

Міністерство освіти і науки України  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування

Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин  
Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітній ступінь «Магістр»

«Допускається до захисту»  
Завідувач кафедри ботаніки, генетики  
та захисту рослин  
доцент \_\_\_\_\_ Павло ВЕРГЕЛЕС  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.  
протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2023 р.

**«Біоенергетична оцінка технологічних прийомів  
вирощування кукурудзи на зерно в умовах ТОВ «НВФ  
«Урожай» МХП с. Рижанівка Звенигородського району  
Черкаської області»**

01.01.- КР 197 м 45 12 22. 045

магістрант – випускник

Богдана ЄФІМОВА

Керівник кваліфікаційної роботи,  
доцент

Олег КОЛІСНИК

Рецензент

\_\_\_\_\_



## ЗМІСТ

|  |           |
|--|-----------|
| АНОТАЦІЯ.....  | 4         |
| ВСТУП.....   | 5         |
| <b>РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ</b>   |           |
| ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....  | 7         |
| 1.1. Перспективи вирощування кукурудзи в світі та Україні.....   | 7         |
| 1.2. Підбір асортименту кукурудзи відповідно до регіону.....   | 11        |
| 1.3. Особливості гібридів кукурудзи та вплив абіотичних факторів.....                                  | 13        |
| 1.4. Напрямок підвищення насінневої продуктивності гібридів кукурудзи                                  | 15        |
| <b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ....</b>   | <b>24</b> |
| 2.1 Ґрунтові, кліматичні та погодні умови проведення досліджень.....                                   | 24        |
| 2.2. Методика проведення досліджень.....   | 28        |
| <b>РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН</b>  |           |
| <b>КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА</b>   |           |
| <b>УДОБРЕННЯ.....</b>  | <b>35</b> |
| 3.1. Ріст та розвиток рослин кукурудзи.....  | 35        |
| 3.2 Площа листкової поверхні рослини кукурудзи залежно від густоти<br>стояння рослин та удобрення..... | 36        |
| 3.3. Структура врожаю кукурудзи.....   | 39        |
| 3.4. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння<br>рослин та системи удобрення.....    | 41        |
| 3.5. Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи.....  | 43        |
| <b>РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ</b>  |           |
| <b>ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ.....</b>   | <b>46</b> |
| 4.1. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи.....                                     | 46        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....</b>   | <b>52</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>   | <b>53</b> |
| <b>ДОДАТКИ.....</b>  | <b>59</b> |

## АНОТАЦІЯ

**Методи досліджень.** Під час проведення досліду використовували загальнонаукові та спеціальні методи дослідження: *польовий метод* – дослідження взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними факторами у конкретних умовах досліджуваної зони; *лабораторні методи*: вимірювально-ваговий – встановлення біометричних показників формування врожаю зерна кукурудзи; *статистичні методи*: дисперсійний, порівняльно-розрахунковий – встановлення та обґрунтування економічної ефективності технології вирощування гібридів кукурудзи.

**Наукова новизна результатів.** Нами вперше в умовах Вінницької області встановлено:

- тенденції формування врожаю зерна кукурудзи залежно від гібриду та внесення мінеральних добрив;
- на основі досліджень, проведених за різних погодних умов, було виявлено і науково обґрунтовано необхідність внесення мінеральних добрив на кукурудзі;
- удосконалено окремі елементи в технології вирощування культури для даних умов вирощування.

Гібриди різняться щодо інтенсивності розвитку кореневої системи, залежно від густоти стояння рослин та норми добрив. Рослини гібрида ДН Велд за найнижчої норми добрив –  $N_{60}P_{45}K_{45}$  та густоти 60 і 90 тис. рослин/га у фазі 8-ми листків формують рівнозначну за довжиною кореневу систему. За подальшого збільшення норм добрив від  $N_{120}P_{105}K_{105}$  до  $N_{150}P_{135}K_{135}$  та густоти 90 тис. рослин/га сумарна довжина коренів зменшується – рослини переходять переважно на використання легкодоступних елементів живлення, які надходять з мінеральними добривами. Розвивається переважно 7-8 підземних вузлових коренів, які знаходяться на глибині до 25-45 см. Водночас, за густоти 60 тисяч рослин/га, довжина кореневої системи гібрида Сенсор істотно збільшується за зростання норм добрив включно до  $N_{120}P_{105}K_{105}$ .

*Ключові слова:* норма внесення добрив, кукурудза, гібрид, урожайність, структура урожайності, економічна ефективність.

## ВСТУП

Кукурудза є високопродуктивна культура багатовекторного використання. Особливість її вирощування в тому, що на відміну від інших культур в групі зернових, тривалість етапу збирання не має впливу на якість та об'єми виробництва зерна кукурудзи. Також за умов сухої осені дозрівання проходить краще, зерно кукурудзи стає сухішим, показники підвищуються, вистрати на доробу зменшуються [19, 41].

В наш час кукурудза є основним ресурсом для установок з виробництва біогазу в Європі. Через високу врожайність та доступність вирощуванні. Проте, для забезпечення потрібної кількості біомаси, продуктивність повинна досягти високої ефективності. За посівною площею вона займає друге місце в Україні після озимої пшениці та ранніх ярих культур і приймає значну роль у зерновому балансі країни [47, 59].

Вцілому, підвищення попиту на світового ринку стимулює зростання виробництва кукурудзи, а закупувельні ціни забезпечують економічну ефективність. Така ситуація обумовлює значення та цінність кукурудзи [7, 29].

**Актуальність теми дослідження.** Кукурудза займає вагоме місце серед стратегічних культур, тому широко використовується в різних галузях, переробці на корми та біопаливо, продуктів харчування та інше [1, 30].

Вирощування кукурудзи на зерно – це достатньо складний та затратний процес, який вимагає дотримання технології вирощування, вчасного та якісного проведення всіх технологічних операцій. Збільшення виробництва досягається через удосконалення технологій, які дають можливість збільшити врожайність на тих саме площах [46].

Для збільшення рівня прояву біологічного потенціалу гібридів кукурудзи значний вплив мають впровадження у виробництво інноваційних технологій вирощування, що повинні ґрунтуватися на широкому впровадженні адаптивних гібридів, мінеральних добрив та норм висіву. А застосування їх в комплексі, є мало вивчені. Тому

дослідження в даному напрямі є актуальними.

**Мета дослідження** – полягає в теоретичному обґрунтуванні та розробці заходів щодо розкриття потенціалу гібридів кукурудзи різної групи стиглості через підживлення мінеральними добривами, встановлення економічної ефективності в умовах Вінницької області.

Для досягнення мети нами поставлені наступні завдання:

- встановити особливості росту й розвитку рослин кукурудзи залежно від впливу досліджуваних факторів;
- дослідити особливості формування врожаю гібриду кукурудзи залежно від елементів технології вирощування та погодно-кліматичних умов;
- встановити зв'язок між урожайністю кукурудзи та досліджуваними чинниками;
- обґрунтувати економічну ефективність елементів технології вирощування кукурудзи.

**Об'єкт досліджень** – процес формування продуктивності кукурудзи залежно від гібриду, мінерального живлення та особливостей їх взаємодії в умовах Вінницької області.

# РОЗДІЛ 1

## ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Перспективи вирощування кукурудзи в світі та Україні

Одержання зерна кукурудзи є вагомим ланкою зерновиробництва України [3, 19, 32]. Її сучасне значення, для забезпечення надійного балансу в зерновому господарстві не має заміни. Дана культура в значній мірі визначає не тільки забезпечення галузі тваринництва, але й зерновим ресурсам загалом. Виробництвом кукурудзи на пряму залежать галузі харчової, переробної, медичної, мікробіологічної промисловості, а також і паливно-енергетичний напрямок країни, тому що зерно є високоенергетичним джерелом для виробництва біоетанолу та інших форм палива [4, 16].

На сьогоднішній день лідерами по обсягу виробництва кукурудзи в Україні є Полтавська, Кіровоградська, Дніпропетровська та Черкаська області. Найбільші коливання виробництва не мають суттєвого впливу на внутрідержавне споживання сировини кукурудзи. Для України кукурудза сьогодні є експортноорієнтованою культурою. Продовольче споживання її зерна є мінімальним. Тому більшість врожаю продається на зовнішніх ринках. Зміни, якщо оцінити їх в досить великому відрізку часу, дозволяють, без будь-яких сумнівів, виявити їх динаміку і аргументувати причини процесу [23, 50, 53].

Для максимальної реалізації можливостей кукурудзи поряд з вдосконаленням заходів її вирощування необхідна ефективна селекційна робота по скороченню тривалості вегетації та зниження вимог цієї культури до тепла, підвищення вмісту протеїну і поліпшенню амінокислотного складу білків в зерні та вегетативної маси [25, 37, 52].

Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні [50] станом на 25 березня 2020 року налічує понад 400 сортів, які є

різноманітними за рівнем реакції на використовувану технологію обробітку. Найбільшу зацікавленість для підвищення врожайності і валового виробництва зерна кукурудзи є сучасні гібриди, що внесені в Державний реєстр сортів рослин в останні 10-15 років [27, 52].

Україна є однією з країн лідерів світу з вирощування кукурудзи. Це визначено, перш за все, вигідним географічним розташуванням та оптимальними ґрунтово-кліматичними умовами. Вирощування кукурудзи на зерно зосереджено в теплих регіонах. Однак саме завдяки селекції ранньостиглих гібридів її більше почали висівати і в зоні Полісся. За масштабами розповсюдження, універсальністю застосування та енергетичної поживності кукурудза належить до найважливіших продовольчих, кормових і технічних культур. В Україні за посівною площею кукурудза посідає третє місце після пшениці озимої та ячменю ярого [1, 20, 28].

У деяких локаціях кукурудза є основою традиційного харчування населення, але в основному вона складає істотну частину кормів у годівлі сільськогосподарських тварин. Із зерна кукурудзи одержують борошно, крупу, пластівці, крохмаль, консерви, етиловий спирт, сироп, мед [6, 21].

Кукурудза є однією з важливіших кормових культур – вона може в значній мірі задовольняти потреби галузі тваринництва. Значна частина її зерна застосовується в птахівництві – його частка складає біля 30 % в складі концентрованих кормів. На корм використовують не тільки зерно, а й сухе листя, стерні, качани кукурудзи. Силос з кукурудзи збільшує молочну продуктивність корів, каталізує наростання м'язової тканини у тварин на відгодівлі [53].

З появою нових напрямків у розвитку біотехнологій в світі значення даної культури зростає ще більше. Набирають розмаху програми по отриманню біопалива, в зв'язку з чим прогнозується значне збільшення посівних площ під кукурудзою [8, 36].

Кукурудза не дуже вибаглива до розміщення в сівозміні. Важливим є сівба її в оптимальні для даного регіону терміни. У даної культури немає



специфічних вимог до попередника, вона не уражується хворобами (за винятком фузаріозу) та шкідниками інших культурних рослин. Дуже добрим попередником для кукурудзи є удобрені гноєм просапні культури та бобові [12, 31, 40].

Кукурудза не знижує родючості ґрунту. Її коренева система залишає в ґрунті значну кількість органічної маси. Якщо здійснюють всі заходи інтегрованого захисту від бур'янів в посівах кукурудзи, ця ширококородна культура залишає ґрунт незасмічений для наступних культур [14, 45].

Важливість будь-якої сільськогосподарської культури в житті людини легко визначається за аналізу її виробництва в глобальному масштабі. Зростання виробництва будь-якої сільськогосподарської культури сьогодні можливий тільки за рахунок збільшення врожайності та площ посіву під нею. Збільшення площ під будь-яку культуру можливо тільки за рахунок зменшення площ посіву інших культур. Перевагу будь-якої культури за рахунок зменшення виробництва інших обумовлюється постійно зміною кон'юнктури ринку, яка також, як і всі процеси в світі, піддається одному загальному закону – безперервного зміни стану [22, 44].

Нині Україна виробляє зерно кукурудзи переважно на експорт, але перспективним є його переробка. Переробка сільськогосподарської продукції на продукти кінцевого споживання – задача економічної стратегії держави. У розвинених країнах ця задача в умовах ринку та протягом багатьох десятиліть вирішувалася нарівні з задачами виробництва озброєння, автомобілів, побутової техніки, оргтехніки. Це завдання знаходиться на рівному рівні з іншими завданнями, що обумовлюють загальний технічний прогрес країни [51].

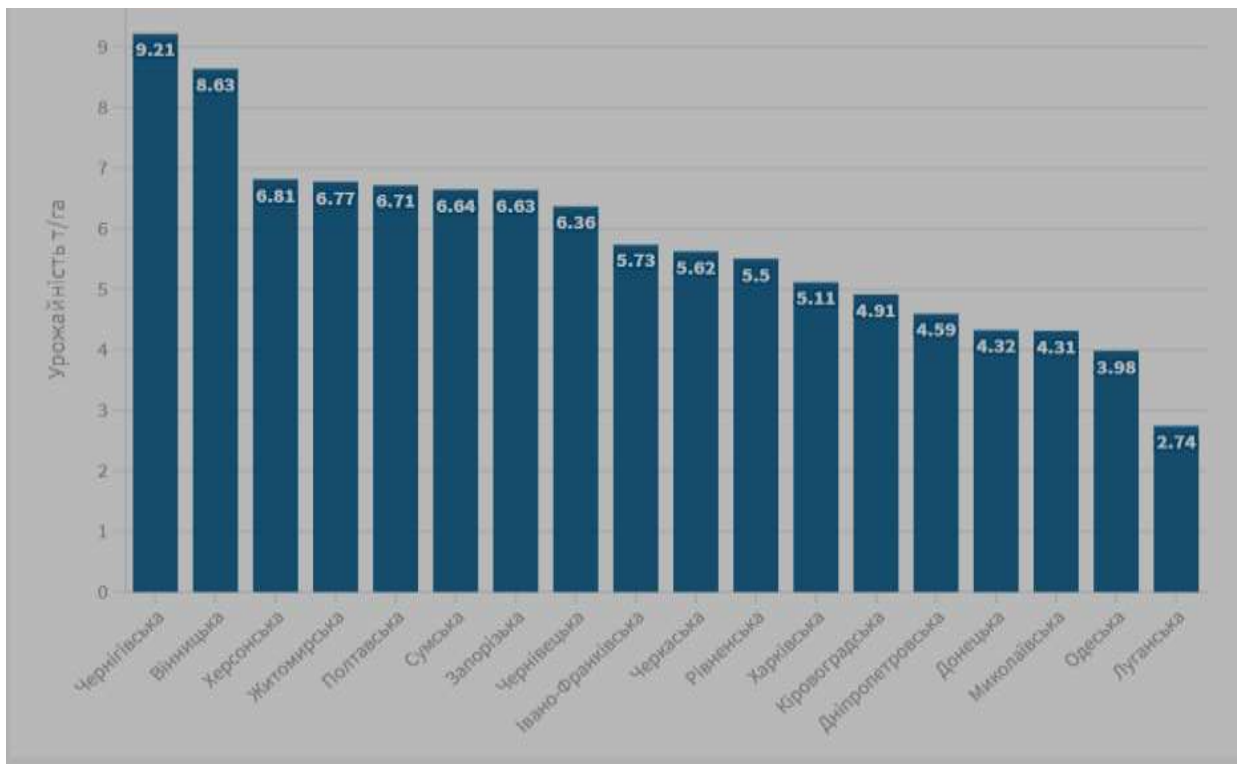
Переробка кукурудзи – це потужний бізнесресурс України, який тільки вона розпочинає освоюватися, і економічні перспективи цього напряму важко не дооцінити [53].

