

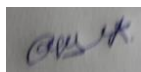
Міністерство освіти і науки України  
Державний заклад  
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Факультет природничих наук

Кафедра біології та агрономії

Чумак Сабіна Олександрівна  
**ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ  
ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ**  
Магістерська робота  
за спеціальністю 201 Агрономія

Особистий підпис –



С. О. Чумак

Науковий керівник –



професор кафедри  
біології та агрономії,  
доктор с-г. наук І. В. Аксьонов

Зав. кафедри –  
біології та агрономії

\_\_\_\_\_ кандидат с-г. наук Г. О. Євтушенко

Полтава – 2023я

Міністерство освіти і науки України  
Держаний заклад  
„Луганський національний університет імені Тараса Шевченка”

Затверджую:

Декан факультету природничих наук

\_\_\_\_\_ Мацай Н. Ю.

**Індивідуальний план магістранта  
щодо виконання магістерської роботи**

1. Чумак С. О. \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові магістранта)

2. Факультет (навчально-науковий інститут) факультет природничих наук

3. Кафедра біології та агрономії

4. Спеціальність 201 Агрономія

5. Науковий керівник професор кафедри біології та агрономії, доктор с-г. наук  
І. В. Аксьонов

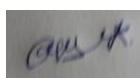
6. Тема магістерської роботи «Вплив густоти стояння на врожайність гібридів кукурудзи»

7. Термін подання роботи на кафедру не пізніше ніж за 20 днів до захисту

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>
1.	Вибір теми магістерської роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	до 25.12 першого року навчання
2.	Отримання консультації в керівника, вивчення наукової літератури, розробка плану роботи, визначення об'єкта, предмета, мети гіпотези, завдань дослідження, критеріїв оцінювання.	до 01.03 першого року навчання
3.	Робота над теоретичною частиною магістерської роботи, аналіз літературних джерел. Складання першого заліку що до виконання магістерської роботи.	до кінця першого семестру (з урахуванням розкладу заліків)

4.	Розробка методики дослідно-експериментальної роботи. Подання теоретичної частини магістерської роботи та методики експериментальної роботи для першого читання науковим керівником.	до 15.03 першого року навчання
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини магістерської роботи на друге читання. Складання другого заліку що до виконання магістерської роботи.	до кінця другого семестру (з урахуванням розкладу заліків)
6.	Проведення експериментальної роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів.	до 15.10 другого року навчання
7.	Подання першого варіанта дослідно-експериментальної частини магістерської роботи на перевірку науковому керівникові.	до 15.11 другого року навчання
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	до 05.12 другого року навчання
9.	Попередній захист роботи на кафедрі. Складання третього заліку що до виконання магістерської роботи.	не пізніше ніж за шість тижнів до захисту
10.	Доопрацювання магістерської роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	до 15.12 другого року навчання
11.	Подання магістерської роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	не пізніше ніж за чотири тижня до захисту
12.	Подання на кафедрі остаточного варіанта магістерської роботи, підписаного магістрантом, з відгуком наукового керівника, рецензією фахівця за профілем.	не пізніше ніж за 10 днів до захисту

**Здобувач освіти**



( підпис )

Чумак С. О.

(прізвище та ініціали)

**Керівник проекту (роботи)**



( підпис )

АКСЬОНОВ І. В.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	7
1.1 Господарське значення, історія та поширення кукурудзи	7
1.2 Морфобіологічні особливості рослин кукурудзи	10
1.3 Вирощування кукурудзи в Україні	18
1.4 Роль елементів сортової агротехніки в формуванні врожайності гібридів кукурудзи	20
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження	26
2.2 Методика досліджень	33
РОЗДІЛ 3 РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ РОСЛИНАМИ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИМИ ГУСТОТАМИ СТОЯННЯ РОСЛИН В ПОСІВАХ	35
3.1 Ріст та розвиток рослин гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин	35
3.2 Формування врожайності гібридами кукурудзи при різній щільності посівів рослин	42
ВИСНОВКИ	46
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	48
ЛІТЕРАТУРА	49

## ВСТУП

Родючі ґрунти та природно-кліматичні умови України сприятливі для вирощування різноманітних зернових культур й дозволяють одержувати продовольче зерно високої якості. Одночасно із цим, майбутній розвиток зернової галузі вимагає перегляду ряду існуючих чинників технічно-технологічних, ринкових та організаційно-економічних умов функціонування всього комплексу.

Збільшення обсягів виробництва зерна та інтенсифікація розвитку зернового господарства досягається завдяки наступним основним чинникам: внесення мінеральних і органічних добрив, проведення хімічної меліорації земель та захисту рослин, підвищення урожайності за рахунок удосконалення землекористування і структури посівів, визначення найліпших попередників, розвиток селекції та насінництва, покращення якості зерна, науково-методичного забезпечення.

Виробництво зерна в Україні досягається за рахунок ярої та озимої пшениці, кукурудзи та ячменю. Прогнозовані валові збори кукурудзи у найближчі роки мають збільшитися за рахунок оптимізації посівних площ і підвищення врожайності. Суттєвим фактором підвищення валових зборів зерна кукурудзи є впровадження сучасних енергозберігаючих технологій вирощування, що поєднують в собі прийоми сортової агротехніки, механізації і хімізації виробництва кукурудзи та досягнення насінництва й селекції.

Зернова галузь України є основою стабільного розвитку основних галузей аграрно-промислового комплексу. Практика вирощування кукурудзи показує, що найбільш недостатньо вивченими та обґрунтованими елементами технології є підбір гібридів, що краще адаптовані до умов лісостепу та агротехнологічні особливості їх вирощування.

Метою роботи є визначення впливу густоти стояння на врожайність гібридів кукурудзи.

Об'єктом роботи є гібриди кукурудзи.

Предметом роботи є визначення впливу густоти стояння кукурудзи на майбутню врожайність.

Завдання, що мають бути розглянуті в роботі:

- Визначити господарське значення кукурудзи;
- Встановити морфобіологічні особливості кукурудзи;
- Охарактеризувати ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження;
- Визначення процесу формування врожайності гібридами кукурудзи за умов різної щільності посівів рослин.

## РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

### 1.1 Господарське значення, історія та поширення кукурудзи

Кукурудза є однією із найважливіших кормових культур. Кукурудза за своєю врожайністю поступається тільки рису та пшениці, при цьому перевищує врожайність усіх інших зернових культур. Загалом із кукурудзи виготовляють більш ніж 300 різних виробів. Із 1 ц зерна кукурудзи можна отримати 56 кг крохмалю, 38 л спирту, 60 кг фруктози, 22 кг корму із вмістом протеїну 21 %, 2,7 кг кукурудзяної олії, 5,2 кг глютенного борошна. Зерно кукурудзи використовується на продовольчі цілі (у кількості приблизно 20%) – з нього виготовляють більш ніж 150 технічних і харчових продуктів: крохмаль, борошно, крупу, пластівці, сироп, глюкозу та спирт. Також, із зародків зерна добувають цінну харчову олію, що має лікувальні властивості (запобігає захворюванню на атеросклероз і зменшує вміст холестерину в крові). Зі стрижнів качанів виготовляють фурфурол, лігнін, отримують папір та целюлозу. Із технічних сортів кукурудзи одержують крохмаль, патоку, органічні кислоти, пиво, спирт, сироп, гліцерин [8].

Велика енергоємність зерна кукурудзи, а саме 361 ккал в 100 г зерна, робить його вкрай важливим компонентом комбикормів. Із стрижнів качанів і стебел виготовляють смолу, папір, целюлозу, ацетон, метиловий спирт, штучну, пластмасу, лінолеум, клей та ін.

Відповідно за вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає жито, овес, ячмінь. Кілограм зерна кукурудзи містить 78 г перетравного протеїну та 1,34 кормової одиниці. Протеїн тут міститься у вигляді неповноцінного зеїну та глютеліну, саме тому згодувати зерно варто в суміші із високопротеїновими кормами.

Зерно кукурудзи містить:

- від 4 до 8% рослинної олії (в зародку до 40%);
- від 9 до 12% білка;

- від 65 до 70% вуглеводнів;
- 2% клітковини;
- мікроелементи;
- мінеральні солі;
- незамінні амінокислоти;
- вітаміни А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е, С.

Вміст білка в зерні кукурудзи невисокий, він дефіцитний за деякими незамінними амінокислотами, особливо за вмістом лізину.

Кукурудза також, є основною силосною культурою. Врожайність зеленої маси кукурудзи (до 70 т/га за умов достатнього зволоження) перевищує майже всі кормові культури. 1 ц силосу, що був виготовлений із кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості відповідає 0,22 - 0,24 к.о., а у фазі воскової стиглості — 0,28 - 0,32 к.о. Вміст перетравного протеїну складає 1,4 - 1,8 кг. Силос кукурудзи має гарну перетравність та багатий на каротин. Качани, засилосовані у молочно-восковій чи восковій стиглості, є цінним концентрованим кормом. В 1 ц засилосованих качанів міститься приблизно 40 к.о. та 2 бкг протеїну [8].

Кукурудза посідає важливе значення у зеленому конвеєрі, забезпечуючи тваринництво зеленою масою, багатою на каротин і вугеводи.

В 1 ц зеленої маси кукурудзи, зібраної до викидання волотей, міститься близько 16 к.о. Листостеблова маса, яка лишається після збирання кукурудзи на зерно, є хорошим грубим кормом, що за поживністю практично не поступається вівсяній та ячмінній соломі.

В 1 ц соломи кукурудзи міститься близько 37 к.о., а в 1 ц перемелених стрижнів - 35 к.о.

Найважливішим недоліком кормів із кукурудзи є недостатній вміст перетравного протеїну. В силосі міститься 60-65 г протеїну, у зерні 75-78 г на 1 кормову одиницю, при нормі 100-110 г на 1 к.о. Це спричиняє перевитрати кормів у 1,3 - 1,4 рази. Саме тому для збалансування раціону протеїном, тваринам згодовують кукурудзу у поєднанні з бобовими культурами.



