

Міністерство освіти і науки України  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет  
Спеціальність: 201 «Агрономія»

„Допускається до захисту”  
Завідувач кафедри рослинництва, селекції та  
біоенергетичних культур,  
доцент \_\_\_\_\_ О.В. Мазур  
„ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.  
протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Порівняльна оцінка гібридів кукурудзи за тривалістю вегетаційного  
періоду та урожайністю в умовах ТОВ «Липовецьке» м. Липовець  
01.03. – ВР 55м 28 04 20 48

Студент – випускник

Р.О. Коробко

Керівник дипломної роботи,  
кандидат с.-г. наук, доцент

О.В. Мазур

Рецензент

Вінниця 2020

## ЗМІСТ

Анотація	4
Вступ	6
Розділ 1. Огляд джерел наукової літератури	7
1.1. Генетичні плазми – основа селекції кукурудзи	7
1.2. Самозапилені лінії – вихідний матеріал для гетерозисної селекції кукурудзи (створення, оцінка, класифікація)	11
1.3. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від впливу агротехнічних прийомів	18
Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень	24
2.1. Загальні відомості про господарство	24
2.2. Ґрунтово-кліматичні умови господарства	26
2.3. Методика проведення досліджень	29
2.4. Агротехніка вирощування культури в досліді	31
Розділ 3. Результати експериментальних досліджень	32
3.1. Біологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи	32
3.2. Фенологічні фази росту й розвитку рослин	41
3.3. Структурний аналіз гібридів кукурудзи за урожайністю	45
3.4. Порівняльна оцінка гібридів кукурудзи за рівнем збиральної вологості та висотою прикріплення качана	
Розділ 4. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи	49
Висновки	59
Пропозиції виробництву	61
Список використаної літератури	62
Додатки	70

## Анотація

Обсяг магістерської роботи складає 73 сторінки. Робота містить 20 таблиць, 77 літературних джерел, 1 рисунок, 3 додатки.

Тема магістерської роботи: «Порівняльна оцінка гібридів кукурудзи за тривалістю вегетаційного періоду та урожайністю в умовах ТОВ «Липовецьке» м. Липовець».

Предмети дослідження: гібриди кукурудзи, а також комплекс цінних господарських ознак.

Мета роботи провести оцінку гібридів кукурудзи різних груп стиглості за комплексом цінних господарських ознак, виділити гібриди, які забезпечують високі показники елементів структури врожаю та високий і сталий рівень урожайності для послідуочого вирощування в умовах виробництва.

Задачі досліджень:

- провести оцінку тривалості вегетаційного періоду в гібридів кукурудзи;
- визначити динаміку росту лінійних промірів висоти рослин;
- визначити елементи структури врожаю у гібридів кукурудзи різних груп стиглості;
- виділити найбільш високоврожайні гібриди кукурудзи, що забезпечують стабільність урожайності упродовж років досліджень;

Методи дослідження: візуальний – проведення фенологічних спостережень; вимірювальний - для встановлення морфологічних характеристик рослини та качана; розрахунковий – для визначення варіацій і кореляційного та дисперсійного аналізу; розрахунково-порівняльний – визначення економічної ефективності вирощування гібридів;

Співвідношення між стеблами, листками і початками, було найкращим у гібридів: PR39H32 і для початків складало 39,5%, тоді як у середньостиглого гібриду ДК-3511 воно було дещо вищим (на 0,2%) і дорівнювало 39,7%, а у середньоранніх гібридів Пустоварівського 280 СВ

та Еміліо показники були нижчими – 37,2-37,8%.

Найбільшу асиміляційну поверхню серед гібридів сформували гібриди менш тривалого вегетаційного періоду: ПР39Б93 – 48,4 тис. м<sup>2</sup>/га ПР39Н 32 – 49,8 тис. м<sup>2</sup>/га; а гібриди більш тривалого вегетаційного періоду сформували більшу асиміляційну поверхню. Зокрема у середньораннього гібрида Еміліо – 49,9 тис. м<sup>2</sup>/га, середньостиглі гібриди ДКС 3511 та ЕС Діадема – 50,9 і 50,3 тис. м<sup>2</sup>/га.

У ранньостиглій групі найвищий рівень урожайності забезпечив гібрид ПР39Н32 – 10,3 та 8,7 т/га, із середньою урожайністю впродовж років досліджень 9,5 т/га. У середньостиглій групі найвищий рівень урожайності було отримано у гібрида ДКС 3511. Так в умовах 2019 року урожайність склала 10,6 т/га, в умовах 2020 року – 8,8 т/га, а середній рівень урожайності впродовж років досліджень становив 9,7 т/га. Порівняно високу урожайність забезпечив середньостиглий гібрид ЕС Діадема, який забезпечив середню урожайність впродовж років досліджень на рівні 9,1 т/га, вищою вона була в умовах 2019 року – 9,7 т/га, а дещо нижчою в умовах 2020 року – 8,4 т/га.

Простежувався чіткий стабільний тренд до підвищення середньогрупового рівня досліджуваної ознаки із підвищенням групи ФАО. Мінімальною збиральною вологістю зерна характеризувалися гібриди ранньостиглої групи  $X = 19,0\%$ . Середньоранні та середньостиглі форми мали середньогрупові показники  $X = 20,4\%$  та  $X = 23,61\%$  відповідно.

Найвищі показники економічної ефективності серед ранньостиглої групи гібридів забезпечив ПР39Н32, у якого вартість валової продукції склала 38000 грн., прибуток 23321 грн., а рівень рентабельності склав 158,6%. У середньоранній групі гібридів кращим виявився гібрид Еміліо, який забезпечив вартість валової продукції – 38800 грн, прибуток склав 23924 грн, а рівень рентабельності склав 160,8%. У середньостиглій групі кращим виявився гібрид ДКС 3511, який забезпечив вартість валової продукції 38800 грн, прибуток від реалізації продукції 23924, а рівень рентабельності склав 160,8%.

## Вступ

Кукурудза є однією із найстародавніших культур та основою сучасного землеробства її вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. За врожайністю зерна і зеленої маси вона перевищує майже усі зернові культури. В країнах світу для продовольчих потреб використовують до 20% її зерна, для технічних – 15-20%, на корм худобі – 60-65%. Зерно є надзвичайно цінним кормом для всіх видів худоби та птиці. Кілограм його містить 1,34 кормової одиниці.

Нові інтенсивні гібриди кукурудзи відрізняються не тільки морфологічним типом, а й скоростиглістю, продуктивністю, стійкістю проти хвороб, реакцією на агротехнічні заходи та умови вологозабезпеченості, здатністю до прискореної вологовіддачі зерном або жаростійкістю тощо. Багато, як вітчизняних, так і зарубіжних фірм, пропонують насіння різних за стиглістю та продуктивністю гібридів, які потребують глибокого і детального дослідження в нових умовах вирощування та рекомендації для виробництва найбільш продуктивних. Тому, оцінка сучасних гібридів кукурудзи з метою встановлення їх адаптивних властивостей в конкретних природно-кліматичних умовах є важливим фактором повноцінного використання генетичного потенціалу і підвищення продуктивності кукурудзи. Дослідження взаємодії рослин та основних ґрунтово-кліматичних умов, які створюються під впливом їх вирощування, має велике практичне значення в економічній доцільності вирощування гібридів кукурудзи [1, 9].

Мета роботи провести оцінку гібридів кукурудзи різних груп стиглості за комплексом цінних господарських ознак, виділити гібриди, які забезпечують високі показники елементів структури врожаю та високий і сталий рівень урожайності для послідуочого вирощування в умовах виробництва.

## Розділ 1. Огляд джерел наукової літератури

### 1.1. Генетичні плазми – основа селекції кукурудзи

Успіх гетерозисної селекції кукурудзи значною мірою залежить від наявності різного за походженням вихідного матеріалу [1]. В селекційній практиці існує багато методів підвищення його генетичного різноманіття [2].

Сучасні методи селекції кукурудзи, успішний розвиток технології селекційного процесу (інбредна лінія – гібрид) вважається найбільшим досягненням у селекції рослин. Селекція та покращання кукурудзи почались, тоді коли був реалізований потенціал видів, призначених на харчові цілі та корм. Через те що, збирання проводилось на основі окремої рослини, спостерігалась значна мінливість рослин і качанів. Способи добору рослин, які використовували перші селекціонери по кукурудзі, здаються примітивними порівняно з нинішніми методами селекції, проте вони фіксували ознаки, необхідні для підтримки інбредних ліній або сортів кукурудзи.

Значна частина самозапилених ліній, які використовуються в сучасній селекційній роботі, створена на основі гібридів різних типів складності (прості, трилінійні, подвійні, багатолінійні). Обґрунтування і висока ефективність даного методу знайшли відображення в роботах Н. В. Турбина і Л. В. Хотылевой [3].

Успіх в селекції кукурудзи визначається наявністю стійкої генетичної мінливості в первинній або вихідній популяції.

У перших селекційних роботах єдиним джерелом для створення ліній були місцеві та селекційні сорти. Одержані на їх основі лінії найбільш повно представляли генетичну основу (геноплазму) стародавніх та покращених селекційних сортів. Це були лінії I циклу селекції, більшість з яких стали унікальними для селекції гібридів, а деякі з них або їх

покращенні модифікації використовують і сьогодні [4].

Великий прогрес був досягнутий у створенні ліній американськими селекціонерами, які в своїй роботі використовували широко розповсюджені сорти – Lancaster, Reid Jellow Dent, Minnesota 13, Krug та ін.

В Україні та Росії в 50-60-х роках минулого сторіччя також були створені чудові лінії, які дали початок плеяді високоврожайних, адаптованих до навколишнього середовища гібридів: Чернівецька 21 ТВ, Харківська 44, Харківська 46 (автор В. О. Козубенко) Краснодарська 30 (автор М. І. Хаджинов), Дс 9, Дс 12, Дс 103 – з сорту Добружанка (автори: Б. П. Соколов, В. П. Кийко) [4].

На даний час селекція кукурудзи базується на використанні багатьох ліній і їхніх версій, які належать до різних зародкових плазм. Головними з них є середньопізні і пізньостиглі Reid (B73, B37 B14), Lankaster (C103, Oh43), Iodent, а також ранньостиглі Batler (Co109), Lizargarat (EP1), Lacoune (F2) і CM7 [44]. У світовій селекційній практиці широко використовуються методи покращання ліній попередніх циклів відбору, в т. ч. з використанням джерел різних геноплазм [5].

За повідомленням О. С. Макарчука, В. Л. Жемойди, С. П. Полторецького [6] останнім часом у світовій селекції найефективніше використовують гібриди гетерозисної моделі Reid / Lancaster, а в ранньостиглій групі більшість кращих європейських гібридів мають у своєму геномі лінії кременистої плазми Lacoune та зубовидної, американського походження, Iodent. Термін «гетерозисна модель гібрида» з'явився завдяки виявленню комбінацій з високим рівнем гетерозису та розподілу ліній на певні гетерозисні групи. Сучасна плазма Reid поділена на кілька груп: Reid Yellow Dent (Wf 9), Funk and 171A Yellow Dent, Osterland Reid, Troyer Reid, Iodent, Stiff Stalk Synthetic [5-6]. В Україні отримали поширення тільки три групи: Reid Yellow Dent (Wf 9), Iodent, Stiff Stalk Synthetic. Родовід інбредних ліній зародкової плазми Lancaster поділений на дві групи; C 103 та Oh 43, які також утворюють між собою

гетерозисну модель.

Вихідні популяції з широкою генетичною основою потрібні в якості резервуара генотипів для генетичного конструювання нових інбредних ліній.

Ці популяції повинні відображати можливість створення нових гібридів в довгостроковій програмі поліпшення кукурудзи [7].

Одним з найпоширеніших методів зі створення нового вихідного матеріалу є включення елітних ліній в прості і беккросні гібриди [8]. В 60-70 рр. минулого століття в світі на такій основі було створено сотні тисяч самозапиленних ліній. Однак, як показали результати, комбінаційна здатність ліній, які відібрані при самозапиленні промислових гібридів, часто буває низькою. Оскільки кращі гібриди переважно базуються на генетично близькому матеріалі, часто вони являють собою суміш кращих гетерозисних моделей, що ускладнює пошук нових гібридних комбінацій через генетичну спорідненість отриманого матеріалу [9].

Одержані таким методом самозапилені лінії мають у своїй генетичній основі («міксерний») змішаний генетичний матеріал, і для них надалі дуже важко підібрати другий компонент для одержання високо-гетерозисної комбінації. Ряд дослідників [10, 11] вказує на те що, використання «міксерної» зубоподібної плазми кукурудзи при створенні ранньостиглих кременисто-зубоподібних гібридів може бути дуже ефективними.

Продуктивність гібрида та його виробничий успіх великою мірою визначається вдалою гетерозисною комбінацією батьківських компонентів, які в селекційній практиці заведено називати гетерозисною моделлю. В закордонній селекції кукурудзи найбільш часто використовують гетерозисні моделі, що є комбінаціями за участю ліній зародкової плазми BSSS (BSSS\*Lancaster C103, BSSS\*Iodent, BSSS\*Oh43 та ін.) [12].



Проблема створення нового вихідного матеріалу є однією з найбільш гострих у селекції кукурудзи, особливо в селекції скоростиглих гібридів. Стратегія селекційної роботи на скоростиглість формується з урахуванням екологічних особливостей зони вирощування кукурудзи [13].

Ранні дослідження в галузі селекції кукурудзи дозволили встановити, що схрещування батьківських компонентів, які відносяться до різних генетичних груп, сприяє отриманню високопродуктивних гібридів [14]. У результаті розвитку цих досліджень з'явилося таке поняття як «гетерозисна модель», що означає джерела плазми, які забезпечують одержання високих врожаїв у результаті схрещування між собою [15].

Селекційна та генетична цінність самозапилених ліній визначається вихідним матеріалом, який було взято для самозапилення. Селекція кукурудзи за останнє сторіччя пройшла кілька етапів. У північній півкулі широке вирощування північного кременистого і південного зубоподібного підвиду сприяли виведенню високопродуктивних сортів Corn Belt Dent [16].

За сучасним уявленням структурно-генетична систематизація генофонду кукурудзи передбачає розподіл залучених в селекційний процес інбредних ліній, що мають різне генетичне походження, на відповідні групи зародкової плазми. Дослідження молекулярних маркерів у гібридів кукурудзи, які переважають в США в 1930 – 2000 рр., показали, що генетичне різноманіття в кінці минулого сторіччя суттєво звузились. Кількість ідентифікованих алелів склало 369 в порівнянні з 599 – гібридів 1960 р. і 968 алелів, присутніх в геномі кукурудзи з 1930 р. [17]. В селекційних програмах європейських та американських селекціонерів використовується до 14-16 геноплазм. Базовими серед зубоподібних вважаються Iodent, Reid, Lankaster, Krug, Minnesota 13, серед кременистих – канадські – (Northern flint), європейські – (Lacoune, Lizargarate, Dobrudga, Mindsenpuste) [4]. Частка багатьох історично важливих джерел зародкової плазми (Lankaster, Liming, Krug, Midlend та

ін.) знизилась і найбільш вагомими стали гетерозисні групи BSSS – 35,3 %, Reid Iodent – 26 % та Reid – 22,4 % [17]. Не дивлячись на певну генеалогічну спільність, лінії з останніх гетерозисних груп мають чітку генетичну диференціацію на молекулярному рівні [18].

Таким чином, використання в практичній селекції теоретичних досліджень в галузі гетерозисної селекції кукурудзи відкрило широкі можливості у підвищенні її врожайності та значного розповсюдження [19].

## 1.2. Самозапилені лінії – вихідний матеріал для гетерозисної селекції кукурудзи (створення, оцінка, класифікація)

Ефективність відбору та успіх селекції рослин значною мірою залежать від системи запилення, тобто способу розмноження рослин. Існують дві основні системи запилення: самозапилення і перехресне запилення.