Потрібно відмітити, що кукурудзі належить головна роль як стабілізатора ситуації у виконанні Державної національної цільової програми

«Зерно України – 2016-2020». Це підтверджено результатами наукових спостережень та передовий практичний досвід, а саме – на основі прогнозованої урожайності на рівні 5,0 т/га та за рахунок збільшення посівних площ кукурудзи до 4,0-4,5 млн. га гарантовано підняти її виробництво до рівня 23-25 млн. т [20, 49].

Динамічним чинник, що обумовлює рівень зростання ефективності вирощування кукурудзи, є урожайність, що показує не лише рівень технологічності, а й гарантує економічну доцільність та інтенсифікацію виробництва [47, 52].

В Україні станом на 30 вересня 2021 р. було зібрано 1,87 млн. т кукурудзи з площі 358,8 тис. га (7% до прогнозу), з середньою врожайністю – 5,22 т/га (рис. 1.1) [49].



**Рис. 1.1. Урожайність кукурудзи у розрізі областей України [49]**

Лідруючі позиції серед областей України станом на звітну дату за врожайністю кукурудзи, є Чернігівщина – 9,21 т/га, наступна Вінниччина – 8,63 т/га, потім аграрії Херсонщини – 6,81 т/га [54].

## 1.2. Підбір асортименту кукурудзи відповідно до регіону

Висівати кукурудзу на території України можна майже всюду, але варто не забувати про кілька природно-кліматичних зон, що суттєво відрізняються, і тому потрібно підбирати гібриди, які зможуть рости в даних умовах. Потрібно відмітити те, що навіть в умовах одного масиву поля можуть відрізнятися між собою за родючістю, чергуванням культур, забезпеченістю вологою та інше. Слід вирощувати різні гібриди, відмінними по ФАО, різновидністю, реакцією на дію добрив, стійкістю до збудників хвороб та загущення [42].

Зони вирощування кукурудзи можна поділити з рекомендованими гібридами та зазначеним ФАО (рис. 1.2) [9].

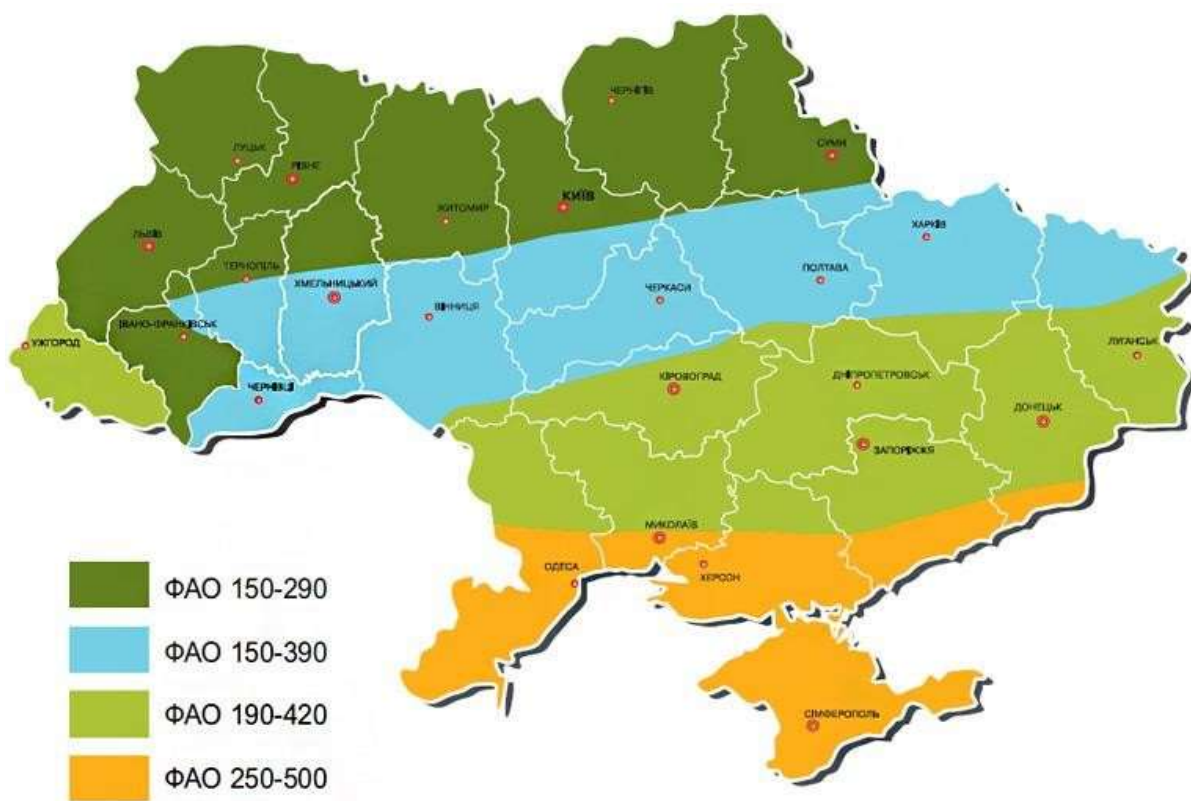


Рис. 1.2. Зональність поширення кукурудзи за групами стиглості [9]

Останнім часом поява весняних посух через зміни клімату вимагають нових підходів у підборі оадаптивних гібридів за показниками ФАО [38].

На час сівби за умов недостатнього забезпечення вологою слід

звернути увагу на гібриди, які ефективно витрачають вологу та мають здатність формувати потужну глибокопроникаючу кореневу систему. В зріджених посівах гібриди утворюють по два господарсько-придатні початки, а еректоїдний тип листя збільшує продуктивність фотосинтезу на ранніх стадіях вегетації. Це дає можливість для ефективного росту кореневої системи, листково-стеблової маси та створити потужну базу для формування початку. Через генетичні особливості, завдяки поліпшеному механізму терморегуляції рослин, створюють умови з кращий мікрокліматом агроценозів, що гарантує зменшення ризиків стресових станів в критичні періоди розвитку рослин та зниження врожаю [24].

Важливою умовою одержання дружних сходів кукурудзи є сівба у ґрунт з запасами весняної вологи в ранні строки. Сівба холодостійких гібридів можна здійснювати на 10-15 діб раніше від оптимальних строків за температури ґрунту 6-8 °С. Це дасть можливість мати сходи на 5-7 днів раніше, ніж у нехолодостійких гібридів кукурудзи, особливо в роки з пониженими температурами. Відповідно, появляється змога подовжити тривалість фотосинтезу, що додатково сприятиме накопиченню продуктівасиміляції [11]. Одержання ранніх сходів та інтенсивніший розвиток рослин у холодостійких гібридів дає змогу збільшити врожайності зерна та силосної маси. Особливо, коли на другу частину вегетації припадають посушливі умови. Для забезпечення високих урожаїв кукурудзи потрібно вибрати кілька гібридів, різних за скоростиглістю, типом зерна, густотою стояння, відкликом на добрива, стійкістю до ураження збудниками хвороб [48].

Потрібно відзначити, що навіть у зонах, де можна застосовувати генотипи з високим ФАО, для сівби пропонується гібриди з різними строками дозрівання. Це знизить ризики втрати валового врожаю, спричинені впливом несприятливих погодних умов, і надають можливість проводити сівбу і збирання кукурудзи в оптимальні строки [15].

Високоякісне насіння є умовою стійкості рослин до абіотичних несприятливих чинників та однією з важливих завдань виробника, що спричиняє підвищення попиту на гібриди кукурудзи з комплексом такихцінних

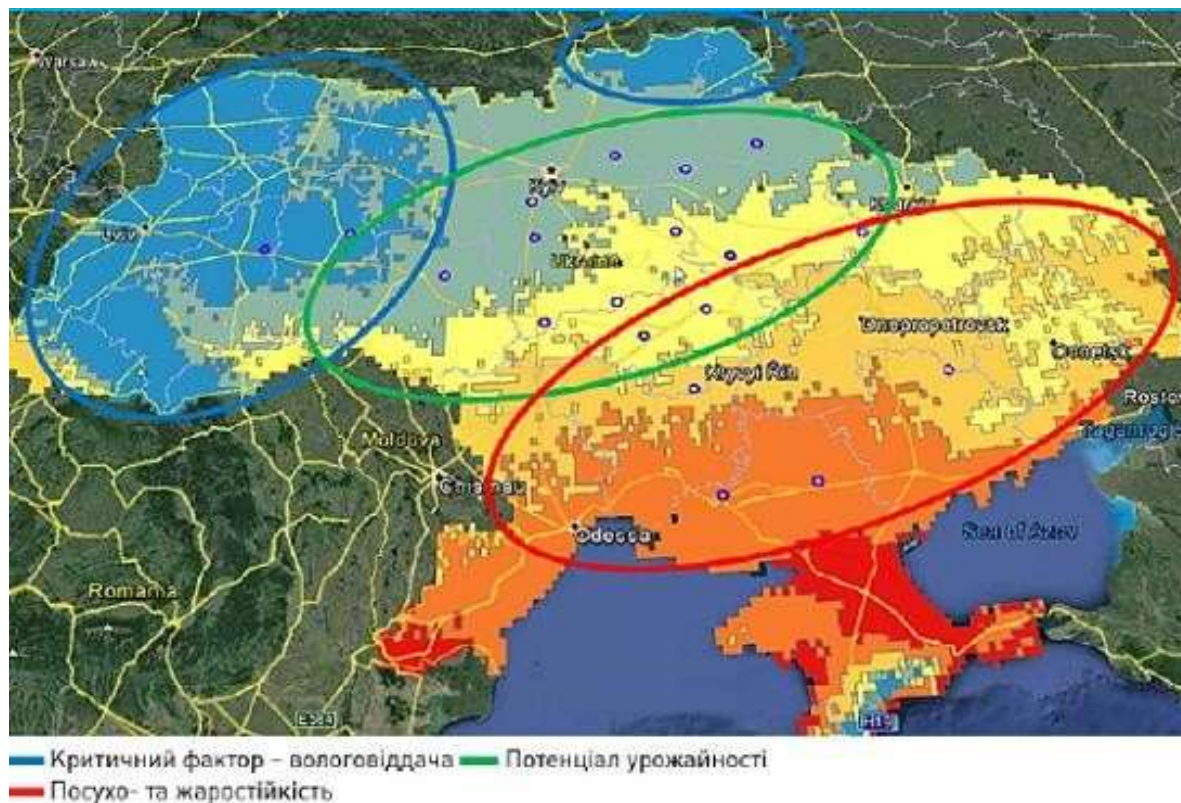
ознак, як урожайність, стабільність, якість [24].

### **1.3. Особливості гібридів кукурудзи та вплив абіотичних факторів**

Сучасні гібриди кукурудзи мають високий потенціал продуктивності, що забезпечить суттєві прибутки від вирощування цієї культури. Зростання площ даної культури в нашій державі та інтенсифікація технологій вирощування спонукає товаровиробників кукурудзяного поясу підбирати гібриди, що здатні забезпечувати врожайність зерна в базових параметрах на рівні 15 т/га і більше. Сьогодні у господарствах з середнім рівнем забезпечення технологій урожайність зерна кукурудзи перевищує 10-15 т/га, що відповідає рівню світових зборів. Валове виробництво зерна кукурудзи з розвитком таких господарств створює умови для зростання темпів інтенсифікації технології що забезпечить валові збори 35-36 млн. т найближчому майбутньому.

Досвід вирощування кукурудзи за останні вісімдесят років, показує значну кількість якісних змін в біології та технології культури. В першочергу це зміна складу техніки, що задіяна в процесі вирощування. Таким чином створення та застосування новітнього технічне устаткування забезпечило зростання рівня врожайності на 50-65%. Також, використання аграріями досягнень селекціонерів, які впроваджено в сучасних гібридах кукурудзи, що в свою чергу додає прибавку додатково біля 20-30% рівня урожайності.

Впливові помилки трапляються при вирощуванні кукурудзи на етапі визначення групи стиглості гібридів, особливо для фермерів-новачків. Умовно є розподіл на три основних ґрунтовокліматичних регіони України: Полісся, Лісостеп і Степ. В кожному вирощують кукурудзу, але сподівання на величину врожаю різні. Так, поліські фермери очікують високого врожаю при здатності початками швидко віддавати вологу із зерна, оскільки додатково є доробка зерна дороговартісна.



**Рис. 1.3. Районування кукурудзяного поясу за ризиками**

Для черкащанини – потенціальна урожайність гарантується агрономічно цінними ознаками, а саме вологовіддача, посухостійкість та толерантність до вилягання. Для богарних умов у Степу насамперед має бути посухо і жаростійкі гібриди, що забезпечить рівень врожайності в межах 5 т/га.

Зниження урожайності, зазвичай, спостерігається через дві ключові причини: недостатня кількість вологи для реалізації потенціалу гібриду та матеріальне забезпечення господарства не здатне забезпечити оптимальні обробіток ґрунту та формування агрофітоценозу в цілому.

Кукурудза – це культура, що дуже чутлива до точності сівби. В посіві рослини мають бути на однаковій відстані між собою та розміщуватись на однакову глибину в ґрунті, що забезпечує дріжність та рівномірність сходів.

На фото бачимо характерну відмінність між початками гібридів ДКС 3511 (верхнє) та ДКС 4590 (нижнє), насіння яких оброблено інсектицидно-фунгіцидним проєруйником злівого боку фото та лише фунгіцидом справа.

Не слід забувати про залежність між енергією росту і глибиною загортання насіння, як чинника дружності сходів.



