початком зими. Теплим періодом року вважається період з позитивними середньодобовими температурами повітря. Тривалість теплового періоду на території України змінюється від 245–270 днів на північному заході та півночі в поліській зоні до 292–315 днів на півдні Степу та до 358 днів.

Вегетаційний період для більшості сільськогосподарських культур обмежується переходами середньодобової температури повітря через позначку 5 °С. У Криму і на Закарпатській низовині він починається 18–22 березня та 1–4 квітня в північній частині країни. Тривалість вегетаційного періоду збільшується від 198–202 днів у східному Лісостепу до 241 на Закарпатській низовині та до 265 днів у Криму.

Кукурудза є теплолюбною культурою, тому її вегетаційний період, а також період найбільш активного росту, обмежуються переходом середньої добової температури повітря через позначку 10 °С та 15 °С відповідно.

В Україні кукурудзу широко вирощують у трьох ґрунтово-екологічних зонах: Степу, Лісостепу і Поліссі. Ареал поширення гібридів кукурудзи різних груп стиглості по території України обмежується біологічними вимогами біотипів та гідротермічними ресурсами зон кукурудзосіяння (табл 2.4).

**Тривалість періоду та потреба біотипів кукурудзи в сумі активних температур (вище 10 °С) протягом вегетації**

<b>Група стиглості гібридів</b>	<b>ФАО</b>	<b>Тривалість вегетаційного періоду, діб</b>	<b>Сума температур за період сівба – повна стиглість зерна</b>
Ранньостигла	150–199	85–106	2100
Середньорання	200–299	94–119	2200
Середньостигла	300–399	111–126	2400
Середньопізня	400–499	115–128	2500
Пізнньостигла	Більше 500	130–137	2700

Клімат Лісостепу і Полісся України характеризується помірно-континентальним характером. Перехід температур у осінь та весну в цих зонах проходить більш рівномірно, порівняно зі степовою зоною, без різких коливань.

Весна настає в кінці другої або на початку третьої декади березня. Характерною особливістю весняного періоду є поступове або, рідше, стрімке підвищення температури повітря. Тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °С в зоні Лісостепу, згідно з Державною гідрометеорологічною службою України, складає 156–170 днів, в Поліссі – 157–168 днів. Загальна сума ефективних температур вище 10°С в цих ґрунтово-екологічних зонах коливається від 2400–2600 в Поліссі до 2400–3000 °С в Лісостепу. Коливання кількості опадів протягом року, за багаторічними даними, в Лісостепу становить 450–600 мм, в Поліссі – 500–700 мм, а за період з температурою вище 10°С – від 281 до 420 мм.

Гідротермічний коефіцієнт за Селяніновим Г.Т. в лісостеповій зоні протягом травня – вересня коливається від 0,9 до 2,0 (від посушливих умов до надмірного зволоження), а в Поліссі – від 1,0 до 1,6 (від недостатнього до достатнього зволоження).

Агрокліматичні умови лісостепової зони сприяють забезпеченню

біологічних потреб рослин у теплових ресурсах протягом вегетаційного періоду для гібридів кукурудзи від ранньостиглої (ФАО 150–199) до середньостиглої (ФАО 300–399) груп. У той час як в Поліссі ці умови сприятливі лише для гібридів культури скоростиглих біотипів (ФАО 150–299). Вирощування більш пізньостиглих біотипів кукурудзи (середньопізніх в Лісостепу та середньостиглих в Поліссі) є високоризикованим, оскільки дозволяє отримати зерно біологічної стиглості за оптимальної вологості для механізованого збирання лише в 30–60% років[25].

Клімат найбільш посушливого регіону – зони Степу відрізняється найбільшою континентальністю та посушливістю, зі значними коливаннями річних та середньодобових температур, а також зміною від помірно зволжених років до років різкої посушливості. В літній період часто спостерігаються суховії, а в зимовий – відлиги з підвищенням температури до 10–13 °С.

Весняний період характеризується досить стрімким наростанням температури. У квітні і першій половині травня можливі нічні заморозки. Тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °С в північній частині зони змінюється в межах 168–184 діб, а в південній – 170–191 доба. Загальна сума позитивних температур за період з температурою вище 10 °С становить від 2900–3200 на півночі до 3000–3400 °С на півдні [26].

Літо, як правило, є жарким, малохмарним з недостатньою кількістю опадів та частими суховіями. У найжаркіші місяці – липень і серпень – середньомісячні показники температури повітря в північній і південній частинах зони становлять 20,5–22 та 22–23 °С, а абсолютний максимум температур – відповідно 38–39 та 39–41 °С. Зміна суми опадів за рік в північній частині Степу коливається від 350–480 мм, за період з температурою повітря вище 10°С – від 253–305 мм, в південній частині Степу – відповідно 300–400 та 200–300 мм. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Г. Т. Селяніновим в зоні Степу за травень – вересень змінюється від 0,6 (південь, посушливі умови) до 1,1 (північ, недостатньо зволожені умови).

Агрокліматичні умови північної і південної частин степової зони



дозволяють щорічно забезпечувати біологічну потребу рослин у теплових ресурсах протягом вегетаційного періоду для гібридів кукурудзи від ранньостиглої (ФАО 150–199) до середньопізньої (ФАО 400–499) груп, а для пізньостиглих біотипів (ФАО більше 500) лише в 40–80 % років [27].

За ступенем зволоження території України можна розділити на різні райони: 1) район Полісся та північно-західна частина Лісостепу, де достатнього зволоження, а в окремі роки – надмірного; 2) район південної частини Лісостепу та Донецького кряжу, де недостатнє зволоження може бути компенсоване високою агротехнікою; 3) район північного і особливо південного Степу, де дефіцит вологи настільки великий, що для вирощування деяких культур необхідно використовувати зрошення.