У селекційній практиці широко застосовується примусове самозапилення рослин (інбридинг) з метою досягнення гомозиготності, збереження і закріплення цінних господарсько-корисних ознак [20].

Швидкий успіх у селекції рослин з примусовим самозапиленням залежить від часу, протягом якого можна досягти гомозиготності за ознаками, які вимагають поліпшення, а це зумовлено числом і дією генів, що контролюють дані ознаки. Так, при тривалому інцухту у ліній може порушуватись мейоз, виникають мутації з порушеннями в хромосомах. Депресія, викликана інцухтом, ускладнює селекцію самозапилених ліній, особливо за такими ознаками, як зернова та насіннева продуктивність, висока комбінаційна здатність. Натомість застосування, так званого, «швидкого інбридингу» уможлиблює отримання ліній з більш стійкими та продуктивними рослинами. Цей метод ефективний лише в тому випадку, якщо інцухту піддається генетично одноманітний вихідний матеріал [21].

Тому в селекції кукурудзи на гетерозис вихідному матеріалу приділяється першочергова роль.

З часу публікацій робіт Дж. Шелла основним вихідним матеріалом для створення високогетерозисних гібридів стали самозапилені лінії. Історія селекції кукурудзи свідчить, що від створення перших самозаплених ліній до наших днів пройдено довгий шлях (понад 100 років). Від самозапилення перших сортів – популяцій та рекурентних відборів у спеціально створених синтетичних популяціях на вузькій або широкій генетичній основі. Всі дії направлені на пошук більш ефективних методів синтезу вихідного матеріалу і добору рекомбінантів у процесі інцухту [22]. Для ведення ефективної гетерозисної селекції та забезпечення гібридного насінництва необхідна наявність гомозиготних ліній.

Найбільш розповсюдженим методом створення самозаплених ліній до теперішнього часу є стандартний, який полягає у виділенні з вихідного матеріалу кращих рослин і самозапилення їх, що супроводжується добором протягом кількох поколінь, до досягнення ними гомозиготності за основними ознаками [23].

М. І. Вавилов у своїх працях писав: «На очередь встает разработка теории инцухта. Факты, обнаруживаемые при применении метода инцухта у кукурузы, риса и других растений, настолько важны, что они не могут быть обойдены генетикой ... Метод инцухта, как показывает практика, вскрывает нередко поразительное разнообразие новых форм. Инцухт может быть рассматриваем практически как один из факторов формообразования. ... Дальнейшая конкретная разработка учения об инцухте применительно к разным объектам – одна из важнейших задач генетической теории селекции» [24].

Більшість ліній кукурудзи створено методом інцухту. За даними Р. У. Югенхеймера [25] у світі до кінця 80-х років було отримано понад 400 тис. самозаплених ліній. Однак, у світовій селекції гібридів широко використовується не більше 200 ліній.

Багатьма дослідниками доведено, що вирівняність, тобто гомозиготність, ліній не виключає можливість виникнення нових біотипів, які відрізняються від вихідної форми за однією або кількома ознаками [23]. Так, за повідомленнями В. Е. Козубенка [26] ще в 1956 р. на Чернівецькій сільськогосподарській дослідній станції серед рослин лінії ВИР 44 були виявлені більш ранні біотиби, які визрівали на 4-5 діб раніше вихідної форми. За допомогою методу парних схрещувань в поєднанні з добором виділили більш ранньостиглу лінію Харківська 44.

Серед актуальних питань селекції самозапилених ліній основним є питання розробки принципів добору вихідного матеріалу, який використовується для інцухту. Завдання селекціонера при цьому виділяти найбільш корисні біотиби та залучати їх у програми з гібридизації.

Методичні дослідження в цьому напрямку особливо актуальні в селекції ранньостиглих ліній. Для їх створення спочатку як вихідний матеріал використовували ранньостиглі, а тому недостатньо продуктивні за урожайністю зерна сорти [23].

Створення ліній ускладнюється ще й тим, що вони разом з гомозиготністю у своєму генотипі повинні мати комплекс ознак: високі комбінаційну здатність, насінневу продуктивність, холодо- та посухостійкість придатність до механізованого збирання, стійкість до хвороб, високу [27]. Домогтися поєднання в одному генотипі ранньостиглих ліній всіх потрібних ознак надзвичайно складно. Тому важливо знати характер успадкування основних селекційних ознак при інцухті залежно від особливостей генотипу вихідного матеріалу. З цією метою для інцухту в селекційній практиці використовуються різні за тривалістю вегетаційного періоду сорти та гібриди [23].

На основі різного за походженням вихідного матеріалу створюється велика кількість самозапилених ліній кукурудзи. Однак, далеко не всі інцухт- лінії при залученні їх в гібридизацію здатні давати високопродуктивні гібриди. З десятків тисяч самозапилених ліній

кукурудзи для виробництва гібридів використовується лише незначна їх частка, менш як 0,1 % [28]. Значна частина самозапилених ліній, які використовуються в сучасній селекційній роботі, створена на основі гібридів різних типів складності (міжлінійні, трилінійні, подвійні, багатолінійні). Обґрунтування і висока ефективність даного методу знайшли відображення в працях Н. В. Турбина, і Л. В. Хотылевой [29].

Одним з найпоширеніших методів створення нового вихідного матеріалу є включення елітних ліній в прості та беккросні гібриди.

З цією метою також широко використовуються спеціально створені гібриди, в генотип яких включені плазми ранньостиглих і пізньостиглих форм. Це дозволило створити принципово новий високопродуктивний ранньостиглий вихідний матеріал з високою комбінаційною здатністю [30, 31].

На думку багатьох дослідників на сьогоднішній день одним з важливих джерел для створення ранньостиглих самозапилених ліній є синтетичні популяції [32]. Для більшої концентрації цінних ознак використовуються синтетики з вузькою генетичною основою, створені з невеликого числа споріднених ліній, або ж схрещуванням однієї лінії з декількома донорами [33].

У селекційних програмах зі створення ліній нового покоління селекціонерами широко використовуються синтетичні популяції з широкою та вузькою генетичною основою, що є передумовою для підтримання генетичного різноманіття, збагачення і покращення зародкової плазми кукурудзи [23, 34].

За результатами досліджень, проведених провідними науково-дослідними установами з селекції кукурудзи, встановлено високу ефективність використання методів рекурентної селекції для поліпшення синтетичних популяцій і отримання на їх основі цінних ранньостиглих самозапилених ліній [35]. За повідомленням Л. В. Козубенка [26], залучення в селекційну програму синтетиків за участі пізньостиглих ліній,

а також синтетиків з широкою генетичною основою дозволило створити цінні лінії кукурудзи, що практично підтвердило доцільність їх використання в селекційних програмах.

С. И. Мустяца та ін. [36] повідомляють, про високу ефективність покращання вихідних популяцій з допомогою простого добору за фенотипом протягом 2-3-х циклів селекції. При цьому досягається суттєве покращення гетерогенних популяцій, створених за участі скоростиглих і пізньостиглих ліній, відносно скорочення тривалості періоду «сходи – цвітіння 50 % качанів», низької вологості зерна при збиранні та високої стійкості рослин проти вилягання на перестої.

Створення самозапилених ліній на основі гібридів з невідомою генеалогією є менш ефективним і трудомістким процесом. При цьому обов'язковою умовою стає ідентифікація нових ліній і визначення ступеня їх генетичної спорідненості з елітними лініями більшості відомих гетерозисних груп. Кращі нові лінії повинні якісно відрізнятися, від наявних елітних комерційних ліній. Тому найбільш ефективним є використання як вихідного матеріалу гібридів різної генетичної структури спеціально створених на базі елітних ліній, попередньо вивчених за основними господарськими ознаками та добре пристосованих до місцевих ґрунтово-кліматичних умов [37].

Не менш важливим джерелом для створення самозапилених ліній є екзотичні раси кукурудзи [38]. Значних успіхів було досягнуто при впровадженні в селекційну практику зародкової плазми зразків з Мексики, Куби, Бразилії, Аргентини [39]. З мексиканської раси виділені джерела основних елементів структури врожаю зерна [40].

В роботах У. Брауна [41] запропоновано наступні шляхи інтрогресії екзотичної плазми в селекційні програми:

- відбір з екзотичного матеріалу генотипів, які добре адаптовані до умов зони селекції. При цьому ймовірність втрати сприятливих алелів через зчеплення з негативними ознаками мінімальна, проте і ймовірність

виділення потрібних генотипів також невелика;

- добір з комбінацій між двома екзотичними формами, проте цей напрямок також малоперспективний;

- включення екзотичної плазми в наявний місцевий елітний матеріал з наступним проведенням одного – двох беккросів. Це, на думку дослідника, найбільш ефективний підхід, проте існує ймовірність втрати екзотичних генів через зчеплення ознак. Доцільно проводити декілька (4-6) поколінь розмноження, перш ніж перейти до ефективного добору. Останній спосіб введення екзотичної плазми набув широкого застосування в селекційній практиці у селекціонерів багатьох країн [42].

Про ефективне використання екзотичної зародкової плазми з метою поліпшення елітної кукурудзи та створення нових ліній повідомляють багато дослідників [43]. В результаті отримано різноманітний вихідний матеріал, добре адаптований до умов зони проведення селекційних робіт.

Практично доведено, що нові лінії, отримані в результаті схрещувань ліній власної селекції з екзотичними формами, мають великий діапазон варіювання ознак, зокрема тривалості вегетаційного періоду, довжини та крупності качана, крупності зерна та ін. Крім того, за повідомленням Л. В. Козубенка [26], одержані таким чином лінії відрізняються високою адаптивністю до посухи та весняних знижень температури.

Залежно від поставлених цілей при селекції нових ліній існує декілька основних напрямків створення вихідних гібридів:

- 1) схрещування ліній з максимальним вираженням певних ознак;
- 2) схрещування ліній, які доповнюють одна одну (ранньостиглі низьковрожайні та пізньостиглі високоврожайні);
- 3) схрещування споріднених ліній з комплексом цінних ознак;
- 4) беккросні схрещування елітних ліній з донором ознак, відсутніх у вихідних ліній [44].

В Інституті зернових культур НААН України наприкінці минулого століття досліджено значну кількість інтродукованих гібридів з різних

країн світу (США, Франція, Німеччина, Румунія, Китай та ін.) [45]. Практично кожен з них розглядався як джерело для створення нового вихідного матеріалу. До того ж була сформована колекція ліній, які стали основою для селекційної програми з гетерозисної селекції, а також визначені нові гетерозисні моделі гібридів. Шляхом реалізації цих напрацювань вдалося значно розширити генофонд самозапиленних ліній для гібридизації. Проте отриманий вихідний матеріал був недостатньо адаптований до умов зони ризикованого землеробства в Україні та погано переносив стресові умови в зоні Степу та Лісостепу, що, в основному, зумовлено їхньою недостатньою посухо- та жаростійкістю [46].

Таким чином, на основі різного вихідного матеріалу створена велика кількість самозапиленних ліній кукурудзи. Однак далеко не всі з них при залученні їх в гібридизацію здатні давати високопродуктивні гібриди. З десятків тисяч самозапиленних ліній кукурудзи для виробництва гібридів використовується лише незначна їх частка, менш як 0,1 % [47].

Такі обсяги селекційних робіт вказують на величезні витрати праці і коштів, пов'язані зі створенням нових ліній і виділенням найбільш цінних з них для широкого використання. У зв'язку з цим, найбільш важливим завданням подальшого етапу робіт після створення нових самозапиленних ліній є їх оцінка та визначення селекційної цінності.

### 1.3. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від впливу агротехнічних прийомів

Вже відомо, що висока продуктивність будь-якої культури, в тому числі й кукурудзи, головним чином залежить від технології її вирощування, основною складовою якої є правильно підібрана система обробітку ґрунту. Своєчасно й якісно виконаний та правильно підібраний обробіток ґрунту сприяє окультуренню орного шару, поліпшує водно-повітряний, тепловий і



поживний його режими для вирощування сільськогосподарських культур. За допомогою обробітку регулюють агрофізичні, біологічні та агрохімічні процеси, що відбуваються в ґрунті, інтенсивність розкладання і нагромадження органічної речовини, ефективність використання внесених добрив. Загальновідомо, що обробіток ґрунту – один із найефективніших заходів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур. Сьогодні на виробництві поки відсутня чітка позиція щодо застосування того чи іншого способу основного обробітку ґрунту під сільськогосподарські культури, в тому числі й під кукурудзу [48]. Обробіток ґрунту – важлива складова сучасного землеробства. В технології вирощування сільськогосподарських культур до 40% матеріальних та 25% трудових витрат займає обробіток ґрунту. Нині в нашій країні вітчизняні вчені виокремлюють чотири системи обробітку ґрунту [49]:

- 1) традиційна (на базі полицевого обробітку);
- 2) безполицева (на базі глибокого розпушення ґрунту без зміщення генетичних горизонтів);
- 3) мульчувальна (на базі поверхневого розпушення ґрунту);
- 4) нульова (no-till система) [50].

Згідно із визначенням Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО), no-till, або ґрунтозахисне землеробство, – це концепція ресурсозберігаючого виробництва сільгоспкультур, мета якого – досягти прийняттого прибутку разом з високим рівнем самовідновлюваного виробництва, при одночасному збереженні довкілля [51].

За даними В. Ф. Сайка нині у всьому світі площа ріллі становить 1 млрд. 317 млн. га. Статистика з поширення no-till систем ведеться з 1982 р. Зведені дані обсягів використання «нульового» обробітку у всіх країнах світу за 2004 -2005 рр. склали сумарно 95 млн. 480 тис. га. Таким чином, площа, на якій запроваджено no-till системи, становить 6,8 % від

світової. З цієї площі на шість країн: США, Канаду, Бразилію, Аргентину, Австралію, Парагвай припадає 94,7 %. На всі інші країни світу – відповідно 5,3 %. Частка європейського континенту включаючи і східну його частину не перевищує 2,5 (3 %). Серед країн Західної Європи найбільші площі під no-till технологією мають Іспанія та Франція. Щорічно площа під no-till системами зростає на 1 млн. га [51]. У всьому світі більше 132 млн. га обробляється за технологією no-till. В Україні за цією технологією обробляється близько 1,2 млн. га земель. Її впровадження відбувається методом «проб і помилок», оскільки достатній власний досвід на часі відсутній, а найбільш адаптованою до наших умов вважається No-till – технологія, запроваджена в «Агро- Союзі» Дніпровської області, ґрунтово-кліматичні умови якого істотно відрізняються від Лісостепової зони [52].

Впродовж останніх десятиліть ХХ століття причиною відмови від інтенсивного землеробства, яке панувало в країнах з добре розвинутою рослинницькою галуззю була ерозія орних земель. За останніми повідомленнями, за всю історію землекористування людство втратило від інтенсивного землеробства біля 2 млрд. гектарів у свій час родючих земель, а це більше за всю площу сучасного світового землеробства [53]. В нашій країні площа деградованих ґрунтів за тієї ж причини щорічно зростає на 80 тис. га [54]. Як вихід з такої ситуації є розробка вченими-аграріями різних заходів мінімалізації обробітку ґрунту, серед яких важливе місце займає ноутілл [55].

Однак такі висновки, на нашу думку, є передчасними, оскільки судити про ефективність No-till – технології і порівнювати її із традиційними можна лише тоді коли на поверхні ґрунту сформується достатній і стабільний мульчуючий покрив із рослинних решток. Саме він буде потужно стримувати евапорацію (випаровування вологи поверхнею ґрунту), легко пропускаючи її в ґрунт з опадами, а відтак, впливати практично на всі агрофізичні, агробіологічні, агрохімічні та інші показники, запобігати вкрай

небезпечному формуванню притертої льодової кірки, ґрунтовій ерозії. А для формування такого покриву потрібен певний час [56].