**Фото 3.** Качани з рядка масивів кукурудзи з різною рівномірністю розташування рослин (зверху – рівномірно, 11,1 т/га; знизу – нерівномірно, 8,9 т/га). Ресурс науково-навчального центру «Монсанто» в штаті Небраска, США (Гетеборг)

Тому для виробництва рекомендується дотримуватись наступних правил, а саме: спочатку висівати холодостійкі гібриди; в партії насіння розпочинати сівбу з дрібнішого насіння; крупне насіння можна висівати на легких ґрунтах з більшивши глибину заробки; за наявності зубовидних і кременистих форм посівну кампанію починати з кременистих; за наявності насіння з низькою енергією висівати їх в першу чергу.

Значні втрати врожаю спостерігаються за умов нерівномірного розміщення рослин в агроценозі, через просіви, двійники, пошкоджені проростки, або відставанням рослин у рості.

#### **1.4. Напря́м підвищення насінневої продуктивності гібридів кукурудзи**

Потенційна продуктивність рослин, як правило, тісно пов'язана із тривалістю вегетаційного періоду, чим він коротший, тим нижча врожайність сорту чи гібрида.

Природно-кліматичні умови по регіонах України різняться за ґрунтом, кількістю опадів, температурою повітря, безморозним періодом та ін. Щоб отримати максимальний економічний ефект при виробництві зерна необхідно створювати гібриди кукурудзи різних груп стиглості, які пристосовані для конкретної природно-кліматичної зони.

Глобальне потепління клімату посилює проблеми сільськогосподарського виробництва у зв'язку зі зменшенням суми опадів влітку та збільшенням кількості днів з температурою повітря понад 30 °С [28, 29].

Тому велика роль в стабілізації виробництва сільськогосподарської продукції належить, у першу чергу, стрестолерантним культурам – сорго, сафлору, кукурудзі та ін. Кукурудза найкраще розвивається в діапазоні температур від 25 до 30 °С. В умовах дефіциту вологи оптимальною температурою повітря вважають нижче 27 °С, а за повного вологозабезпечення – 35–38 °С [30]. За наявності посухи і температури вище 32 °С її коренева система втрачає здатність до нормального водопостачання в клітині для збереження тургору і рослини в'януть. Відомо, що підвищення температури на 1°С понад оптимальну призводить до зниження маси зернівки на 3 % [31, 32]. Взагалі кукурудза посухостійка культура. Для формування однієї одиниці сухої речовини вона потребує 349 одиниць води, тоді як для пшениці необхідно – 545, а вівса – 583. Конкуренцію їй може скласти тільки зернове сорго із коефіцієнтом транспірації – 305 [33]. Але кукурудза селекційно більш досконала культура, на яку тільки в США щорічно витрачається 3 мільярди доларів [34], тому рівень врожайності, навіть у стресових умовах, та вологість зерна при збиранні, мають кращі значення порівняно із зерновим сорго.

Посуха є одним з основних факторів, який обмежує подальше розширення виробництва кукурудзи в Україні. Вона виникає за тривалої відсутності дощів і супроводжується високою температурою та сонячною інсоляцією. Частіше відмічається атмосферна посуха, яка характеризується низькою відносною вологістю повітря (18-20 % та нижче), до неї може додатись, ще й ґрунтова посуха в зв'язку з нестачею доступної для рослин вологи у ґрунті. За інтенсивністю виділяють слабку, середню, сильну і



надзвичайно сильну посуху, які відрізняються, залежно від сезону, обезводненням і перегрівом. У більшості випадків значної шкоди посуха завдає на початку наливу зерна [30]. Коли ж вона має місце в період інтенсивного росту рослин, то, в основному, призводить до зменшення прояву морфологічних ознак [35]. Якщо ж посуха посилюється поступово, рослини встигають пристосуватися до умов, що склалися (уповільнюється ріст, зменшується випаровування води, тощо). При цьому посухостійкі форми можуть сформувати задовільний врожай, якщо посушлива погода змінюється сприятливою. Більш небезпечною є комбінована посуха, коли нестача вологи у ґрунті супроводжується дією сухого жаркого повітря. За сильної або тривалої посухи відбуваються глибокі зміни в тканинах рослин, різко порушується функціонування систем життєдіяльності, що веде до загибелі рослин [36, 37]. Сила впливу підвищеної температури (однієї зі складових посухи) на врожай кукурудзи також залежить від інтенсивності та тривалості її дії [21, 38].

Стійкість різних генотипів до посухи визначається зміною врожайності зерна на яку опосередковано чи прямо впливають різні морфологічні і біологічні ознаки [31, 39, 40]. Тому при оцінці і доборі посухостійких форм необхідно враховувати комплекс ознак. Наявність значного розриву між потенційною продуктивністю і реальним урожаєм зерна у виробництві зумовлює необхідність інтенсифікації подальшого розвитку теорії та практики селекції на адаптивність, що неминуче передбачає інтеграцію з фізіологічними, біохімічними та генетичними дослідженнями [7, 41].

Посухостійкість – складний інтегральний показник, який контролюється не лише за рахунок комплексного впливу різних ознак рослин, а й цілісною системою організму, що по-різному реагує на дефіцит вологи і складається з кількох рівнів [38, 40].

Популяційний рівень стійкості залежить від функціональної організації агроценозу [42, 43], а онтогенетичний – формується з етапів розвитку рослини і зумовлюється стресовими умовами, які проявляються в цей період [44-47]. Критичними періодами розвитку кукурудзи вважають два тижні до її цвітіння та три тижні після нього, що часто співпадає з періодами посухи. Проте різні

генотипи уникають стресів за рахунок різночасового проходження фаз розвитку, що проявляється в неоднотиповому коливанні врожайності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. В онтогенетичному розвитку загартування рослин до посухи здійснюється поступово, внаслідок чого послаблюється її негативна дія [7, 48].

Рівень стійкості рослини до посухи визначається також морфологічною будовою рослини. Посуха негативно впливає на елементи структури врожаю (кількість качанів на рослині, розмір качана, вихід зерна з качана), висоту рослин, довжину міжвузлів, біометрію листя, тощо. Відомо, що форми з незначною висотою рослин і компактною архітектонікою стійкіші до негативної дії стресу [49]. На стабільність врожаю більше впливає маса 1000 зерен, кількість качанів і зерен у ряду [49, 50].

Ідентифікацію генотипів за параметрами посухостійкості доцільно проводити за результатами випробувань в екологічному градієнті, сформованому за допомогою різних агротехнічних заходів і пунктів з різними умовами вирощування, зокрема, з наявністю екстремальних зон, де щороку спостерігається посуха [49, 51]. Також досить надійним фоном є багаторічні випробування, адже контрастність умов за роками настільки велика, що у більшості випадків її вплив на врожайність значніший, ніж зональних кліматичних відмінностей [52, 53]. Як правило, за допомогою цих методів повніше розкривається морфологічний і онтогенетичний рівень стійкості генотипів.

При доборі та оцінці гібридів кукурудзи за ознакою “псухостійкість” досить надійним інструментом є створення екоградієнта густоти рослин [50, 53]. Реакція генотипів на загушення посівів на незрошуваних землях помітно змінюється за роками і залежить від генотипу гібрида [52]. У цих умовах формується особливий агрофітоценоз, у якому змінюються екологічні зв'язки індивідів та конкурентоздатність складових ценозу кукурудзяного поля, що призводить до зміни габітусу рослин, морфологічних та господарських ознак [49]. У такому випробуванні проявляється популяційний рівень стійкості.

При селекції гібридів кукурудзи для посушливих умов взаємодія генотип  $\times$  густина, генотип  $\times$  рік, генотип  $\times$  строк висіву слугує надійною оцінкою селекційних зразків та вказує напрямком використання вихідного матеріалу, опосередковано ідентифікує посухостійкі зразки та додатково визначає майбутні елементи сортової агротехніки [49, 53]. Однак сформований відповідним чином градієнт агрофонів не завжди дає адекватний відгук генотипу. Зокрема, відомо, що стійкі до загущення лінії мають характерний габітус рослин: еректоїдне розташування листя, міцне стійке стебло, середній за величиною качан, вузький лист тощо [5, 17, 28]. Рослини такого типу характеризуються низькою індивідуальною продуктивністю, але високою функціональною організацією агроценозу. Для максимального прояву індивідуальної продуктивності першочергового значення набуває величина качана, кількість качанів з однієї рослини, маса 1000 зерен, вихід зерна з одного качана [24]. Досить часто посухостійкі генотипи не витримують загущення і знижують урожайність зерна, тоді, як за нормальної густоти, вони можуть сформувати досить високий урожай без зрошення, водночас гідно конкуруючи із гібридами, які здатні витримувати значну щільність посіву. Виходячи з цього, П. П. Літун пропонує розглядати продуктивність як складну кількісну ознаку в системі модуля продуктивності ознак, сформованого із двох компонентів – кількості зерен на качані і маси 1000 зерен [5, 19, 26].

Таким чином, при селекції можна орієнтуватися на два варіанти типу рослин кукурудзи, стійких до посухи. Рослини першого типу здатні витримувати стресові умови літнього періоду вегетації при загущенні, другого – у посівах з нормальною густиною рослин. Генотипи, стійкі до загущення, традиційно відносять до більш сучасних, прогресивних форм, тому що за сприятливих умов у посівах з підвищеною густиною їх врожайність матиме більш позитивний вектор збільшення, ніж у агроценозі з оптимальною густиною рослин. Генотипи другого типу найчастіше представлені екстенсивними формами, які краще проявляють себе в екстремальних умовах, це, як правило, зразки з повільною вологовіддачею зерна при дозріванні. Ідеально ілюструють такий тип відомі гібриди: Подільський 274 СВ,

Чемеровецький 260 СВ, Розівський 311 СВ, П'ятихатський 270 СВ. Для зони Степу обидва варіанти реакції на посуху важливі при надзвичайно мінливих умовах вирощування гібридів кукурудзи з метою стабілізації виробництва зерна в господарствах.

Селекція кукурудзи на скоростиглість має багатовекторні спрямовання і залежить від умов вирощування гібридів та включає систему ознак, однією з яких є холодостійкість. Ефективність використання весняної вологи рослинами кукурудзи в Степу значно залежить від строків сівби, зміщення яких на більш ранній час (на 5-10 діб) спостерігається у виробництві останні 15 років [3, 24]. Тенденції в зміщенні сівби на більш ранні строки вимагають від гібридів кукурудзи здатності до протидії тривалим весняним похолоданням. Підвищення попиту на скоростиглі гібриди також пов'язано із розширенням площ посівів кукурудзи в зонах Лісостепу та Полісся, які у 2014 р. збільшились, відповідно, в 5 та 10 разів порівняно з 2005 р. [17], що, в свою чергу, зумовлює необхідність значного розширення асортименту холодостійких форм.

Негативний вплив холоду на кукурудзу частіш за все проявляється на початку її вегетації, коли низькі температури ґрунту призводять до зрідженості посівів, а низькі температури повітря – до сповільнення і навіть припинення процесів індивідуального розвитку рослин [5, 36]. Похолодання восени зумовлює затримку визрівання зерна і насіння та підвищення їхньої вологості, що погіршує кормові і посівні якості [31].

Одним із основних методів створення холодостійких гібридів кукурудзи є схрещування ранньостиглих кременистих форм з середньоранніми зубовидними, які є екологічно віддаленими між собою і генетично неспорідненими [8, 27]. З використанням цього методу в сімдесяті роки ХХ століття було отримано ряд ранньостиглих і середньоранніх холодостійких гібридів з нейтральною фотоперіодичною реакцією і серед них – Дніпровський 247МВ та Буковинський 3ТВ, які були широко впроваджені в різних ґрунтово-кліматичних умовах на мільйонах гектарів [7, 13]. У генотипах цих гібридів, на той час, найбільш успішно і повно поєднувались три важливі ознаки – висока врожайність зерна і силосної маси, холодостійкість та ранньостиглість.

Дослідженнями встановлена можливість поєднання ранньостиглості з високою холодостійкістю шляхом схрещування між собою кременистих батьківських форм [4, 15]. Синтезовані таким чином гібриди краще переносять понижені температури ґрунту і повітря та характеризуються прискореним початковим ростом [7]. У той же час, кременисті гібриди менш продуктивні за врожайністю зерна і силосної маси порівняно з іншими біотипами [9, 10]. Менш холодостійкі ранньостиглі зубовидні гібриди мають високий потенціал врожайності [40, 51]. В Поліссі та в північній частині Лісостепу України такі гібриди можуть зайняти провідне місце у виробництві зерна та силосу при умові підвищення їх холодостійкості до рівня кременистих форм [2, 14].

Основним методом оцінки холодостійкості генотипів кукурудзи є польовий – за сівби насіння у більш ранні за оптимальні строки [1, 8]. При цьому за якісний показник холодостійкості використовують відсоток польової схожості насіння через певний період після появи сходів, або індекс польової схожості. Даний метод є доволі ефективним для визначення стійкості генотипів до понижених температур у період проростання насіння. За недостатньо високих температур повітря в таких посівах проводять і об'єктивну оцінку стартового росту.

Широкого застосування в селекційній практиці набув також лабораторний метод «холодного» пророщування насіння (Gold-test), який з успіхом використовують для оцінки генотипів і добору холодостійкого вихідного матеріалу [33, 49]. В основу методу покладено здатність насіння кукурудзи проростати за порогових температур 6-8 °С. Діагностику і ідентифікацію холодостійкості генотипів здійснюють за довжиною зародкового корінця під час визначення енергії проростання і за схожістю насіння [50].

У збільшенні валових зборів товарної продукції кукурудзи все значніше стає роль інноваційних методів селекції, які сприяють створенню і впровадженню у виробництво нових, досконаліх гібридів, що є економічно ефективніше порівняно з інтенсифікацією технології її вирощування [1]. Доведено, що у формуванні продуктивності кукурудзи частка впливу генотипу гібрида становить 50 %, агротехнічних прийомів – 30 %, і кліматичних умов –

20 % [30]. При цьому генетичний потенціал сучасних гібридів зріс завдяки селекції більш ніж у 1,5 рази, порівняно з гібридами, які вирощувались у сімдесяті роки минулого століття [2, 8].

На сучасному етапі селекційні установи пропонують аграріям нові гібриди, які здатні забезпечувати максимальну врожайність на високому агрофоні [2, 33]. За реальних умов сьогодення, коли сільгоспвиробник працює в умовах далеких від оптимальних, при недостатній забезпеченості добривами, біостимуляторами, засобами захисту, а жорсткі негативні прояви погоди дедалі частішають, має місце – недобір продукції, який постійно зростає [53]. При цьому генетичний потенціал сучасних гібридів в умовах недостатнього зволоження реалізується в кращому випадку лише на 28–30 % [15, 26, 31]. До того ж, річні коливання врожаю одного і того ж гібрида можуть бути дво- і трикратними у зонах достатнього вологозабезпечення і п'яти-шестикратними – в посушливих регіонах [49, 52].