Ґрунтовий покрив України відрізняється великою різноманітністю через неоднорідність території в кліматичних, геоморфологічних та гідрологічних умовах. Типи ґрунтів розташовані зонально: дерново-підзолисті і сірі лісові ґрунти Полісся, сірі лісові ґрунти і чорноземи типові Лісостепу, чорноземи звичайні і південні, темно-каштанові і каштанові ґрунти Степу та каштанові у комплексі з солончакуватими ґрунтами Сухого Степу. На Кримському півострові також спостерігається аналогічна послідовність ґрунтових зон, але в напрямку з півночі на південь. Загалом, в Україні існує близько 650 видів ґрунтів, а кількість токсонетричних ґрунтових одиниць перевищує 4000.

Однією з умов отримання високих та сталих урожаїв зерна усіх сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, є повне забезпечення вологою протягом вегетаційного періоду. Вода в ґрунті перебуває в різних формах, проте вільна (капілярна та гравітаційна) є основною формою доступною для рослин. Гравітаційна волога, як правило, обмежена в обмежений проміжок часу, тоді як капілярна волога є основною доступною для рослин протягом вегетаційного періоду, маючи вміст від 3 до 4 % маси сухого ґрунту, залежно від механічного складу. Характеристики вологоємності різняться в залежності від типу, фізичних та фізико-механічних властивостей ґрунтів, визначаючи доступність вологи для рослин.

За ступенем зволоження територію України можна поділити на кілька районів: 1) район достатнього, а в окремі роки надмірного зволоження – Полісся, північно-західна частина Лісостепу; 2) район недостатнього зволоження, в якому нестача вологи може бути компенсована високою агротехнікою, – південна частина Лісостепу, Донецький кряж; 3) район недостатнього зволоження, де дефіцит вологи такий великий, що для вирощування деяких культур необхідно застосовувати зрошення, – більша частина північного і особливо південний Степ (табл. 2.5).

Таблиця 2.5.

**Характеристика водно-фізичних властивостей  
основних типів і відмін ґрунтів України**

Типи і від- міни ґрунту	Механічний склад	Вміст вологи в шарі ґрунту 0–100 см, мм			Коефіцієнт вологовіддачі, %
		найменша вологоємність	продуктив на волога	непродуктив на волога	
	дрібно піщані	125	105	20	84
	глинясто-піщані	190	160	30	84
	супіськово- легкосуглинкові	240	190	50	79
Світло-сірі опідзолені	супіськово- легкосуглинкові	270	200	70	74
Сірі опідзолені	легкосуглинкові	290	180	110	62
Темно-сірі опідзолені	середньо- суглинкові	300	180	120	60
Чорноземи типові (глибокі)	середньо- суглинкові	310	180	130	58
	легкосуглинкові	305	175	130	57
	середньо- суглинкові	330	160	170	48
	важкосуглинкові	350	155	195	44
	супіськово- легкосуглинкові	245	130	115	53
	середньо- суглинкові	315	150	165	48
	важкосуглинкові	340	140	200	41
	Каштанові дуже солонцюваті	важкосуглинкові	350	125	225

Водний режим ґрунту протягом вегетації визначається його типом і механічним складом, кількістю атмосферних опадів, а також витратами вологи на випаровування і транспірацію рослин. Ці фактори, як правило, впливають на реалізацію генетичного потенціалу сільськогосподарських культур.

При вирощуванні без поливу, а особливо на зрошуваних землях, аграріям корисно мати інформацію про потреби рослин у волозі. Оптимальний рівень вологості ґрунту під час вегетації, який забезпечує високу врожайність кукурудзи та інших зернових культур, становить 65–75 % від його максимальної вологоємності.

З урахуванням агрометеорологічних умов, рослини витрачають воду для формування врожаю в різних культурах. Наприклад, для отримання 1 тони зернового урожаю кукурудзи потрібно приблизно 500 м<sup>3</sup> води, тоді як для пшениці і ячменю – від 600 до 1000 м<sup>3</sup> води (табл. 2.6).

Таблиця 2.6.

**Водоспоживання сільськогосподарських культур за вегетаційний період  
залежно від ґрунтово-екологічної зони і регіону**

Сільсько-господарська культура	Вегетаційний період	Загальне водоспоживання*, мм				
					Степ	
					північний	південний
Кукурудза середньостигла	квітень – вересень	390	365	370	370	350
Пшениця озима	вересень – липень	635	630	625	613	605
Ячмінь ярий	березень – липень	450	420	420	415	410
Овес	березень – липень	480	450	450	445	440
Соняшник	квітень – серпень	380	350	355	355	325

\*Показники валового водоспоживання польових культур наведено за забезпечення оптимальних значень кількості опадів за ґрунтово-екологічними зонами і регіонами.

Основним джерелом вологи в ґрунті є атмосферні опади. Проте, рівень вологоутворення ґрунту значно визначається не лише кліматичними, але й погодними умовами. Ось чому, вирішуючи питання щодо проведення різних агротехнічних заходів для ефективного використання вологи і добрива, фахівці аграрного сектору повинні бути обізнаними з кліматичними особливостями свого регіону та враховувати як поточні метеорологічні (погодні) умови року, так і біологічні потреби конкретних культур.

По всій території України, за винятком Південного берега Криму, найбільше атмосферних опадів припадає на літні місяці. Це пов'язано із підвищенням температури повітря, що спричиняє найвищий рівень випаровування вологи з ґрунту, становлячи близько 40–55% від загальної кількості опадів.