Встановлено, що за повної відмови від механічного обробітку ґрунту істотного його ущільнення, яке б негативно впливало на ріст і розвиток рослин, не відбувається [57].

Історія вивчення питання про можливість переходу до no-till технології бере свій початок у Великобританії, в кінці 50-х років минулого століття після розробки фірмою Ай–Си–Ай бінірідилінових гербіцидів суцільної дії, які могли знищувати всі вегетуючі бур'яни. З використанням таких гербіцидів з'явилась можливість по-іншому підійти до розгляду потреби в інтенсивному обробітку ґрунту: якщо до цього з інтенсивністю обробітку пов'язувалась чистота полів і посівів від бур'янів, то з використанням таких гербіцидів інтенсивний обробіток уже став не обов'язковим [58].

А повній відмові від механічного обробітку ґрунту сприяла поява у сільськогосподарському виробництві сівалок для прямої сівби. Саме з такою сівалкою англійського виробництва пов'язують початок ери no-till технології на американському континенті в 1962 році, а перші дослідження з обґрунтування можливості такої технології закладені у Великобританії фірмою Ай-Си-Ай в 1961 році. Вже перші їх наслідки показали, що рівень урожайності озимої та ярої пшениці, як і ярого ячменю на фоні прямої сівби з використанням гербіциду Паракват залишався на рівні традиційної технології, де до сівби проводилась оранка і передпосівна культивування. Але при цьому різко знижувалась енергоємність витрат на вирощування рослинної продукції. Якщо за традиційної технології з розрахунку на 1 га витрачалось на легких за гранулометричним складом і важких ґрунтах відповідно 6,45 і 14,75 тракторогодин, то за прямої сівби – відповідно лише 1,12 і 1,35 годин [59].

Дослідження, проведені англійськими вченими вже в наступне десятиріччя (1973–1976 рр.), дозволили позитивно оцінити пряму сівбу і за

впливом цієї технології на ґрунтове середовище. Було встановлено, що хоча на перших порах щільність оброблюваного шару за традиційної технології була і менша порівняно з ділянками без обробітку ґрунту до сівби, але водо- і повітропроникність досліджуваного шару на фоні прямої сівби залишалась досить високою за рахунок пустот від відмерлого коріння та ходів черв'яків, яких на четвертий рік впровадження прямої сівби було порівняно з традиційною технологією майже в чотири рази більше. Тому й коренева система вирощуваних за технологією прямої сівби розвивалась не гірше, ніж за традиційної технології [60].

Великий вклад у розробку теоретичних основ мінімалізації обробітку ґрунту за рахунок no-till технологій внесли вчені США, які за більшістю показників позитивно оцінили цю технологію. Вона, за твердженням С. Д. Бейкера і К. С. Секстона [61], несе сільськогосподарському виробнику такі вигоди:

- підвищується вміст органічних речовин у ґрунті за рахунок зниження інтенсивності її окиснення;
- краще зберігається структура ґрунту за відсутності її травмування робочими органами сільськогосподарських знарядь і машин;
- інтенсивніше протікає оструктурення ґрунту завдяки його збагаченню органічними речовинами. Під впливом цього фактору збільшується в ґрунтовому середовищі валовий вміст азоту;
- зберігається корисна ґрунтова фауна, бо за відсутності механічного обробітку ґрунту не руйнуються в ньому ходи черв'яків та інших землерийних мешканців;
- поліпшується аерація ґрунту через кращу оструктуреність верхнього 30-сантиметрового шару;
- покращуються умови вологозабезпеченості вирощуваних рослин за рахунок інфільтрації опадів (від автора – цьому може сприяти і підняття води по капілярах з нижніх шарів);
- попереджається ерозія ґрунту завдяки наявності на поверхні

рослинних решток попередника;

- знижується амплітуда коливань температури верхнього кореневмісного шару: влітку за наявності мульчі він менше перегрівається, а взимку – не так перемерзає;

- не виноситься у верхній шар із нижніх насіння бур'янів;

- поліпшується природний дренаж ґрунтів у процесі збагачення їх органічними речовинами;

- зменшується небезпека переущільнення ґрунту ходовими системами важких тракторів;

- помітно знижується собівартість виробленої рослинницької продукції;

- економиться біля 80% пального;

- затрати робочого часу на весь технологічний процес по вирощуванню культури зменшуються у три-п'ять разів [57].

Ґрунтозахисне землеробство характеризується трьома принципами, які взаємозв'язані між собою: тривале, нульове або мінімальне порушення ґрунтового покриву (тобто прямий або суцільний посів культур); постійна присутність на поверхні шару органічної речовини, тобто рослинних залишків або покривних культур; диверсифіковані сівозміни у випадку обробітку однорічних культур або суміші культур, включаючи бобові, при вирощуванні багаторічних культур [62].

При нульовій обробці ґрунт залишається мало порушеним від збирання врожаю до посіву і від посіву до жнив. Механічна дія на ґрунт зведена до прямого посіву насіння в необроблений ґрунт. Для цього традиційно використовують три типи сошників: дисковий, анкерний і дисково-анкерний. Сівалки, що застосовуються для прямого посіву, повинні розрізати рослинні залишки і мінімально зрушувати верхній шар ґрунту. Контроль бур'янів базується на знанні їхніх біологічних особливостей, використанні сівозмін, пожнивних залишків і своєчасному застосуванні засобів захисту рослин у мінімальних кількостях [63].

Сутність технології no-till полягає у заміні низки заходів механічного обробітку ґрунту (основного і передпосівного та по догляду за посівами) лише на одну технологічну операцію, здійснювану складним агрегатом, який поєднує смуговий або суцільний обробіток на глибину заробки насіння, здебільшого у поєднанні з локальним внесенням добрив, із сівбою на попередньо не обробленому полі. Бур'яниста рослинність знищується при цьому виключно за допомогою гербіцидів. Основну роль серед них виконують системні препарати суцільної дії з класу гліфосатів. Вони є найбільш екологічно сприятливими, оскільки після прояву токсичної дії швидко знешкоджуються в процесі біологічного розкладу ґрунтовими мікроорганізмами [64].

Роль соціально-економічних чинників чітко прослідковується при оцінці значення мінімального безполицевого обробітку в Україні і США у зонах, що характеризуються значним негативним впливом ерозії. Остання країна обрана для порівняння, оскільки літературні джерела цієї країни активно пропагують саме ці методи [65].

За даними американських вчених, якщо взяти втрати ґрунту у чорному парі за 100%, то за вирощування кукурудзи за загально прийнятими технологіями з механічним обробітком вони становитимуть 60 %, а за технологіями з мінімальним обробітком знижуються до 10 % [66].

Отже, кукурудза надзвичайно важлива продовольча культура, яка має найбільшу продуктивність серед зернових культур. Тому використання новітніх технологічних прийомів, а зокрема сучасних гібридів кукурудзи та технологій обробітку ґрунту No-till за вирощування кукурудзи на зерно, дасть можливість максимально реалізувати потенціал цієї культури.

## Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень

### 2.1. Загальні відомості про господарство

ТОВ “Липовецьке” розташоване в смт. Липовець Липовецького району Вінницької області, від обласного центра господарство розміщене на відстані 48 км. Для забезпечення транспортного сполучення між адміністративними пунктами; базами постачання і здачі сільськогосподарської продукції є в наявності дороги з твердим покриттям.

Кліматичні умови характеризуються помірним і сприятливим температурним і водним режимом.

Річна кількість опадів 530 – 550 мм, найбільша кількість яких припадає на червень – липень: 70 – 76 мм, найменша – січень – лютий - 26 – 28 мм.

Пануючі напрями вітрів весною – східні; літом – західні і північно-західні.

Період із середньодобовою температурою більше ніж 8°C триває понад 200 днів, а з середньодобовою температурою 15°C і більше, триває більше ніж 130 днів.

Самий холодний період припадає на січень – лютий, а самий теплий – липень.

Середня тривалість вегетації, по багаторічних даних складає 200 – 210 днів з сумою температур 2800 - 3000°C. З приведених даних видно, що кількість сприятливих днів достатня для розвитку більшості сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи.

Рельєф господарства являє собою малохвилясту, а місцями плоску рівнину, де помітно розвинутий мікрорельєф у вигляді незначних підвищень, лощин і впадин. Ґрунтові води знаходяться на глибині від 3 до 7 метрів.

Ґрунти в господарстві представлені декількома типами і різновидами ґрунтів.

Більша частина ґрунтів – чорноземи з глибиною гумусного шару до 120 ... 125 см і вмісті гумусу від 4 до 7 %. Незначну частину ґрунтів займають сірі опідзолені ґрунти з глибиною гумусного шару від 85 ... 90 см до 50 ... 60 см з вмістом гумусу 2,5 – 5 %.

По механічному складу ґрунти в господарстві поділяються наступним чином : легкосупіщані, супіщані, середньосуглинисті і важкосуглинисті.

Найбільш розповсюджені бур'яни на полях сівозмін є: мишій сизий, кураче просо, хвощ польовий, дика редька, пирій, осот.

Земля – основний засіб виробництва в господарстві і складається з різних угідь. Структура земельних угідь наведена в (Табл. 2.1).

Як видно з таблиці 2.1 площа сільськогосподарських угідь на протязі двох років не змінювалась. Зменшились лише пасовища на 10 га, за рахунок збільшення на 10 гектарів сінокосів.

Напрямок господарської діяльності господарства - зерно – буряковий з розвинутим тваринництвом.

Кількість земельних угідь, які виділені на овочеві культури на протязі двох років осталися незмінними.

Таблиця 2.1

**Структура земельних угідь, га**

Види угідь	2018	2019
Загальна земельна площа, га	4000	4000
Всього сільськогосподарських угідь, га	3700	3700
Рілля, га	3560	3560
Сінокоси, га	63,5	73,5
Пасовища, га	55	45
Овочі, га	21,5	21,5
Ставки і водойми, га	9	9
Садки	5	5

Структура посівних площ і урожайність основних с-г культур подані в таблиці 2.2.



Таблиця 2.2.

**Структура посівних площ, урожайність**

Культура	2018		2019	
	Площа посіву, га	Урожайність, т/га	Площа посіву, га	Урожайність, т/га
Пшениця озима	580	5,1	600	5,3
Ячмінь ярий	400	2,9	350	2,6
Горох	170	1,8	130	2,0
Гречка	60	1,4	80	0,9
Кукурудза на зерно	180	6,5	110	7,0
Кукурудза на силос	220	22,5	220	23,0
Ріпак ярий	5	1,4	170	0,9
Соняшник	260	1,8	180	2,2
Буряк цукровий	125	28,0	235	34,0
Однорічні трави	70	12,0	70	6,9
Багаторічні трави	170	25,6	170	29,0
Жито	120	4,7	110	4,8
Соя	170	2,1	230	2,2
Тритикале	40	6,5	60	7,0
Пар	350	-	195	
Ячмінь озимий	70	4,9	80	5,2

Поля в більшості мають прямокутну конфігурацію і майже однакових розмірів, завдяки цьому легко вирішити питання з підбором полів по сівозміні, зберігаючи правильність розміщення культур щодо попередника.

На території господарства сірі лісові ґрунти із чорноземом, саме те що потрібно для плодкових дерев. На даній території помірний континентальний клімат. Господарство має хороше місце розташування, автомобільне і залізничне сполучення з різними містами. Все це сприяє виробництву цього продукту в господарстві.

## 2.2. Ґрунтово-кліматичні умови господарства

На території району, де розташована зона досліджень, клімат помірно-континентальний. Зима розпочинається у другій-третій декаді листопада. Сніговий покрив формується в середньому в третій декаді грудня і сходить в третій декаді березня. Висота снігового покриву в західних і

південних частинах зони знаходиться в межах 13-20 см, а в східній частині – 26-35 см. Середньомісячна температура повітря в січні і лютому коливається в межах від - 4 до  $-8,0^{\circ}\text{C}$ . Для цієї зони характерні довгі відлиги, під час яких температура повітря в окремі роки підвищується до  $+12-14^{\circ}\text{C}$ . Весна це найкоротший сезон, який триває від 65 до 75 днів. Перехід температури повітря через  $+5^{\circ}\text{C}$  відбувається в перших числах квітня місяця. Літо характеризується високими і стійкими позитивними температурами. В липні середньомісячна температура повітря коливається від  $10^{\circ}\text{C}$  на заході і до  $20^{\circ}\text{C}$  на сході. Абсолютний максимум температур досягає  $39-49^{\circ}\text{C}$ . Довжина вегетаційного періоду складає 140-160 днів, а деколи і до 170 днів. При цьому нерідко проявляються періоди із дефіцитом вологи і суховії. Гідротермічний коефіцієнт зони (ГТК) знаходиться в межах 1,3-1,6. Протягом року випадає 534-540 мм опадів і з цієї суми біля 70% опадів випадає в теплий період року. Найменше сонячного тепла земна поверхня Вінниччини отримує взимку ( $336-378 \text{ Мдж/м}^2$ ). За літні місяці до земної поверхні надходить сумарної радіації відповідно  $1800 \text{ Мдж/м}^2$  – на півночі і до  $1886 \text{ Мдж/м}^2$  – на півдні області.

За вологозабезпеченням весь вегетаційний період 2019 року характеризувався, як сприятливий у критичні періоди, а також протягом всього вегетаційного періоду.

Насамперед сприятливими вони були у період викидання волотей, цвітіння волотей, цвітіння качанів.

В умовах 2019 року у квітні випало 36 мм, травні – 144, червні – 89; липні – 40; серпні – 9; вересні – 28 мм (Табл. 2.3.).

Температурний режим 2019 року був слідуочим: у квітні температура склала – 9,2; травні – 15,5; червні – 21,6; липні – 19,1; серпні – 20,3; вересні –  $15,2^{\circ}\text{C}$ . Температурні умови у середніх багаторічних даних склали у квітні – 8,0, травні – 14,0, червні – 17, 0, липні – 18,0, серпні – 17,0 та у вересні –  $13,0^{\circ}\text{C}$ . Кількість опадів, які спостерігалися були сприятливими, особливо у критичні періоди росту й розвитку, так у квітні

випало 49 мм, травні – 53; червні – 73; липні – 88; серпні – 69; , у вересні – 47 мм.

Гідротермічний режим в умовах 2019 року був сприятливим в окремі міжфазні періоди за вологозабезпеченням. Зокрема велика кількість їх випала у травні – 144 мм, достатня кількість у червні – 89 мм, що стосується температурного режиму то він був максимально наближеним до середньомісячних температур. Найбільш сприятливими виявилися гідротермічні умови в 2019 році, середньорічні температурні умови та кількість опадів були максимально наближеними до середньорічних багаторічних показників, що сприяло покращенню процесів росту і розвитку гібридів кукурудзи та підвищенню рівня урожайності в цілому.

*Таблиця 2.3*

Гідротермічні умови в період проведення досліджень

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С			Опади, мм		
	2019	2020	Сер. Баг.	2019	2020	Сер. Баг.
Квітень	9,2	9,2	8,0	36	32	49,0
Травень	15,5	11,6	14,0	144	134	53,0
Червень	21,6	20,2	17,0	89	67	73,0
Липень	19,1	20,4	18,0	40	28	88,0
Серпень	20,3	20,4	17,0	9,0	28	69,0
Вересень	15,2	19,0	13,0	28	63	47,0
Жовтень	10,6	12,2	9,3	51	76	65
Квітень – вересень	16,8	16,2	14,5	397	428	444

Гідротермічні умови 2020 року відрізнялися від середніх багаторічних показників. Зокрема, у квітні випала менша кількість опадів порівняно із середньобагаторічними даними на 17 мм. Що стосується травня, то він характеризувався надлишком вологи, кількість опадів склала 134 мм, що більше порівняно із середніми багаторічними показниками на 81 мм, нижча кількість опадів спостерігалася у червні на 6 мм, як і в липні та серпні на 60 і 41 мм відповідно. Що стосується температурного режиму, то він також

значно відрізнявся від середніх багаторічних даних. У квітні спостерігався дещо вищий температурний режим – 9,2 °С, однак значно нижчі температури відмічено в умовах травня – 11,6 °С, це нижче порівняно із багаторічними показниками на 2,4 °С. Що відобразилося на погіршенні процесів росту й розвитку рослин гібридів кукурудзи. Наступні місяці характеризувалися підвищеним температурним режимом на 3,2 °С у червні, на 2,4 °С у липні та на 3,4 °С у серпні. Отже, за гідротермічним режимом періоду досліджень більш сприятливим за умовами вологозабезпечення та температурами виявився 2019 рік, як в цілому так і в розрізі років досліджень. Умови 2020 року виявилися більш контрастними, як за вологозабезпеченням так із температурним режимом, що відобразилося на процесах росту й розвитку рослин гібридів кукурудзи.