Для того щоб ефективно протистояти всьому комплексу несприятливих чинників середовища гібрид повинен мати достатньо високу адаптивність до конкретних кліматичних умов та характеризуватись стабільністю у реалізації врожайного потенціалу [53]. Вважається, що гібрид з середньою, але стабільною врожайністю має більшу економічну цінність, ніж гібрид з потенційно високою врожайністю, яка значно змінюється [49]. Для одержання високих та стабільних урожаїв зерна кукурудзи у кожному господарстві необхідно вирощувати спектр гібридів, які мають різноманітний тип реакції на мінливі умови середовища, в тому числі, інтенсивного типу – для вирощування при достатньому зволоженні; гомеостатичні – адаптовані до посушливих умов; середньопластичні – які характеризуються широким адаптивним потенціалом і забезпечують відносно високі урожаї за нестабільних погодних факторів [50].

При виборі кращих гібридів перед селекціонером постає дуже складне завдання щодо правильної оцінки їх потенціалу в різних ґрунтово-кліматичних умовах [9]. Зокрема, для умов степової зони України гібриди повинні бути максимально стресовитривалими і, у той же час, формувати високу врожайність при сприятливих умовах [38]. Тому існує два підходи до вибору оптимального

типу гібридів: добір середньопластичних, з високою екологічною стабільністю для вирощування при нестійких погодних умов за роками, та високоінтенсивних, здатних максимально ефективно використовувати запаси вологи, елементи живлення і формувати максимальні врожаї за сприятливих умов, і, у першу чергу, при зрошенні [49, 53].

Отже, подальше пристосування та адаптація гібридів кукурудзи до несприятливих континентальних умов України, з огляду на постійні зміни клімату та збільшення потреб у фуражному та продовольчому зерні, повинно базуватись на глибокій оцінці адаптивних характеристик нових гібридів, оснований на детальному аналізі їх норми реакції на зміни умов вирощування та стійкості до стресових погодних факторів. Необхідне широке впровадження у виробництво стресостійких та високопластичних гібридів кукурудзи, адаптованих до різних конкретних кліматичних умов України.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

З метою встановлення особливостей формування урожайності кукурудзи в умовах ТОВ «НВФ «Урожай» МХП с. Рижанівка Звенигородського району Черкаської області; залежності між щільністю рослин на площі, їх забезпеченістю елементами живлення та біологією гібриду, нами впродовж 2022-2023 рр. були проведені польові дослідження. Польові досліді проводили на чорноземах типових у селі ТОВ «НВФ «Урожай» МХП с. Рижанівка Звенигородського району Черкаської області.

#### 2.1 Ґрунтові, кліматичні та погодні умови проведення досліджень

Дослідження за темою магістерської роботи виконано в 2022-2023 рр. ТОВ «НВФ «Урожай» МХП с. Рижанівка Звенигородського району Черкаської області.

Описана територія має помірно-континентальний клімат з недостатньою кількістю опадів. Проте, ґрунтово-кліматичні умови на цій території сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур. Дослідження проводяться на території, де є достатня кількість опадів (ГТК – 1-2) і відзначається теплим, помірно вологим кліматом.

Середня річна температура повітря на цій території коливається в межах 6,8-7,6 градусів Цельсія. Річні опади становлять в середньому 560 мм, але є значні коливання з року в рік, від 270 до 730 мм. Розподіл опадів протягом року нерівномірний, що може впливати на сільськогосподарські урожаї та вирощування рослин.

Ці умови можуть вимагати від сільськогосподарських виробників використання систем штучного зрошення або інших методів поливу для забезпечення водопостачання рослин. Також можуть бути важливі заходи для водоосвоєння та управління вологою, щоб оптимізувати умови для вирощування сільськогосподарських культур на цій території.



Описані кліматичні умови вказують на деякі важливі аспекти для вирощування кукурудзи та інших сільськогосподарських культур:

1. Волога в ґрунті: Для кукурудзи важливий доступ до достатньої кількості води в ґрунті під час сівби та росту рослини. Недостатня волога може ускладнювати сівбу та призводити до нерівномірного росту рослин. Тому важливо враховувати вологу в ґрунті та, за необхідності, використовувати системи зрошення.
2. Розподіл опадів: Описана територія має нерівномірний розподіл опадів протягом року, зі значними коливаннями в річних показниках. Найбільше опадів припадає на літні місяці. Це може бути важливим фактором для планування сівби та росту культур.
3. Зимовий клімат: Зима на цій території зазвичай є м'якою, але може бути хмарною та з частими відлигами. Температурні коливання від позитивних до від'ємних показників можуть призводити до утворення льодових покривів, що може впливати на зимівання озимих культур.
4. Перезимовування озимих культур: Описані відлиги можуть впливати на умови перезимовування озимих культур. Важливо бути готовим до можливих варіацій у зимових умовах та вживати заходи для забезпечення культур зимою.

Загалом, при вирощуванні кукурудзи та інших сільськогосподарських культур на цій території важливо ретельно планувати та враховувати кліматичні умови для оптимізації вирощування та досягнення максимального врожаю.

Літо помірно вологе тепле було в 2022 році. Весна і осінь затяжні, у середньому переважають весни з достатніми (160-180 мм) запасами продуктивної вологи. Середні дати останніх весняних та початку перших осінніх приморозків припадають відповідно на 18-28 березня та 27-31 жовтня. Відхилення від середніх дат початку перших осінніх приморозків іноді сягає 10-20 днів.

Середня багаторічна температура найтеплішого місяця, липня, дорівнює  $+19,4^{\circ}\text{C}$ , а найхолоднішого, січня,  $-5,6^{\circ}\text{C}$ . Абсолютна максимальна

температура може досягати  $36-39^{\circ}\text{C}$  влітку; абсолютна мінімальна до мінус  $36^{\circ}\text{C}$  взимку. Тривалість періоду з температурою повітря вище  $0^{\circ}\text{C}$ , складає 250 днів, з температурою вище  $+5^{\circ}\text{C}$  – в середньому 210-215 днів. Із температурою вище  $+10^{\circ}\text{C}$  – 150-189 днів, а з температурою понад  $15^{\circ}\text{C}$  – 115 днів.

Середня багаторічна сума активних температур з ( $>5^{\circ}\text{C}$ ) складає  $2912^{\circ}\text{C}$ , ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) –  $2605^{\circ}\text{C}$  за вегетаційний сезон.

З огляду на надані кліматичні дані, здається, що ця зона лісостепу має сприятливий клімат для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Ось деякі ключові аспекти: Середньорічне значення фітосинтетично активної радіації (ФАР) складає  $1560 \text{ МДж/м}^2$ , що вказує на достатній тепловий ресурс для вирощування сільськогосподарських культур. Це сприяє формуванню високого врожаю. Весняний період характеризується середньомісячною температурою повітря близько  $8^{\circ}\text{C}$ , що сприяє розвитку рослин в цей період. Літні місяці відзначаються відносно теплою погодою, з середньодобовою температурою повітря від  $18,0$  до  $19,4^{\circ}\text{C}$ . Ці умови ідеально підходять для росту багатьох сільськогосподарських культур. Міжсезонний період між кінцем літа та початком осені також сприятливий для росту рослин і має тривалість близько 20-30 днів, що дозволяє продовжити вегетаційний період. Осінь на цій території переважно тепла і має незначну кількість опадів. Середня температура повітря в жовтні і листопаді також підходить для росту багатьох культур. Тривалість безморозного періоду дорівнює 182 дні з коливаннями по роках, що також створює сприятливі умови для росту рослин.

Загалом, на цій території кліматичні умови сприяють вирощуванню різних сільськогосподарських культур, і ретельне планування та врахування цих умов може призвести до високих врожаїв.

У цьому районі характерні літні дощі та грози, які найчастіше спостерігаються у травні-червні. Іноді ці дощі супроводжуються градом. У середньому протягом року зафіксовано два дні з градом, які найчастіше відзначаються в червні та липні. Під час теплового періоду практично щороку є

дні з великими та середньою інтенсивністю атмосферних посух.

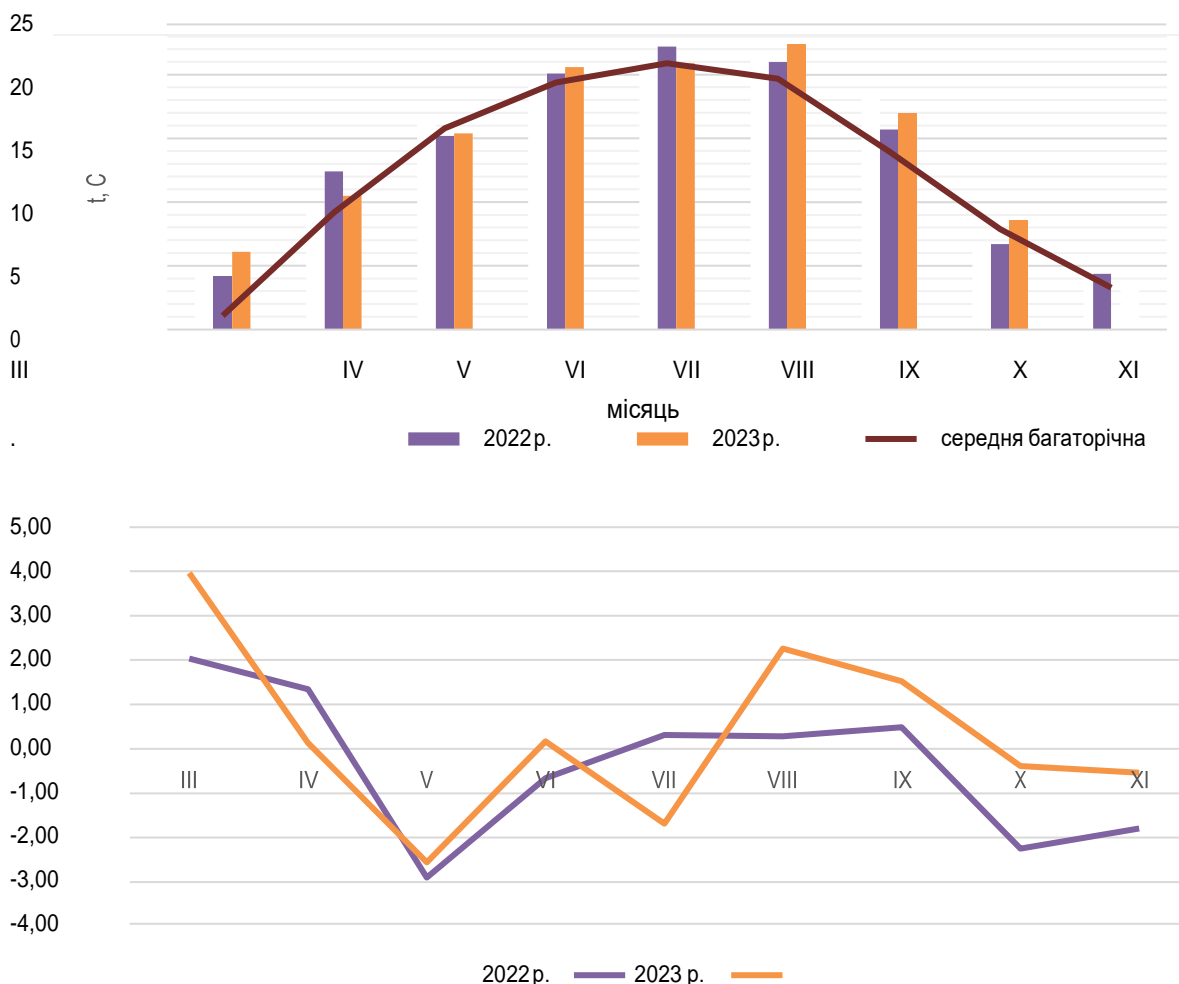
Перехід середньодобової температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  на цій території відбувається між 06 і 21 березня. Початок вегетаційного періоду, коли середньодобова температура повітря перетинає  $5^{\circ}\text{C}$ , припадає на період між 15 і 20 березня. Завершення вегетації восени зазвичай відзначається наприкінці третьої декади жовтня.

Погодні умови в різні роки досліджень значно варіювалися і відрізнялися від довготривалих даних, отриманих на Черкаській метеорологічній станції, що знаходиться в цьому регіоні проведення польових дослідів.

Кількість опадів в 2023 році за період квітень – серпень була значно нижчою, порівняно з багаторічними даними. Лише в березні випало 60 мм опадів (181%), що сприяло накопиченню вологи в передпосівний період. За сумою опадів 2022 рік наближався до типових умов, проте в липні, серпні та особливо у вересні випало критично мало опадів, що зумовило зниження диференціації генеративних органів та врожайності.

Середньодобові температури повітря, впродовж всіх років проведення дослідження, були значно вищими, порівняно з багаторічними даними. Лише в листопаді 2022 року температура була дещо нижчою, порівняно з багаторічними даними.

Розрахунки коефіцієнтів суттєвості відхилень середніх добових температур від багаторічних та їх аналіз дозволили встановити, що з 24 місяців (2022-2023 рр.) лише температурні умови 9 місяців (25%) належать до категорії «Умови, близькі до звичайних»; 7 місяців (19%) – «Умови, що сильно відрізняються від звичайних»; 10 місяців (56%) – «Умови, наближені до рідкісних». Таким чином, впродовж 17 місяців (75%) температурний режим неабияк відрізнявся від багаторічних показників середніх добових температур, зі значним їх перевищенням в період активної вегетації рослин.



**Рис. 2.1. Середня температура повітря за вегетаційний період, °C та коефіцієнти суттєвості відхилення**

Тільки в жовтні 2022 року відзначався падінням температури нижче середніх значень, які фіксувалися протягом багатьох років.

Завдяки суттєвому збільшенню середньої добової температури та недостатній кількості вологи в 2022 та 2023 роках утворилися умови, які не дозволили гібридам кукурудзи реалізувати свій генетичний потенціал на високому рівні.

## 2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження виконував в ТОВ «НВФ «Урожай» МХП с. Рижанівка Звенигородського району Черкаської області в 2022-2023 рр. Для досягнення поставленої мети закладався двофакторний польовий дослід (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема дослідю

| Гібрид    | Група стиглості       | Густота стояння рослин | Норма добрив, кг/га д.р.                           |
|-----------|-----------------------|------------------------|--|
| ДН Зоряна | Середньо ранній (СР)  | 70 тис. шт./га         | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>    |
| ДН Нур    | Середньо ранній (СР)  | 80 тис. шт./га         | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>    |
| ДН ВЕЛД   | Середньо стиглий (СС) |                        | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> |
|           |                       |                        | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> |

Примітки: <sup>1</sup> ПВ – позначення варіанта; <sup>2</sup>

ГСГ – група стиглості гібрида;

СР – середньоранній;

СС – середньостиглий

#### Характеристика гібридів:

##### ДН Нур

Гомеостатичного типу

Прискорена вологовіддача зерном.