Кукурудза, оскільки вона просапна культура має важливе агротехнічне значення. За дотримання вимог агротехніки вона лишає поле чистим від бур'янів із розпушеним ґрунтом. Повертається велика частина органіки у вигляді стеблових решток і коренів. Важливим елементом біологізації рослинництва є заорювання листостеблової маси кукурудзи при збиранні та вивезенні з поля тільки зерна. Кукурудза є гарним попередником для ярих зернових та зернобобових культур. Також є дещо гіршим попередником для озимих зернових, тому що після неї важче якісно підготувати ґрунт до сівби.

Кукурудза - це одна із найстаріших культур, що походить з Південної й Центральної Америки. В цих регіонах її культивували ще 5 - 10 тис. років тому. Для місцевого населення вона була головною продовольчою культурою. В Європі кукурудза стала відома тільки у кінці 15 століття. В 1500 році Х. Колумб привіз насіння кукурудзи до Іспанії. Спочатку її вирощували лише як декоративну рослину. З Іспанії вона потрапила у Португалію та Італію, а в 16 столітті – Індію, Китай та інші країни. В Україну кукурудза потрапила через Крим у 17 столітті й тривалий час була мало поширена [8].

Кукурудза - це одна з найпоширеніших культур у світовому рослинництві, вона займає третє місце після пшениці та рису. Посівна площа під кукурудзу постійно зростає, вже у 1994-1996 рр. вона становила 138 млн. га. Найбільше кукурудзу вирощують у наступних країнах:

- Мексика - 7,7 млн. га;
- США - 30 млн. га;
- Бразилія - 13 млн. га;
- Індія - 6 млн. га;
- Китай - 26 млн. га.

В Європі посівна площа під кукурудзу складає 11,5 млн. га, при цьому найбільше її вирощують у Румунії - понад 3 млн. га, Угорщині 1,0 млн. га, Франції - 1,7 млн. га. В світі у 1993-1995 рр. збирали 513 млн. т зерна кукурудзи, що складає 26,9 % від світового виробництва зерна. За рахунок вирощування ранньостиглих гібридів, зона вирощування кукурудзи

розширювалася на північ. Найбільше зерна кукурудзи вирощують в США та Китаї. Висока врожайність зерна кукурудзи у США, Франції та у інших країнах Європи вона складає в середньому 70-90 ц/га. Посівні площі, валові збори та врожайність зерна в Україні не відповідають ґрунтово-кліматичним можливостям. Вони можуть бути суттєво вищими. В Україні кукурудзу вирощують на площі 4,7–5,9 млн. га, із неї на зерно – 1,2 млн. га. На сьогодні площі під посівами кукурудзи на кормові цілі скоротилися, і складають близько 1,5 млн. га. Більша частина посівів кукурудзи на зерно розміщується в Степу та Лісостепу, на зелений корм і силос – у всіх зонах. Оптимальною площею посіву кукурудзи на силос і зерно в Україні є 3 млн. га. В Україні врожайність кукурудзи на силос досягає 600 - 700 ц/га [8].

## 1.2 Морфобіологічні особливості рослин кукурудзи

Кукурудза – це однорічна, роздільностатева, однодомна, перехреснозапильна анемофільна рослина. За вимогами до тепла кукурудза є теплолюбною культурою. Мінімальною температурою проростання насіння є 8 - 10°C, а сходи з'являються при 10 - 12°C. При висіванні у холодний ґрунт (менше ніж 8°C) насіння проростає дуже повільно, набубнявіле насіння не сходить, й в результаті різко знижується польова схожість. У фазі 2 - 3 листків витримує приморозки до мінус 2°C. Сходи кукурудзи гинуть за температури мінус 3°C. Найменші ранні осінні приморозки пошкоджують листки та рослину загалом [9].

Кукурудза має мичкувату кореневу систему, дуже розгалужену, із глибоким проникненням в шари ґрунту. Більша частина коренів знаходиться у шарі ґрунту на глибині 30 – 60 см від поверхні, проте частина із них проникає й глибше, постачаючи воду рослині із шарів ґрунту глибиною 1,5 – 4 м.

В кореневій системі кукурудзи розрізняють чотири типи коренів: основні зародкові, повітряні, бокові зародкові, постійні. Найголовнішими для

рослини є постійні корені, що формуються із підземних стеблових вузлів на глибині 3 – 5 см від поверхні ґрунту.



Рисунок 1.1 – Коренева система кукурудзи

Стебло в кукурудзи циліндричне, прямостояче, висотою 0,5 - 7 м, діаметром 2–7 см, поділене міжвузлями. Стебло вкрите епідермісом, під яким розміщується дерев'яниста частина стебла, що формується із тісно скупчених судинно–волокнистих пучків, які в своєму складі мають велику кількість кремнію, що робить стебло міцним. Серцевина стебла заповнена губчастими тканинами, й також містить судинні пучки та ситоподібні трубки. По судинах вода та розчинені у ній солі надходять від коренів через стебло до листя, в зворотному напрямку по ситоподібних трубках переміщуються пластичні речовини, які синтезуються в листку. Кількість вузлів стебла може варіюватися: підземних — 4 - 9, надземних — 6 - 20 і більше. В скоростиглих сортах, зазвичай, вузлів менше, а ніж у пізньостиглих. Стебло росте завдяки видовженню міжвузлів, а не збільшенню кількості вузлів. Довжина міжвузлів збільшується знизу догори [9].



Рисунок 1.2 – Повздовжній переріз стебла кукурудзи

Листя кукурудзи лінійно–ланцетоподібне, довге та складається із листкової піхви, що щільно охоплює стебло, листкової пластинки шириною від 5 до 12 см і язичка, розташованого у місці переходу піхви в пластинку.

На одній рослині загальна площа одного листку у період повного цвітіння сягає 0,50 – 0,75 м. Кількість листків на одній рослині тісно пов'язана із генетично обумовленою тривалістю вегетаційного періоду певного гібрида. В ранньостиглих форм формується переважно по 8 – 10 листків, а в дуже пізньостиглих їх кількість може досягати 30 листків. Ранньостиглі гібриди, мають меншу листову поверхню, за вегетаційний період витрачають менше води, і як наслідок вони більше пристосовані до посушливих умов й у районах недостатнього вологозабезпечення дають більші врожаї. Гарним показником придатності гібрида до вирощування в певній природно-кліматичній зоні є кількість листя головного стебла, що у кукурудзи дуже стійке та не змінюється залежно від агротехніки [9].

В кукурудзи квітки різностатеві: одні мають лише тичинки та називаються чоловічими, а інші — лише маточкові квітки й називаються

жіночими. Квітки розташовуються на одній рослині, проте зібрані в різні суцвіття: жіночі — в качан, чоловічі — у волоть.



Рисунок 1.3 – Чоловіче суцвіття кукурудзи

Вирощують кукурудзу переважно між 55° північної та 45° південної широти. Такий великий регіон розповсюдження даної культури свідчить про те, що кукурудза надзвичайно ефективно використовує сонячне світло, а її урожайність є найвищою серед всіх зернових культур.

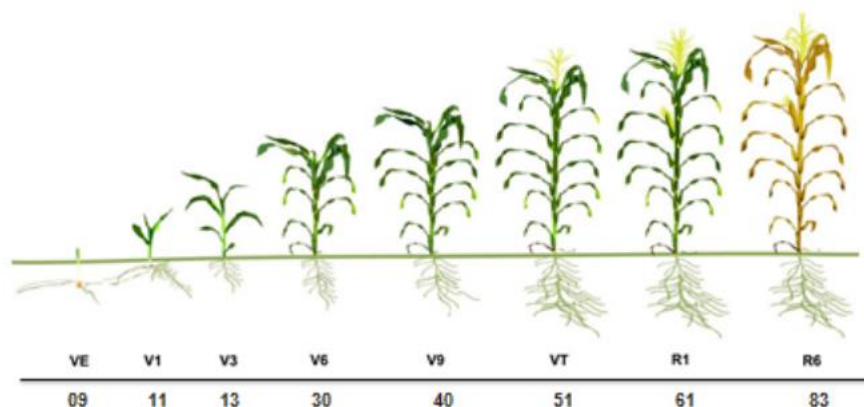


Рисунок 1.4 – Фази розвитку кукурудзи

Із моменту появи сходів кожна стадія розвитку визначається початком росту останнього верхнього листка в якого буде видно язичок. Приблизно від стадії V6 почнеться обпадання і відмирання нижніх листків кукурудзи, саме тому дуже важливо на даній стадії визначити кількість стеблових вузлів. На ранніх фазах розвитку кукурудзи її ріст прямо залежить від кореневої системи і розміру листків. Слід відмітити й те, що раннє формування листкової маси впливає на обсяг формування зерна.

На цей момент у ґрунті вже мають бути доступними усі поживні речовини, бо в протилежному випадку поганий ріст рослин призведе до зменшення урожайності. Стадія V6 також є критичною стадією росту із точки зору підживлення культури [9]. У цю фазу розвитку листки знаходяться над поверхнею ґрунту та починається швидке подовження стебла.

Для умов України перспективними для вирощування є виведені селекціонерами біотиби кукурудзи, які здатні проростати при температурі 5 - 6°C. За останні роки, в зв'язку із поширенням кукурудзи у північних регіонах, було виведено нові ранньостиглі гібриди. Ці гібриди відзначаються високою холодостійкістю. При зниженні температури насіння може лежати у ґрунті 25 - 30 днів та здатне прорости вже після потепління.

Різноманітні гібриди кукурудзи здатні витримувати температури до мінус 3 - 4°C впродовж 3 - 5 днів, та навіть нічне зниження температури до мінус 7°C - впродовж однієї ночі не спричиняє загибелі всієї рослини. У випадку загибелі від морозу листків, коренева система та точка росту зберігається й відростають нові листки. Пошкоджена морозом рослина відростає, а завдяки вже сформованій підземній частині має перевагу перед рослинами, що висіяні в більш пізні строки після приморозків. В літній період вегетації за температури 14 - 15°C ріст рослини сповільнюється, а при 10°C вони вже не ростуть. У фазах сходи - викидання волотей оптимальними температурами для росту та розвитку є 20~23°C. Підвищення температури до 25 - 30°C до появи генеративних органів не шкодить кукурудзі. Підвищення

температури понад 30°C у фазі цвітіння негативно впливає на запліднення рослин. Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи становить 45 - 47°C.