### 2.3. Методика проведення досліджень

Досліди проводились в 2019-2020 роках у польових сівоzmінах, де вирощувалась кукурудза на зерно. Дослідами передбачалося проведення фенологічних спостережень, визначення показників придатності гібридів до механізованого збирання, урожайності гібридів кукурудзи. Вивчалися гібриди кукурудзи:

#### Схема досліджу

Варіанти	Назва гібриду	Роки
1	PR39H32	2019, 2020
2	PR39B93	
3	Пустоварівський 280 СВ	
4	Еміліо	
5	ДКС 3511	
6	ЕС Діадема	

Вегетаційний період та його структура визначались шляхом фенологічних спостережень, які проводились окомірно з врахуванням стану розвитку рослин на ділянці. Відмічались дати слідуєчих фаз: від сівби до появи сходів, викидання волотей, цвітіння волотей, цвітіння качанів,

молочна, воскова та повна стиглість зерна.

Початок сходів, відмічали: – при появі приблизно 15 % рослин, а повні сходи при появі 75-80 % рослин шляхом їх підрахунку від загальної кількості. Для визначення настання фаз стиглості зерна на качані розкривали 1-2 листки обгорток. На середній частині качана робили надріз вздовж качана довжиною 2-3 см і на вийнятих 1-2 зернівках визначали фазу стиглості за інтенсивністю забарвлення чорного шару.

Всі лінійні проміри рослин: висоту, довжину окремих міжвузлів стебла, висоту прикріплення качана, кількість листків на рослині та ін., а також структурний аналіз урожаю (по 25 качанів у кожному повторенні), проводили також за загальноприйнятими методиками для оцінки селекційного матеріалу кукурудзи [67].

Елементи структури врожаю визначали підрахунком числа зерен в ряду, числа рядів зерен, вимірюванням діаметра і довжини качана (по 10 качанах). Лінійні розміри зернівок встановлювали шляхом прямих їх вимірів з використанням штангель-циркуля. Облік розмірів проводився для зернівок середньої зони качана у відповідності до методичних порад, а саме виміряли ширину (b), товщину (a), довжину (l) зернівок [68].

Масу 1000 зерен визначали по двох наважках по 500 зерен з середньої зони качанів одного генотипу, зважували їх з точністю до 0,01 г. Якщо при цьому різниця між масами взятих наважок перевищувала 3%, відбирали і зважували третю наважку.

Збирали кукурудзу на зерно у фазі повної стиглості комбайном „Кейс”. Біологічну врожайність визначали на однорядкових ділянках, довжиною 14,3 м, що складає 10 м<sup>2</sup> у 5-ти кратній повторності. Проміри проводились на 25-ти рослинах на всіх повтореннях.

Вологість зерна визначали при допомозі електронного вологоміра. Урожайність зерна приводили до 14% вологості. Одержані результати (Додатки А-В) оброблялись статистичним методом дисперсійного аналізу, за [69]. Всі порівняння біологічної урожайності, структури елементів урожайності проводили окремо за кожною групою стиглості гібридів.

## 2.4. Агротехніка вирощування культури в досліді

Попередниками для вирощування кукурудзи на зерно була озима пшениця. Після збирання попередника під кукурудзу на зерно проводили лущення стерні на глибину 6-8 см лушчильником ЛДГ-15 в агрегаті з трактором Т-150.

Оранку на зяб проводили плугом ПН-5-35 на глибину 22-24 см, а закриття вологи проводили важкими боронами з одночасним вирівнюванням поверхні ґрунту шлейфами в агрегаті з трактором УСМК-5,4, який обладнували стрілчастими лапами. Сівбу гібридів кукурудзи на зерно проводили сівалкою СУПН-8 в агрегаті з посівними борінками. Розпушування міжрядь проводили культиватором КРН-5,6. Ранньостиглі гібриди густота насадження рослин на гектарі при збиранні повинна становити 80 тис, а для середньоранніх гібридів – 60 тис. рослин на гектарі. Для того, щоб досягти таких значень густот рослин в польових умовах на час збирання урожаю висівали на 20 % насіння більше від заданої норми, враховуючи, що частину з них знищать шкідники, хвороби та технічні засоби.

Густоту сходів визначали так: на відрізьку 14,3 м по діагоналі ділянки в 5 місцях підраховували кількість сходів і перемножували на 1000, що відповідало тисячам рослин на гектарі. Наприклад, на 14,3 м рядка нараховували 60 рослин. Перемноживши  $60 \cdot 1000$  одержували 60 тисяч рослин на гектарі. Якщо зайві були рослини – їх видаляли. Із кожних 5 пунктів виводили середню густоту. Розмір ділянок 1 га, повторність – двохразова.

До появи сходів, поле боронували двічі легкими борінками, а сходи боронувались у фазах 3 і 5 листочків. Міжряддя розпушували двічі з інтервалом 8-10 днів. Збирали кукурудзу на зерно у фазі повної стиглості комбайном „Кейс”. Біологічну врожайність визначали на однорядкових ділянках, довжиною 14,3 м, що складає  $10 \text{ м}^2$  у 5-ти кратній повторності. Проміри проводились на 25-ти рослинах на всіх повтореннях.

## Розділ 3. Результати експериментальних досліджень

### 3.1. Біологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи

**Вимоги до тепла.** Під час вирощування кукурудзи в Україні надзвичайно важливо враховувати її потреби щодо тепла. Клімат Лісостепу України — помірно-континентальний. Перехід осінніх і весняних температур рівномірний, без різких коливань. Тривалість теплового періоду із температурою повітря понад  $10^{\circ}\text{C}$  у зоні Лісостепу становить 155–165 днів. Загальна сума ефективних температур понад  $10^{\circ}\text{C}$  у цій ґрунтово-кліматичній зоні становить  $2660\text{--}2690^{\circ}\text{C}$ . Узагальнені результати багаторічних досліджень науково-дослідних установ системи НААН та передовий виробничий досвід вирощування кукурудзи свідчать, що насіння більшості гібридів кукурудзи проростає за температури повітря  $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$ , сходи з'являються за температури ґрунту не нижче  $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$ , найсприятливіші для росту і розвитку в період сходи - викидання волоті середньодобові температури повітря -  $20\text{--}23^{\circ}\text{C}$ , у період другої половини вегетації - від викидання волоті до дозрівання зерна -  $22\text{--}23^{\circ}\text{C}$ . Проте температурний чинник вносить істотні обмеження для росту, розвитку і продуктивності рослин кукурудзи. Мінімальні температури, за яких відбувається утворення вегетативних органів кукурудзи, обмежуються  $10^{\circ}\text{C}$ , а різкі коливання денних і нічних температур зумовлюють гальмування ростових процесів у рослин та призводять до подовження періоду вегетації культури. Рослини кукурудзи чутливі до понижених температур і приморозків. У весняний період приморозки до  $-2\text{--}3^{\circ}\text{C}$  можуть повністю знищити надземну вегетативну масу рослин. Тому для гібридів кукурудзи, які відрізняються за термінами дозрівання, встановлена необхідна сума ефективних температур (понад  $10^{\circ}\text{C}$ ), що поряд із забезпеченістю кожної ґрунтово-кліматичної зони

теплом та із урахуванням біологічних особливостей культури дає можливість науково обґрунтувати районування гібридів різних груп стиглості за їхньою потребою у теплових ресурсах кожної зони України. Біологічні особливості кукурудзи представлені в таблиці 3. 1.

Таблиця 3.1

## Біологічні особливості кукурудзи

№ з/п	Абіотичні фактори і біологічні особливості	Показники
1.	<i>Тепло:</i>	
	– мінімальна температура проростання насіння,	+8+12
	– оптимальна температура проростання насіння,	+20+25
	– мінімальна температура з'явлення сходів	+6+8
	– температура, що спричиняє пошкодження	-3-5
	– оптимальна температура росту і розвитку, °С	+25+27
	– сума активних температур за вегетаційний період (вище +5 °С), °С	1800-3200
2.	<i>Волога:</i>	
	– оптимальна вологість ґрунту, %	70-80
	– кількість води в орному шарі ґрунту для отримання лужних сходів мм	20
	– потрібно для набухання і проростання	25-35
	– транспіраційний коефіцієнт	171-300
	– критичний період за вологістю	10 днів до цвітіння – 20 днів після цвітіння
3.	<i>Винос елементів живлення, кг/ц основної та побічної продукції:</i>	
	– N	2,5-3,0
	– P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,0-1,5
	– K <sub>2</sub> O	2,6-4,0
4.	Вимоги до реакції ґрунтового розчину	pH 5,5-7,0
5.	Відношення до світла (довжина дня)	короткого
6.	Оптимальна щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>	1,1-1,2
7.	Індекс листкової поверхні	4,5-6,5
8.	Оптимальна площа листкової поверхні на 1 га,	45-65
9.	Тип кореневої системи	мичкуватий
10.	Заглиблення коренів у ґрунт, м	2,0-2,5 1,5
11.	Горизонтальне розростання кореневої системи,	1,0-1,5
12.	Використання ФАР, %	3,0-4,0 (добре)
13.	Спосіб запилення	перехресний
14.	Тривалість вегетаційного періоду, днів	90-150



**Вимоги до світла.** Кукурудза - світлолюбива рослина короткого дня, яка погано витримує затінення. У надмірно загущених посівах розвиток рослин затримується, зернова продуктивність зменшується. Рослини швидше вегетують за 8–9-годинного світлового дня. За 12–14-годинної тривалості світлового дня терміни дозрівання кукурудзи подовжуються.

**Вимоги до вологи.** Агрокліматичні ресурси зон вирощування кукурудзи істотно відрізняються за ступенем природного вологозабезпечення упродовж вегетаційного періоду. За період вегетації кукурудзи (травень - середина вересня) у Степу, Лісостепу і Поліссі випадає відповідно 210–230 мм, 280–310 мм і 320–350 мм опадів. Слід урахувати, що на початку розвитку кукурудзи середньодобові витрати води становлять 30-40 м<sup>3</sup>/га, а в період від появи волотей до молочної стиглості зерна – зростають до 80-100 м<sup>3</sup>/га. Добре розвинута рослина витрачає 2-4 кг води на добу. Водночас кукурудза не переносить перезволоження. Високий рівень водоспоживання кукурудзи має місце у другій половині вегетації рослин, що пояснюється інтенсивним нагромадженням сухої речовини, цвітінням, запиленням та початком формування зерна (табл. 3.2).

Таблиця 3. 2

## Оптимальні умови росту і розвитку рослин кукурудзи

Періоди розвитку рослин кукурудзи	Фактори навколишнього середовища		
	середньодобова температура, °С	сума опадів, мм	вологість ґрунту, %
Сівба-сходи	15	100	50
Сходи-поява волоті	20	125	55
Поява волоті-цвітіння	24	100	58
Цвітіння волоті-молочна стиглість зерна	24	90	78
Молочна стиглість-воскова стиглість зерна	22	90	85
Воскова стиглість-повна стиглість зерна	20	50	60

Недостатня кількість ґрунтової вологи у цей період, особливо у поєднанні із повітряною посухою, зменшує продуктивність кукурудзи до 30–40%, водночас відбувається формування дрібних качанів зі зменшеною кількістю зерна. Негативний вплив 2–3-денної ґрунтової посухи призводить до зменшення продуктивності кукурудзи до 20%, а за її тривалості впродовж тижня – до 50%. Тому для забезпечення високого і сталого виробництва кукурудзи у різних ґрунтово-кліматичних умовах для нагромадження, збереження і раціонального використання ґрунтової вологи важливе значення має проведення упродовж вегетаційного періоду всіх відповідних технологічних заходів: застосування кращих попередників у сівозмінах, оптимальний добір системи обробітку ґрунту, типу удобрення, технології захисту рослин, передпосівної підготовки насіння, догляду за посівами, збирання урожаю та ін.

В Україні здебільшого вирощуються гібриди кукурудзи, що пов'язано із явищем гетерозису.

За інтенсивної технології вирощування кукурудзи рекомендовано використовувати гібридні форми вітчизняної та зарубіжної селекції, які найбільш адаптовані до умов вирощування. Відтак, виходячи з ресурсів поля, слід правильно підібрати відповідний гібрид, звертаючи увагу на технічні характеристики (тип інтенсивності, ФАО, тип зерна, чутливість до добрив, стійкість до хвороб і густоту стояння тощо). Слід зауважити, що навіть у зонах, де можна використовувати гібриди з більшим показником ФАО, рекомендується мати підбір із різними строками дозрівання (табл. 3.3), що зменшить ризики від природних катаклізмів (наприклад, прохолодне літо), дасть змогу оптимізувати строки посіву та збирання.

Водночас застосування сучасних адаптивних технологій вирощування із високим ступенем інтенсифікації та ресурсозбереження, поряд із дотриманням науково обґрунтованого співвідношення гібридів, є важливим резервом підвищення рівня врожайності і надійного дозрівання зерна кукурудзи.

Таблиця 3.3

Класифікація гібридів кукурудзи за групами стиглості для зон вирощування в Україні

Група стиглості гібридів	ФАО	Сума температур вище +10°C	Вегетаційний період, за зонами, днів			Потреба культури в сумі температур понад +10°C за вегетацію, °C
			Степ	Лісостеп	Полісся	
Ранньостиглі	100-199	900-1000	85-99	97-102	101-106	2100
Середньоранні	200-299	1100	94-114	107-116	109-119	2200
Середньостиглі	300-399	1150	111-122	120-125	123-126	2400
Середньопізні	400-499	1200	120-128	-	-	2500
Пізньостиглі	500-599	1250-1300	-	-	-	2700

Для різних зон вирощування визначено пріоритетне співвідношення гібридів кукурудзи за групами стиглості, які формують сухе зерно і не потребують додаткових витрат на сушіння (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Співвідношення гібридів кукурудзи різних груп стиглості для зон вирощування в Україні

Зона	Група стиглості гібридів, % у структурі посівів			
	Ранньостиглі	Середньоранні	Середньостиглі	Середньопізні
Південний Степ	30	25	25	20
Північний Степ	25	30	30	15
Лісостеп	35	55	10	-
Полісся	70	30	-	-

Агрокліматичні умови зони Лісостепу дають змогу забезпечити біологічну потребу рослин у теплових ресурсах упродовж вегетаційного періоду для гібридів кукурудзи від ранньостиглої (ФАО 100–199) до середньостиглої (ФАО 300–399) груп (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Групування гібридів кукурудзи за тривалістю вегетаційного періоду при вирощуванні в Лісостепу України

№ п/п	Група		Кількість листків, шт.	Веgetаційний період, діб
	Назва	ФАО		
1.	Дуже ранні	100-149	9-11	до 90
2.	Ранньостиглі	150-199	12-14	91-105
3.	Середньоранні	200-299	15-16	106-120
4.	Середньостиглі	300-399	17-18	121-130
5.	Середньопізні	400-499	19-20	131-140
6.	Пізньостиглі	500-599	21-22	141-150
7.	Дуже пізні	600 і більше	понад 22	понад 150

Від строків сівби і біологічних особливостей різних за стиглістю гібридів кукурудзи суттєво залежить урожайність і передзбиральна вологість зерна, що обумовлює рівень виробничих витрат усього технологічного циклу. Кукурудза, як і всі ярі культури, на відміну від озимих, не мають постійних календарних строків сівби, оскільки в різні роки оптимальні для цього умови настають у різний час. Науково обґрунтовані середньобагаторічні календарні періоди сівби кукурудзи в ґрунтово-кліматичних зонах України є орієнтовними (табл. 3.6), а критерієм початку сівби є лише відповідні показники температури прогрівання ґрунту на глибині загорання насіння.