Простий модифікований ранньостиглий гібрид (ФАО 170).

Занесений до Реєстру сортів України у 2019 р., Казахстану – 2020 р.

Напрямок використання – зерно.

Рослина висотою 220-230 см, не кущиться, висота прикріплення качана 70-80 см.

Качан довжиною до 20-22 см, кількість рядів зерен 14-16, стрижень білий.

Зерно жовте, кременисто-зубоподібне. Маса 1000 зерен 250-260 г.

Гібрид гомеостатичного типу, проте добре реагує на покращання умов вирощування, стійкий до вилягання і враження головними хворобами та шкідниками. За генетичною моделлю ДН Нур близький до гібриду ДН Паланок, але має кращу стійкість до посухи і сажкових захворювань та відрізняється кращим насінництвом. За багаторічними даними випробування показав вищу врожайність зерна порівняно зі стандартом гібридом ДН Пивиха на 0,2-0,3 т/га, при нищій вологості зерна при збиранні на 2,5%. Урожайність

зерна в конкурсному випробуванні ДУ ІЗК НААН у 2018 р. склала 6,35 т/га, а у 2019 р. - 9,18 т/га. В екологічному випробуванні в 12 пунктах України середня врожайність була на рівні 7,1 т/га при збиральній вологості зерна 14,5%. Стійкість до посухи 8,0 балів, спеки – 8 балів, вилягання - 9 балів, пухирчастої та летючої сажки - 9 балів. Вихід зерна при обмолоті близько 80,6 %.

Зона вирощування: Лісостеп. Рекомендована передзбиральна густина рослин в зоні Лісостепу 80-90 тис. шт./га.

Особливості насінництва . Насіння першого покоління на ділянках гібридизації вирощують на стерильній основі за схемою відновлення фертильності. Рекомендовані схеми посіву батьківських компонентів 6:2 і 4:2. За результатами 2017-2019 рр. врожайність жіночого компонента в середньому склала 4,05 т/га, а збиральна вологість зерна – 13,1%.

### *ДН Зоряна*

Гібрид гомеостатичного типу

Добре реагує на покращання умов вирощування

Характеризується прискореною вологовіддачею

Простий модифікований середньоранній гібрид (ФАО 210).

Занесений до Реєстру сортів з 2015 р.

Напрямок використання – зерно, силос.

Рослина висотою 240-250 см. Висота прикріплення качана 100-110 см.

Качан довжиною 20-22 см, кількість рядів зерен 14-16, стрижень червоного кольору.

Зерно жовто-помаранчеве, кременисто-зубоподібне. Маса 1000 зерен 250-260 г.

Гібрид гомеостатичного типу, проте добре реагує на покращання умов вирощування, характеризується прискореною вологовіддачею.

Зона вирощування – Лісостеп, Степ, Полісся.

Рекомендована передзбиральна густина рослин в зоні Степу 55-60 тис./га, Полісся 90 тис./га.

Врожайність зерна складає в зоні Степу 6,5,0-9,0 т/га, зоні Полісся 8,5-11,0 т/га.

Особливості насінництва . Насіння першого покоління на ділянках гібридизації вирощують на стерильній основі за схемою відновлення фертильності. Рекомендовані схеми посіву батьківських компонентів 6:2 і 4:2. В окремі роки можливий розрив в цвітінні батьківських компонентів на 3-4 доби, тому для покращення повноти запліднення пропонується посів чоловічого компоненту в два строки: одночасно та з затримкою на 6-7 діб. Врожайність материнського компонента в середньому складає 4,01 т/га, а збиральна вологість зерна – 18,1%.

### *ДН ВЕЛД*

Універсального використання

Висока стабільна врожайність зерна і силосу

Простий модифікований середньостиглий гібрид (ФАО 340).

Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2020 р.

Напрямок використання – зерно, силос.

Рослина висотою 250-260 см, добре облиствлена, стійка до вилягання і ламкості стебла. Висота прикріплення нижнього качана 80-90 см.

Качан довжиною 24-25 см, кількість рядів зерен 16-18, у ряду 43-45 зерен, стрижень червоний. Вихід зерна 80,4%.

Зерно жовто-помаранчеве, зубоподібне. Маса 1000 зерен близько 290-300 г.

Гібрид ДН Велд за генетичною формулою близький до гібридів Моніка 350 МВ (ФАО 350), ДН Джулія (ФАО 340), Запорізький 333 МВ (ФАО 330), проте характеризується значно кращою врожайністю зерна та її стабільністю за роками, добре реагує на покращення умов вирощування. Вирішена проблема насінництва у синхронізації цвітіння батьківських компонентів. Гібрид ремонтантний, основними хворобами майже не уражується.

Зона вирощування – Степ. Рекомендована передзбиральна густина рослин в Степу 45-50 тис./га, на зрошенні 60-65 тис./га.

Потенційна врожайність зерна 17,5 т/га, силосу 61,5 т/га, який характеризується високою якістю. Максимальна врожайність зерна отримана на зрошенні у 2018 р. в Інституті зрошувального землеробства (м. Херсон) 16,6 т/га при збиральній вологості зерна 12,5%.

Особливості насінництва. Насіння першого покоління на ділянках гібридизації вирощують на стерильній основі за схемою повного відновлення. Батьківські компоненти висіваються одночасно, рекомендована схема посіву 6:2, 4:2.

Агротехніка вирощування кукурудзи. Сільськогосподарські технології, що використовуються для кукурудзи в зоні Лісостепу, є загальноприйнятими за винятком певних аспектів технології, які були об'єктом дослідження. Підготовку ґрунту включає в себе використання осінньої оранки зяблевою плугою ПЛН-5-35, весняного закриття вологи за допомогою АБ-12 та передпосівної культивуації з використанням АП-6. Сівбу кукурудзи виконували у період з 20 по 28 квітня в залежності від умов року. Розмір дослідницької ділянки становив 50 м<sup>2</sup> з чотириразовим повторенням. Ділянки були систематично розміщені. Мінеральні добрива вносили у вигляді нітроамофоски (16:16:16) під час передпосівного обробітку ґрунту та аміачної селітри (34,4%), яку вносили одночасно з посівом. Для боротьби з бур'янами застосовували гербіцид МайсТер, який внесли одноразово за нормою 0,15 кг/га у фазу розвитку кукурудзи з п'ятьма листками, використовуючи обприскувач ОП-2000. Попереднім культурою перед кукурудзою була озима пшениця. Збір врожаю виконували в два етапи, спочатку проводячи пряме комбайнування, а потім збираючи проби рослин для підрахунку біологічної врожайності кукурудзи та аналізу структури врожаю.

При виконанні дослідження використовували методики, рекомендовані для лабораторних та польових досліджень.

Для аналізу погодних даних використовувався коефіцієнт суттєвості, який дозволяв визначити відмінності показників поточного року порівняно з багаторічними даними. Цей коефіцієнт обчислювався за наступною формулою:

$$K_c = \frac{(X_i - X)^-}{\sigma}, \text{ де}$$



$K_c$  - коефіцієнт суттєвості відхилень;

$X_i$  - елементи поточної погоди;

$\bar{X}$  - показник середньої багаторічної величини;

$\sigma$  - середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:  $K_c < |1|$  – умови близькі до звичайних;

$K_c = |1 \div 2|$  – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних;  $K_c > |2|$  – умови, наближені до рідкісних.

«Насіння сільськогосподарських культур: Сортові та посівні якості» [32] та ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур: Методи визначення якості» (2003) [34].

Відбір пробних зразків та визначення структури врожаю проводили за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2000).

Оцінку екологічної пластичності та стабільності проводили згідно методики S. A. Eberhart, W. A. Russel.

Визначення врожайності основної та побічної продукції проводили методом суцільного обліку прямим комбайнуванням поділяночно, з подальшим перерахунком бункерної маси зерна на урожайність, враховуючи засміченість та вологість [31, 81].

Якість зерна – протеїн, клейковина, зола, жир визначали з використанням методу інфрачервоної спектрометрії на аналізаторі NIR Scanner 4250 з комп'ютерним забезпеченням ADI DM 3114. Показники фізичної якості зерна визначали згідно ДСТУ 4138-2002 [31, 33].

Економічну вигідність технологій вирощування кукурудзи розраховували відповідно до технологічних карт вирощування та Методичних вказівок з оцінки економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними методами, які були розроблені у 2007 році. Енергетичну ефективність технологій визначали за методикою В. Базалій, О. Ю. Лавриненко, М. О. Іванів, С. В. Коковіхін.

Варіаційно-статистичне оброблення даних здійснювали за методами кореляційного і дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення «MS Office 2010» та «Statistica 6» [27].

Отже, аналіз метеорологічних умов вегетаційних сезонів показує, що відбуваються зміни в температурному режимі та кількості опадів як восени, так і весною та літом під час вегетації рослин. Спостерігається зростання температури повітря восени, порівняно з довгостроковими середніми значеннями, і це впливає на тривалість осінньої вегетації.

Протягом років досліджень, слід зауважити, що опади розподілялися нерівномірно, інколи було перевищення опадів у певні місяці, тоді як в інших відзначалася їхня відсутність.

Погодні умови в роки досліджень характеризувалися нестачею вологи на початкових стадіях розвитку рослин кукурудзи, що дозволило ідентифікувати гібриди, які були стійкими до стресу, пов'язаного з дефіцитом вологи та високими температурами протягом вегетаційного періоду росту рослин.

## РОЗДІЛ 3

### ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА УДОБРЕННЯ

#### 3.1. Ріст та розвиток рослин кукурудзи

Здатність організму захищатися від негативних впливів довкілля є властивістю всіх живих організмів, і ця здатність розвивалася та вдосконалювалася протягом процесу еволюції.

Надійність організму включає в себе ефективність його систем захисту та стійкість до негативних впливів довкілля або стресорів.

Стратегія адаптивної інтенсифікації сільського господарства ґрунтується на використанні адаптивного потенціалу агрофітоценозу. Вона передбачає комплексний підхід до підвищення адаптивності, використання селекції та регулювання адаптивних реакцій, оптимізацію умов середовища, та створення високопродуктивних і екологічно стійких агрофітоценозів. Сорт рослин вважається стійким, якщо він залишається продуктивним при дії різних факторів довкілля. Проте, підвищення потенційної врожайності сортів та агрофітоценозів не є єдиним методом інтенсифікації сільського господарства. Важливим показником ефективності є стабільний ріст середньої врожайності протягом тривалого періоду.

Швидкість росту та розвитку рослин є одним із важливих факторів, що впливає на продуктивність окремих рослин і в цілому на врожай в посіві. Висота рослин є генетичним показником, проте вона змінюється в межах, залежно від доступності рослин до живильних елементів, вологи, тепла та інших факторів. Висота рослин у фазі восьми листків коливалася від 41,0 до 64,2 см (див. таблицю 3.1). Наші дослідження вказують на те, що інтенсивність лінійного росту рослин залежить від добрив, і у всіх гібридів спостерігається позитивна реакція рослин.

**Таблиця 3.1**

Висота рослин кукурудзи, 8 листків, см, середнє за 2022-2023 рр.

| Гібрид    | Норма добрив, кг/га д.р.                        |      |   |      |  |      |  |      |
|-----------|---|------|---|------|--|------|--|------|
|           | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> |      | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> |      | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> |      | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> |      |
|           | Густота рослин, тис. шт./га                     |      |   |      |  |      |  |      |
|           | 70  | 80   | 70  | 80   | 70   | 80   | 70   | 80   |
| ДН Зоряна | 42,5  | 43,1 | 43,9  | 44,2 | 47,0   | 51,3 | 52,0   | 58,0 |
| ДН Нур    | 44,2  | 47,0 | 44,9  | 49,6 | 45,8   | 50,3 | 46,2   | 53,6 |
| ДН ВЕЛД   | 48,4  | 50,0 | 49,9  | 52,6 | 51,2   | 53,5 | 52,0   | 59,5 |

За збільшення кількості рослин в культурі, висота рослин усіх гібридів також збільшувалася. Навіть на цій стадії росту і розвитку рослин вже спостерігалася конкуренція за сонячну радіацію. Агроценоз, що формується в результаті асиміляційної діяльності рослин, їх росту та розвитку, водночас значно впливає на умови та параметри рослин.

### **3.2 Площа листкової поверхні рослини кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення**

Результати аналізу розмірів листків у гібридів кукурудзи показали значну варіабельність у розмірах, яка залежала від конкретного гібриду, норми добрив та густоти стояння рослин (див. Таблицю 3.2).

Наприклад, для гібрида "ДН Зоряна" спостерігається тенденція зменшення лінійних розмірів листків, їх площі та загальної площі листкової поверхні на рослину зі збільшенням густини посіву (80 тис. рослин/га). Однак, при збільшенні кількості рослин на гектарі, загальна площа листкової поверхні в посівах була більшою, ніж в тих, де густота стояння рослин складала 70 тис. рослин.

У гібридів іншої групи, які мають інший морфотип рослин, розмір і розміщення листків характеризувалися іншими особливостями формування листкової поверхні.