Вимоги до тепла у кукурудзи наступні:

- сума активних температур за яких досягають ранньостиглі гібриди становить 2100-2200°, середньоранні та середньостиглі - 2400-2600°, пізньостиглі -2800-3200°;
- максимальна температура, за якої припиняється ріст, +45...+47°C;
- оптимальна температура росту та розвитку, +25...+27 °C;
- температура, яка пошкоджує сходи, -3...-5 °C;
- мінімальна температура з'явлення сходів, +6...+8 °C;
- оптимальна температура проростання насіння, +20...+25 °C;
- мінімальна температура проростання насіння, +8...+12 °C.

Таблиця 1.1 – Групування сортів та гібридів за тривалістю вегетаційного періоду

Група	ФАО	Кількість листків, шт.	Веgetаційний період, днів
Дуже пізні	Більше 600	Більше 22	Більше 150
Пізньостиглі	500 – 599	21 – 22	141 – 150
Середньопізні	400 – 499	19 – 20	131 – 140
Середньостиглі	300 – 399	17 – 18	121 – 130
Середньоранні	200 – 299	15 – 16	106 – 120
Ранньостиглі	150 – 199	12 – 14	90 – 105
Дуже ранні	100 - 149	9 - 11	До 90

Відповідно до середньоєвропейських вимог 0,1% сухої речовини відповідає одній одиниці по числу ФАО. Також, потрібно зазначити, що різниця на 10 одиниць за числом ФАО відповідає приблизно 1 - 2 добам різниці за строками дозрівання чи на 1 - 2 % є різниця за вмістом сухої речовини в качанах. Для західних та північних регіонів України підходять гібриди із ФАО 200-250, для південних та центральних – із ФАО 250-500.

Кукурудза – це світлолюбна рослина короткого дня, яка погано переносить затінення. При цьому в надмірно загущених посівах розвиток рослин затримується, а зернова продуктивність зменшується. Найкраще рослини вегетують при 8 - 9 годинному світловому дні. При тривалості дня 12 - 14 год затягуються терміни дозрівання кукурудзи. Вона вимагає більше сонячної енергії, а ніж інші зернові.

По відношенню до вологи кукурудза відноситься до посухостійких культур. Завдяки сильному розвитку кореневої системи, вона отримує вологу із більшої площі та глибших горизонтів ґрунту. Під час проростання насіння поглинає 40 % вологи (від власної маси).

Таблиця 1.2 – Вимоги до вологості кукурудзи

Вимоги до вологості	Показник
Критичний період за вологістю	10 днів до цвітіння – цвітіння – 20 днів після цвітіння
Транспіраційний коефіцієнт	171 – 300
Необхідна кількість вологи для набухання і проростання насіння, %	40
Кількість вологи в орному шарі, мм	20
Оптимальна вологість ґрунту, %	70 - 80



При формуванні одиниці сухої речовини кукурудза витрачає води у два рази менше, а ніж пшениця. Транспіраційний коефіцієнт становить 250. Проте високий врожай зерна та зеленої маси, спричиняють більшу потребу у воді, а ніж в інших зернових культур. За вегетаційний період кукурудзі необхідно 450-600 мм опадів. При цьому 1 мм опадів дає можливість отримати 20 кг зерна на 1 га. В першій половині вегетації кукурудза менш вимоглива до вологи. До етапу формування 7 - 8-го листка випадків нестачі вологи для росту кукурудзи майже не спостерігаються. Найбільшу кількість вологи для рослини потрібно за десять днів до викидання волотей, коли відбувається інтенсивний ріст стебла (добовий приріст може досягати 10 - 14 см) та нагромаджуються сухі речовини. На даний критичний період припадає від 40 до 50 % загального водоспоживання. Вже через 20 днів після викидання волотей необхідність у воді суттєво зменшується. Також, багато води кукурудза використовує у період наливання зерна. Вона ефективно використовує опади в другій половині літа. При цьому кукурудза погано переносить перезволоження ґрунту, різко зменшуючи врожайність, оскільки через нестачу кисню в перезволоженому ґрунті сповільнюється надходження фосфору до коренів, що у результаті погіршує білковий обмін.

По відношенню до ґрунтів кукурудза є середньо-вимогливою до родючості ґрунту, за правильного удобрення та обробітку ґрунту добре росте на більшості типів ґрунтів. Оптимальна реакція ґрунтового розчину слабокисла чи нейтральна (рН 5,5-7,0). Високі врожаї кукурудза дає на добре аерованих, чистих ґрунтах із глибоким гумусним шаром – чорноземах, каштанових, заплачних, темно-сірих ґрунтах. Малоприсадибні для вирощування кукурудзи холодні, важкі глинисті, заболочені, кислі, засолені ґрунти [9].

Таблиця 1.3 – Вимоги кукурудзи до характеристик ґрунту

Характеристика	Показник
----------------	----------

Горизонтальне розростання кореневої системи, м	1,5
Заглиблення коренів у ґрунт, м	2,0 – 2,5
Винос елементів живлення, кг/ц основної та побічної продукції	
K <sub>2</sub> O	2,6 – 3,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,0 – 1,5
N	2,5 – 3,0
Оптимальна щільність, г/см <sup>3</sup>	1,1 – 1,2
Оптимальна реакція ґрунтового розчину	pH 5,5 – 7,0

Створення й подальше впровадження у виробництво нових більш продуктивних гібридів кукурудзи, що характеризуються різною адаптивністю до умов навколишнього середовища та агротехнічних заходів, обумовлює потребу у створенні сортової агротехніки стосовно певної ґрунтово-кліматичної зони. Для того, щоб повною мірою реалізувати продуктивний потенціал гібрида, потрібно враховувати не лише його вимогливість до екологічних факторів загалом, але й визначити індивідуальну реакцію на окремі технологічні прийоми, що представляє практичний інтерес при їх використанні в інтенсивних та ресурсозберігаючих технологіях.

Вирощування кукурудзи, за своєю суттю є енергоємним процесом, саме тому питання зменшення витрат енергоресурсів при застосуванні різних технологій вирощування є особливо актуальним. Найбільш дієвими факторами у технологічному процесі вирощування кукурудзи, що суттєво впливають на якість зерна і врожайність, є: спосіб основного обробітку ґрунту, вибір гібриду й оптимізація системи удобрення. Важливими умовами, які визначають продуктивність, ріст і розвиток кукурудзи є елементи живлення, температура повітря і достатня вологозабезпеченість. Вимоги кукурудзи до

вищенаведених основних факторів проявляються нерівномірно протягом всієї вегетації [2].

Кукурудза є більш вибагливою до умов вирощування, саме тому регулювання поживного режиму є гарним засобом підвищення її урожайності. Використання системи добрив на сучасному етапі розвитку базується на врахуванні ґрунтово – кліматичних умов і біологічних потреб рослин. Безліч досліджень по застосуванню мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи охоплюють, вплив їх на ріст і розвиток рослини, способи внесення добрив, їх кількість й співвідношення поживних речовин. Ефективність внесених добрив визначається комплексом умов, а саме:

- якістю та кількістю внесених добрив;
- строками та способами внесення добрив;
- агротехнікою;
- біологічними особливостями сільськогосподарських культур, їх гібридів і сортів;
- рівнем родючості ґрунту;
- погодними і кліматичними умовами.

Погодні умови прямим чином впливають як на кількість доступних поживних речовин у ґрунті, так й на дію добрив на кукурудзу. Дослідженнями, що проводилися в умовах Лісостепу було визначено, що у вологі роки внесення N90P90K90 сприяло збільшенню врожаю на 9,7 %, а у посушливі роки спостерігалось зменшення врожаю приблизно на 5 % порівнюючи із неудобреним варіантом. Також, дослідженнями було встановлено високу ефективність поєднання мінеральних і органічних добрив. Дане поєднання забезпечує можливість постійного живлення рослин протягом всього процесу вегетації [1]. Органічні добрива, також у поєднанні з мінеральними зменшують негативну дію спричинену високою концентрацією легкорозчинних форм мінеральних добрив. На сьогоднішній день доцільність раціонального співвідношення мінеральних та органічних добрив у сівозміні, за яких збільшується використання поживних речовин рослинами, та

підтримують на рівні баланс елементів живлення, набувають ще більшого значення в зв'язку із внесенням підвищених доз мінеральних добрив.

В українських чорноземах у важкодоступній формі знаходиться азот (негідролізуючий) 58 – 70 % і 50 % фосфор (в органічній формі). Такі запаси поживних речовин перевищують у 4 – 5, а деколи й в 10 разів середню норму, проте засвоюваність їх надзвичайно низька, й в результаті внесення добрив сприяє підвищенню врожаїв, кращому розвитку кореневої системи і стійкості рослин до хвороб.

За період вегетації кукурудзи на 10 мм зменшення запасів продуктивної вологи у ґрунті знижує ефективність добрив приблизно на 0,01 – 0,02 т/га. Збільшення запасів вологи в ґрунті залежить від умов, які затримують стік атмосферних опадів із поверхні ґрунту, сприяють проникненню цієї вологи у ґрунту, захищають поверхню ґрунту від висихання. При цьому затримання однієї тони води та подальше використання її для формування врожаю коштує в десять разів дешевше, а ніж її подача для зрошення із будь-якого джерела.

Позитивний вплив добрив полягає й у підвищенні ефективності родючості ґрунту, як за рахунок залишкової кількості внесених поживних речовин, так й за рахунок мобілізації елементів живлення самого ґрунту. Кукурудза для свого росту та розвитку вимагає підвищеного мінерального живлення, пов'язано це, перш за все, із тривалим вегетаційним періодом й властивістю рослин засвоювати поживні речовини до моменту завершення дозрівання зерна. З метою отримання врожаю 5,0 – 6,0 т/га кукурудзи треба внести до ґрунту 130 кг калію, 130 – 150 кг азоту, 50 – 60 кг фосфору. У дослідженнях науковців зазначається, що найбільший врожай кукурудзи отримують у варіантах із внесенням N60P60, а у гібрида Кадр 195 СВ прибавка врожаю при внесенні N30P30 складала 0,59 т/га. Така сама тенденція формування врожаю спостерігалась й у гібрида Кадр 267 МВ, в якого розбіжність між варіантами внесених доз добрив становила 0,36 т/га. Також, приріст врожаю від внесення мінімальної дози добрив у гібридів Кадр 443 СВ

та Дніпровський 337 МВ складав 0,65 та 0,59 т/га, а при внесенні N60P60 – ще на 0,38 та 0,39 т/га.