У вітчизняній і зарубіжній літературі немає єдиної думки щодо потрібної температури, за якої потрібно починати сіяти кукурудзу.

Деякі вчені надають перевагу більш раннім строкам сівби, які настають при температурі ґрунту  $+6-8^{\circ}\text{C}$  на глибині загорання насіння, бо дійшли висновку, що переваги ранніх строків сівби, порівняно з пізніми, полягають у можливості продуктивнішого використання рослинами

Таблиця 3.6

Науково обґрунтовані періоди сівби та тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи різних груп стиглості в ґрунтово-кліматичних зонах України

Зона	Календарний період сівби		Вегетаційний період біотипів гібридів, діб			
			<i>Ранньо-стигли</i>	<i>Середньо-ранні</i>	<i>Середньо-стигли</i>	<i>Середньо-пізні</i>
Південний Степ	ранній	10-17.04	85-90	94-108	11-115	116-125
	оптимальний	20-30.04				
	пізній	01-08.05				
Північний Степ	ранній	15-24.04	94-99	106-114	114-122	123-126
	оптимальний	25.04-03.05				
	пізній	04-13.05				
Лісостеп	ранній	16-28.04	97-102	107-116	120-125	-
	оптимальний	29.04-07.05				
	пізній	08-14.05				
Полісся	ранній	20-30.04	101-106	109-119	123-126	-
	оптимальний	01-08.05				
	пізній	08-13.05				

ґрунтової вологи. При цьому такі фази розвитку, як воскова і повна стиглість зерна, проходять за сприятливих умов. Ранньостиглі та середньоранні форми, як правило, не суттєво змінюють урожайність у разі запізнення із сівбою, а пізньостиглі гібриди краще реалізують свій генетичний потенціал за сівби в ранні періоди.

Англійськими науковцями підраховано, що для одержання врожаю кукурудзи із вмістом сухої речовини 24 %, сума ефективних температур має становити 681°C, а з вмістом 30% – 773°C, яку рослини можуть набрати у разі ранніх строків сівби. Вони стверджують, що за ранніх строків сівби досягаються максимальний вміст сухої речовини в урожаї і висока продуктивність кукурудзи (Табл. 3.7).

Узагальнені результати багаторічних досліджень науково-дослідних установ системи НААН та передовий виробничий досвід свідчать, що оптимальним періодом сівби кукурудзи є стійке прогрівання ґрунту до +10- 12°C на глибині загортання насіння (6-8 см).

Таблиця 3.7

Характеристика кліматичних показників для гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Необхідна середньомісячна температура під час		Кількість тепла, необхідна для дозрівання зерна		Потрібна кількість опадів	
Місяць	$T^{\circ}C$	Група стиглості (ФАО)	Сума температур (CC)	Місяць	мм
Квітень	9,0			Квітень	68,0
Травень	18,3	100-199	915-970	Травень	88,9
Червень	21,7	200-299	1026-1082	Червень	88,9
Липень	22,8	300-399	1138-1191	Липень	114,3
Серпень	22,8	400-499	1249-1304	Серпень	114,3
Вересень	18,2	500 і більше	1360-1415	Вересень	96,5
Середня	18,8			Всього	570,9

В умовах Лісостепу України, де обмежені теплові ресурси вегетаційного періоду, заморозки можуть настати порівняно рано (у середині вересня), кукурудзу потрібно висівати при нижчих температурах, у більш ранні періоди при досягненні ґрунтом температури  $+8-10^{\circ}C$ . При ранніх (прогрівання ґрунту до  $+8-10^{\circ}C$ ) строках сівби у рослин кукурудзи цвітіння волотей настає раніше ніж при пізніх строках, що дає змогу раннім посівам раціональніше використовувати ґрунтові запаси вологи та певною мірою зменшити ризик негативного впливу на рослини посушливих явищ у найбільш важливі фази упродовж вегетації. Оптимально ранні строки сівби стабільно забезпечують мінімальну вологість зерна, що позначається на витратах коштів під час його сушіння і дає можливість суттєво знизити собівартість продукції. Але в разі ранньої сівби, незважаючи на підвищення врожайності і більш раннє дозрівання початків, на початкових етапах органогенезу в рослин спостерігається пригнічення, що зникає із підвищенням температури. Ранні посіви пошкоджуються кукурудзяним метеликом на 38-59%. Це пов'язано з тим, що до часу льоту метеликів і відкладання яєць рослини вже досить розвинені. Крім того, за умови ранньої сівби обов'язково необхідно пам'ятати про рівень холодостійкості гібрида та застосовувати

відповідні технологічні заходи захисту насіння при його підготовці до сівби (обов'язкова інкрустація насіння комплексом препаратів: фунгіцидний протруйник, мікроелементи, регулятор росту).

Густота стояння визначається біологічними особливостями гібридів та ґрунтово-кліматичними зонами їх вирощування (Табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Оптимальна густота стояння рослин гібридів кукурудзи у різних ґрунтово-кліматичних зонах України (тис. шт./га)

№ п/п	Група	Зона вирощування			
		Степ		Лісостеп	Полісся
		без зрошення	на зрошенні		
1	Дуже ранньостигла	65-70	70-75	65-70	65-70
2	Ранньостигла	55-60	60-80	60-85	60-90
3	Середньорання	45-50	55-80	55-80	55-80
4	Середньостигла	35-40	45-70	50-70	65-70
5	Середньопізня	30-35	35-55	50-60	-

З метою компенсації зниження польової схожості насіння і відходу рослин кукурудзи внаслідок природної загибелі протягом вегетації, а також одержання рекомендованої густоти рослин перед збиранням урожаю необхідно пам'ятати, що норма висіву насіння повинна бути вищою оптимальної відповідно у степовій зоні на 10–15%, лісостеповій зоні – 15-20%, а в поліській – на 20-25%.

### 3.2. Фенологічні фази росту й розвитку рослин

Літературні джерела свідчать про те, що довжина вегетаційного періоду кукурудзи значною мірою залежить від теплового і водного режимів. Необхідно відмітити, що до фази викидання волоті в рості і розвитку гібридів кукурудзи суттєвих змін не спостерігається. Різниця в настанні тієї чи іншої фази вегетації відмічається у фазах викидання волоті і цвітіння. Спостерігаючи за розвитком рослин, настанням чергових фаз росту і розвитку впродовж вегетації, встановлено, що довжина міжфазних періодів змінюється залежно від сортових особливостей гібридів і гідротермічних умов року [70-72].

Результати наших фенологічних спостережень за ростом і розвитком гібридів кукурудзи наведені в (Табл. 3.9).

Аналізуючи дані таблиці, видно, що довжина періоду сівба-сходи залежить від біологічних особливостей вирощування гібридів та умов навколишнього середовища. За сприятливих умов 2019-2020 рр. сходи кукурудзи з'являлися в межах очікуваних дат, тобто на 13-14-й день після сівби. Фаза 3-го листка у всіх гібридів кукурудзи наступала на 19-21-й день після сівби. Що стосується подальшого росту кукурудзи, тобто фаз утворення 5-7 та 9-го листка, то тут ми відмічаємо більш істотні різниці в днях, які складали уже 3-5 днів, тобто утворення чергових листків у гібридів з більшим ФАО дещо затримувалося, або ж іншими словами: наступало дещо пізніше.

Аналогічні різниці в днях спостерігалися і при настанні фаз викидання волоті (початок-повна) та формування початку (початок-повна), які складали відповідно по 3-4 дні, тобто були довшими у більш пізньостиглих гібридів.

Найбільш суттєва різниця, що складала 4-7 днів, відмічена нами при настанні початку та повної фази цвітіння гібридів. Якщо початок



**Фенологічні фази росту і розвитку гібридів кукурудзи  
(середнє за 2019-2020 рр.)**

Назва гібридів	Фази															
	Сівба	Повні сходи	утворення листочків				викидання волоті		формування початку		цвітіння		стиглість зерна			
			3	5	7	12	початок	повне	початок	повне	початок	повне	молочна	молочно- воскова	воскова	повна
PR39H32	3.05	16.05	22.10	4.06	12.06	4.07	7.07	12.07	16.07	19.07	21.07	23.07	5.08	12.08	18.08	6.09
ПР39Б93	3.05	16.05	21.10	3.06	11.06	3.07	6.07	11.07	15.07	18.07	20.07	22.07	4.08	11.08	17.08	4.09
Пустоварів- ський 280 СВ	3.05	16.05	23.05	6.06	13.06	6.07	9.07	13.07	18.07	22.07	25.07	28.07	9.08	17.08	24.08	14.09
Еміліо	3.05	16.05	22.05	5.06	12.06	5.07	8.07	12.07	17.07	21.07	24.07	27.07	8.08	16.08	23.08	13.09
ДКС 3511	3.05	16.05	23.05	7.06	15.06	9.07	12.07	16.07	20.07	26.07	30.07	1.08	13.08	22.08	28.08	20.09
ЕС Діадема	3.05	16.05	24.05	8.06	16.06	8.07	11.07	15.07	19.07	25.07	29.07	1.08	12.08	21.08	27.08	19.09

фази у ранньостиглого гібриду PR39H32 припадав на 21 липня, а повна – на 23, то в середньостиглих гібридів вона наступала на 7-8 (початок фази) і 7-8 днів (повна) пізніше.

Така ж подібність відмічена нами і щодо фаз стиглості зерна (молочної, молочно-воскової і воскової) – різниця складала від 9 до 10 днів. Повна стиглість гібридів кукурудзи припадала на 4, 6, 14 та 20 вересня, що відповідає їх характеристиці та біологічним особливостям.

Ріст і розвиток рослин кукурудзи значною мірою залежить від таких основних факторів як погодні умови (опади та сума ефективних температур) та рівня забезпеченості поживними речовинами, тобто на скільки продуктивно вони можуть їх ефективно використовувати протягом вегетації. Таким чином, ріст і розвиток рослин обумовлений їх біологічними особливостями, які надають можливість максимально використовувати умови навколишнього середовища [73].

Отримані нами дані, що стосуються висоти гібридів та кількості продуктивних листків, сформованих рослинами кукурудзи в середньому за два роки досліджень, показано в (Табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Біометричні показники гібридів кукурудзи в 2019-2020 рр.  
(фаза цвітіння)**

Назви гібридів	ФАО	Висота рослин, см			Кількість листків, шт.		
		роки		середнє	роки		середнє
		2019	2020		2019	2020	
PR39H32	200	240	237	238,5	9,7	9,5	9,6
ПР39Б93	170	231	227	229,0	9,5	9,3	9,4
Пустоварівський 280 СВ	280	242	239	240,5	10,3	9,8	10,1
Еміліо	250	246	243	245	10,6	10,2	10,4
ДКС 3511	310	249	246	248	11,9	11,0	11,5
ЕС Діадема	340	246	241	244	11,2	10,8	11,0

З даних таблиці 3.10 видно, що гібриди кукурудзи в середньому за два роки досліджень досягали висоти 231-249,0 см. Найменшу висоту формував ранньостиглий гібрид ПР39Б93, тоді як гібриди з більшими ФАО були вищими відповідно на 11-17 см. Усі гібриди в 2020 році були нижчими за висотою рослин.

Що стосується формування гібридами кількості листків, то тут спостерігається наступна картина – їх кількість в середньому на 1 рослину становила від 9,4 до 11,5 шт. І знову ж таки дещо більше їх було у середньостиглих гібридів – відповідно на 0,5-1 листка та 2,0 і 1,5 шт. на 1 рослину.

Кількість та величина листків формують асиміляційну поверхню посіву, здійснюють процес фотосинтезу, нагромаджують органічну речовину, від якої залежить продуктивність. Тому ці показники мають важливе значення при отриманні високих урожаїв сільськогосподарських культур [76, 77].

Літературні джерела, що стосуються культури кукурудзи, свідчать про те, що величина вегетативної маси значною мірою залежить від біологічних особливостей гібриду, умов вирощування, особливостей технології тощо.

Результати наших досліджень щодо величини маси гібридів кукурудзи наведені в (табл. 3.11).

*Таблиця 3.11*

**Величина вегетативної маси гібридів кукурудзи в 2019-2020 рр.**

Назва гібридів	ФАО	Вегетативна маса, т/га		
		2019 р.	2020 р.	середнє
PR39H32	200	42,5	42,0	42,3
ПР39Б93	170	41,0	40,4	40,7
Пустоварівський 280 СВ	280	43,2	42,4	42,8
Еміліо	250	44,1	42,8	43,5
ДКС 3511	310	45,2	44,1	44,7
ЕС Діадема	340	44,4	43,0	43,7

З даних таблиці 3.11 видно, що гібрид ранньостиглої групи PR39H32 в середньому за два роки досліджень формував вегетативну масу 42,3 т/га. Більш середньоранні гібриди (Пустоварівський та Еміліо) за аналогічних умов формували дещо вищу урожайність – 42,8 і 43,5 т/га. Середньостиглі гібриди ДКС 3511 – 44,7 і ЕС Діадема – 43,7 т/га. що, на нашу думку, не суперечить їх біологічним особливостям та характеристиці.

### 3.3. Структурний аналіз гібридів кукурудзи за урожайністю

Структурний аналіз рослин гібридів кукурудзи наведено в таблиці 3.12.

Аналізуючи дані таблиці 3.12, можна стверджувати, що маса однієї рослини у гібридів, які вивчалися, складала від 740 до 780 г.

На контролі (гібрид PR39H32) вона дорівнювала 760 г, Пустоварівського – 780, а в гібриду ДКС 3511 – 820 г.

Таблиця 3.12

#### Співвідношення між вегетативними органами гібридів кукурудзи (фаза воскової стиглості) середнє за два роки

Назва гібридів	ФАО	Маса 10 рослин, кг				Співвідношення, %		
		стебла	листки	качани	разом	стебла	листки	качани
PR39H32	200	3,2	1,4	3,0	7,6	42,1	18,4	39,5
ПР39Б93	170	3,3	1,3	2,9	7,5	44,0	17,3	38,7
Пустоварівський 280 СВ	280	3,3	1,6	2,9	7,8	42,3	20,5	37,2
Еміліо	250	3,4	1,7	3,1	8,2	41,5	20,7	37,8
ДКС 3511	310	3,3	1,7	3,3	8,3	39,7	20,6	39,7
ЕС Діадема	340	3,4	1,8	3,2	8,4	40,5	21,4	38,1

Маса стебел у гібриду PR39H32, так і Пустоварівського 280 СВ була майже ідентичною і складала 42,1 та 42,3% відповідно, тоді як у гібриду ДКС 3511 вона була меншою і дорівнювала 39,7%. Що стосується маси

листіків, то відповідно до гібридів вона складала від 18,4% у гібрида PR39H32 до 21,4% в гібриду ЕС Діадема. Пустоварівський 280 СВ і Еміліо тут зайняли проміжне місце – 20,5 і 20,7%.

Співвідношення між стеблами, листками і качанами, на наш погляд, було найкращим у гібридів: PR39H32 і для качанів складало 39,5%, тоді як у середньостиглого гібриду ДК-3511 воно було дещо вищим (на 0,2%) і дорівнювало 39,7%, а у середньоранніх гібридів Пустоварівського 280 СВ та Еміліо показники були нижчими – 37,2-37,8%.