Накопичення запасів вологи в ґрунті в усіх природно-кліматичних зонах країни відбувається, як правило, в осінньо-зимовий період при зниженні середньодобової температури повітря та зменшенні непродуктивного випаровування. Велика кількість води, що випадає на землю у вигляді дощу, снігу, ожеледиці, туману, інію, роси, засвоюється ґрунтом не вся: значна її частка стікає в низинні місця, озера, ріки, ставки, випаровується і лише деяка кількість надходить в ґрунт.

Від опадів холодної пори року в більш сухих південних районах країни в ґрунт потрапляє близько 75 % вологи, на півночі – лише 20–30 %. Найбільші запаси вологи містяться в ґрунті в усіх зонах України, як правило, весною. Від них в основному і залежить рівень врожайності сільськогосподарських культур.

У весняно-літній період у ґрунт надходить приблизно 20–30 % вологи атмосферних опадів, а при низькому рівні агротехніки – ще менше, решта ж витрачається непродуктивно. Експериментально доведено, що надходження вологи в ґрунт суттєво залежить також і від інтенсивності дощу. Волога дощу, інтенсивністю 5 мм, як правило, засвоюється ґрунтом повністю, 6–10 мм – на 80 %, 11–15 мм – на 60 %, 16–20 мм – на 40 %, понад 20 мм – лише на 30 % [28].

Зазначається, що в Україні дощі весняно-літнього періоду випадають нерівномірно, що може впливати на вологоутворення в ґрунті. Навіть у добре зволжених регіонах можуть виникати проблеми з нестачею вологи через бездощові періоди. Дні, коли відсутні опади, починаючи з десятого дня, вважаються засушливими. У такі дні відносна вологість повітря може спадати до 30% і нижче, а температура повітря підвищується до 25 °С і вище.

Середня тривалість бездощових періодів значно варіюється на території України, з 15–20 днями на заході Полісся до 55–60 днів в північній частині та до 90–95 днів в південній частині Степу. Також в Степу, особливо на сході та півдні, спостерігається найбільша кількість днів із суховіями, які часто супроводжуються пиловими бурями.

Ймовірність бездощових періодів тривалістю 30 днів і більше за вегетаційний період в Степу становить в середньому 30–40%, що відповідає 3–4 раз за 10 років. У Лісостепу ця ймовірність складає 15–20%, в Поліссі – не більше 10–15%. Це суттєве варіювання рівня урожайності, особливо для кукурудзи та інших сільськогосподарських культур в різних зонах вирощування.

Отже, різноманітні ґрунтово-кліматичні умови України вимагають диференційованого підходу до вирощування кукурудзи в різних зонах з урахуванням її біологічних особливостей та екологічних потреб. Важливо застосувати агротехнічні прийоми для максимального накопичення та раціонального використання вологи протягом вегетаційного періоду, що визначає успішну реалізацію продуктивного потенціалу культури.

### РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У лабораторних дослідах визначали посівні якості насіння згідно з ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості» [35], а саме типовість, схожість та енергію проростання. Крім загальних обов'язкових досліджень, визначали додаткові, до яких належить енергія проростання і кількість сильних ростків, сила росту за холодним пророщуванням.

У польових дослідах вивчали польову схожість насіння, ріст і розвиток рослин, їх продуктивність і врожайність зерна гібриду. Проби для дослідів взяті з постійних ділянок в сівозміні: пар зайнятий - озима пшениця – кукурудза.

Економічну ефективність та оцінку рекомендацій здійснювали за кінцевими отриманими результатами згідно з існуючими методиками.

Лабораторні дослідження проводились автором особисто в умовах дослідної лабораторії на базі Державної установи «Інститут зернових культур» НААН України та з використанням аналітичних висновків по результатам отриманого врожаю за 2022р. щодо досліджуваного гібриду Хортиця.

#### 3.1. Характеристика гібриду як матеріалу дослідження.

У досліді використаний гібрид селекції Інституту зернових культур НААН України (колишній Інститут зернового господарства УАНН, Всесоюзний науково-дослідний інститут кукурудзи) як беззаперечного лідера у створенні нових гібридів кукурудзи.

*ДН Хортиця F1* -гібридзернового напрямку використання. Рослина виростає до висоти 230-240 см і не схиляється. Висота кріплення нижнього качана становить 100-110 см. Качан має циліндричну форму з початком довжиною 21-23 см. Кількість рядів зерен складає 14-16, стрижень червоного кольору. Зерно має світло-жовто-помаранчевий колір і зубовидну форму. Маса 1000 зерен становить 260-270 грам. Вихід зерна складає 83-84%.

Гібрид володіє стійкістю до вилягання та ураження головними хворобами і шкідниками, проте не ефективний при тривалому періоді перестою, тому не рекомендується для зимового прибирання. Гібрид має дуже інтенсивну вологовіддачу зерна і добре реагує на поліпшення умов вирощування.

Холодостійкість гібрида висока, але посухостійкість і жаростійкість середні, особливо високих температур повітря на завершальних етапах вегетації. Зона вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся.