Добрива виступають ефективним засобом, що не лише збільшує врожайність кукурудзи, але й покращує якість зерна. Із їх використанням можна змінювати процеси обміну речовин та спричиняти активніше накопичення в кукурудзі корисних речовин – вуглеводів, білків, жирів тощо. Покращення якості зерна кукурудзи повинне бути направленим, передусім, на підвищення у ньому вмісту білка. Цього можна досягти, головним чином, збільшенням азотного живлення рослин [11]. Гібриди кукурудзи із різних груп стиглості по різному реагують на внесення мінеральних й органічних добрив.

Перед внесенням добрив для них розраховують дози. Їх розраховують балансовим методом під запланований врожай з врахуванням родючості ґрунту і встановлених нормативів споживання поживних речовин на формування 1 т. зерна: калію – 25 кг, азоту 25 кг, фосфору – 12.

Дані досліджень свідчать, що якщо вносити в основне удобрення 70 – 80 кг NPK на один гектар можна отримати прибавку врожаю зерна кукурудзи 0,6 – 0,8 т/га. Найкращим строком внесення мінеральних добрив є восени під основний обробіток ґрунту. Таким чином добрива більш рівномірно розповсюджуються по орному шару ґрунту. Проте перенесення частини добрив (до 33%) із основного удобрення у припосівне та у підживлення не зменшує продуктивності кукурудзи. Головним чином це стосується зон достатнього зволоження, де внесення азотних добрив восени супроводжується вимиванням їх опадами до більш глибоких горизонтів ґрунту.

Одним із основних факторів продуктивності сільськогосподарських культур є рівень азотного живлення. Рослини чутливі як до нестачі, так й до надмірної кількості азоту в ґрунті. Регулювання азотного режиму під культурами сівозміни забезпечує максимальний синтез білка, високий врожай, кращу якість продукції, попереджає захворювання та вилягання рослин. Також, дослідженнями встановлено, що мінеральне добриво в кількості N45P45K45 під зяблеву оранку, сприяє підвищенню врожайності зерна

гібридів кукурудзи різної стиглості. Органічні добрива також є суттєвим джерелом енергії та поживних речовин.

Для повноцінного використання мінеральних й органічних добрив їх необхідно застосовувати у певній системі, одним із важливих положень якої є раціональне поєднання їх в сівозміні із врахуванням родючості ґрунту та біологічних особливостей рослин. Відмінність впливу органічних та мінеральних добрив на запаси гумусу в ґрунті обумовлена, передусім, різною якістю та кількістю органічної речовини, яка заорюється, під час внесення мінеральних добрив це органічна речовина поживних і корневих залишків, створюваних додатковим врожаєм, а у випадку внесення органічних до них додається й органічна речовина самого добрива. У порівнянні з ґрунтом неудобраних ділянок як органіка, так й мінеральні добрива, збагачують ґрунт поживними речовинами. Найсуттєвіше підвищення родючості чорнозему виникає при сумісному та систематичному внесенню у сівозміні мінеральних та органічних добрив. Покращення умов живлення рослин, в результаті внесення добрив сприяє збільшенню продуктивності сівозміни. Сталий вміст гумусу в ґрунті чи навіть його підвищення при використанні мінеральних добрив можна пояснити збільшенням кількості післяжнивних і корневих решток рослин в результаті покращення умов їх живлення. Дослідження науковців показують, що мінеральні добрива можуть посилювати розвиток у ґрунті хеметотрофних бактерій та зелених водоростей, які здатні асимілювати вуглекислий газ й синтезувати органічну речовину [13].

Під час вирощування кукурудзи органічним добривам належить важлива роль в підвищенні врожаю. Вони не лише збагачують ґрунт органічними речовинами й потрібними елементами живлення, а й зменшують у ґрунті накопичення небіогенних хімічних сполук. Головним органічним добривом, яке найбільш широко використовують під кукурудзу, є гній. Його цінність обумовлена також наявністю інших елементів живлення, включно із мікроелементами. Із гноєм у ґрунт вноситься велика кількість мікроорганізмів,

що швидко розмножуються, сприяють перетворенню малорухомих форм окремих добрив на легкозасвоювані, посилюють мікробіологічні процеси.

Необхідно також зазначити, що використання рослинами окремих елементів живлення посилюється, якщо покращується рівень забезпеченості іншими необхідними речовинами. У цьому полягає один із проявів закону взаємодії (чи комплексної, взаємообумовленої дії) факторів життя росли. При вирощуванні кукурудзи використання фосфорно-азотних добрив у кількості N10P10 в фазі 3 – 5 листків культури сприяє інтенсивному розвитку вегетативних органів й забезпечує збільшення врожаю зерна у середньому 0,3 – 0,4 т/га. Підживлення рослин у пізні строки, при досягненні кукурудзою висоти 50 – 60 см, у порівнянні із внесенням у фазу 3 – 5 листків викликає ще більший приріст врожаю.

В польових дослідженнях на зрошувальних темно-каштанових ґрунтах за умов застосування азотних добрив у підживлення кукурудзи в фазу 6 – 7 листа, врожай зерна у варіантах перевищує врожай зерна на контролі - до 58 %, зеленої маси до 42 % [13].

### 1.3 Вирощування кукурудзи в Україні

Для України в останні роки кукурудза була й лишається стратегічною культурою, яку вирощують майже в усіх регіонах, незалежно від розмірів господарств і кліматичних умов. В більшості випадків кукурудза проста у вирощуванні та невибаглива, хоча й для отримання сталих і високих врожаїв її таки потрібно вміти вирощувати та постійно вчитися в процесі. Оскільки навколишні умови змінюються, гібриди також змінюються, з'являються нові шкідники і хвороби [6].

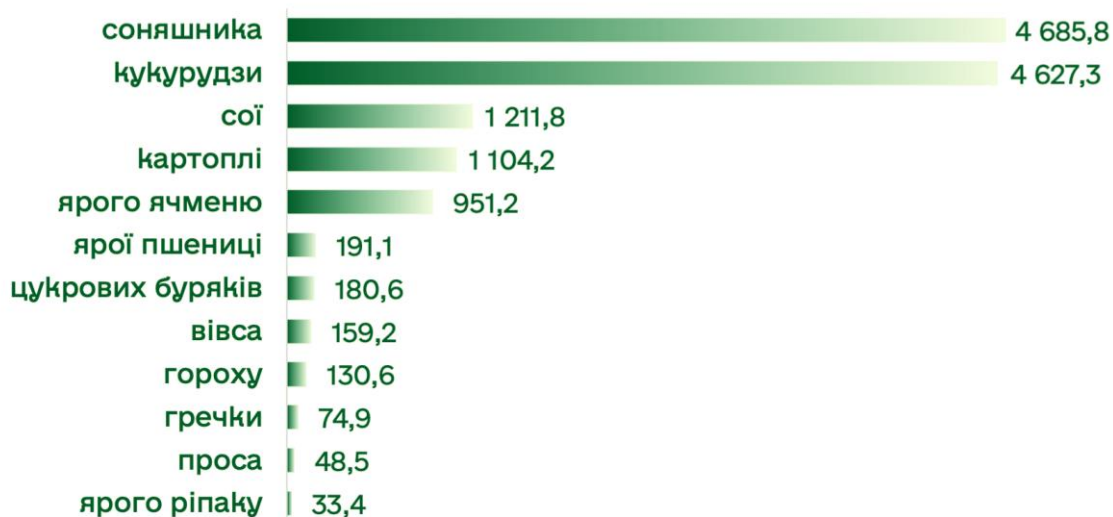


Рисунок 1.5 – Структура посівної кампанії у 2022 році, тис. га.

Для кожного із регіонів технологія вирощування кукурудзи різна, й деколи може суттєво відрізнятися. Проте, якщо об'єднати поради, наукові рекомендації із врахуванням особливостей кліматичних зон, й власний досвід, можна отримати хороший врожай [6].

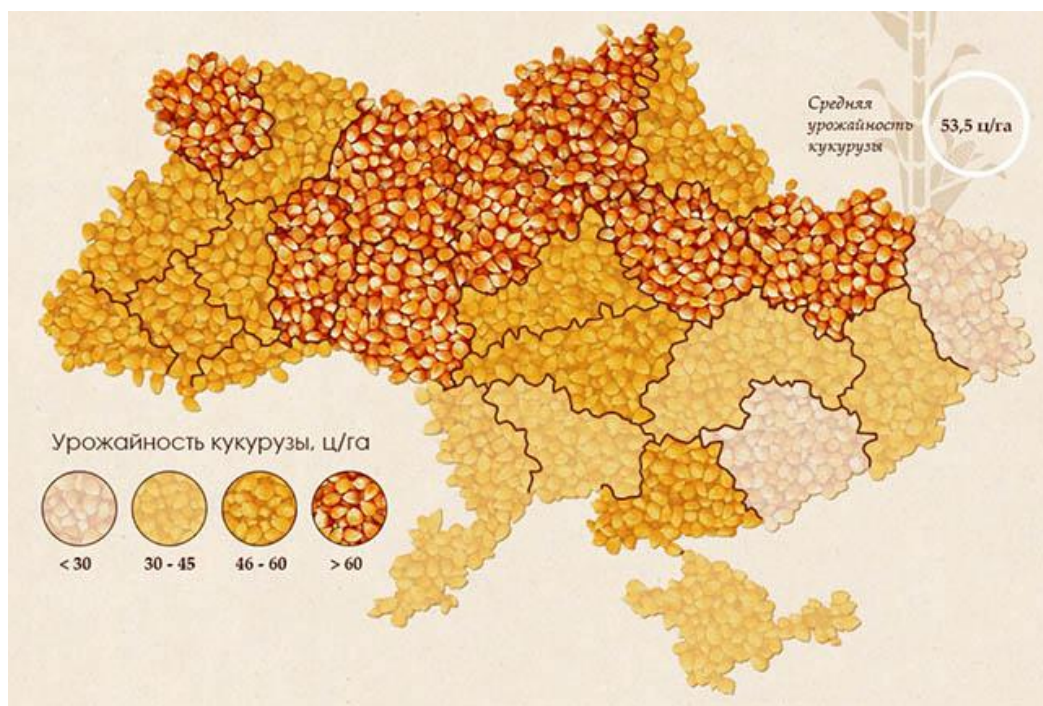


Рисунок 1.6 – Врожайність кукурудзи у різних областях України



Із рис. 1.6 видно, що найбільша врожайність кукурудзи в північних областях України.