З вище згадуваними складовими урожаю гібридів кукурудзи тісно пов'язаний і збір сухих речовин, про що йтиме мова у таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

**Збір сухих речовин у гібридів кукурудзи в 2019-2020 рр.  
(фаза воскової стиглості)**

Назва гібридів	ФАО	Сухі речовини, ц/га		
		2019	2020	середнє
PR39H32	200	25,4	23,7	24,6
ПР39Б93	170	25,2	23,5	24,4
Пустоварівський 280 СВ	280	25,0	24,5	24,8
Еміліо	250	25,5	24,8	25,1
ДКС 3511	310	25,6	24,7	25,2
ЕС Діадема	340	25,5	24,6	25,1

З даних таблиці 3.12 видно, що збір сухих речовин у гібридів кукурудзи в середньому за 2019-2020 рр. становив від 24,4 до 25,2 т/га. Найвищим він був у гібридів ДКС 3511 – 25,2, Еміліо та ЕС Діадема – 25,1 і найнижчим – у ранньостиглого гібриду ПР39Б93 – 24,4 т/га, що менше на 0,6-0,7 т/га.

Величина вегетативної маси гібридів кукурудзи, куди належать стебла, качани, а також і чоловічі суцвіття (волоті) всі разом складають вегетативну сферу, яка працює на майбутній урожай культури. Особливо це стосується листкової поверхні, розміри якої наведені в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

**Асиміляційна поверхня гібридів кукурудзи в 2019-2020 рр.,  
(фаза цвітіння)**

Назва гібридів	ФАО	Листкова поверхня, тис. м <sup>2</sup> /га		
		2019 р.	2020 р.	середнє
PR39H32	200	50,5	45,6	49,8
ПР39Б93	170	48,9	47,8	48,4
Пустоварівський 280 СВ	280	44,9	43,4	45,3
Еміліо	250	51,2	48,6	49,9
ДКС 3511	310	52,3	49,5	50,9
ЕС Діадема	340	51,7	48,8	50,3

Аналізуючи дані таблицю 3.13, бачимо, що найбільшу асиміляційну поверхню серед гібридів сформували гібриди менш тривалого вегетаційного періоду: ПР39Б93 – 48,4 тис. м<sup>2</sup>/га, PR39H 32 – 49,8 тис. м<sup>2</sup>/га; а гібриди більш тривалого вегетаційного періоду сформували більшу асиміляційну поверхню. Зокрема, у середньораннього гібрида Еміліо – 49,9 тис. м<sup>2</sup>/га, середньостиглі гібриди ДКС 3511 та ЕС Діадема – 50,9 і 50,3 тис. м<sup>2</sup>/га.

У лабораторних дослідженнях структурного аналізу початків гібридів кукурудзи нами проводились наступні обліки, виміри та підрахунки: вимірювали довжину початків, зважували їх масу, визначали масу зерна з п'яти початків, підраховували число рядів зерен в початку, кількість зерен в ряду, масу зерна з початку, масу стрижнів та масу 1000 насінин. Вище перераховані показники наведені в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15

**Структурний аналіз початків гібридів кукурудзи (в середньому за два роки)**

Варіанти дослідів	Довжина качана, см	Маса качана, г	Маса стрижня, г	Число рядів зерен в качані, шт.	Кількість зерен в ряду, шт.	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
PR39H32	18,7	234,2	65,2	18	36	169	261,0
ПР39Б93	17,9	225,2	62,0	16	40	163,2	255
Пустоварівський 280 СВ	18,3	196,0	65,2	14	35	130,8	267
Емілію	18,6	249,3	64,1	16	43	185,2	269
ДКС 3511	19,5	261,6	63,1	18	37	198,5	298
ЕС Діадема	19,0	247,8	64,1	16	40	183,7	287

Вищі елементи структури врожаю у ранньостиглій групі забезпечив серед ранньостиглої групи гібрид PR39H32, довжина качана його склала 18,7 см, маса качана – 234,2 г, число рядів зерен – 18 шт., маса 1000 зерен 261,0 г і маса зерна із качана 169 г. Незважаючи на нижчу кількість зерен в ряду – 36 шт., цей гібрид забезпечив найвищу масу зерна із качана у своїй групі стиглості.

У середньоранній групі найвищі елементи структури врожаю забезпечив гібрид Емілію, зокрема довжина качана у нього склала – 18,6 см, маса качана – 249,3 г, кількість рядів зерен – 16 шт., кількість зерен в ряду – 43 шт., маса 1000 зерен – 269 г та маса зерна із качана 185,2 г.

У середньостиглій групі кращим був гібрид ДКС 3511, довжина качана якого склала 19,5 см, маса качана – 261,6 г, кількість рядів зерен – 18 шт., маса 1000 зерен – 298 г, маса зерна із качана – 198,5 г. Дещо нижчі елементи структури врожаю забезпечив середньостиглий гібрид ЕС Діадема, у якого довжина качана склала 19 см, маса зерна із качана – 247,8 г, кількість рядів зерен – 16 шт., кількість зерен в ряду – 40 шт., маса 1000 зерен – 287 г, маса зерна із качана – 183,7 г.

Основними показниками продуктивності сільськогосподарських культур є їх урожайність, яка з точки зору виробництва характеризує величину продукції.

Кінцева мета вирощування кукурудзи на зерно – це отримання якнайвищої урожайності з високою якістю зерна, яка в свою чергу характеризується кількістю початків та середньою масою одного початку. Формування врожаю і накопичення в ньому господарсько- цінної частини є важливим результатом складних біохімічних і фізіологічних процесів.

Рослина краще за все розкриває свої можливості за оптимальних умов навколишнього середовища, які залежать від конкретних ґрунтово- кліматичних умов року і сортової специфіки.

Отримані нами дані, які характеризують величину врожаю зерна кукурудзи, повністю підтверджують вищенаведену тезу (табл. 3.16.).

Гібриди відрізнялися за рівнем урожайності впродовж років досліджень. Слід відмітити, що вища урожайність спостерігалася в умовах 2019 року і змінювалася від 7,6 до 10,6 т/га, нижча урожайність спостерігалася в умовах 2020 року і змінювалася від 5,1 до 7,8 т/га.

У ранньостиглій групі найвищий рівень урожайності забезпечив гібрид PR39H32 – 11,3 та 7,7 т/га, із середньою урожайністю впродовж років досліджень 9,5 т/га.

У середньоранній групі вищу урожайність забезпечив гібрид Еміліо. Так його урожайність в 2019 році склала 11,5 т/га, а у 2020 році – 7,8 т/га, середній рівень урожайності впродовж років досліджень склав 9,7 т/га.



Таблиця 3.16

## Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Назва гібридів	ФАО	Урожайність, т/га		
		2019 р.	2020 р.	середнє
PR39H32	200	11,3	7,7	9,5
ПР39Б93	170	10,5	7,3	8,9
Нір 0.05		0,28	0,26	
Пустоварівський 280 СВ	280	8,6	5,1	6,8
Еміліо	250	11,5	7,8	9,7
Нір 0.05		0,29	0,23	
ДКС 3511	310	11,6	7,8	9,7
ЕС Діадема	340	10,7	7,4	9,1
Нір 0.05		0,22	0,25	

У середньостиглій групі найвищий рівень урожайності було отримано у гібрида ДКС 3511. Так в умовах 2019 року урожайність склала 11,6 т/га, в умовах 2020 року – 7,8 т/га, а середній рівень урожайності впродовж років досліджень становив 9,7 т/га. Порівняно високу урожайність забезпечив середньостиглий гібрид ЕС Діадема, який забезпечив середню урожайність впродовж років досліджень на рівні 9,1 т/га, вищою вона була в умовах 2019 року – 10,7 т/га, а дещо нижчою в умовах 2020 року – 7,4 т/га.

### 3.4. Порівняльна оцінка гібридів кукурудзи за рівнем збиральної вологості та висотою прикріплення качана

Збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи має тісний кореляційний зв'язок з тривалістю вегетаційного періоду, який обумовлює належність гібриду до групи ФАО. Зниження рівня збиральної вологості зерна у гібридів кукурудзи, особливо середньостиглих груп ФАО є одним із головних завдань вітчизняних селекціонерів, так як саме це є потужним важелем зниження рівня затрат на післязбиральну доробку зерна. Особливо актуальним є це питання для гібридів середньопізньої та пізньої груп стиглості, які забезпечують максимальний рівень врожайного потенціалу.

У наших дослідженнях простежувався чіткий стабільний тренд до підвищення середньогрупового рівня досліджуваної ознаки із підвищенням групи ФАО (Табл. 3.17). Мінімальною збиральною вологістю зерна характеризувалися гібриди ранньостиглої групи  $X = 19,0\%$ . Середньоранні та середньостиглі форми мали середньогрупові показники  $X = 20,4\%$  та  $X = 23,61\%$  відповідно.

Таблиця 3.17

#### Прояв та мінливість збиральної вологості зерна гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості (2019-2020 рр.)

Група стиглості	Збиральна вологість зерна, %					
	$X, \%$	$S_x, \%$	$V, \%$	$S_v, \%$	min	max
Ранньостигла	19,0	0	31,6	1,6	14,0	24,1
Середньорання	20,4	0	30,0	0,9	15,6	31,6
Середньостигла	23,6	0	27,0	1,2	16,9	39,2
Усі групи	21,0	0	29,5	1,2	15,2	36,0

Показники коефіцієнта варіації ознаки «вологість зерна» був на високому рівні за загальновизнаною класифікацією в усіх групах стиглості гібридів, однак характер прояву його був дещо різним. Так, найбільш

стабільними за проявом досліджуваної ознаки виявились гібриди середньостиглої групи ФАО ( $V_g=27,0\%$ ). Найвищий коефіцієнт варіації був зафіксований у гібридів ранньостиглої групи -  $V_g=31,6\%$ .

Варіабельність збиральної вологості зерна вкладалася в загальні тенденції по досліді. Так, мінімальні абсолютні її значення були у гібридів від ранньостиглої – в межах 17-19%, а максимальними – серед середньостиглої груп стиглості 23-25,% відповідно. Максимальних значень вологості зерна набувала у гібридів усіх груп ФАО, однак найбільше таких було серед гібридів середньостиглої групи.

Отже, генотипова мінливість збиральної вологості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості була на високому рівні, що свідчить про потужний запас можливостей зниження відсотку вологості зерна гібридів кукурудзи селекційними заходами.

**Висота прикріплення качана.** Однією з найважливіших господарсько-цінних ознак, що визначають придатність гібридів кукурудзи до інтенсивних технологій вирощування, є висота прикріплення качана. Найбільш придатними до механізованого збирання є рослини з висотою кріплення качана не нижче 50 см від рівня ґрунту.

В наших дослідженнях ознака «висота прикріплення качана» характеризувалась поступовим підвищенням її середніх значень із зростанням груп ФАО (Табл. 3.18). Гібриди середньостиглої групи

Таблиця 3.18

**Прояв та мінливість висоти кріплення качана гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості (2019-2020 рр.)**

Група стиглості	Висота кріплення качана, см					
	$X$ , см	$S_x$ , см	$V$ , %	$S_v$ , %	min	max
Ранньостигла	85,6	1,2	11,0	0,9	55,0	122,0
Середньорання	88,9	0,7	10,2	0,5	69,7	133,0
Середньостигла	100,6	1,1	10,4	0,8	73,0	140,0
Усі групи	91,7	1,0	10,5	0,7	65,9	135,0

характеризувалися найвищою висотою кріплення качана -  $X = 100,6$  см відповідно. Мінімальним середньогрупове значення досліджуваної ознаки по досліді було у гібридів середньоранньої та ранньостиглої груп -  $X = 88,9$  см та  $X = 85,6$  см відповідно. Рівень генотипової мінливості знаходився на середньому рівні за загально визнаною класифікацією. Найбільш стабільною за проявом досліджуваної ознаки виявилася середньорання група гібридів -  $V_g = 10,2\%$ . Близькими за значеннями були показники мінливості у гібридів середньостиглої групи -  $V_g = 10,4\%$  відповідно..

Максимальною амплітудою розмаху коливання «висоти прикріплення качана» у досліді вирізнялися гібриди середньостиглої групи, а абсолютні значення складали від 73 до 140 см. Мінімальною амплітудою коливання характеризувалися гібриди ранньостиглої групи – від 55 до 122 см відповідно.

В результаті досліджень було встановлено, що найвищий рівень збиральної вологості зерна в умовах забезпечувала середньостигла група гібридів кукурудзи. Однак, саме у цій групі гібридів було виявлене максимальне генотипове різноманіття за цією ознакою, що вказує на потужні селекційні можливості коригування цього показника у морфобіологічних моделях гібридів кукурудзи нового покоління.

За ознакою «висота прикріплення качана» спостерігався схожий тренд. Найвищий рівень кріплення качана був у гібридів середньостиглої групи поряд із максимальним рівнем генотипового різноманіття. Таке явище вказує на можливість адаптації цього показника до умов інтенсивних технологій механізованого вирощування та збирання шляхом доборів у запрограмованому напрямі.

Вивчення досліджуваних ознак сприяє встановленню оптимальних параметрів морфобіологічної моделі гібридів кукурудзи різних груп стиглості, адаптованих до умов вирощування.

#### Розділ 4. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи

Стабілізація виробництва зерна є основою сучасної національної доктрини України в галузі агропромислового виробництва. У зонах України зосереджено значну кількість сільськогосподарських угідь, які характеризуються найбільш високим потенціалом продуктивності ґрунтів. Особливої актуальності набуває питання стабілізації виробництва в умовах, яке є гарантом інтенсифікації рослинництва в багатьох регіонах світу. Саме тому зернове господарство в перспективі повинне орієнтуватися на високоінтенсивний тип розвитку шляхом впровадження передових досягнень науки, новітніх технологій, сучасної техніки та в концепції “сорт – агротехніка – організація” [74-75].

Основним напрямом ринкової економіки є спрямованість виробництва на оптимізацію економічного результату. Для того, щоб покращити економічні результати необхідно зрозуміти принципи оптимізації виробництва згідно з економічними ринковими умовами [75].

Валовий прибуток розглядається як ключовий економічний показник в оцінці прибутковості рослинництва і використовується для порівняння рентабельності виробництва різних культур. Принципи його обчислення повинні використовуватися при встановленні витрат різних допоміжних засобів, наприклад, використання добрив. При кон'юнктурі ринку метою стає використання суми допоміжних коштів, що призводить до найвищого валового прибутку, але не до високої врожайності. Тому дуже важливо завжди порівнювати вартість внесення, наприклад, пестицидів з очікуваною користю (додатковий урожай) перш ніж застосовувати препарат.

На економічний ефект використання сучасних гібридів кукурудзи значною мірою впливає гібридний склад, дотримання оптимальної густоти стояння рослин, застосування добрив та зрошення. При розробці сортових технологій ці аспекти потребують детального дослідження.

Крім того, недостатньою мірою вивчено питання впливу обмежуючих метеорологічних факторів вегетаційного періоду на потенційну здатність сучасних гібридів кукурудзи. З відсутністю зонального районування гібридів кукурудзи в Україні при великій їх кількості та детальних характеристиках у Реєстрі сортів рослин і наявності численної суб'єктивної комерційної інформації товаровиробникам і насінневодам складно підібрати гібриди, які були б придатні до вирощування у конкретних кліматичних умовах. Питання зонального формування Реєстру рекомендованих гібридів на основі вивчення екологічної пластичності і стабільності гібридів, поряд з господарсько-цінними показниками, на етапі державного сортовипробування дослідниками має велике наукове й практичне значення [75].