Рекомендована передзбиральна густина для зони Степу - 55-60 тис. шт. / га, для Лісостепу - 80 тис. шт. / га, для Полісся - 90-100 тис. шт. / га. Середня врожайність за результатами екологічних випробувань ДУ ІЗК НААН в 12 пунктах України у 2013 році становила 8,51 т/га, а в 2014 році - 7,33 т/га при вологості зерна 20,2 і 16,6 відповідно по роках. У 2013 році максимальна врожайність була зафіксована в Інституті землеробства НААН України (М. Чабан) - 11,77 т/га. Потенційна врожайність зерна оцінюється в межах 13,0-13,5 т/га.[15]

## РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Насіння гібрида кукурудзи Хортиця (F<sub>1</sub>), яке використовувалось в дослідях, вирощували на ділянках гібридизації в Дослідному господарстві Інституту зернових культур НААН України в 2022 році. Схема посіву становила 6:2. Після дозрівання кукурудзу збирали в качанах з вологістю зерна 22-24%. Збирання проводили комбайном КСКУ-6 «Херсонць 200». Процес збирання складався з механічного обривання качанів, очищення їх від обгорток і завантаження в тракторний причіп. Саме під час збирання і відбувається травмування насінневого матеріалу, оскільки зерно на качанах піддається механічному впливу металічних частин комбайна і особливо під час падіння качанів в тракторний причіп з висоти 2-2,5 м. За даними літературних джерел травмованість зерна під час збирання може сягати 30% і більше.

Після збирання насінневий матеріал поступав на тік, де вивантажувався на майданчик і потрапляв на доочистку і сортування за допомогою транспортерів. Після доочистки качани загрузались в сушильну камеру насінневого заводу. Цей процес також супроводжувався певним травмуванням насіння на качанах, оскільки воно піддавалось механічному впливу різного виду транспортерів і падіння з висоти в сушильну камеру.

Процес сушіння в сушильній камері відбувався згідно норм теплового і вентиляційного режимів за показниками температури і вологості повітря. За вологості зерна 22-24% температура теплоносія не повинна перевищувати 45°C, висота насипу качанів в камері не більш 2,5 м, а тривалість процесу сушіння орієнтовно 48 год. Під час сушіння качанів зерно може піддаватися травмуванню у вигляді мікро- і макротріщин ендосперму і зародка внаслідок інтенсивного теплового вентилявання і будь-яких порушень технології сушіння.

Після сушіння качани кукурудзи із зерном 13%-вої вологості обмолочували на молотарках, сепарували на зерносепараторах для очищення, сортування і калібрування. При очищенні відділяли від зернової маси різні домішки за допомогою решіт і аспіраційних каналів; при сортуванні формували



посівну групу насіння та остаточно відбирали важко відокремлювані домішки. Під час обмолоту, очищення, сортування і калібрування також існує вірогідність травмування насіння внаслідок механічного впливу зерноочисних машин, і особливо молотарки.

Після доробки насіння на насінневому заводі воно зберігалось на складі, звідки і були відібрані проби для подальших досліджень в лабораторії і в польовому досліді.

За результатами досліджень, які проводили на базі Інституту зернових культур НААН України, найвищі показники енергії проростання і лабораторної схожості насіння гібрида кукурудзи Хортиця було отримано у контрольному варіанті, де досліджувалось здорове насіння без наявних ознак травмування – 97 і 100% відповідно. В той же час пошкодження зародка виявилось найбільш уразливими для проростання насіння. Мікротравми, які проявлялися у вигляді мікротріщин, тріщин в оболонці над зародком, подряпин на зародку, призводили до зниження показників енергії проростання і лабораторної схожості в середньому на 7-8%. Повністю вибитий зародок або його частина, відокремлена повністю оболонка над зародком або її частина, які класифікуються як макротравми зародка, призводили до суттєвих змін якості насіння. Такі зразки мали енергію проростання і лабораторну схожість на рівні 44-47%, що повністю виключало можливість використання такого матеріалу для сівби. Практично не впливали на лабораторні показники ушкодження ендосперму (запасальній частині сім'янки), як мікро-, так і макротравми, вони були на рівні з контролем (табл. 4.1.).

Таким чином, найбільш небезпечним в технології післязбиральної обробки насінневого матеріалу кукурудзи є застосування методів механічного впливу на насіння, які можуть травмувати зародок. Мікротравми знижують якість насіння на 7-8%, макротравми – на 53-56%. Частка такого насіння в загальній партії повинна бути мінімальною ( $\leq 5\%$ ).

**Енергія проростання і лабораторна схожість насіння гібрида кукурудзи  
Хортиця залежно від видів травмування насіння (стандартний метод)**

Види травмування насіння	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Контроль	97	100
Мікротравми зародка	90	93
Макротравми зародка	44	47
Мікротравми ендосперму	96	97
Макротравми ендосперму	95	96

Поряд з дослідженнями лабораторних показників схожості насіння стандартним методом в термостаті з температурою 25°C протягом 7 діб, досліджували також ці ж показники холодним методом (т.зв. колд-тест) на фільтрувальному папері з додаванням нестерильного ґрунтового субстрату. Відомо, що ґрунт містить організми, які викликають хвороби, в зв'язку з чим однією із умов було використання ґрунту з польового майданчика, де вирощувався попередник кукурудзи. Цей метод передбачав виконання 2-х етапів: спершу насіння витримували у термостаті за температури 10°C протягом 7 днів, після чого пророщували за температури 25°C протягом наступних 7 діб, моделюючи таким чином умови проростання насіння кукурудзи в природних умовах, коли температура ґрунту може значно коливатися.