#### 1.4 Роль елементів сортової агротехніки в формуванні врожайності гібридів кукурудзи

Гібрид СИ Пандорас (ФАО 250) « Група стиглості: Середньоранній  
Використання: Зерно, силос

Тип зерна: Кременистопоподібний

Тип адаптивності: Середньопластичний

Виробник: Сингета

Основні характеристики:

- високі показники стартового росту;
- еректоїдне розташування листків;
- зерно придатне для переробки на крупу;
- рослини типу Stay Green забезпечують високу якість корму для тварин;- високий потенціал урожайності.

Оцінка ознак за десятибальною шкалою:

- холодостійкість – 9;
- посухостійкість – 8;
- вологовідача – 7;
- темп початкового росту – 9.

Толерантність:

- до кореневих і стеблових гнилей – 9;- до пухирчастої сажки – 9.

Рекомендації з вирощування:

- придатний для повторного вирощування на тому самому полі (домонокультури);
- завдяки високій холодостійкості придатний для сівби в ранні строки (затемператури 6-8 °С на глибині загортання).

Рекомендована зона вирощування:

- Полісся;
- Лісостеп.

Рекомендована густина рослин на період збирання:

- достатнє зволоження – 70-80 тис/га;
- нестійке зволоження – 60-70 тис/га;
- недостатнє зволоження – 45-55 тис/га » [58].

Гібрид НК Кобальт (ФАО 320) « Група стиглості: Середньостиглий

Використання: Зерно, силос

Тип зерна: Зубоподібний

Тип адаптивності: Середньопластичний

Виробник: Сингета

Основні характеристики:

- гібрид здатний забезпечувати високу і стабільну урожайність;
- еректоїдний тип листків;
- середні темпи росту на початку вегетації;
- вихід зерна з качанів – у середньому 83 %;
- за сприятливих умов формує два господарсько-придатні качани.

Оцінка ознак за десятибальною шкалою:

- холодостійкість – 8;
- посухостійкість – 7;
- вологовідача – 8;
- темп початкового росту – 8.

Толерантність:

- до корневих і стеблових гнилей – 8;- до пухирчастої сажки – 8.

Рекомендації з вирощування:

- придатний для повторного вирощування на тому самому полі (домонокультури);
- сівбу рекомендовано проводити в оптимально ранні строки (затемператури 9-12 °С на глибині загортання).

Рекомендована зона вирощування:

- Степ;
- Лісостеп.

Рекомендована густина рослин на період збирання:

- достатнє зволоження – 60-70 тис/га;
- нестійке зволоження – 50-60 тис/га;
- недостатнє зволоження – 40-50 тис/га » [58].

Гібрид СИ Зефір (ФАО 430) « Група стиглості: Середньопізній

Використання: Зерно, силос

Тип зерна: Зубоподібний

Тип адаптивності: Високоадаптивний («Артезіан»)

Виробник: Сингета

Основні характеристики:

- високоврожайний гібрид;
- швидка вологовіддача зерна при дозріванні;
- рослини типу Stay Green;
- стійкий до посухи та вилягання;
- середній вміст білка в зерні становить 9,2 %, крохмалю – 72,4 %.

Оцінка ознак за десятибальною шкалою:

- холодостійкість – 9;
- посухостійкість – 9;
- вологовіддача – 9;
- темп початкового росту – 8.

Толерантність:

- до корневих і стеблових гнилей – 9;- до пухирчастої сажки – 9.

Рекомендації з вирощування:

- кращій вибір для вирощування на зрошенні;
- гібрид адаптовано для повторного вирощування на тому самому полі (домонокультури);
- придатний для ранніх строків сівби (за температури 6-18 °С на глибинізагортання).

Рекомендована зона вирощування:

- Степ;
- Лісостеп.

Рекомендована густина рослин на період збирання:

- достатнє зволоження – 50-60 тис/га;
- нестійке зволоження – 45-55 тис/га;

недостатнє зволоження – 35-45 тис/га;- на зрошенні – 70-80 тис/га »

## РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження

Клімат Полтавської обл. помірно-континентальний із нестійким зволоженням, холодною зимою й жарким, інколи й сухим літом. Континентальність клімату Полтавщини посилюється із західних територій на східні території (зональність), із півночі на південь збільшуються літні й зимові температури, знижується обсяг опадів й відносна вологість повітря.

У залежності від забезпеченості вологою й ґрунтового покриву територія Полтавщини умовно поділена на 4 ґрунтово-кліматичні зони:

- 1.західна Лісостепова;
- 2.східна Лісостепова;
- 3.південно-перехідна;
- 4.південно-західна.

В відповідності до кліматичних характеристик в залежності від ступеня зволоження і температурного режиму Полтавщина поділяється на 4 кліматичних райони:

- 1.Північний середньо зволожений;
- 2.Центральний середньо зволожений;
- 3.Центральний із підвищеною звоженістю;
- 4.Південний середньо зволожений.

Миргородський район розташований на півночі центральної частини Полтавщини, межує з Гадяцьким районом, Зінківським районом, Шишацьким районом, Великобагачанським районом, Хорольським районом, Лубенським районом, Лохвицьким районом й займає площу в 1,54 тисяч квадратних кілометрів, що складає 5,5 відсотків від території Полтавщини й є четвертим за даним показником у Полтавщині [4].

Район розміщений в лісостеповій фізико-географічній зоні. Відповідно до кліматичних характеристик Миргородський район належить до Центрального середньо-зволоженого району.

Земля в якості природного ресурсу є головним багатством нашої країни, що є основним засобом для с/г виробництва і просторовий базис для розміщення й розвитку ін. сфер економіки. Земельний фонд Полтавщини становить 2875 тисяч гектар, до якого відноситься:

1. Сільськогосподарські угіддя—2235 тисяч гектар (чи 78 відсотків від загального фонду Полтавщини);

2. Ліси і вкриті лісом площі—277 тисяч гектар (10 відсотків);

3. Забудовані землі—115 тисяч гектар (4 відсотків);

4. Відкриті заболочені землі—85,74 тисяч гектар (3 відсотків);

5. Відкриті землі без рослинного покриву—12,85 тисяч гектар (0,45 відсотків);

6. Водна поверхня—148,3 тисяч гектар (5 відсотків).

Таким чином більше, ніж із всієї території Полтавщини займають землі с/г призначення, із яких:

1. рілля—1769,4 тисяч гектар (61,5 відсотків);

2. перелоги—12,1 тисяч гектар (0,4 відсотків);

3. багаторічні насадження—29,7 тисяч гектар (1 відсотків);

4. сіножаті—162,45 тисяч гектар (0,6 відсотків);

5. пасовища—203,8 тисяч гектар (7,1 відсотків).

Орні землі представлені, у основному, родючими чорноземами і їхніми різновидами. Площа зрошуваних земель складає 51,2 тисяч гектар (1,8 відсотків), осушених – 37,2 тисяч гектар (1,3 відсотків). Сільськогосподарська освоєність земель Полтавщини в 2007 р. становила 77,8 відсотків по відношенню до загальної площі території, а розораність – у середньому 63,6 відсотків під час середньої в Україні 71,1% [4].



представлені четвертинними осадовими породами. Найпоширенішою ґрунтоутворюючою породою у області є леси.

На території Полтавської області виокремлюють п'ятдесят три різновидності ґрунту, що у залежності від походження і властивостей діляться на дванадцять груп:

- 1.чорноземи;
- 2.дерново-підзолисті ґрунти;
- 3.опідзолені ґрунти;
- 4.дернові ґрунти;
- 5.лучно-чорноземні ґрунти;
- 6.лучні ґрунти;
- 7.лучно-болотні ґрунти;
- 8.болотні ґрунти;
- 9.торфоболотні ґрунти;
- 10.торфовища;
- 11.солонці;
- 12.солоді.

Найбільш поширені у Полтавщині ґрунти—чорноземи. Вони займають майже 2/3 території Полтавщини. Чорноземи характеризуються високим вмістом органічних речовин і доброю водопроникністю. Чорноземи області у основному відносяться до слабогумусних, малогумусних і середньогумусних. У цілому у області зустрічається біля вісімнадцяти типів чорноземних ґрунтів. Серед орних земель дані типи чорноземних ґрунтів складають більше 80 відсотків.

Загалом ґрунти області належать до родючих ґрунтів і забезпечують вирощення усіх с/г культур. Ґрунтовий покрив області має територіальні відмінності, що надає підстави виділити у області 4 ґрунтово-кліматичні зони. Західна лісостепова ґрунтово-кліматична зона. У зоні переважають чорноземи глибокі, поширені опідзолені деградовані і змиті чорноземи, а також сірі опідзолені ґрунти.



Східна лісостепова ґрунтово-кліматична зона. Найпоширеніші ґрунти—чорноземи глибокі малогумусні середньоглинисті. У долинах річок дернові піщані і глинисто-піщані ґрунти. На території області наявні чорноземно-лучні ґрунти, частково солонцюваті і солончакові. Перехідна південна ґрунтово-кліматична зона. У даній зоні поширені найбагатші ґрунти Полтавської області—чорноземи типові потужні середньо гумусні. Південно-західна ґрунтово-кліматична зона на солонцюватих ґрунтах. Ґрунтовий покрив території представлений переважно залишково- й слабо солонцюватими чорноземами.