Розрахунками структури виробничих витрат доведено, що при вирощуванні гібридів кукурудзи максимальних витрат потребують мінеральні добрива та паливно-мастильні матеріали – на їх частку припадає відповідно 26,2 та 27,6% від загальних прямих виробничих витрат (рис. 4.1). Велику питому вагу (19,1%) також займають добрива, що пов'язано з необхідністю проведення основного удобрення та підживлення і високими витратами коштів на внесення мінеральних та мікродобрив. Інші складові елементи структури виробничих витрат при вирощуванні зерна кукурудзи мають середні значення: оплата праці – 9,0% та утримання основних засобів – 6,7%.

Найменші показники структури витрат припадають на насіння (3,5%), засоби захисту рослин (4,8%) та транспорт (2,1%).

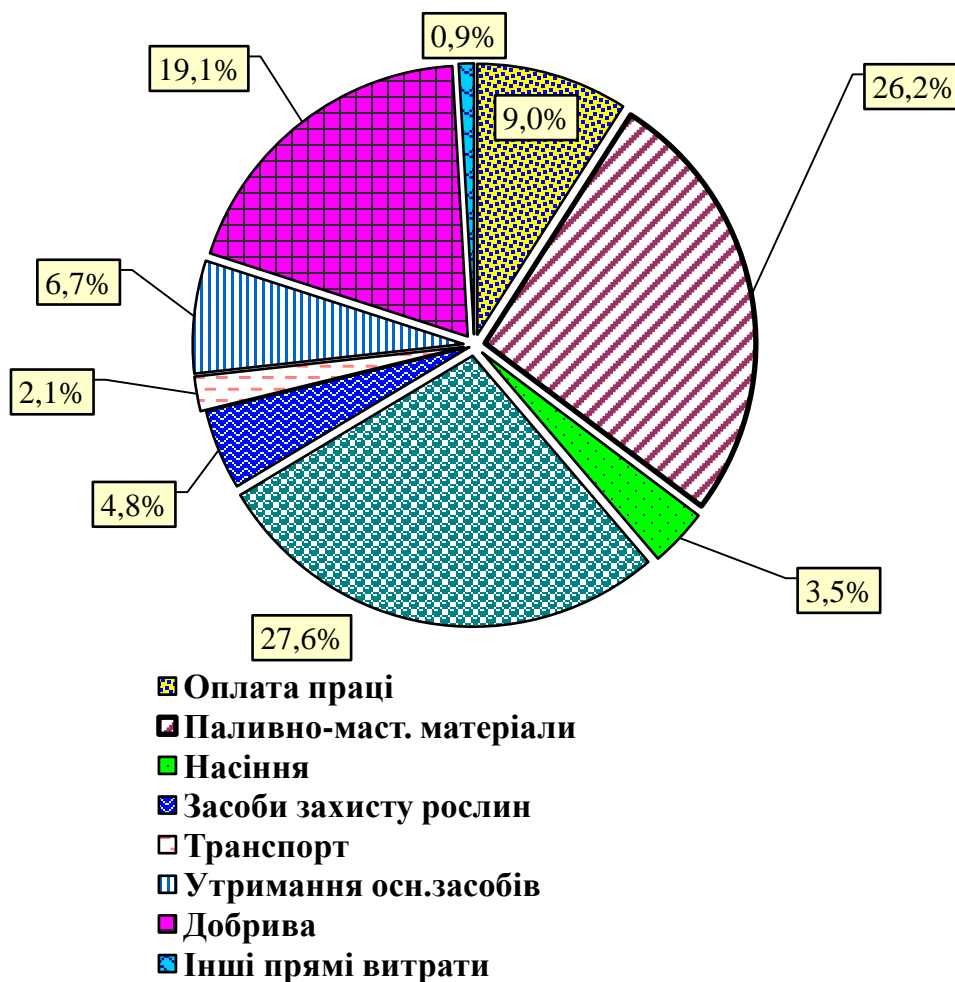


Рис. 4.1. Структура виробничих витрат при вирощуванні кукурудзи на зерно

Така структура виробничих витрат підтверджує необхідність розробки ресурсоощадних технологій вирощування та скорочення витрат агроресурсів на одиницю продукції.

Аналізом розрахунків встановлено, що вартість отриманої продукції при вирощуванні кукурудзи змінюється з такою ж закономірністю, як і врожайність культури (Табл. 4.1). Розрахунки економічної ефективності вирощування гібридів кукурудзи на зерно здійснювали за цінами, які сформувались на 01 жовтня 2019 і 2020 років.

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи**

Гібрид	Урожайність, т/га	Виробничі затрати, грн.	Вартість продукції, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Рентабельність, %
PR39H32	9,5	14679	38000	23321	158,9
PR39B93	8,9	14089	35600	21511	152,7
Пустоварівський 280 СВ	6,8	11345	27200	15855	139,8
Емілію	9,7	14876	38800	23924	160,8
ДКС 3511	9,7	14876	38800	23924	160,8
ЕС Діадема	9,1	14298	36400	22102	154,6

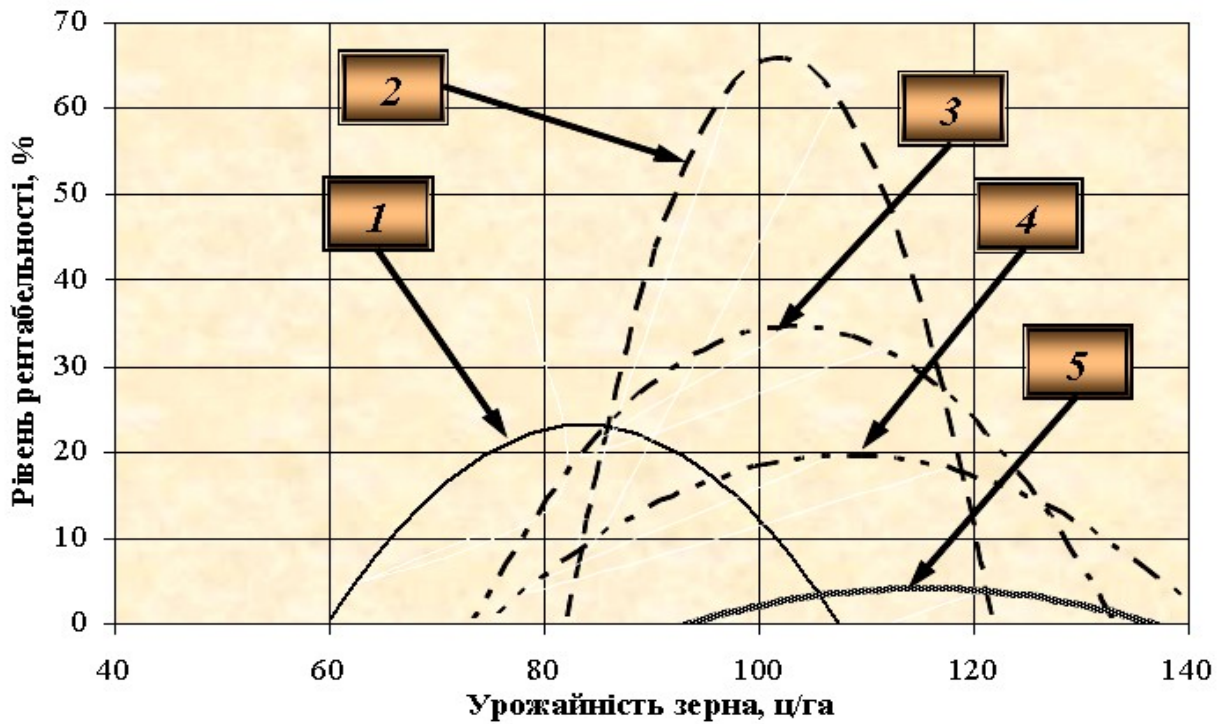
За результатами наших досліджень найвищі показники економічної ефективності серед ранньостиглої групи гібридів забезпечив PR39H32, у якого вартість валової продукції склала 38000 грн., прибуток 23321 грн., а рівень рентабельності склав 158,6%.

У середньоранній групі гібридів кращим виявився гібрид Емілію, який забезпечив вартість валової продукції – 38800 грн, прибуток склав 23924 грн, а рівень рентабельності склав 160,8%.

Вищі показники економічної ефективності забезпечили гібриди кукурудзи більш тривалого вегетаційного періоду. У середньостиглій групі кращим виявився гібрид ДКС 3511, який забезпечив вартість валової продукції 38800 грн, прибуток від реалізації продукції 23924, а рівень рентабельності склав 160,8%.

Отримані експериментальні дані дали можливість побудувати кореляційно-регресійні моделі рівня рентабельності гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від урожайності при вирощуванні їх в умовах зрошення півдня України (рис.4.1).





*Рис. 4.1. Кореляційно-регресійне моделювання рівня рентабельності залежно від урожайності зерна різних за швидкістю зрівання гібридів кукурудзи*

1 – ранні ( $y = -0,0409x^2 + 6,8313x - 262,45$ ;  $R^2 = 0,5824$ );

2 – середньоранньостиглі ( $y = -0,2166x^2 + 43,719x -$

$2134,7$ ;  $R^2 = 0,7409$ ); 3 – середньостиглі ( $y = -$

$0,0484x^2 + 10,083x - 489,79$ ;  $R^2 = 0,6712$ );

Лінії поліноміальної регресії свідчать про перевагу вирощування середньоранньостиглих гібридів, які спроможні забезпечувати теоретичний рівень рентабельності в межах 60–67 % при врожайності 9,5–10,5 т/га.

Розрахунками доведено, що для одержання економічного ефекту необхідно диференціювати програмований рівень урожаю зерна досліджуваної культури, який істотно залежить від групи ФАО.

## Висновки

а. Найбільш суттєва різниця спостерігалася між групами стиглості гібридів, що складала 4-7 днів, відмічена нами при настанні початку та повної фази цвітіння гібридів. Якщо початок фази у ранньостиглого гібриду PR39H32 припадав на 21 липня, а повна – на 23, то в середньостиглих гібридів вона наступала на 7-8 (початок фази) і 7-8 днів (повна) пізніше. Така ж подібність відмічена нами і щодо фаз стиглості зерна (молочної, молочно-воскової і воскової) – різниця складала від 9 до 10 днів. Повна стиглість гібридів кукурудзи припадала на 4, 6, 14 та 20 вересня, що відповідає їх характеристиці та біологічним особливостям

2. Що стосується формування гібридами кількості листків, то тут спостерігається наступна картина – їх кількість в середньому на 1 рослину становила від 9,4 до 10,8 шт. І знову ж таки дещо більше їх було у середньостиглих гібридів – відповідно на 0,5-1 листка та 2,0 і 1,5 шт. на 1 рослину.

3. Гібрид ранньостиглої групи PR39H32 в середньому за два роки досліджень формувал вегетативну масу 42,3 т/га. Більш середньоранні гібриди (Пустоварівський та Емілію) за аналогічних умов формували дещо вищу урожайність – 42,8 і 43,5 т/га. Середньостиглі гібриди ДКС 3511 – 44,7 і ЕС Діадема – 43,7 т/га. що, на нашу думку, не суперечить їх біологічним особливостям та характеристиці.

4. Співвідношення між стеблами, листками і початками, на наш погляд, було найкращим у гібридів: PR39H32 і для початків складало 39,5%, тоді як у середньостиглого гібриду ДК-3511 воно було дещо вищим (на 0,2%) і дорівнювало 39,7%, а у середньоранніх гібридів Пустоварівського 280 СВ та Емілію показники були нижчими – 37,2-37,8%.

а. Найбільшу асиміляційну поверхню серед гібридів сформували гібриди менш тривалого вегетаційного періоду: ПР39Б93 – 48,4 тис. м<sup>2</sup>/га PR39H 32 – 49,8 тис. м<sup>2</sup>/га; а гібриди більш тривалого вегетаційного

періоду сформували більшу асиміляційну поверхню. Зокрема у середньораннього гібрида Еміліо – 49,9 тис. м<sup>2</sup>/га, середньостиглі гібриди ДКС 3511 та ЕС Діадема – 50,9 і 50,3 тис. м<sup>2</sup>/га.

5. У ранньостиглій групі найвищий рівень урожайності забезпечив гібрид PR39H32 – 10,3 та 8,7 т/га, із середньою урожайністю впродовж років досліджень 9,5 т/га.

6. У середньостиглій групі найвищий рівень урожайності було отримано у гібрида ДКС 3511. Так в умовах 2019 року урожайність склала 10,6 т/га, в умовах 2020 року – 8,8 т/га, а середній рівень урожайності впродовж років досліджень становив 9,7 т/га. Порівняно високу урожайність забезпечив середньостиглий гібрид ЕС Діадема, який забезпечив середню урожайність впродовж років досліджень на рівні 9,1 т/га, вищою вона була в умовах 2019 року – 9,7 т/га, а дещо нижчою в умовах 2020 року – 8,4 т/га.

7. Простежувався чіткий стабільний тренд до підвищення середньогрупового рівня досліджуваної ознаки із підвищенням групи ФАО. Мінімальною збиральною вологістю зерна характеризувалися гібриди ранньостиглої групи  $X = 19,0\%$ . Середньоранні та середньостиглі форми мали середньогрупові показники  $X = 20,4\%$  та  $X = 23,61\%$  відповідно.

8. Найвищі показники економічної ефективності серед ранньостиглої групи гібридів забезпечив PR39H32, у якого вартість валової продукції склала 38000 грн., прибуток 23321 грн., а рівень рентабельності склав 158,6%. У середньоранній групі гібридів кращим виявився гібрид Еміліо, який забезпечив вартість валової продукції – 38800 грн, прибуток склав 23924 грн, а рівень рентабельності склав 160,8%.

9. Вищі показники економічної ефективності забезпечили гібриди кукурудзи більш тривалого вегетаційного періоду. У середньостиглій групі кращим виявився гібрид ДКС 3511, який забезпечив вартість валової продукції 38800 грн, прибуток від реалізації продукції 23924, а рівень рентабельності склав 160,8%.

## Пропозиції виробництву

Для умов виробництва пропонуємо вирощувати гібриди різних груп стиглості, які характеризуються комплексом цінних господарських ознак та високою урожайністю від 9,0 до 10,0 т/га.

1. PR39H32;
2. Емілію;
3. ДКС 3511.

При цьому рівень збиральної вологості у цих гібридів складав не вище 21%, висота прикріплення качана від 86 до 100 см, а рівень рентабельності складав 158-160,0%

## Список використаної літератури

1. Козубенко Л. В., Гурьева И. А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Харьков : ИР им. В. Я. Юрьева УААН, 2000. 240 с.
2. Супрунов А. И., Замковой Г. А., Чилашвили И. М. Селекционная ценность новых самоопыленных линий кукурузы по основным хозяйственно-ценным признакам. *Зерновое хозяйство России*. Москва, 2012. № 5. С. 5–15.
3. Хотылева Л. В., Кильчевский А. В., Шаптуренко М. Н. Теоретические аспекты гетерозиса. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016; 20 (4). С. 482–492. DOI : <http://10.18699/VJ16.174>.
4. Спеціальна селекція і насінництво польових культур : навч. посіб. / Н. І. Рябчун, М. І. Єльнікова, А. Ф. Звягін та ін.; під ред. В. В. Кириченка. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України, 2010. 462 с.
5. Дзюбецький Б. В., Рябченко Е. М. Адаптивна характеристика гібридів кукурудзи (*Zea Mays L.*) створених на основі подвійно-гаплоїдних ліній плазми Lancaster. *Селекція і насінництво*. Харків, 2015. Вип. 107. С. 37–44.
6. Макарчук О. С., Жемойда В. Л., Красновський С. А., Полторецький С. П. Комбінаційна здатність самозапилених ліній кукурудзи при використанні тестерів різної генетичної структури. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2010. Ч. 1, “Агрономія”. С. 29–38.
7. Улучшение исходных популяций кукурузы. Зооинженерный факультет МСХА. URL : <http://www.activestudy.info/uluchshenie-ixhodnyx-populyacij-kukuruzu> (дата звернення 17.04.2017).
8. Darrah L. L., Zuber M. S. United States farm maize germplasm base and commercial breeding strategies. *Crop Science*, 1986. V. 26. (6). P. 1109–1113.
9. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л. Селекція скоростиглих гібридів

кукурудзи (*Zea mays L.*) на базі Змішаної зародкової плазми. *Зернові культури*. Дніпро, 2017. № 1. (Т.1). С. 10–16.