Таблиця 3.2

Площа поверхні листка та сумарна площа листкової поверхні рослин  
кукурудзи, см<sup>2</sup>/ рослину, фаза 8 листків, середнє за 2022-2023 рр.

| Номер листка          | Норма добрив, кг/га д.р.                        |       |   |       |  |       |  |       |
|-----------------------|---|-------|---|-------|--|-------|--|-------|
|                       | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> |       | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> |       | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> |       | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> |       |
|                       | Густота рослин, тис. шт./га                     |       |   |       |  |       |  |       |
|                       | 70  | 80    | 70  | 80    | 70   | 80    | 70   | 80    |
| <b>ДН Зоряна (СР)</b> |   |       |   |       |  |       |  |       |
| 1                     | 4,18  | 4,16  | 4,63  | 4,28  | 6,35   | 4,50  | 7,14   | 5,50  |
| 2                     | 11,7  | 11,2  | 13,2  | 11,3  | 14,4   | 12,6  | 14,9   | 13,7  |
| 3                     | 18,6  | 17,7  | 19,8  | 22,2  | 20,2   | 22,3  | 21,0   | 24,3  |
| 4                     | 36,7  | 31,2  | 39,0  | 35,8  | 39,1   | 36,2  | 43,1   | 36,2  |
| 5                     | 63,1  | 57,7  | 63,0  | 60,3  | 64,9   | 61,8  | 69,1   | 62,4  |
| 6                     | 125,4   | 120,3 | 130,9   | 125,2 | 131,7  | 129,5 | 140,6  | 135,5 |
| 7                     | 169,4   | 167,9 | 170,4   | 170,4 | 198,1  | 191,4 | 207,9  | 194,4 |
| 8                     | 184,4   | 178,2 | 214,5   | 231,9 | 222,8  | 226,8 | 228,8  | 214,5 |
| Сума                  | 613,6   | 588,4 | 663,5   | 661,4 | 697,5  | 685,1 | 732,4  | 686,4 |
| <b>ДН Нур (СР)</b>    |   |       |   |       |  |       |  |       |
| 1                     | 4,61  | 4,05  | 4,96  | 4,18  | 5,31   | 4,70  | 5,76   | 5,06  |
| 2                     | 10,9  | 12,2  | 10,9  | 12,6  | 12,2   | 12,4  | 12,5   | 12,5  |
| 3                     | 18,6  | 16,7  | 19,7  | 19,1  | 20,3   | 19,7  | 21,7   | 20,4  |
| 4                     | 32,4  | 28,5  | 34,8  | 35,2  | 37,8   | 36,6  | 38,5   | 36,3  |
| 5                     | 66,2  | 50,8  | 69,2  | 57,7  | 72,5   | 58,2  | 73,7   | 73,1  |
| 6                     | 103,7   | 102   | 139,4   | 118,8 | 144,5  | 132,5 | 145,3  | 144,9 |
| 7                     | 138,5   | 141,8 | 189,1   | 187,7 | 201,8  | 194,8 | 202,4  | 198,3 |
| 8                     | 192,8   | 191,1 | 218,2   | 214,7 | 220,6  | 216   | 228,8  | 231,9 |
| Сума                  | 567,2   | 547,1 | 685,8   | 649,9 | 712,8  | 674,8 | 728,5  | 722,5 |
| <b>ДН Велд (СС)</b>   |   |       |   |       |  |       |  |       |
| 1                     | 5,40  | 4,95  | 6,52  | 6,19  | 6,70   | 6,60  | 6,91   | 6,83  |
| 2                     | 10,7  | 10,8  | 11,9  | 11,2  | 13,4   | 13,5  | 15,9   | 13,8  |
| 3                     | 23,3  | 15,6  | 25,9  | 24,4  | 26,5   | 25,3  | 29,3   | 25,8  |
| 4                     | 37,8  | 35,8  | 39,6  | 42,3  | 45,5   | 45,4  | 47,4   | 47,9  |
| 5                     | 64,8  | 67,8  | 70,2  | 73,7  | 86,7   | 83,4  | 91,2   | 85,2  |
| 6                     | 149   | 149   | 156,0   | 158,0 | 164  | 163,1 | 179  | 168,0 |
| 7                     | 203,3   | 207,8 | 213,5   | 211,4 | 223,9  | 217,5 | 229,5  | 221,7 |
| 8                     | 211,6   | 210,6 | 235,6   | 214,2 | 241,8  | 229,5 | 255,2  | 253,2 |
| Сума                  | 706,4   | 702,3 | 758,9   | 741,0 | 811,6  | 784,3 | 854,8  | 822,2 |

Завдяки еректоїдному (висхідному) розташуванню листків – під певним кутом до стебла, навіть при високій щільності посадки рослин не відзначалося скорочення лінійних розмірів листків та їхньої площі. Цей механізм сприяв збільшенню площі листкової поверхні посіву.

**Таблиця 3.3**

Площа листової поверхні посіву кукурудзи у фазі 8 листків,  
тис.м<sup>2</sup>/га, середнє за 2022-2023 рр.

| Гібрид    | Норма добрив, кг/га д.р.                        |      |   |      |  |      |  |      |
|-----------|---|------|---|------|--|------|--|------|
|           | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> |      | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> |      | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> |      | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> |      |
|           | Густота рослин, тис. шт./га                     |      |   |      |  |      |  |      |
|           | 70  | 80   | 70  | 80   | 70   | 80   | 70   | 80   |
| ДН Зоряна | 3,68  | 5,30 | 3,98  | 5,95 | 4,18   | 6,17 | 4,39   | 6,18 |
| ДН Нур    | 3,40  | 4,92 | 4,11  | 5,85 | 4,28   | 6,25 | 4,55   | 6,50 |
| ДН ВЕЛД   | 4,24  | 6,32 | 4,55  | 6,67 | 4,85   | 7,06 | 5,13   | 7,40 |

На стадії росту викидання колосів, посіви різних гібридів відзначалися значними відмінностями у площі листової поверхні. Ці різниці були обумовлені вмістом добрив, густотою розташування рослин та морфологією самих рослин. Проте, варіація у площі листової поверхні між посівами з різною густотою розташування рослин була незначною при внесенні N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>, як показано у таблиці 3.4.

**Таблиця 3.4**

Площа листової поверхні посіву кукурудзи у фазі викидання волоті,  
тис. м<sup>2</sup>/га, волоті, середнє за 2022-2023 рр.

| Гібрид    | Норма добрив, кг/га д.р.                        |      |   |      |  |      |  |      |
|-----------|---|------|---|------|--|------|--|------|
|           | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> |      | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> |      | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> |      | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> |      |
|           | Густота рослин, тис. т./га                      |      |   |      |  |      |  |      |
|           | 70  | 80   | 70  | 80   | 70   | 80   | 70   | 80   |
| ДН Зоряна | 44,2  | 58,3 | 51,8  | 65,5 | 58,6   | 67,8 | 61,5   | 67,8 |
| ДН Нур    | 40,8  | 54,2 | 53,5  | 64,3 | 59,9   | 66,8 | 61,2   | 71,5 |
| ДН ВЕЛД   | 50,9  | 69,5 | 59,2  | 73,4 | 67,9   | 77,6 | 71,8   | 81,4 |

Подальше зростання врожайності кукурудзи можливе переважно лише завдяки наростанню фотосинтетичного потенціалу посіву.

### 3.5. Структура врожаю кукурудзи

Основними складовими структури врожаю кукурудзи є наступні фактори: кількість рослин на одиницю площі; кількість качанів на кожній рослині; кількість зерен у кожному качані; маса 1000 насінин, а відповідно, маса зерна, яке врожається з кожного качана.

Зростання врожайності гібридів кукурудзи має тісну залежність від густоти посадки, тобто кількості рослин на одиницю площі (коефіцієнт кореляції  $r =$  ).

Протягом років проведення досліджень кількість зерен в одному качані гібридів кукурудзи варіювалася від 680 зерен (як виявлено в 2022 році для гібрида "Сенсор" при внесенні  $N_{150}P_{135}K_{135}$  та густині посадки 70 тис. рослин на гектар) до 636 зерен (загалом у дворічному середньому значенні, як вказано в Таблиці 3.5).

**Таблиця 3.5**

Кількість зерен в початку, шт.

| Гібрид               | Норма добрив, кг/га д.р. |     |                        |     |                           |     |                           |     |
|----------------------|--------------------------|-----|------------------------|-----|---------------------------|-----|---------------------------|-----|
|                      | $N_{60} P_{45} K_{45}$   |     | $N_{90} P_{60} K_{60}$ |     | $N_{120} P_{105} K_{105}$ |     | $N_{150} P_{135} K_{135}$ |     |
|                      | 70                       | 80  | 70                     | 80  | 70                        | 80  | 70                        | 80  |
| <b>2022 рік</b>      |                          |     |                        |     |                           |     |                           |     |
| ДН Зоряна            | 598                      | 546 | 617                    | 550 | 625                       | 569 | 634                       | 579 |
| ДН Нур               | 570                      | 538 | 598                    | 544 | 604                       | 578 | 623                       | 582 |
| ДН ВЕЛД              | 584                      | 542 | 608                    | 548 | 628                       | 582 | 638                       | 596 |
| <b>2023 рік</b>      |                          |     |                        |     |                           |     |                           |     |
| ДН Зоряна            | 501                      | 440 | 504                    | 459 | 540                       | 492 | 546                       | 506 |
| ДН Нур               | 468                      | 435 | 480                    | 457 | 527                       | 495 | 521                       | 504 |
| ДН ВЕЛД              | 480                      | 439 | 543                    | 451 | 561                       | 449 | 579                       | 531 |
| <b>2022-2023 рр.</b> |                          |     |                        |     |                           |     |                           |     |
| ДН Зоряна            | 550                      | 493 | 561                    | 505 | 583                       | 531 | 590                       | 543 |
| ДН Нур               | 519                      | 486 | 539                    | 501 | 566                       | 537 | 572                       | 543 |
| ДН ВЕЛД              | 532                      | 491 | 576                    | 500 | 595                       | 516 | 609                       | 564 |

Кількість зерен в качані суттєво впливалася погодніми умовами під час цвітіння, зокрема високими температурами. Наприклад, у 2023 році, коли максимальна температура повітря перевищувала 40 градусів, спостерігалася

значна кількість качанів з великою череззерницею. Це призвело до зменшення кількості зерен у качанах в порівнянні з 2022 роком.

Порушення процесу запліднення та розвитку зернівок не залежало лише від температур повітря, а також від недостатку вологи та необхідних харчових речовин і асимілятів, які рослина накопичує. Такі умови можуть виникати при високій густоті посадки рослин, що погіршує дію стресових факторів і призводить до череззерниці (спостерігається в середній частині качана) або до нерозвиненої верхньої частини качана. Ми виявили, що навіть у межах одного і того ж гібрида спостерігається різниця в залежності від різних рівнів добрив та густоти посадки рослин.

Існує сильна позитивна кореляція між кількістю зерен на початку росту та врожайністю гібридів кукурудзи при внесенні  $N_{120}P_{105}K_{105}$  (коефіцієнт кореляції  $r = 0,86 - 0,88$ ).

Маса зерна на початку росту коливається від 91,4 до 148 грамів і залежить від кількості зерен на початку росту та маси 1000 насінин, яка може бути контрольована за допомогою різних рівнів добрив, густоти посадки рослин і генетичних особливостей гібридів (див. Таблицю 3.6).

**Таблиця 3.6**

Маса зерна, грамів/початок

| Гібрид               | Норма добрив, кг/га д.р. |       |                        |      |                           |       |                           |       |
|----------------------|--------------------------|-------|------------------------|------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
|                      | $N_{60} P_{45} K_{45}$   |       | $N_{90} P_{60} K_{60}$ |      | $N_{120} P_{105} K_{105}$ |       | $N_{150} P_{135} K_{135}$ |       |
|                      | 70                       | 80    | 70                     | 80   | 70                        | 80    | 70                        | 80    |
| <b>2022 рік</b>      |                          |       |                        |      |                           |       |                           |       |
| ДН Зоряна            | 119                      | 106   | 123                    | 106  | 145                       | 103   | 131                       | 105   |
| ДН Нур               | 118                      | 119   | 125                    | 109  | 134                       | 106   | 131                       | 104   |
| ДН ВЕЛД              | 111                      | 99,8  | 134                    | 119  | 152                       | 122   | 151                       | 126   |
| <b>2023 рік</b>      |                          |       |                        |      |                           |       |                           |       |
| ДН Зоряна            | 87,8                     | 70,4  | 100,5                  | 76,4 | 109                       | 88,3  | 117                       | 86,6  |
| ДН Нур               | 94,3                     | 87,5  | 99,6                   | 90,2 | 102                       | 87,7  | 122                       | 85,0  |
| ДН ВЕЛД              | 85,3                     | 72,6  | 94,3                   | 77,3 | 99,3                      | 90,2  | 114                       | 93,7  |
| <b>2022-2023 рр.</b> |                          |       |                        |      |                           |       |                           |       |
| ДН Зоряна            | 103,4                    | 88,2  | 111,8                  | 91,2 | 127                       | 95,7  | 124                       | 95,8  |
| ДН Нур               | 106,2                    | 103,3 | 112,3                  | 99,6 | 118                       | 96,9  | 127                       | 94,5  |
| ДН ВЕЛД              | 98,2                     | 86,2  | 114,2                  | 98,2 | 125,7                     | 106,1 | 132,5                     | 109,9 |



Відмічена тенденція щодо вищої маси зерна в одному початку середньоранніх гібридів порівняно з ранньостиглим гібридом. Відзначена тенденція показала, що середньоранні гібриди мали вищу масу зерна на одному початку порівняно з ранньостиглим гібридом. Максимальна маса зерна з початку була виявлена у 2022 році, коли становила від 119 до 145 грамів за 70 тисяч рослин на гектарі та від 103 до 106 грамів за 80 тисяч рослин на гектарі. У всі роки досліджень та за різних рівнів живлення, маса зерна на одному початку була нижчою на посівах з густотою 80 тисяч рослин на гектар. Урожайність зростала лише завдяки кількості зібраних початків з одного гектару. В середньому за роки проведення досліджень найбільша маса зерна накопичувалась у початках гібриду ДН Велд. Маса зерна збільшувалася при внесенні підвищених норм добрив. Проте була виявлена особлива реакція гібридів на підвищення норм добрив. Ранньостиглі гібриди збільшували масу зерна до внесення  $N_{120}P_{105}K_{105}$ , в той час як середньоранні гібриди продовжували накопичувати суху речовину зернівок і при внесенні  $N_{150}P_{135}K_{135}$ . Вегетаційний період середньоранніх гібридів виявився значно довшим, що сприяє більш ефективному синтезу сухої речовини.

Рівень врожайності в значній мірі залежить від інтенсивності фотосинтезу та розміру початку. Отже, головним завданням у селекції є створення гібридів з певними розмірами початків. Формування початку, кількості зерен та їх маси залежить від загальної маси рослини, включаючи її висоту і вегетативну масу. Наш аналіз підтверджує важливу залежність між вказаними факторами і формуванням цінної сільськогосподарської продукції.

### **3.6. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та системи удобрення**

У землеробських умовах Правобережного Лісостепу України врожайність гібридів кукурудзи залишалася стабільною на високому рівні впродовж усіх років досліджень. Варіювання в урожайності відбувалося під впливом технологічних факторів, а також вологообігу та біологічних

особливостей гібридів [36]. У роки проведення досліджень, в залежності від щільності посіву та норм добрив, врожайність гібридів коливалася.

В умовах сприятливої погоди в 2022 році гібриди реалізували свій потенціал і досягли високих врожайностей від 6,61 до 13,4 тонн на гектар, залежно від норм добрив та густоти стояння рослин.