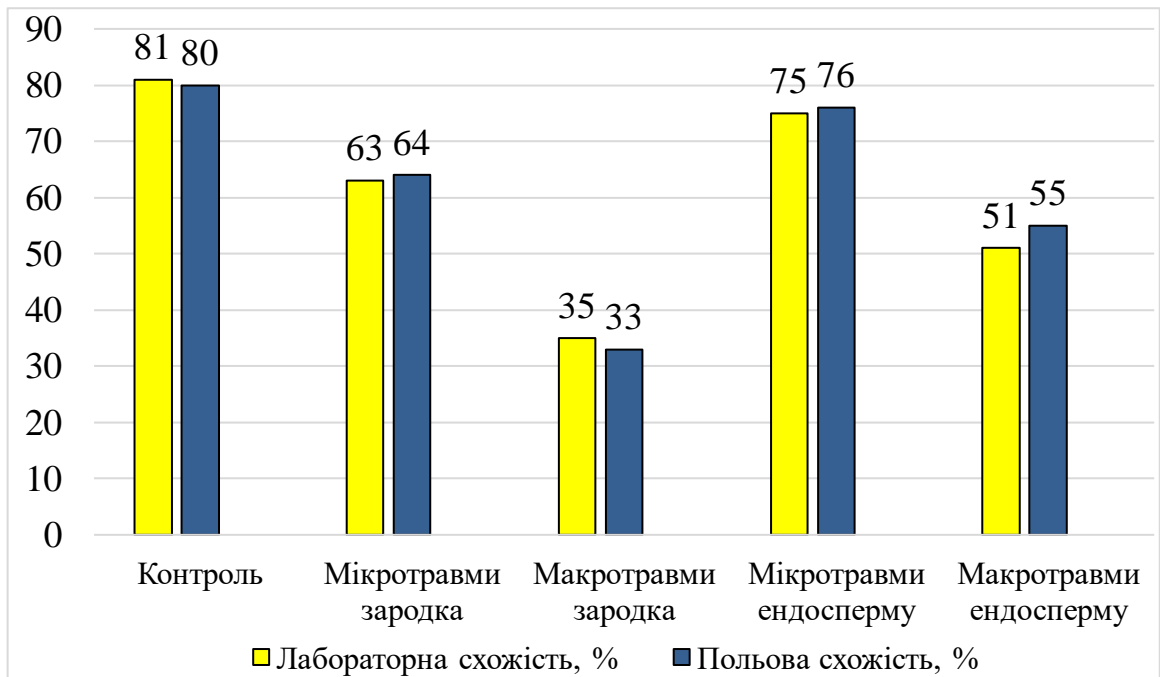
Результати досліджень показали, що найвищими показники енергії проростання і лабораторної схожості були у варіанті зі здоровим насінням (контроль) – 76 і 85% відповідно. Наближалися до них, але все ж на 4-6% були нижчими показники насіння із мікротравмами ендосперму. Мікротравми зародка призводили до зниження енергії проростання до 67%, а лабораторної схожості – до 63%, при цьому частина насіння, яке починало проростання, загинуло, що і позначилось на лабораторній схожості (табл. 4.2).

**Лабораторні показники і польова схожість насіння гібрида кукурудзи  
Хортиця залежно від видів травмування насіння (метод холодного  
пророщування)**

Види травмування насіння	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %
Контроль	76	81	80
Мікротравми зародка	67	63	64
Макротравми зародка	31	35	33
Мікротравми ендосперму	72	75	76
Макротравми ендосперму	49	51	55

Макротравми ендосперму насіння, яке досліджувалось методом холодного пророщування, значно сильніше позначились на показниках схожості порівняно зі стандартним методом. Енергія проростання і лабораторна схожість були на рівні 49-51%, тоді як за стандартного метода – 95-96%, що очевидно пов'язано з проникненням хвороботворних організмів з ґрунту через сильно пошкоджений ендосперм. Порівняно з контролем показники знизилися на 27-30%. Найнижчими показники енергії проростання і лабораторної схожості були у варіанті з макротравмами зародка і становили 31 і 35% відповідно.

Тест на холодне пророщування певною мірою передбачає відтворення майбутніх несприятливих польових умов та здатності насіння кукурудзи проростати за значних коливань температури ґрунту під час ранньої сівби. Цей метод найбільш точно інтерпретує процес проростання насіння і появи сходів в польових умовах, тобто відображає зміни польової схожості. Результати досліджень свідчать, що лабораторна схожість насіння, визначена за методом холодного пророщування, найбільш точно відповідає фактичним показникам польової схожості, які були отримані в досліді (мал.4.1). Відмінності становили 1-4%.



Мал. 4.1. Лабораторна (за методом холодного пророщування) і польова схожість насіння гібрида кукурудзи Хортиця залежно від видів травмування насіння

Найвищою польова схожість була у варіанті контролю (здорове насіння). В інших варіантах показники змінювались аналогічно даним лабораторної схожості за колд-тестом. Практично непридатним для сівби виявилось насіння із макротравмами зародка.

Подальший ріст рослин, отриманих із здорового насіння і насіння з різним ступенем травмованості, також мав свої особливості. В ранній період росту (фаза 10-12 листків) відмічали зниження висоти рослин у варіантах травмованого насіння порівняно з контролем. Зниження становило 4,0-7,9 см, а найбільшим воно було у варіанті із макротравмами ендосперму (табл. 4.3).

У фазу цвітіння волотей кукурудзи, тобто в період припинення росту, висота рослин у варіантах дослідів коливалась аналогічно змінам, які були зафіксовані в період формування 10-12 листків, хоча відмінності були мінімальними, в межах 2,5-5,5 см. Тобто, протягом періоду росту відбувалось вирівнювання показників залежно від видів травмованості насіння (мал. 4.2).