10. Genotypic Variation for Glycinebetaine among Public Inbreds of Maize1. URL : <http://www.plantphysiol.org/content/plantphysiol/91/3/1122.full.pdf>. (дата звернення 06.01.2017).

11. Rajesh V., Sudheer Kumar S., Narsimha Reddy V., Siva sankar A. Heterosis studies for grain yield and its component traits in single cross hybrids of Maize (*Zea Mays L.*). *International journal of Plant, animal and Environmental Sciences*. Jan-Mar. 2014, Vol. 4. Issue-1. P. 304–306.

12. Особливості вирощування кукурудзи на зерно та умови отримання максимального врожаю з одиниці площі. URL : <http://www.mnagor.com/ua/articles/23/>. (дата звернення: 17.03.2017).

13. Гайдаш О. Л. Результати добору Змішаної зародкової плазми кукурудзи (*Zea mays L.*) серед самоzapилених сімей S<sub>4</sub> за тривалістю періоду «сходи-цвітіння 50 % качанів». *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. Київ, 2014. № 4 (25). С. 38–40.

14. Crossa I. J., Taba S., Wellhausen E. J. Heterotic patterns among Mexican races of maize. *Crop sci.* 1990. № 31. P. 355–361.

15. Use of SSRs for establishing heterotic groups in subtropical maize. Reif J. C. and others. *Assessing the Genetic Diversity in Crops with Molecular Markers: Theory and Experimental Results with CIMMYT Wheat and Maize Elite Germplasm and Genetic Resources*. Stuttgart-Hohenheim, 2004 P. 42–52.

16. Arnel R. Hallauer, Marcelo J. Carena, J. B. Miranda Filho, *Quantitative Genetics in Maize*. *Breeding Springer*. New York, 2010. 664 p.

17. Duvick D. N., J.S.C. Smith, M. Cooper. A long term selection in a commercial hybrid maize breeding program. *Plant breeding reviews*. Ed. J. Janick, USA, 2004, Vol. 2 part 2, P. 109–151.

18. Smith J.S.C., Smith O. S., Bowen S. L. Tenborg R. A., Wall S. J. Description and assessment of distances between inbred lines of maize. III. A revised scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines utilizing

DNA RFLPs. *Maydica*, 1991, Vol. 36. P. 213–226.

19. Гур'єва І. А., Рябчун В. К. Генетичні ресурси кукурудзи в Україні. Харків : Магда LTD, 2007. 392 с.

20. Родинне спаровування. Оцінка родинних зв'язків. URL : <https://studfiles.net/preview/5279929/> (дата звернення 15.12.2016).

21. Інбридинг, його генетична сутність і використання. URL : [http://om.net.ua/10/10\\_25/10\\_253738\\_inbriding-ego-geneticheskaya-sushchnost-i-ispolzovanie-v-razvedenii-zhivotnih.html](http://om.net.ua/10/10_25/10_253738_inbriding-ego-geneticheskaya-sushchnost-i-ispolzovanie-v-razvedenii-zhivotnih.html) (дата звернення 10.10.2017).

22. Vasal S. K., Cordova H., Beck D. L., Edmeades G. O. Choices among Breeding Procedures and Strategies for Developing Stress Tolerant Maize Germplasm. *Developing Drought- and Low N-Tolerant Maize Proceedings of a Symposium, (March 25-29, 1996), CIMMYT, El Batán, Mexico, 1996 P. 336–347.*

23. Гурьев Б. П., Гурьева И. А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Москва : Агропромиздат, 1990. 173 с.

24. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. Москва : Наука, 1987. 510 с.

25. Югенхеймер Р. У. Кукуруза : улучшение сортов, производство семян, использование / пер. с англ. Г. В. Дерягина, Н. А. Емельяновой; Под ред. и с предисл. Г. Е. Шмараева. Москва : Колос, 1979. 519 с.

26. Козубенко В. Е. Селекция кукурузы. Москва : Колос, 1965. 206 с.

27. Особенности методов селекции раннеспелых самоопыленных линий кукурузы / Б. П. Гурьев, И. А. Гурьева, М. А. Логинова и др. *Селекция и семеноводство*. Киев, 1983. Вып. 56. С. 13–23.

28. Беліков Є. І., Купріченкова Т. Г. Вивчення врожайності ранньостиглих гібридів кукурудзи різних гетерозисних моделей в умовах степової зони України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2015. № 9. С. 58–62.

29. Турбин Н. В., Хотылева Л. В. О принципах и методах селекции растений на комбинационную способность. Гетерозис, теория и методы практического использования. Минск : АН БССР, 1961. С. 59–111.

30. Супрунов А. И., Ласкин Р. В., Чистяков С. Н., Соболева Н. П. Создание нового исходного материала для селекции раннеспелых линий кукурузы. *Кукуруза и сорго*. Москва, 2013. № 2. С. 6–10.

31. Супрунов А. И., Чилашвили И. М., Анашенков С. С. Оценка нового исходного материала для селекции среднеспелых и среднепоздних гибридов кукурузы. *Кукуруза и сорго*. Москва, 2013. № 4. С. 24–29.

32. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Селекция и генетика отдельных культур. URL: [http://www.agromage.com/stat\\_id.php?id=472](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=472) (дата звернения 09.11.2017).

33. Bauman L. E. Review of methods used by breeders to develop superior corn in breds. Proc. of the thirty-sixth corn and sorghum ind. Res. conf. Washington. (Dec. 9–11). 1981. P. 199–208.

34. Соколов В. М. Вареник Б. Ф., Пилюгин А. С., Гуджава Д. В. Селекционная оценка элитных самоопыленных линий кукурузы из основных гетерозисных групп зародышевой плазмы. *Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы*. Краснодар, 1999. С. 92–96.

35. Аппаев С. П. Комбинационная способность и селекционная ценность среднеспелых и раннеспелых самоопыленных линий кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Кабардино-Балкарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Нальчик, 2003. 20 с.

36. Мустяца С. И., Мистрец С. И., Нужная Л. П., Борозан П. А. Селекция кукурузы для зон с коротким безморозным периодом. *Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы*. Краснодар, 1999. С. 163–168.

37. Бойко В. Н. Исходный материал для селекции скороспелых гибридов кукурузы на основе гаплоидии : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Всероссийский научно-исследовательский ин-т.



растениеводства им. Н. И. Вавилова. Санкт-Петербург, 2006. 200 с.

38. Шмараев Г. Е. Расы экзотической кукурузы – новый ценный материал для селекции. Тез. докл. IV съезд ВОГИС им. Н. И. Вавилова : Кишинев, 1982. Т. 3. С. 269.

39. Mock J. J., Pearce R. V. An ideotype of maize. *Euphytica*. 1975. № 24 (3). P. 613–623.

40. Манятина Л. А. Мексиканские популяции кукурузы – ценный исходный материал для селекции. *Сельское хозяйство за рубежом*. Москва, 1988. № 8. С. 16–20.

41. Браун У. Создание и улучшение зародышевой плазмы современной кукурузы: материалы IX заседания Еукарпии. Краснодар, 1979. Ч. 1. С. 81–98.

42. Спрег Э. Получение новых источников генетической изменчивости для Европы. Материалы IX заседания Еукарпии. Краснодар, 1979. Ч. 1. С. 99–114.

43. Ивахненко А. Н. К истории селекции кукурузы. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 1997. № 1(3). С. 13–27.

44. Домашнев П. П., Дзюбецкий Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. Москва : Агропромиздат, 1992. 207 с.

45. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Антонюк С. П. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Київ : Логос, 2001. Т. 2 С. 571–587.

46. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л., Таганцова М. М. Морфобіологічна характеристика ліній кукурудзи Змішаної плазми в умовах Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2015. № 8. С. 99–104.

47. Hallayer A. R. Methods used in developing maize inbreds. *Mayidica*. 1990. № 35 (1). P. 1–16.

48. Філоненко С.В. Формування зернової продуктивності кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту. ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. № 3, 2013, С. 56-60.

49. Кравчук В., Погорілий В., Шустік Л. Результати експертизи техніко-технологічних рішень систем основного обробітку ґрунту в технологіях вирощування основних сільськогосподарських культур. *Техніка АПК*. - 2008. - №2. - С. 15-21.

50. Надикто В. Ще раз про till та no-till. *Пропозиція*. 2009. № 5. С. 96–98.

51. Сайко В.Ф., Малієнко А.М. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ: ВД—ЕКМО, 2007. 44 с.

52. Лункіна Т.І. Ефективність інтенсифікації виробництва сільськогосподарської продукції на основі no-till технології. Київ: Аграрна наука, - 2010. 12 с.

53. Добровольский Г.В. Задачи почвоведения в решении современных экологических проблем. Сб. сохраним планету Земля. СПб: ИН МГУ РАН, 2004.

54. Сайко В.Ф. Землеробство на шляху до ринку. Київ: ІЗ УААН, 1997. 48 с.

55. Камінський В.Ф., Сайко В. Ф., Шевченко І. П. та ін. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / За ред. д. с.-г. н. В.Ф.Камінського. Київ: Едельвейс, 2012. 196 с.

56. Концепція ефективного сільськогосподарського використання земель гумідної зони України / НААН, Нац. наук. центр «Ін-т землеробства НААН»; розроб. В. Ф. Камінський (кер.), І. Т. Слюсар (відпов.), В. Ф. Петриченко та ін. Київ, 2014. 56 с.

57. Медведев В. В. Плотность сложения почв. Харьков, 2004. 243 с.

58. Медведев В. В. Нульовий обробіток ґрунту а Європейських країнах. Харків, 2010. 200 с.

59. Аллен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы: Пер. с

англ. М.Ф.Пушкарева. Москва: Агропромиздат,1985. 208 с.

60. Танчик С.П. No-till і не тільки. Сучасні системи землеробства. К.: Юнівест Медія, 2009. 160 с.

61. Єщенко В.О. No-till технологія: її сьогодення та майбутнє. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2013. Вип 1-2 С. 4-9.

62. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / Медведєв В. В., Чесняк Г. Я., Полупан М. І. та ін. К.: Урожай, 1992. 248 с.

63. Пономаренко С. Біостимулятори росту. Як зменшити пестицидний стрес на поля. *Захист рослин*. 1997. №1. С. 4-5.

64. *Паламарчук В. Д.* Науково-теоретичне обґрунтування технології вирощування та адаптивності гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного. Дисертація доктора с.-г. наук. Кам'янець Подільський. 595 с.

65. Танчик С.П., Манько Ю.П., Бабенко А.І. Методологія диференційованої класифікації сучасних систем землеробства в Україні. *Посіб. укр. хлібороба*. 2013. Т. 1. С. 85-88.

66. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till: Навч. посібник. Київ: «Логос», 2011. 352 с.

67. Каталог самоzapилених ліній кукурудзи (результати вивчення)/ Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН; Під ред. Гур'єва Б.П., Гур'євої І.А., Літуна П.П, та ін. - Харків, 1995. – С. 3 – 6.

68. Кліценко О.О. Залежність біологічних властивостей насіння від форми зернівки та формування цього показника у гібридів кукурудзи: Автореф. дис...канд. с.-г. наук: 06.01.05. / УААН. Ін-т рослинництва Ім. В.Я. Юр'єва. – Харків, 1994. – 23 с.

69. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 356 с.

70. *Паламарчук В.Д.* Перспективи вирощування та використання кукурудзи для отримання біопалива / *В.Д. Паламарчук* // Збірник наукових

праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2011. – Вип. 8 (48). – С. 13-19.

71. Мазур О. В., Мазур О.В., Мазур В.А., Шерепітко В.В. Селекційний матеріал для створення гібридів кукурудзи та сортів сої придатних до механізованого збирання. Монографія. ВНАУ. 2013. 206 с.

72. Паламарчук В.Д. Альтернативні аспекти використання зерна кукурудзи для отримання біоетанолу / В.Д. Паламарчук, О.В. Климчук // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Економічні науки. – 2010. – Вип. 42. – С. 123-129.

73. Паламарчук В.Д. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навч. Посібник / В.Д. Паламарчук, О.В.Климчук, І.С. Поліщук, О.М. Колісник, А.Ф Борівський. – Вінниця, 2010. – 636 с.

74. Паламарчук В.Д. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, О.М. Венедіктов. – Вінниця, 2011. – 381 с.

75. Паламарчук В.Д. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: Підручник / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова. – Вінниця, 2013. – 713 с.

76. Липовий В. Г. Кукурудза різних груп стиглості в силосному конвеєрі центрального Лісостепу України / В.Г. Липовий та ін. //Корми і кормовиробництво – Київ «Агро наука» - 2003 - №50 –С. 22-24..

77. Липовий В.Г. Кукурудза / В.Г. Липовий, В.А. Мазур // Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. За ред. В.Ф. Петриченко – Вінниця – 2009 - С. 196-208.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

Дисперсійний аналіз урожайності ранньостиглих гібридів, 2019 р.					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	75,5	8			
Сорти	63,5	1	63,5	22,4	7,7
Повторення	0,63	3	0,20	0,1	6,38
Випадкові відхилення	11,3	4	2,83		
Похибка різниці середніх $sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,1$ т/га; Найменша істотна різниця $(H_{ip_{0,05}}) - H_{ip_{0,05}} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot 0,1 = 0,28$ т/га					
Дисперсійний аналіз урожайності ранньостиглих гібридів, 2020 р.					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	221,5	8			
Сорти	203,4	1	203,4	90,3	7,7
Повторення	9,1	3	3,0	1,3	6,4
Випадкові відхилення	9,0	4	2,25		
Похибка різниці середніх $sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,095$ т/га; Найменша істотна різниця $(H_{ip_{0,05}}) - H_{ip_{0,05}} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot 0,095 = 0,26$ т/га					

Дисперсійний аналіз урожайності середньоранніх гібридів, 2019 р.					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	92,64	9			
Гібриди	80,6	1	80,65	30,5	7,7
Повторення	1,41	3	0,45	0,2	6,4
Випадкові відхилення	10,57	4	2,64		
<p>Похибка різниці середніх <math>sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,102</math> т/га; Найменша істотна різниця (<math>H_{p0,05} - H_{p0,05} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot 0,102 = 0,285</math> т/га</p>					
Дисперсійний аналіз урожайності середньоранніх сортів, 2020 р.					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	113,5	9			
Гібриди	95,8	1	95,8	54,7	7,7
Повторення	10,6	3	3,2	1,82	6,38
Випадкові відхилення	7,0	4	1,75		
<p>Похибка різниці середніх <math>sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,083</math> т/га; Найменша істотна різниця (<math>H_{p0,05} - H_{p0,05} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot 0,083 = 0,23</math> т/га</p>					

Дисперсійний аналіз урожайності сортів сої, 2019 р.					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	226,9	7			
Сорти	216,6	1	216,6	69,7	5,1
Повторення	0,91	3	0,31	0,1	4,75
Випадкові відхилення	9,33	3	3,1		
<p>Похибка різниці середніх <math>sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,09</math> т/га; Найменша істотна різниця <math>(Nip_{0,05}) = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot 0,09 = 0,22</math> т/га</p>					
Дисперсійний аналіз урожайності сортів сої, 2020 р.					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	208,5	7			
Сорти	199,9	1	199,9	284,8	5,1
Повторення	6,3	3	2,1	3,0	4,75
Випадкові відхилення	2,3	3	0,7		
<p>Похибка різниці середніх <math>sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,1</math> т/га; Найменша істотна різниця <math>(Nip_{0,05}) = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot 0,1 = 0,25</math> т/га</p>					