Миргородський район за характеристикою ґрунтового покриву відноситься до Східна лісостепової ґрунтово-кліматичної зони. У районі переважають чорноземи типові, наявні також: чорноземи солонцюваті, чорноземи деградовані, чорноземи опідзолені і темно-сірі опідзолені ґрунти, уздовж річок розміщені лучні ґрунти. Разом із тим ґрунти Полтавщини, насамперед Миргородського району, легко піддаються механічному руйнуванню унаслідок ерозії й дефляції [4].

Висока активність ерозії пов'язана із високою розораністю земель. Під с/г угіддя в Миргородському районі застосовувалось приблизно 25-45 відсотків еродованих земель, на схилах було розміщено приблизно 5,6 тисяч гектар орних земель. Серед деградаційних процесів на території Полтавської області також має місце засолення ґрунту. Наявність засолених ґрунтів на території Полтавщини сягає 109,9 тисяч гектар. Гумус ґрунту є основною складовою частиною ґрунту, що є головним джерелом поживних речовин. Вміст гумусу у ґрунтах Полтавщини коливається у межах 4,6-2,6 відсотків, середнє значення складає 3,39 відсотків, (по нашій країні це значення складає 3,25 відсотків), що є досить високим показником, у порівнянні із іншими областями нашої країни, і ін. державами світу.

Зокрема в ґрунтах вміст гумусу складає 3,4 відсотків. Азот, фосфор і калій є головними поживними речовинами, що напряму впливають на ріст й

розвиток рослин, їх забезпеченість є дещо нижчою від стандартів, проте їх обсяг достатній для забезпечення живлення рослин.

Ґрунти Миргородського району мають приблизно 120,3 мг/кг фосфатів і 109,7 мг/кг калію. рН (гідролітична кислотність) ґрунтів Полтавщини коливається у межах 5-7. Забезпеченість ґрунтів Полтавської області головними мікроелементами (насамперед бор, марганець, мідь, а також цинк) середня, проте їхня кількість є достатньою для живлення сільськогосподарських культур [4].



Рисунок 2.2- Карта. Якість земель Полтавщини

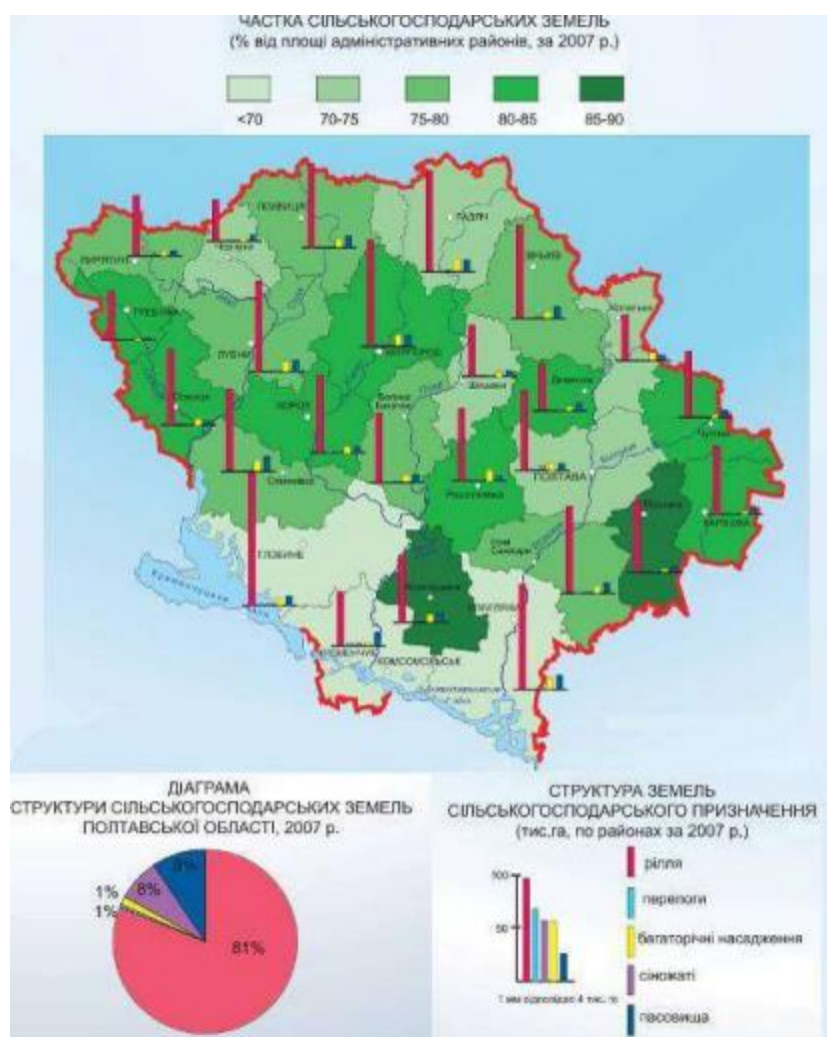


Рисунок 2.3- Карта «Землі сільськогосподарського призначення Полтавщини».

Проведений аналіз природнокліматичних умов Полтавщини і насамперед, Миргородського району, а також оцінка родючості ґрунтового покриву свідчать про значний потенціал відносно розвитку сільського господарства в регіоні.

Об'єм с/г виробництва Миргородського району (в порівнянних цінах 2020 р.). 1340,7 мільйон гривень (за даними Інвестиційного паспорту Миргородського району). Структура с/г виробництва: рослинництво 74,3 відсотків тваринництво 25,7 відсотків. Головні сфери рослинництва це вирощування таких культур: зернових, цукрових буряків, насіння соняшнику, сої, ріпаку, картоплі, а також овочів.

Природні умови Миргородського району найбільш сприятливі для вирощування різних сортів і гібридів кукурудзи [4].

## 2.2 Методика досліджень

В умовах Полтавської обл. на чорноземах типових протягом 2018 – 2021 років були проведені багатофакторні польові дослідження. Територія проведення досліджень відноситься до району з помірно-континентальним кліматом та достатньою кількістю опадів (ГТК – 1-2), проте їх розподіл упродовж року та за окремими роками дуже нерівномірний. У середньому за рік випадає 560 мм з коливаннями в розрізі років від 270 до 730 мм. Середня температура повітря за рік складає 6,8-7,6 °С [7].

Коефіцієнти суттєвості відхилень показників агрометеорологічного режиму поточного року від середніх багаторічних розраховували за формулою:

$$K_c = \frac{X_i - X}{X}, \quad (1)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт суттєвості відхилень;

$X_i$  – показники поточної погоди;

$X$  – середня багаторічна величина.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилення визначали за градацією:

$K_c = 0-1$  – умови, близькі до звичайних;  $K_c = 1-2$  – умови, що сильно відрізняються від середніх багаторічних;  $K_c > 2$  – умови, наближені до рідкісних.

Кукурудзу в роки проведення досліджень висували в період 30 квітня – 4 травня. Стабільність та пластичність гібридів за урожайністю розраховували відповідно до методики Еберхарда-Рассела, при цьому для критерію «пункт»

використано критерій «погодні умови року». У такій модифікації визначили показники стабільності та пластичності гібридів кукурудзи в правильних метеорологічних умовах при проведенні досліджень [7].

### РОЗДІЛ 3 РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ РОСЛИНАМИ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИМИ ГУСТОТАМИ СТОЯННЯ РОСЛИН В ПОСІВАХ

#### 3.1 Ріст та розвиток рослин гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин

У розрізі років проведення досліджень та залежно від щільності посіву та норми добрив урожайності гібридів склав 5,08-13,4 т/га. За сприятливих погодних умов у 2019 році гібриди реалізували свій потенціал на високому рівні – 6,61-13,4 т/га. Усі гібриди формували вищу урожайність за густоти перебування 90 тисяч рослин на гектар в межах однієї норми добрив. За реакцією на норму добрив гібриди можна поділити на кілька груп. Нами встановлена конкретна реакція гібридів на погодні умови та технологічні чинники щодо здатності формувати врожайність. Найвищий рівень адаптивності проявив сорт Сенсор, формуючи протягом 2018 – 2020 років найвищий рівень урожайності – 6,12-13,4 тон на гектар за рівних умов з іншими гібридами [3].

Аналіз рівня врожайності, яку формували гібриди, її зміна та розрахунок коефіцієнтів стабільності та пластичності дозволили виділити групи гібридів, які позитивно реагують на наявні умови зростання шляхом значного підвищення врожайності та коефіцієнта пластичності за 90 тис. рослин/га:

ЄС Сенсор –  $P = 1,44-2,1$ ;

Олександра –  $P = 1,44-2$ ;

ЄС Гарант –  $P = 1,7$ ;

КВС 381 –  $P = 1,4$ .

Гібрид ЄС Кубус також характеризується високою пластичністю за нижчих норм добрив –  $П = 1,62-2,13$  і лише за внесення  $N_{150} P_{135} K_{135}$  коефіцієнт пластичності становить 0,63, що можна свідчити про нижчий рівень адаптивності рослин за високими нормами. доступних елементів живлення і розвитку поверхневої кореневої системи (таб. 3.1).

Коефіцієнт пластичності щодо врожайності за густоти перебування 60 тисяч рослин на гектар в розрізі гібридів та норми добрив коливався від 0,52 до 1,71, а за густоти від 90 тисяч рослин на гектар – від 0,69 до 2,13. Встановлена загальна тенденція щодо вищої пластичності рослин за густоти перебування 90 тисяч рослин на гектар, виключенням став лише гібрид Олександра – коефіцієнт пластичності за 60 тис. рослин/га та внесені  $N_{150} P_{135} K_{135}$  склав 2,26. Тобто гібрид для такої щільності є досить пластичним і ефективно використовує елементи живлення.