**Біометричні показники рослин гібрида кукурудзи Хортиця залежно від видів травмування насіння**

Види травмування насіння	Висота рослин, см	
	фаза 10-12 листків	фаза цвітіння
Контроль	78,7	207,0
Мікротравми зародка	74,2	204,0
Макротравми зародка	73,7	203,3
Мікротравми ендосперму	74,7	204,5
Макротравми ендосперму	70,8	201,5



Мал. 4.2. Динаміка зміни висоти рослин гібрида кукурудзи Хортиця залежно від видів травмування насіння

Урожайність зерна значною мірою формувалася під впливом природних умов вегетації і біологічних властивостей гібрида кукурудзи Хортиця. У варіанті контролю, де висівалося здорове насіння без явних ознак травмування, урожай складав 6,23 т/га. Найменше зменшення врожаю, яке не перевищувало найменшу істотну різницю ( $NI_{0,5} = 0,23$ ), фіксували у варіанті з мікротравмами ендосперму – 6,02 т/га. Практично цей фактор найменше впливав як на

показники якості насіння, так і на умови росту та урожайні властивості гібрида. На ділянках, де висівали насіння із мікротравмами зародка, отримали урожайність зерна на рівні 5,68 т/га, що менше ніж на контролі на 0,55 т/га і вже було суттєвим. Значне зниження зафіксували і у варіанті, де висіяне насіння було із макротравмами ендосперму – відмінності порівняно з контролем становили 1,09 т/га. Проте мінімальний урожай зерна було отримано на ділянках, де висівалося насіння із макротравмами зародка – 3,56 т/га, а зниження порівняно з контролем становило 2,67 т/га або 43% (табл. 4.4).

Таблиця 4.4.

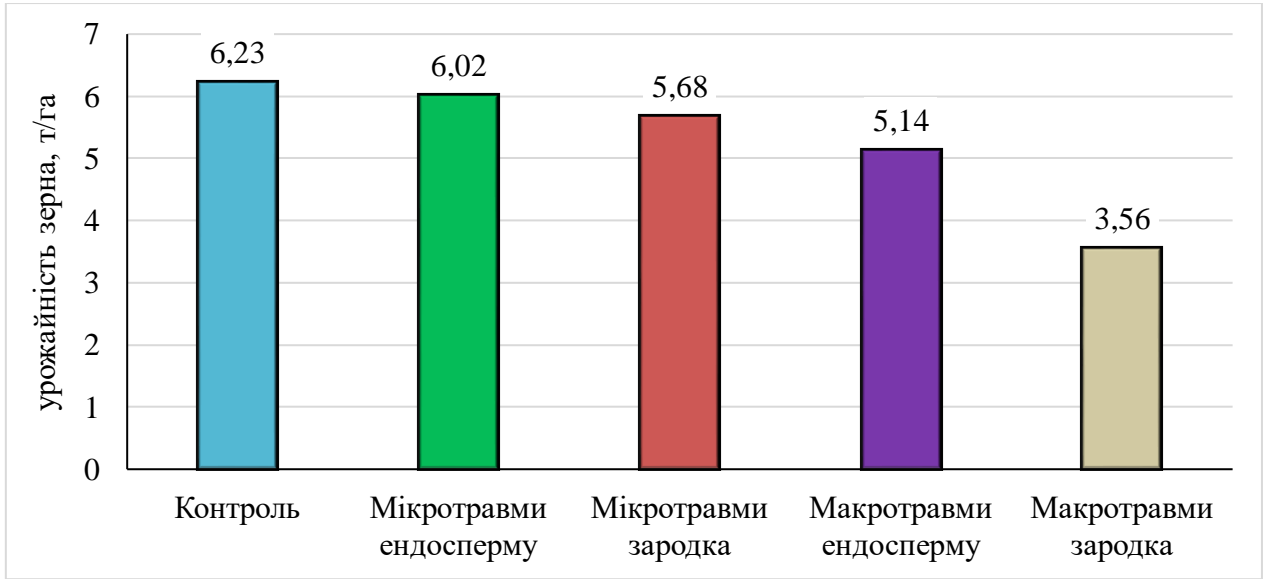
**Урожайність зерна гібрида кукурудзи Хортиця залежно від видів травмування насіння**

Види травмування насіння	Урожайність зерна, т/га	+/- до контролю	
		т/га	%
Контроль	6,23	-	-
Мікротравми зародка	5,68	-0,55	-8,8
Макротравми зародка	3,56	-2,67	-42,9
Мікротравми ендосперму	6,02	-0,21	-3,4
Макротравми ендосперму	5,14	-1,09	-17,5
<i>НІР<sub>0,5</sub></i>		0,23	

В результаті ранжування даних урожайності зерна в досліді було встановлено, що найменший вплив на формування зернової продуктивності гібрида Хортиця здійснювали мікротравми ендосперму і зародка, найбільший – макротравми ендосперма і зародка, причому у зародка вони були критичними (мал. 4.3).

Отже, травмування насіння здійснювало вплив на показники лабораторної схожості насіння, яке визначалося як стандартним методом, так і методом холодного пророщування, польову схожість насіння, ростові процеси рослин та формування зернової продуктивності гібрида Хортиця. Мікротравми

ендосперму і зародка здійснювали найменш негативний вплив, а найбільший – макротравми ендосперма і зародка.



Мал. 4.3. Ранжування показників урожайності зерна гібрида кукурудзи Хортиця залежно від видів травмування насіння

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Процес вирощування кукурудзи є достатньо енерго- та ресурсозатратним, де всі технологічні прийоми регламентуються відповідними економічними критеріями. В технологічній моделі вирощування гібрида кукурудзи Хортиця, яку застосовували в досліді з різними видами травмування насіння, всі операції для кожного варіанта були ідентичними, тобто витрати на виконання будь-якого прийому були однаковими. Єдиною відмінністю в технологічному ланцюгу були витрати, пов'язані зі збиранням, транспортуванням і сушінням вологого зерна, урожайність якого в кожному варіанті була різною.