Гібриди реагували по-різному на збільшену густоту посіву - кількість рослин на площі перед збиранням врожаю: 70 або 80 тисяч рослин на гектар і різні норми мінеральних добрив, шляхом формування кореневої системи різної морфології. Усі гібриди дали найкращий урожай при густоті посіву 80 тисяч рослин на гектар, в межах однакових норм добрив.

**Таблиця 3.7**

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм добрив та густоти стояння рослин, т/га

| Гібрид  | Норма добрив, кг/га д.р.                        |      |   |      |  |      |  |      |
|---|---|------|---|------|--|------|--|------|
|   | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> |      | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> |      | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> |      | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> |      |
|   | Густота рослин, тис. шт./га                     |      |   |      |  |      |  |      |
|   | 70  | 80   | 70  | 80   | 70   | 80   | 70   | 80   |
| <b>2022 рік</b>   |   |      |   |      |  |      |  |      |
| ДН Зоряна   | 7,14  | 9,52 | 7,35  | 9,57 | 8,72   | 9,30 | 7,86   | 9,44 |
| ДН Нур  | 7,09  | 10,7 | 7,49  | 9,83 | 8,03   | 9,61 | 7,88   | 9,32 |
| ДН ВЕЛД   | 6,73  | 9,29 | 6,97  | 10,7 | 8,09   | 9,97 | 11,5   | 10,6 |
| НІР <sub>0,95</sub> , т/га для чинників: А – 0,07; С – 0,04; В – 0,05               |   |      |   |      |  |      |  |      |
| <b>2023 рік</b>   |   |      |   |      |  |      |  |      |
| ДН Зоряна   | 5,28  | 6,45 | 5,86  | 7,04 | 6,12   | 7,74 | 7,23   | 7,46 |
| ДН Нур  | 5,86  | 7,99 | 5,99  | 8,24 | 6,24   | 8,46 | 7,44   | 8,45 |
| ДН ВЕЛД   | 5,24  | 6,92 | 5,67  | 7,23 | 6,28   | 7,68 | 7,44   | 8,01 |
| НІР <sub>0,95</sub> , т/га для чинників: А – 0,06; С – 0,03; В – 0,04               |   |      |   |      |  |      |  |      |
| <b>2022-2023 рр.</b>  |   |      |   |      |  |      |  |      |
| ДН Зоряна   | 6,21  | 7,99 | 6,61  | 8,31 | 7,42   | 8,52 | 7,55   | 8,45 |
| ДН Нур  | 6,48  | 9,35 | 6,74  | 9,04 | 7,14   | 9,04 | 7,66   | 8,89 |
| ДН ВЕЛД   | 5,99  | 8,11 | 6,32  | 8,97 | 7,19   | 8,83 | 9,47   | 9,31 |
| НІР <sub>0,95</sub> т/га для чинників: А – 0,04; С – 0,02; В – 0,03; Y (рік) – 0,02 |   |      |   |      |  |      |  |      |

Наші дослідження виявили специфічну реакцію гібридів на погодні умови та технологічні фактори, що впливають на їхню здатність формувати

врожайність.

Гібрид ДН Велд виявив найвищий рівень адаптивності, вирощуючи протягом 2022-2023 років найкращий врожай в межах 9,31-9,41 тонн на гектар, за однакових умов вирощування порівняно з іншими гібридами.

Реакція гібридів на різні норми добрив має специфічні особливості. При внесенні високих норм добрив у передпосівний обробіток ґрунту, коренева система головним чином формується у верхньому горизонті ґрунту, що створює ризики для забезпечення вологою та доступом до поживних речовин. У 2023 році, коли відзначився значний дефіцит вологи, більшість гібридів не змогли досягти рівня врожайності, який їм був властивий у 2022 році.

Реакція гібридів на норми добрив може бути розділена на декілька груп залежно від того, як вони реагують на збільшення норм добрив. При щільності посіву 70 тисяч рослин на гектар, гібрид ДН Велд реагують позитивно на збільшення норм добрив до  $N_{150}P_{135}K_{135}$ . Гібрид ДН Нур збільшує врожайність лише до норми  $N_{120}P_{105}K_{105}$ , і подальше збільшення норм добрив призводить до зниження врожайності. Наші дослідження вказують на те, що високопродуктивні гібриди можуть формувати більший рівень врожайності в умовах ущільнених посівів, за умови збільшення норм висіву та введення більших доз елементів живлення. В таких умовах розвивається коренева система, яка має менший діаметр, але більшу довжину скелетних коренів та коренців різного порядку. Важливо пам'ятати, що при оцінці внесення елементів живлення на врожайність, необхідно розглядати не лише площу ґрунту, де росте рослина, але й об'єм ґрунту, де розвивається коренева система, ідеально забезпечуючи доступ до живлення та вологою для рослини.

Технологічні чинники мають різний вплив на урожайність гібридів кукурудзи. Фактор "погодні умови" становить 33% впливу, "гібрид" - 11%, "густота стояння рослин" - 28%, і "норма добрив" - 15%.

### **3.7. Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи**

Для визначення гібридів з високою здатністю адаптуватися та

показувати стабільні врожаї, ми використовували методику Eberharta-Rassela, яка традиційно використовується в селекції. Врожайність гібридів варіювала значно як серед різних гібридів, так і в залежності від добрив, густоти стояння рослин та погодних умов у нашій досліджуваній зоні. При вирощуванні гібридів в конкретних регіонах і в залежності від використовуваних технологій вирощування, важливо враховувати дані щодо пластичності та стабільності гібридів в плані врожайності. Більшість гібридів мали пластичність, яка була близькою до 1, в той час як стабільність врожайності варіювала у широкому діапазоні (див. таблиці 3.8 і 3.9).

**Таблиця 3.8**

Пластичність та стабільність гібридів кукурудзи середньоранньої групи  
в умовах зони дослідження (середнє 2022-2023 рр.)

| Гібрид    | Норма добрив, кг/га д.р.                           | Густота стояння рослин, тис.шт./га |      |      |      |      |      |
|-----------|--|------------------------------------|------|------|------|------|------|
|           |  | 70                                 |      |      | 80   |      |      |
|           |  | Показник <sup>1</sup>              |      |      |      |      |      |
|           |  | У                                  | П    | С    | У    | П    | С    |
| ДН Зоряна | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>    | 5,83                               | 1,16 | 0,11 | 7,44 | 1,79 | 0,22 |
|           | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>    | 6,41                               | 0,91 | 0,17 | 7,83 | 1,55 | 0,23 |
|           | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> | 7,13                               | 1,40 | 0,38 | 8,33 | 1,00 | 0,28 |
|           | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> | 7,38                               | 0,62 | 0,24 | 8,23 | 1,17 | 0,29 |
| ДН Нур    | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>    | 6,20                               | 0,87 | 0,13 | 8,86 | 1,66 | 0,29 |
|           | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>    | 6,49                               | 0,96 | 0,14 | 8,73 | 1,12 | 0,33 |
|           | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> | 6,79                               | 1,15 | 0,17 | 8,66 | 1,01 | 0,38 |
|           | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> | 7,54                               | 0,52 | 0,20 | 8,47 | 0,93 | 0,55 |

*Примітка. У – урожайність, середнє за рр.; П – пластичність; С – стабільність*

Гібрид А демонстрував найвищий рівень адаптивності, показуючи найвищу врожайність впродовж 2022-2023 років, яка становила 8,83-8,89 тонн на гектар при однакових умовах вирощування порівняно з іншими гібридами (див. таблицю 3.9).

Проведений аналіз урожайності та розрахунки коефіцієнтів стабільності та пластичності дозволили ідентифікувати певні групи гібридів, які виявили позитивну реакцію на оптимальні погодні умови, внаслідок чого показали значне підвищення урожайності та коефіцієнта пластичності при густоті стояння рослин 80 тисяч/га. Наприклад, гібрид ДН Велд відзначався

коефіцієнтом пластичності від 1,44 до 2,01 за умови висіву  $N_{150}P_{135}K_{135}$ , вказуючи на його високий рівень пластичності при низьких нормах добрив та розвитку поверхневої кореневої системи.

**Таблиця 3.9**

Пластичність та стабільність гібридів кукурудзи середньостиглої групи в умовах зони дослідження (середнє 2022-2023 рр.)

| Гібрид  | Норма добрив, кг/га д.р. | Густота стояння рослин, тис.шт./га |      |      |      |      |      |
|---------|--------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|
|         |                          | 70                                 |      |      | 80   |      |      |
|         |                          | Показник <sup>1</sup>              |      |      |      |      |      |
|         |                          | У                                  | П    | С    | У    | П    | С    |
| ДН Велд | $N_{60}P_{45}K_{45}$     | 5,69                               | 0,96 | 0,10 | 7,69 | 1,44 | 0,20 |
|         | $N_{90}P_{60}K_{60}$     | 5,97                               | 0,95 | 0,18 | 8,35 | 2,01 | 0,23 |
|         | $N_{120}P_{105}K_{105}$  | 6,81                               | 1,18 | 0,20 | 8,40 | 1,45 | 0,23 |
|         | $N_{150}P_{135}K_{135}$  | 8,83                               | 2,26 | 0,38 | 8,89 | 1,57 | 0,31 |

Також було визначено, що більшість гібридів демонструють вищу пластичність за густоти стояння рослин 80 тисяч/га. Винятком був гібрид ДН Велд, який при густоті стояння 70 тисяч/га та внесенні  $N_{150}P_{135}K_{135}$  проявляв досить високий коефіцієнт пластичності, демонструючи ефективне використання елементів живлення.

Гібрид ДН Велд за густоти стояння 80 тисяч/га відзначався високою стабільністю та пластичністю, що свідчить про ефективність умов, що максимально наближені до оптимальних для цього гібрида.

Таким чином, високопродуктивні гібриди в здатність формувати більшу урожайність у щільних посівах, що розвиваються за використання більших норм сівби та додаткових доз елементів живлення. При цьому формується коренева система, менша за об'ємом, але з більшою довжиною скелетного коріння та корінців різного рівня, що сприяє ефективному живленню та вологозабезпеченню рослин.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Оцінка ефективності технологій вирощування кукурудзи включає аналіз з економічного та енергетичного погляду. Важливо зазначити, що технології вирощування кукурудзи характеризуються високими витратами, що обумовлює необхідність розробки адаптивних методів, спрямованих на максимальне використання біологічного потенціалу гібридів [48, 52].

#### 4.1. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи

Під час багаторічних досліджень з метою визначення ефективності комплексного застосування добрив та регулювання густоти стояння рослин у вирощуванні трьох різних гібридів кукурудзи, найкращі результати щодо прибутку були досягнуті внаслідок використання таких технологічних методів:

Аналізуючи вартість 1 тони насіння кукурудзи, важливо зазначити, що найвищі ціни були у гібридів ДН Зоряна та ДН Нур, коли застосовувалася максимальна доза мінеральних добрив ( $N_{60}P_{45}K_{45}$ ) разом із густотою стояння рослин на рівні 70 тисяч рослин на гектарі. У цих умовах вартість складала 1690 гривні за 1 тону кукурудзя для гібрида ДН Зоряна і 1620 гривень за 1 тону для гібрида ДН Нур.

Але при використанні технології з густотою стояння рослин на рівні 80 тисяч рослин на гектарі та внесенні мінеральних добрив у дозі  $N_{150}P_{135}K_{135}$ , собівартість 1 тони кукурудзи була нижчою. Вона становила, відповідно, 1429 гривні за 1 тону для гібрида ДН Зоряна і 1503 гривень за 1 тону для гібрида ДН Нур. Найнижча собівартість була в гібрида ДН Велд, і вона складала 1343 гривень за 1 тону для гібрида ДН Велд при вирощуванні за густотою стояння рослин на рівні 80 тисяч рослин на гектарі.

Таблиця 4.1.

Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи (середнє за 2022-2023 рр.)

| Гібрид                          | Норма добрив, кг/га д.р. |       |             |       |                |       |                |       |
|---------------------------------|--------------------------|-------|-------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|                                 | N60 P45 K45              |       | N90 P60 K60 |       | N120 P105 K105 |       | N150 P135 K135 |       |
|                                 | 70*                      | 80    | 70          | 80    | 70             | 80    | 70             | 80    |
| ДН Зоряна                       |                          |       |             |       |                |       |                |       |
| Урожайність, т/га               | 6,21                     | 7,99  | 6,61        | 8,31  | 7,42           | 8,52  | 7,55           | 8,45  |
| Всього витрат, грн              | 10500                    | 12000 | 10800       | 12300 | 11100          | 12600 | 11200          | 12700 |
| Вартість валової продукції, грн | 22356                    | 28764 | 23796       | 29916 | 26712          | 30672 | 27180          | 30420 |
| Собівартість, грн/т             | 1690                     | 1502  | 1634        | 1480  | 1496           | 1479  | 1483           | 1503  |
| Прибуток, грн/га                | 11856                    | 16764 | 12996       | 17616 | 15612          | 18072 | 15980          | 17720 |
| Рентабельність, %               | 113                      | 140   | 120         | 143   | 140            | 143   | 142            | 140   |
| ДН Нур                          |                          |       |             |       |                |       |                |       |
| Урожайність, т/га               | 6,48                     | 9,35  | 6,74        | 9,04  | 7,14           | 9,04  | 7,66           | 8,89  |
| Всього витрат, грн              | 10500                    | 12000 | 10800       | 12300 | 11100          | 12600 | 11200          | 12700 |
| Вартість валової продукції, грн | 23328                    | 33660 | 24264       | 32544 | 25704          | 32544 | 27576          | 32004 |
| Собівартість, грн/т             | 1620                     | 1283  | 1603        | 1361  | 1555           | 1394  | 1462           | 1429  |
| Прибуток, грн/га                | 12828                    | 21660 | 13464       | 20244 | 14604          | 19944 | 16376          | 19304 |
| Рентабельність, %               | 122                      | 181   | 125         | 165   | 132            | 158   | 146            | 152   |

Примітка \* – густина стояння рослин

Таблиця 4.2

Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи  
(середнє за 2022-2023 рр.)

| Гібрид                          | Норма добрив, кг/га д.р.                        |       |   |       |  |       |  |       |
|---------------------------------|---|-------|---|-------|--|-------|--|-------|
|                                 | N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> |       | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> |       | N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub> |       | N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> |       |
|                                 | 70*   | 80    | 70  | 80    | 70   | 80    | 70   | 80    |
| ДН Велд                         |   |       |   |       |  |       |  |       |
| Урожайність, т/га               | 5,99  | 8,11  | 6,32  | 8,97  | 7,19   | 8,83  | 9,47   | 9,31  |
| Всього витрат, грн              | 11500   | 11000 | 10000   | 11500 | 11500  | 12000 | 12000  | 12500 |
| Вартість валової продукції, грн | 21564   | 29196 | 22752   | 32292 | 25884  | 31788 | 34092  | 33516 |
| Собівартість, грн/т             | 1753  | 1356  | 1741  | 1282  | 1599   | 1359  | 1267   | 1343  |
| Прибуток, грн/га                | 11064   | 18196 | 11752   | 20792 | 14384  | 19788 | 22092  | 21016 |
| Рентабельність, %               | 105   | 165   | 107   | 181   | 125  | 165   | 184  | 168   |

Примітка \* – густина стояння рослин



При внесенні різних доз мінеральних добрив ( $N_{120}P_{105}K_{105}$ ,  $N_{90}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ) та вирощуванні гібридів кукурудзи з різною густиною стояння рослин (70 тисяч рослин/гектар і 80 тисяч рослин/гектар), спостерігалася зниження собівартості 1 тони насіння кукурудзи. Важливо зауважити, що найнижча собівартість була у гібрида ДН Нур при внесенні  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та густоті стояння рослин 80 тисяч рослин/гектар, і вона становила 1361 гривень за 1 тону.