Таблиця 3.1-Адаптивність гібридів кукурудзи

Гібрид кукурудзи	Норма добрив, кг д. р./га	Густота стояння рослин		
		60		
		жа йн іст ь, т/г	пл ас ти чн іст ь	Показн ст аб іль ніс ть
Дніпровський 257	$N_{60} P_{45} K_{45}$	6,1	1,2	0,1
	$N_{90} P_{60} K_{60}$	6,7	1,0	0,2
	$N_{120} P_{105} K_{105}$	7,5	1,5	0,4
	$N_{150} P_{135} K_{135}$	7,7	0,7	0,3

ЄС Сігма	N 60 P 45 K 45	6,5	0,9	0,1
	N 90 P 60 K 60	6,8	1,0	14,7
	N 120 P 105 K 105	7,1	1,2	0,2
	N 150 P 135 K 135	7,9	0,5	0,2
Александра	N 60 P 45 K 45	6,0	1,0	0,1
	N 90 P 60 K 60	6,3	1,0	0,2
	N 120 P 105 K 105	7,2	1,2	0,2
	N 150 P 135 K 135	9,3	2,4	0,4
ДН Гарант	N 60 P 45 K 45	6,0	1,0	0,1
	N 90 P 60 K 60	6,9	1,4	0,2
	N 120 P 105 K 105	7,5	1,8	0,2
	N 150 P 135 K 135	8,0	1,4	0,2
ЄС Кубус	N 60 P 45 K 45	6,1	0,9	0,1
	N 90 P 60 K 60	6,6	0,7	0,1
	N 120 P 105 K 105	7,1	1,1	0,2
	N 150 P 135 K 135	8,3	1,4	0,2



ЄС Москіто	N 60 P 45 K 45	6,1	0,9	0,1
	N 90 P 60 K 60	6,6	0,7	0,2
	N 120 P 105 K 105	7,6	1,7	0,3
	N 150 P 135 K 135	8,3	1,4	0,2
ЄС Sensor	N 60 P 45 K 45	7,0	1,0	0,2
	N 90 P 60 K 60	7,9	0,9	0,3
	N 120 P 105 K 105	8,8	0,9	0,4
	N 150 P 135 K 135	9,3	0,9	0,9
КВС 381	N 60 P 45 K 45	6,2	0,8	0,1
	N 90 P 60 K 60	7,1	1,0	0,2
	N 120 P 105 K 105	7,9	1,1	0,2
	N 150 P 135 K 135	8,2	1,2	0,2

Стабільність гібридів є відносним показником – деякі гібриди за нижчої врожайності демонструють досить високу стабільність. Гібрид кукурудзи ЄС Москіто за 90 тисяч рослин на гектар продемонстрував високу стабільність – 0,16-0,30 та пластичність 1-1,23, що відображається за умови максимального наближення до оптимальних. Гібрид добре адаптується до змінних умов вирощування, формуючи стабільно високу урожайність – такої комбінації показників з вибору восьми гібридів більше не має у жодного з гібридів [3].

Реакція гібридів на норми добрив є спеціально обумовленою, що в значній мірі пов'язана з морфологією надземної і підземної частин рослини. Встановлено, що за внесення високих норм добрив під передпосівний обробіток, коренева система формується переважно у верхньому горизонті обґрунтування, що має ризик розвитку рослин, передусім з точки зору забезпечення вологою та ефективного використання елементів живлення. У зв'язку з цим у 2018 та 2020 роках, коли був зафіксований значний дефіцит вологи, більшість гібридів не сформувала урожайність, яка була зафіксована для них у 2019 році. Виключенням став гібрид Sensor, який за цими умовами сформував високу врожайність та довжину кореневої системи (рис. 3.1).



60 тис рослин/га

90 тис рослин/га

Рисунок 3.1- Коренева система гібриду Сенсор, N 150 P 135 K 135

Гібрид Александра характеризується дещо іншою реакцією на норми добрив та густоту перебування рослин, створених з іншими гібридами. За внесення N<sub>60</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub> і густоти стояння рослин 60 тисяч рослин на гектар

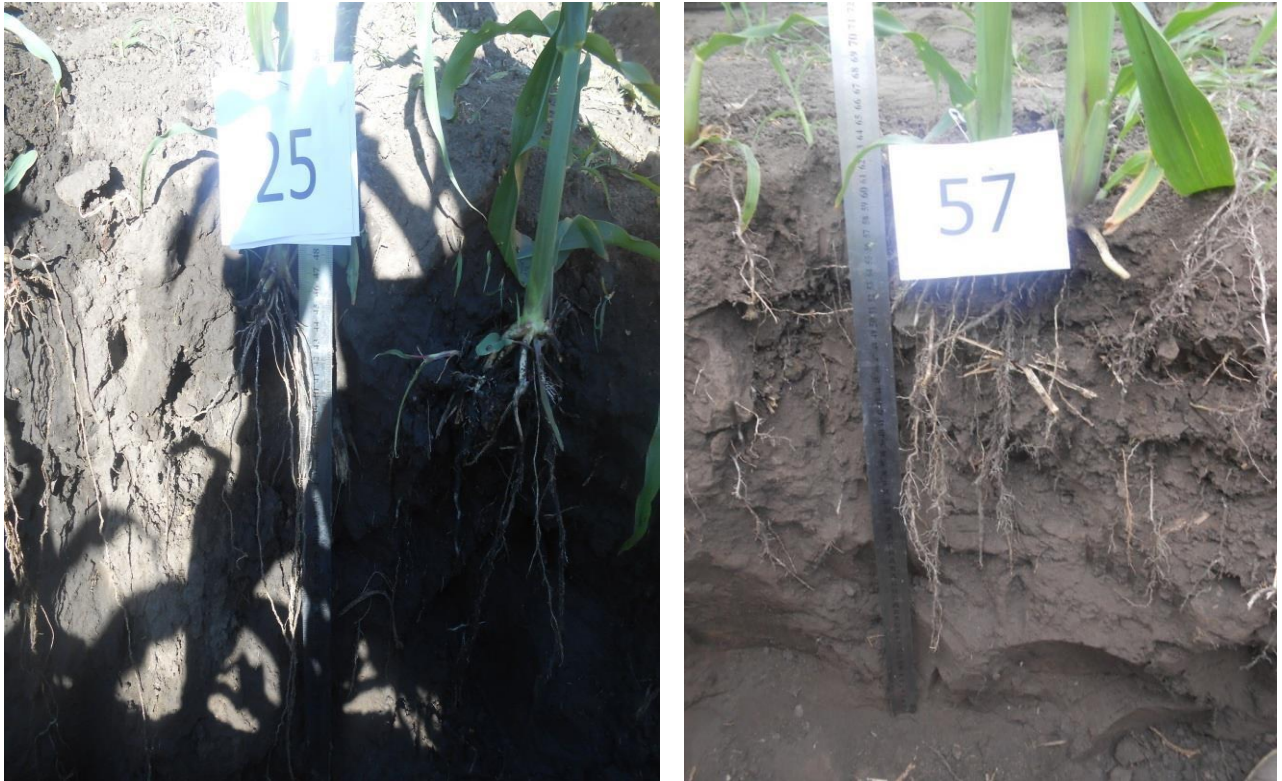
вільніше формується коренева система з посівами з густотою 90 тисяч рослин на гектар [14]. Протест за подальше підвищення норм добрив і густоти 60 тисяч рослин на гектар відбувалося значне подовження кореневої системи, а за густоти 90 тисяч рослин на гектар довжина кореневої системи зменшилася (рис. 3.2).



60 тис рослин/га 90 тис рослин/га

Рисунок 3.2- Коренева система гібриду Олександра, N 150 P 135 K135

За 60 тисяч рослин на гектар кожна тенденція до формування потужнішої кореневої системи у всіх гібридів за збільшення норм добрив і лише за підвищення норми добрив до N 150 P 135 K 135 загальна довжина кореневої системи знижується до рівня занесення N<sub>90</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub> (рис. 3.3).



60 тис рослин/га    90 тис рослин/га

Рисунок 3.3- Коренева система гібриду Дніпровський 257, N 150 P 135 K 135

Лінійні розміри кореневої системи за внесення N<sub>90</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub> і густоти стояння рослин 90 тисяч рослин на гектар були більшими лише у гібридів Дніпровського 257 та Сигма разом з посівами з 60 тисяч рослин на гектар, а всі інші гібриди вже поступали за розмірами кореневої системи рослинам, які вирощувалися за густоти стояння 60 тисяч рослин на гектар, а за норми N<sub>120</sub> P<sub>105</sub> K<sub>105</sub> та N<sub>150</sub> P<sub>135</sub> K<sub>135</sub> довжина кореневої системи зменшувалася і значно відбувалася довжина за густоти стояння 60 тисяч рослин на гектар [10].

Таким чином, за густоти перебування рослин 90 тисяч рослин на гектар рослини у фазі 8-ми листків конкурують за елементи живлення, які надходять із добрив.

Таким чином, високопродуктивні гібриди здатні формувати більший рівень урожайності за ущільнених посівів, які формуються за більшої норми

висіву та збільшуючих доз елементів живлення. За таких умов формується коренева система більша за об'ємом – менша в діаметрі, але з більшою довжиною скелетного коріння та корінців різного порядку. Розрахунок внесення елементів живлення на формування певного рівня урожайності і погляд на посів у горизонтальній площині є вкрай помилковим, остаточно розглядатися не «площа», а «об'єм» обґрунтування, де відбувається формування кореневої системи і за рахунок чого переважно відбувається живлення та забезпечення вологою рослини [14].

### 3.2 Формування врожайності гібридами кукурудзи при різній щільності посівів рослин

Густота посіву є одним із найвпливовіших факторів, що впливають на врожайність кукурудзи. Тут ми перевірили гіпотезу про те, що, відповідно до властивостей ґрунту, максимальної продуктивності кукурудзи можна досягти, змінюючи кількість насіння. Використовувалися гібриди AG 8700 PRO3 та FS 401 PW, які мають схожі характеристики та середній цикл плодоношення 135 днів. Випробувані норми висіву становили 50, 55, 60 і 65 тис. насінин на га<sup>-1</sup>.

Для оцінювання формування врожайності гібридами кукурудзи при різній щільності посівів рослин наведемо в таб. 3.2 аналіз впливу густоти рослин на оцінювані ознаки гібридів кукурудзи [12].