При розрахунках економічної ефективності вирощування кукурудзи в досліді з різними видами травмування насіння керувалися типовими технологічними картами вирощування та збирання кукурудзи, нормативами виробничої собівартості зерна кукурудзи [33], методикою розрахунків витрат на вирощування кукурудзи [34], фактичними даними середньої ціни зерна кукурудзи і курсу валюти НБУ за період 30.12.2023 - 06.01.2024, виробничим досвідом формування собівартості кукурудзи [33].

Дані економічної ефективності вирощування кукурудзи з різними видами травмування насіння свідчать, що за середньої реалізаційної ціни зерна 5478 грн/т вартість одержаного врожаю залежала від урожайності зерна і коливалася в межах 28-34 тис. грн/га. В той же час витрати на вирощування, в т.ч. на збирання, транспортування і сушіння зерна найвищими були у варіанті із використанням для сівби здорового насіння. По мірі зменшення врожайності, а отже і менших обсягів збираємої та переробляємої продукції, витрати зменшувались. У варіантах з мікротравмами ендосперму і зародка на 647-1696 грн/га, а у варіантах з макротравмами насіння – на 3362-8236 грн/га (табл. 5.1).

Найбільший умовно чистий прибуток одержано у варіанті із висівом здорового насіння – 14,9 тис. грн/га. Мінімального зменшення прибутку досягли у варіанті з мікротравмами ендосперму – лише 0,5 тис. грн/га. У варіанті з мікротравмами зародка прибуток зменшувався порівняно з контролем



на 1,3 тис. грн/га, там, де насіння було із макротравмами ендосперму зниження становило 2,6 тис. грн/га, а з макротравмами зародка – майже 6,4 тис. грн/га.

Таблиця 5.1.

**Економічна ефективність вирощування кукурудзи  
з травмованим насінням на площі 1 га**

Показники	Види травмування насіння				
	Контроль	Мікротра вми зародка	Макротра вми зародка	Мікротра вми ендоспер му	Макротра вми ендоспер му
Урожайність, т/га	6,23	5,68	3,56	6,02	5,14
Вартість реалізації 1 т продукції, грн.	5478				
Вартість одержаної продукції, грн.	34127,94	31115,04	19501,68	32977,56	28156,92
Витрати на вирощування, грн.	19219,55	17522,8	10982,6	18571,7	15856,9
вт.ч. витрати на збирання, транспортування і сушіння зерна, грн.	6479,2	5907,2	3702,4	6260,8	5345,6
Прибуток, грн.	14908,39	13592,24	8519,08	14405,86	12300,02
в т.ч. зменшення від контролю, грн.	-	1316,15	6389,31	502,53	2608,37

Таким чином, найбільш вигідним з економічної точки зору є вирощування кукурудзи із використанням здорового неушкодженого насіння. Мікротрави насіння призводять до мінімального зниження показників економічної ефективності вирощування, а макротрави – до суттєвого зменшення прибутку, особливо тоді, коли насіння отримало максимальне пошкодження зародка.

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У цій дипломній роботі було проведено теоретичний аналіз важливого наукового завдання – виявлення особливостей травмування насіння гібриду кукурудзи та розробка методів його запобігання. Основний акцент зроблено на визначенні впливу виду травмування та його рівнів на посівні та врожайні характеристики насінневого матеріалу.

Травмування – одна із причин зниження врожаю. Аналіз літературних джерел підтверджує, що не кожна травма однаково небезпечна. Практичні дослідження встановили. Що найбільш шкодочинним є травмування зародку, менш впливають на якість насіння мікротравми зародку і пошкодження ендосперму.

Досліди з визначення лабораторної схожості стандартним методом і методом холодного пророщування (колд-тест) а також польової схожості дали змогу отримати дані щодо пошкодження насіння різного виду травмами. Гібрид Хортиця має особливість втрачати швидко вологу при дозріванні, що має прямий вплив на травмованість насіння .

Отримані результати мають істотне практичне та теоретичне значення для галузі насінництва кукурудзи. У роботі були встановлені особливості проростання насіння гібриду кукурудзи Хортиця в залежності від характеру та рівня травмування.

Травмування насіння в ділянці зародка призводило до зниження енергії проростання до 33-65% та лабораторної схожості до 44-90%. Важливо відзначити, що вплив зриву кореневого чохла на схожість не був досліджений для гібриду Хортиця.

Польова схожість насіння змінювалась в залежності від характеру та рівня травмування. Макротравми зародка призводили до зниження схожості на 31-35%, в той час як мікротравми зародка та макротравми ендосперму зменшували схожість на 25-37%.

Велика мінливість врожайних характеристик насіння гібридів кукурудзи була визначена в залежності від виду травмування. Найбільший вплив на

урожай зерна спостерігався внаслідок макротравм зародка (зменшення на 42,9%), за ними йшли макротравми ендосперму (зменшення на 17,5%), мікротравми зародка (зменшення на 8,8%) і мікротравми ендосперму (зменшення на 3,4%).

Також було визначено допустимий вміст насіння з макротравмами зародка та ендосперму у посівній партії, який повинен складати 5-15%, залежно від особливостей гібрида.