Найвищий рівень рентабельності, який склав 184%, був отриманий під час вирощування гібрида ДН Велд з внесенням  $N_{150}P_{135}K_{135}$  і густиною стояння рослин 70 тисяч рослин/гектар. З іншого боку, вирощування гібрида ДН Зоряна з внесенням  $N_{90}P_{60}K_{60}$  і густиною стояння рослин 70 тисяч рослин/гектар мало найнижчу рентабельність, яка становила 120%.

На основі результатів досліджень можна зробити висновок, що в умовах дослідної зони вирощування гібрида ДН Велд при використанні  $N_{90}P_{60}K_{60}$  є ефективним з погляду економічної рентабельності.

## ВИСНОВКИ

В ході наших досліджень було виявлено особливості у формуванні урожайності та якості зерна різних гібридів кукурудзи різних морфотипів в залежності від густоти стояння рослин і норм добрив. Ми також розробили адаптивні технології вирощування цих гібридів в умовах нашої дослідної зони.

1. Загалом, погодні умови в нашій дослідній зоні сприяють формуванню продуктивності гібридів кукурудзи. Ми відзначили тенденцію до збільшення середньорічної температури і зменшення кількості опадів протягом вегетаційного періоду кукурудзи.

2. Зі збільшенням норм добрив і кількості рослин спостерігається зростання загальної площі листової поверхні. Площа листової поверхні в кукурудзи на стадії восьми листків коливається від 3,40 до 7,85 тисяч квадратних метрів на гектар. Проте на стадії появи качанів різні гібриди значно відрізняються за площею листової поверхні, яка становить від 40,8 до 86,4 тисяч квадратних метрів на гектар і залежить від норм добрив і густоти стояння рослин.

3. Ранньостиглі гібриди накопичують масу зерна до внесення  $N_{120}P_{105}K_{105}$ , тоді як середньостиглі гібриди продовжують накопичувати суху речовину зернівок після внесення  $N_{150}P_{135}K_{135}$ . Вегетаційний період середньостиглих гібридів виявився значно довшим, що сприяє більш ефективному синтезу сухої речовини.

4. Урожайність гібридів кукурудзи в середньому коливається від 8,52 до 9,47 тонн на гектар. Ця урожайність суттєво залежить від погодних умов, норм добрив та густоти стояння рослин. За значного збільшення середньодобової температури і недостатчі вологості урожайність гібридів може знизитися.

5. Вирощування гібридів кукурудзи в наших дослідницьких умовах є економічно вигідним. Ми досягли найвищого рівня рентабельності в 184% під час вирощування гібрида ДН Велд із внесенням  $N_{150}P_{135}K_{135}$

та густотою стояння рослин 70 тисяч на гектар. У той час як вирощування гібрида ДН Зоряна із внесенням  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та густотою стояння рослин 70 тисяч на гектар призвело до найнижчого показника рентабельності в 120%.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для стабілізації та подальшого збільшення виробництва кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України необхідно поєднувати досягнення селекції, вибираючи гібриди з покращеною архітектурою рослин і оптимальною комбінацією густоти стояння рослин та норм добрив.

Для досягнення врожайності кукурудзи на рівні 7,5-8,5 тонн на гектар, рекомендується висівати середньоранні гібриди, такі як ДН Зоряна і ДН Нур, при густоті стояння рослин 80 тисяч на гектар та внесенні мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{60}K_{60}$ .

Для стійкого отримання врожайності понад 10,0 тонн на гектар, рекомендовано вирощувати середньостиглі гібриди, зокрема гібрид ДН Велд, при густоті стояння рослин 80 тисяч на гектар і внесенні мінеральних добрив у діапазоні  $N_{120-150}P_{105-135}K_{105-135}$ . Норми добрив слід адаптувати до вологозабезпечення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Паламарчук В.Д., Колісник О.М Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та еколого безпечного розвитку сільських територій Вінниця: «Друк», 2022. 372 с.
2. Кирпа Н.Я., Скотарь С.А., Рослик А.А. Аэродинамическое сепарирование зерновых масс. *Хранение и переработка зерна*. 2014. №3 (180). С. 44-46.
3. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Вплив підживлення азотними добривами на елементи структури урожаю та продуктивність ячменю ярого Аграрні інновації. 2023. № 20 С. 56-61
4. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Способи сепарування насіння кукурудзи та його якість. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. № 15. С. 205- 212.
5. Невзоров В.Н., Кох Д.А., Кох Ж.А., Салыхов Д.В., Чепелев Н.И. Технология сепарации зерна. *Вестник КрасГАУ*. 2018. №5 С. 198–202.
6. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Особливості сепарування зерна кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ. 2007. №30. С. 127-132.
7. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О. Ознаки та показники якості насіння гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2011. № 40. С. 14-19.
8. Новохацький М. Різноманітність насіння сої: види, причини, наслідки. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2014. № 18(32), Т.2.С. 195-206.
9. Черенков А. В. та ін. Оптимізація технологічних процесів, обробки та зберігання зерна кукурудзи. *Науково-практичні рекомендації*. Дніпропетровськ, 2011. С. 6–7.
10. Palamarchuk V.D., Kolisnyk O.O. Stalk lodging resistance of corn hybrids depending on the planting date. *Сільське господарство та лісівництво* 2019. №4 (15). С.94-110.

11. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Повітряне сепарування насіння кукурудзи та методика визначення його параметрів. *Селекція і насінництво*. 2012. №101. С. 239-246.

12. Пивень М. В. Эффективность сепарирования зерновых смесей плоскими виборешетами с разрыхлителями. *Інженерія природокористування*. 2017. №2(8). С. 38-44.

13. Паламарчук В.Д., Коваленко О.М. Вплив позакореневих підживлень на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. Зрошувальне землеробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон, 2018. Вип. 69. С. 58-63.

14. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексик О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Полтава, 2003. 420 с.

15. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, «Друк» 2020. 536 с.

16. Гарбар І. Г., Дерев'янка Д. А., Герук С. М., Вплив чинників післязбиральної обробки зерна на якість насінневого матеріалу. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2010. № 40, Ч. І. С. 3–5.

17. Подпрятков Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М., Хилевич В. С. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник. Київ: Мета, 2002. 495 с.

18. Ходаніцька О.О., Колісник О.М. Вплив регуляторів росту на процеси проростання насіння кукурудзи. *Trends of modern science* 2020. May 30 June 7, С. 38-40.

19. Сенчук М. М., Демещук В. А. Насіннеочисні машини: навчально-методичний посібник для самостійної роботи та лабораторно-практичних занять за кредитно-модульною системою навчання студентів агробіотехнологічного факультету. Біла Церква, 2015. 195 с.

20. Шаршунов В. А., Урбанчик Е. Н. Послеуборочная обработка и хранение зерна и семян : пособие в 2 ч. Ч. 2 : Технологическое оборудование для хранилищ

зерна и семян. Минск: Мисанта, 2014. 847 с.

21. Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Кирпа М. Я., Гирка А. Д., Бенда Р. В. та ін. Каталог сортів та гібридів. ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 132 с.

22. Кирпа М. Я., Ковальов Д. В. Особливості проростання насіння гібридів кукурудзи залежно від його крупності. *Зернові культури*. Дніпро. 2020. Т. 4. № 1. С. 46-52.

23. Філіпов Г. Л., Черчель В. Ю., Максимова Л. О. Селекційно-генетична оцінка генотипів кукурудзи в напрямку підвищення конкурентної здатності рослин в загущених агроценозах. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2015. № 8. С. 38–44.

24. Колісник О.М. Створення простих гібридів кукурудзи з різною стійкістю до хвороб і шкідників. *Зрошуване землеробство*. 2019. Випуск 71. С. 71-75.

25. Сень О. В., Асанішвілі Н. М., Величко В. П. Особливості вирощування перспективних гібридів кукурудзи у північній частині Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. Київ, 2013. Вип. 1-2. С. 86-93.

26. Гадзало Я. М., Кириченко В. В., Дзюбецький Б. В. Стратегія інноваційного розвитку селекції і насінництва зернових культур в Україні: наук. вид. Київ–Харків–Дніпро. 2016. 32 с.

27. Сільгоспвиробник з Вірджинії побив світовий рекорд з врожайності кукурудзи з гібридом Pioneer® P1197AM™. *Agroexpert – журнал практичний посібник аграрія*. URL: <http://www.agroexpert.ua /detail/article/silgospvirobnik-z-virdzhiniji-robiv-svitovii-rekord-z.html> (дата звернення: 25.12.2015).

28. Особливості застосування мікродобрив реаком Плюс сумісно з гербіцидами в технології вирощування кукурудзи / Ю. М. Пашенко, О. І. Кордін, В. С. Рибка, Я. Т. Скринник, О. Ю. Шишкіна. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2012. № 38. С. 16–19.

29. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Поліщук І.С., Колісник О.М., Паламарчук О.Д. Вплив елементів технології на розвиток кукурудзи для виробництва біоетанолу. *Збірник наукових праць «Наукові праці Інституту*

- біоенергетичних культур і цукрових буряків». 2013. Випуск 19 (том I). С. 96-101.
30. Осокіна Н., Костецька К. Технологічні властивості зерна гібриду кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу. *Продовольча індустрія АПК*. 2014. № 4. С. 25–29.
31. Павлюк О. О. Ріст, розвиток і продуктивність гібридів кукурудзи залежно від строків сівби і густоти стеблостою в умовах східного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–г. наук Інститут зернового господарства УААН , Дніпропетровськ. 2006. 20 с.
32. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза; селекція та вирощування гібридів. Вінниця : Данилюк В. Г., 2011. 432 с.
33. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозберігаючі технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ ПРЕС, 2009. 224 с.
34. Петуненко Ю. В., Каленська С. М., Лібхард П. Сортові особливості формування врожайності та якості зерна пшениці м'якої озимої залежно від азотного живлення в умовах семіарідної кліматичної зони. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. Вип. 235. Сер. Агрономія. С. 9–24.
35. Каленська С. М., Присяжнюк О.І., Половинчук О. Ю., Новицька Н. В. Порівняльна характеристика шкал росту й розвитку зернових культур. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т 4. № 4. 406–414. URL: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906>.
36. Присташ І. В. Вплив добрив на фотосинтетичну діяльність і продуктивність кукурудзи на лучно-чорноземному ґрунті Лісостепу України. *Вісник Львівського державного аграрного університету*. Сер. Агрономія. 2004. № 8. С. 398-404.
37. Присташ І.В. Оптимізація живлення кукурудзи на лучно-чорноземних карбонатних ґрунтах північного Лісостепу. Проблеми сучасного землекористування : матеріали наук. конф. молодих вчених. 24-26 листопада 2003 року, Чабани. Київ : ЕКМО, 2003. С. 61-62.
38. Присташ І. В. Урожайність і якість зерна кукурудзи залежно від



системи удобрення на лучно-чорноземному ґрунті. *Збірник наукових праць Інституту землеробства Української академії аграрних наук*. 2003. Вип. 3. С. 58–63.

39. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В. Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (*Zea mays L.*) в умовах Полісся та Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2016. С. 16–21.

40. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О.М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій Вінниця: «Друк», 2023. 296 с.

41. Зубрейчук М. С., Газінська Т. В., Ткаченко І. С., Гаврилук В. М. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від гідротермічних умов вегетації *Насінництво*. 2012. № 3. С. 7–12.

42. Светлова Н. Б., Таран Н. Ю., Каленська С. М., Панталієнко А.В.. Регулятори росту та формування адаптивних реакцій рослин до посухи *Науковий вісник НАУ*. 2002. Вип. 58. С. 11–17.

43. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. Управління продуктивністю посівів пшениці твердої ярої в Лівобережному та Північному Лісостепу України . Харків : Майдан, 2015. 432 с.

44. Шевчук О. Я., Каленська С. М., Дмитришак М. Я., Козяр О. М., Демидась Г. І. Рослинництво Київ : НАУ, 2005. 512 с.

45. Румбах М. Ю. Шляхи підвищення врожайності зерна гібридів кукурудзи в північній підзоні Степу України *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Екологія, рослинництво. 2009. С. 44–46.

46. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., Нетреба О. О. Селекційно-технологічні аспекти підвищення стійкості виробництва зерна кукурудзи в умовах південного Степу. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2006. № 28–29. С. 136–143.

47. Лавриненко Ю. О., Маслова Л. Г., Польський В. Я., Туровець В. М. Селекція гібридів кукурудзи ФАО 400–600 для умов зрошення . *Зрошуване*

*землеробство*. 2009. № 52. С. 85-90.

48. Марченко Т. Ю., Лавриненко О. О., Глушко Т. В., Гож О. А. Селекція кукурудзи на покращення показників якості зерна в умовах достатнього зволоження. *Науковотехнічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 21. С. 51–58.

49. Січкара А. О. Ріст і продуктивність змішаних посівів кукурудзи на силос залежно від підбору високобілкових компонентів і заходів вирощування в південному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / Національний аграрний ун-т. Київ, 2001. 20 с.

50. Сметанська І. М. Вплив мінерального живлення на продуктивність посівів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 1. С. 72–73.

51. Соколов Ю. В., Вишнева В. И. Влияние предшественников и удобрений на продуктивность зерновой кукурузы. *Земледелие*. 2004. № 4. С. 32–34.

52. Солян М. Я. Технологічні заходи вирощування гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 / Ін-т зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2009. 18 с.

53. Ходаніцька О.О., Колісник О.М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва Прага. 2020 №10 С.45-49.

## **ДОДАТКИ**