Таблиця 3.2- Дисперсійний аналіз впливу густоти рослин на оцінювані ознаки гібридів кукурудзи

	Середнє значення кв	Врожайність зерна/ряд	Кількість ядра/колос	Кількість колосся/рослина	Висота рослини	Довжина вуха	Діаметр вуха	Діаметр стебла	46	
SOV	Урожайність зерна	зерна/ряд	Кількість вух	ядра/колос	колосся/рослина	Висота рослини	Довжина вуха	Діаметр вуха	Діаметр стебла	
Гібрид (H)	1,09 *	55,55 *	5,98 **	1764,70 **	0,33	56,08	134,68 *	5,10 **	26,81 **	3,05
Щільність (D)	3,30 **	82,14 **	2,18	3537,37 **	0,91	363,52 **	257,07 **	8,45 **	81,24 **	8,16 **
V × Г	2,28	97,20	7,99	3186,50	0,047	84,46	552,22	20,79	29,49	5,86
Помилка	0,303	12,83	0,28	1477,53	0,078	8,56	25,36	0,52	5,94	1,32
РЕЗІОМЕ (%)	6,09	7,78	2,89	4,70	7,24	5,39	2,57	3,86	5,15	5,77

Фізіологічна ефективність і здатність культури перетворювати загальну суху речовину в економічну врожайність відома як індекс урожаю (ІУ). Щільність рослин показала значну різницю для ІУ. Культура, посіяна з густотою 7 рослин/м<sup>2</sup>, мала максимальний ІУ (60,55%), потім 9 рослин/м<sup>2</sup> (52,45%), що було аналогічно 13 рослин/м<sup>2</sup> (50,10%) (таб. 3.2).

З іншого боку, зі збільшенням густоти рослин ІУ зменшувався. Густота стояння впливає на архітектуру рослин, змінює моделі росту та розвитку, а також впливає на виробництво та розподіл вуглеводів. Індекс урожаю рису знижується, коли збільшується густота рослин. Зниження врожайності/рослини може бути наслідком міжрослинної конкуренції між рослинами за використання світла, води, поживних речовин та інших факторів середовища, що обмежують урожайність [5].

Порівняння середніх значень показало, що максимальний індекс урожаю (56,80%) було зафіксовано для гібрида KSC500, а мінімальне значення (52,75%) було зафіксовано для KSC260. Подібні результати були отримані в гібридів кукурудзи та в сортах рису.

На висоту рослин суттєво вплинули гібриди кукурудзи та густота рослин. Висота рослин зростала зі збільшенням густоти рослин. Дані щодо впливу гібридів кукурудзи та густоти рослин на висоту рослин наведені в таб. 3.2. Загалом максимальну висоту рослин (200,5 см) було отримано при найвищій густоті (13 рослин/м<sup>2</sup>), тоді як найменше значення (185,2 см) зафіксовано при найменшій густоті рослин (7 рослин/м<sup>2</sup>).

Густота рослин значно вплинула на діаметр стебла. Діаметр стебла зменшувався зі збільшенням густоти рослин, і найбільший діаметр стебла (20,4 мм) був визначений у 7 рослин/м<sup>2</sup>, а найменший діаметр стебла (18,1 мм) був визначений у 13 рослин/м<sup>2</sup>. На діаметр стебла сильно впливають умови навколишнього середовища під час подовження стебла. Це може бути наслідком міжрослинної конкуренції за світло, яка стимулює апікальне домінування.

Таким чином, нами було досліджено процес формування врожайності гібридами кукурудзи при різній щільності посівів рослин [12].

## ВИСНОВКИ

1. Визначено господарське значення кукурудзи. Кукурудза є однією із найважливіших кормових культур. Загалом із кукурудзи виготовляють більш ніж 300 різних виробів. Із 1 ц зерна кукурудзи можна отримати 56 кг крохмалю, 38 л спирту, 60 кг фруктози, 22 кг корму із вмістом протеїну 21 %, 2,7 кг кукурудзяної олії, 5,2 кг глютенів борошна.

2. Встановлено морфобіологічні особливості кукурудзи. Кукурудза – це однорічна, роздільностатева, однодомна, перехреснозапильна анемофільна рослина. За вимогами до тепла кукурудза є теплолюбною культурою. Мінімальною температурою проростання насіння є 8 - 10°C, а сходи з'являються при 10 - 12°C. При висіванні у холодний ґрунт (менше ніж 8°C) насіння проростає дуже повільно, набубнявіле насіння не сходить, й в результаті різко знижується польова схожість. Сходи кукурудзи гинуть за температури мінус 3°C. Найменші ранні осінні приморозки пошкоджують листки та рослину загалом.

3. Охарактеризовано ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження. Клімат Полтавської області помірно-континентальний із нестійким зволоженням, холодною зимою й жарким, інколи й сухим літом. Континентальність клімату Полтавщини посилюється із західних територій на східні території (зональність), із півночі на південь збільшуються літні й зимові температури, знижується обсяг опадів й відносна вологість повітря.

На території Полтавської області виокремлюють п'ятдесят три різновидності ґрунту, що у залежності від походження і властивостей діляться на дванадцять груп: чорноземи, дерново-підзолисті, опідзолені, дернові, лучно-чорноземні, лучні, лучно-болотні, болотні, торфоболотні, торфовища, солонці, солоді.

4. Визначено процес формування врожайності гібридами кукурудзи за умов різної щільності посівів рослин. Щільність рослин показала значну різницю для індексу урожаю. Культура, посіяна з густиною 7 рослин/м<sup>2</sup>, мала



максимальний індекс урожаю (60,55%), потім 9 рослин/м<sup>2</sup> (52,45%), що було аналогічно 13 рослин/м<sup>2</sup> (50,10%).

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Із метою отримання найбільшого врожаю зерна кукурудзи рекомендується висівати її із щільністю 7 рослин на один квадратний метр, оскільки саме така щільність забезпечує максимальний індекс урожаю (60,55%), серед всіх досліджуваних варіантів щільності вирощування культури.

Рекомендується також вносити мінеральні та органічні добрива, оскільки вони теж позитивно впливають на врожай зерна кукурудзи. Наприклад, із метою отримання урожаю 5,0 – 6,0 т/га кукурудзи необхідно внести до ґрунту 130 кг/га калію, 130 – 150 кг/га азоту, 50 – 60 кг/га фосфору.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андрієнко А. Л. Особливості сортової агротехніки гібридів кукурудзи різних груп стиглості в північному степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 "Рослинництво" А.Л. Андрієнко. Дніпропетровськ, 2004. 23 с.
2. Бурикiна С.І. Ляховська Н.А. Удобрення кукурудзи на силос у сiвозмiнi. Вісн. аграр. науки. 2018. Спец. вип. С. 38–39.
3. Дiдур І.М., Циганський В.І. Продуктивність кукурудзи залежно від впливу сучасних біопрепаратів та мікробіологічних добрив в умовах Лісостепу правобережного. Сільське господарство та лісівництво. №11. Вінниця. 2018. С. 26-36.
4. Екологічний атлас Полтавщини. URL: <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B0%D1%82%D0%BB%D0%B0%D1%81%20%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%B2%D1%89%D0%B8%D0%BD%D0%B8.pdf>
5. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Навч. посіб. Вінниця. Данилюк В.Г. 2010. 633 с.
6. Кернасюк Ю. Ринок кукурудзи: основні тренди. Агробізнес сьогодні. К.: Імпрес-контакт, 2018. №19 (жовт.). С. 12-14.
7. Лебідь Є.М., Циков В.С., Пашенко Ю.М. [та ін.]. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
8. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. Сільське господарство і лісівництво. Вінниця, 2017. № 6, т. 1. С. 7-14

9. Морфологічні ознаки кукурудзи. URL: <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/morfologichni-oznaki-kukurudzi>
10. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с
11. Пастернак О. Перспективи кукурудзи в Україні. Агробізнес сьогодні. К. 2015. №7 (23.). С. 24-29
12. Бомба М., Дудар І., Литвин О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. Вісн. Львівського нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія. 2013. № 17 (2). С. 64–67.
13. Смірнов, В. М. «Оптимізація густоти стояння для підвищення врожайності гібридів кукурудзи.» Журнал сільськогосподарських досліджень, том 45, № 2, 2018, с. 112-126.
14. Ткаліч Ю.І., Циліорик О.І., Козечко В.І. Оптимізація застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин у посівах кукурудзи північного степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 4 (46). С. 20-25.
15. Чумак В. С. Наукове обґрунтування ефективності сівозмін і добрив у північному Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. с.-г. наук : спец. 06.01.01 "Загальне землеробство" Дніпропетровськ. 2000. 26 с.
16. Іванова, О. С. "Вплив густоти посіву на урожайність кукурудзи: аналіз та перспективи." Матеріали конференції "Сучасні тенденції у сільському господарстві", 2019, с. 78-85.
17. Петренко, І. В. "Густота стояння як фактор, що впливає на формування врожаю кукурудзи." Аграрний вісник, том 24, № 4, 2020, с. 56-67.

- 18.Кравченко, М. П. "Оцінка врожайності гібридів кукурудзи при різних густотах стояння." *Агроінженерія та екологія*, том 7, № 3, 2017, с. 42-51.
- 19.Григоров, О. І. "Дослідження впливу густоти стояння на урожайність кукурудзи в умовах різних агрокліматичних зон." *Наукові праці Інституту агротехнологій*, том 11, 2016, с. 88-96.
- 20.Сергієнко, Н. В. "Густота стояння кукурудзи та її вплив на урожай та якість зерна." *Сільськогосподарські науки*, том 2, № 1, 2015, с. 22-35.
- 21.Коваленко, П. А. "Аналіз впливу густоти стояння на динаміку формування врожаю кукурудзи." *Агроінновації*, том 9, № 2, 2021, с. 76-89.
- 22.Данилюк, О. М. "Оптимізація густоти стояння як чинник підвищення врожайності гібридів кукурудзи в умовах різних кліматичних зон." *Аграрний вісник*, том 31, № 3, 2017, с. 45-58.
- 23.Жуков, В. С. "Вивчення впливу різних густот стояння на продуктивність гібридів кукурудзи в різних умовах вирощування." *Науковий аграрний журнал*, том 14, № 7, 2019, с. 112-128.
- 24.Михайлов, Д. Г. "Ефективність різних густот стояння для досягнення максимальної врожайності кукурудзи." *Сучасні проблеми агроекології*, том 6, № 4, 2020, с. 65-79.