В результаті отриманих даних, проведених у дослідженні щодо травмування насіння кукурудзи для насінницьких господарств, що займаються вирощуванням якісного посівного матеріалу, можна виділити наступні рекомендації:

- слідкувати за передзбиральною вологістю кукурудзи, щоб запобігти травмуванню. Вона повинна становити 20-24%. На зберігання зерно закладається з вологістю 15%;
- чітко дотримуватись технологічних умов в господарстві;
- контролювати та запобігати біологічному травмуванню насінницького матеріалу, що зумовлюється пошкодженням шкідниками і хворобами;
- для запобігання травмуванню насіння використовувати сучасні технології в обробці врожаю насіння на всіх його етапах, вдосконалювати технологічне обладнання, оптимізувати роботу наявного обладнання;
- своєчасно виявляти пошкоджене та травмоване насіння в процесі техніко-технологічних операцій для підвищення якості кінцевого продукту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О. Ознаки та показники якості насіння гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України*. 2011. № 40. С. 14-20.
2. Каталог сортів та гібридів ДУ Інституту зернових культур НААН України / А. В. Черенков та ін. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2017. 124 с.
3. Калюжний О. І., Литвиненко К. Л., Назаренко В. С. Залежність врожайності кукурудзи від якості насіння. Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур: зб. наук. ст. Дніпропетровськ: Пороги, 1995. С. 34-38.
4. Кирпа М. Я., Базілева Ю. С. Особливості травмування насіння кукурудзи та методи його попередження. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 60-63.
5. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О., Базілева Ю. С. Природа травмування насіння кукурудзи та методи його визначення. Селекція і насінництво. Харків, 2009. № 97. С. 196–202. (міжвід. темат. наук. зб. ст. Ін-та рослинництва ім. В. Я. Юр'єва).
6. Кирпа М. Я., Базілева Ю.С. Вплив різних типів травмування на якість насіння гібридів кукурудзи. *Наук. пр. ПФ «КАТУ» НАУ. Сімферополь*, 2008. Вип. 107. С. 68-71.
7. Кирпа М. Я. Оптимізація процесів обробляння і зберігання насіння кукурудзи та методи поліпшення його якостей: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: спеціальність 06.01.14 насінництво. Харків, 2007. 43 с.
8. ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості»
9. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
10. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Стан та перспективи енергозаощадження у технологіях сушіння насіння кукурудзи. *Роль наукових досліджень в*

*забезпечені процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України:* матеріали всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (м. Дніпропетровськ 25-26 трав. 2016 р.). Дніпропетровськ, 2016. С. 23-24.

11. Кирпа М. Я. Оптимізація процесів оброблення і зберігання насіння кукурудзи та методи поліпшення його якостей: дис. ... докт. с.-г. наук: спец. 06.01.14/ Дніпропетровськ, 2007. 372 с.

12. Посібник для аудиторів з сертифікації насіння (під редакцією Б.В.Дзюбецького, А.В. Алдошина та інш.) Дніпро. Роял Принт. 2018. 300 с.

13. Насінництво кукурудзи (науково-методичні рекомендації) за ред. Б.В.Дзюбецького. Дніпропетровськ: Роял Принт. 2012.184 с.

14. Макрушин М. М., Макрушина Є.М. Насінництво: підручник. Сімферополь: ВД «Аріал», 2011. 476 с.

15. Дерев'янюк Д.А., Тарасенко О.П. Вплив травмування на якість насіння зернових культур. Монографія. Житомир. Нілан ЛТД. 2012. С. 45-47.

16. Шаповаленко О. І. Контроль ступеня подрібнення / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко, М. І. Кожевникова // Харчова промисловість. - 2015. - № 18. - С. 119-123.

17. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Способи зниження тепловитрат у технологіях сушіння насіння кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2017. №5. С. 49-53.

18. Базілева Ю.С. Травмування насіння гібридів кукурудзи та методи його запобігання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво» /Ю.С.Базілева.Дніпропетровськ.2013.19-23 с.

19. Науково-практичні рекомендації по збиранню, обробці і збереженню зерна кукурудзи / Ін-т зернового господарства. Дніпропетровськ. 2010.30 с.

20. Пащенко Ю.М. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи : Монографія/ Ю.М.Пащенко, В.М.Борисов, О.Ю.Шишкіна. Дніпропетровськ. В-во АРТ-ПРЕС.2009.225 с.

21. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена. Днепропетровск: ВАТ Видавництво Зоря, 2003. 296 с.

22. Логачёв Н. И. Биологические особенности и экологические требования кукурузы. Выращивание высоких урожаев кукурузы в районах недостаточного увлажнения / ред. Д. С. Филёв. Днепропетровск: Промінь, 1975. С. 13–21.
23. Гребинский С. О. Рост растений. Львов: Издательство Львовского Университета, 1961. 296 с.
24. Д. Шпаар, К. Гінапп, Д. Дрегер, А. Захаренко, С. Каленська та ін. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / під ред.. Д. Шпаара. Київ: Альфа-стевія ЛТД, 2009. 396 с.
25. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату. Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2014. 536 с.
26. Золотов В. И. Устойчивость кукурузы к засухе – основы биологии, экологии и сортовой агротехники. Днепропетровск: Новая идеология, 2010. 274 с.
27. Черенков А. В., Циков В. С., Дзюбецький Б. В. та ін. Технологія вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах України (Науково-практичні рекомендації). Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2011. 51 с
28. Клімат України: колективна монографія / за ред. В. М. Липінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченка. Київ: Видавництво Раєвського, 2003.
29. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск: ВАТ Видавництво Зоря, 2003. 296 с.
30. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату: монографія. Вінниця: ТОВ Видавництво-друкарня ДІЛО, 2014. 536 с.
31. Цупенко М. Ф. Клімат України і врожай. Київ: Урожай, 1975. 51 с.
32. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Новий енергоощадний комплекс для сушіння насіння кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. Київ, №4. 2019. С. 60–66

33. Рогач С. М. Економіка і підприємництво, менеджмент: навч. посіб. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2015. 726 с.

34. Черенков А. В., Рибка В. С., Кулик А. О. Науково-практичний довідник по обґрунтуванню поелементних нормативів трудових, грошово-матеріальних та енергетичних витрат на виробництво зернових культур. Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2014. 180 с.