

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

**Факультет природничих наук**

**Кафедра біології та агрономії**

**Кулачко Олександр Іванович**

**ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП  
СТИГЛОСТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ НА СИЛОС В УМОВАХ  
ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**кваліфікаційна робота  
за спеціальністю 201 «Агрономія»**

Особистий підпис – \_\_\_\_\_

Науковий керівник – \_\_\_\_\_ доцент кафедри біології та агрономії,  
кандидат сільськогосподарських наук  
Г. О. Євтушенко

Зав. кафедри – \_\_\_\_\_ професор, доктор сільськогосподарських  
наук С. В. Маслійов

**Старобільськ – 2022**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
РОЗДІЛ 1 АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	6
1.1. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості.....	6
1.2. Вплив елементів живлення на розвиток кукурудзи.....	15
1.3. Формування продуктивності кукурудзи.....	21
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	34
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень.....	34
2.2. Програма та методика проведення дослідів....	40
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ НА СИЛОС В УМОВАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	44
3.1. Формування листкової поверхні кукурудзи на фоні мінерального живлення.....	44
3.2. Структура врожаю гібридів кукурудзи під впливом мінеральних добрив .....	46
3.3. Врожайність кукурудзи залежно від добрив ..	52
ВИСНОВКИ .....	57
РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	59

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Кукурудза – одна із найбільш стратегічних сільськогосподарських культур, яка за своїми господарсько-біологічними властивостями використовується у різних галузях в тому числі у тваринництві, харчовій і переробній промисловості, зі значної частини продукції виробляють біопаливо та електроенергію [1, 2].

У сучасних умовах особливого значення набуває збільшення виробництва кукурудзи шляхом створення силосного конвеєра з вирощуванням гібридів різних груп стиглості. Правильний підбір пластичних гібридів кукурудзи силосного напрямку із стабільною урожайністю дозволить не тільки підвищити продуктивність цієї культури, а й одержати високоякісний силос з вмістом сухої речовини в рослинах – 28–30 %, з часткою качанів – 45–50%

Важливим фактором інтенсифікації вирощування кукурудзи є збалансоване мінеральне живлення, що базується на раціональному використанні добрив. Без них продуктивність рослин різко знижується і їх правильне застосування підвищує стійкість рослин до низьких температур, збільшує частку качанів у врожаї зеленої маси, підвищує вихід білка, крохмалю та кормових одиниць з площі посіву.

Саме тому тематика наших досліджень є актуальною.

**Мета і завдання дослідження.** Метою нашої роботи було дослідження впливу мінерального живлення на врожайність кукурудзи різних груп стиглості при вирощуванні на силос в умовах Луганської області

До завдань досліджень входило:

Проаналізувати стан вивченості питання.

З'ясувати вплив мінеральних добрив на фенологію та біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Визначити найбільш врожайні гібриди кукурудзи на силос в залежності від живлення

Довести енергетичну та економічну ефективність вирощування гібридів різних груп стиглості на певному фоні мінерального живлення

**Об'єкт дослідження** - гібриди кукурудзи на силос різних груп стиглості.

**Предмет дослідження** – вплив мінеральних добрив на врожайність гібридів кукурудзи на силос різних груп стиглості в умовах Старобільського району Луганської області.

**Методи дослідження:** польовий, для встановлення тривалості міжфазних періодів розвитку рослин кукурудзи, а також густоти, продуктивності посівів і структури врожаю; аналітичний – для визначення хімічного складу продукції; математично-статистичний – для оцінки достовірності отриманих даних; розрахунковий – для визначення економічної та біоенергетичної ефективності технологічних прийомів.

**Наукова новизна отриманих результатів** визначається тим, що в процесі реалізації програми досліджень і аналізу отриманих результатів було визначено вплив мінерального живлення на врожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості Товтрянський 188 СВ, Білозірський 295 СВ, Моніка 350 МВ, Бистриця 400 МВ при вирощуванні на силос в умовах Старобільського району Луганської області.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані дані можна використати для створення рекомендацій виробництву і розробки технології вирощування кукурудзи гібридів Товтрянський 188 СВ, Білозірський 295 СВ, Моніка 350 МВ, Бистриця 400 МВ при вирощуванні на силос в умовах Старобільського району Луганської області.

**Особистий внесок.** Автором разом з науковим керівником розроблено схеми дослідів і програму досліджень. Самостійно опрацьовано літературу, здійснено теоретичне обґрунтування необхідності проведення експериментальних досліджень, проведення дослідів, аналіз і узагальнення одержаної наукової інформації, формулювання висновків

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень доповідались на секції «Аграрні науки та продовольство: традиції, проблеми

та перспективи» II Міжнародної науково-практичної конференції «Природничі науки: наукові та педагогічні здобутки, проблеми та перспективи», яка відбулася 21-22 грудня 2021 р. у м. Старобільськ Луганської області (ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано одні тези.

**Структура роботи.** Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел. Текст викладено на 67 сторінках, список використаних джерел містить 97 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

### АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

#### 1.1. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості

Кукурудза – одна з найважливіших та найрентабельніших сільськогосподарських культур, яка за врожайністю зерна являється однією з найбільш високопродуктивних культур, вона перевищує всі зернові культури. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічного – 15 %, решта йде на фураж (65 %) [8, 9]. Світові площі посіву кукурудзи займають третє місце в світі після пшениці і рису, а в групі зернофуражних культур – перше. Найбільші площі посіву кукурудзи зосереджено в США та в Китаї, де вони займають відповідно: 28-30 і 20-21 млн. га. Урожайність зерна кукурудзи становить в середньому 75-82 ц/га в США, у Франції – 78-80 ц/га, Італії – 83-86 ц/га. У США виробляється понад 45 % світового валового збору зерна цієї культури. Потужними виробниками зерна кукурудзи є також Мексика, Франція, Румунія, Південна Африка, Індія, Аргентина, Італія, Канада та інші країни [10, 11 ].

Подальше підвищення виробництва кукурудзи в Україні можливе за рахунок удосконалення технологій вирощування, які дозволять підвищити врожайність на вже чинних площах. Виходячи з нової стратегії виробництва зернових та олійних культур, в Україні передбачається довести виробництво кукурудзи до 30 млн. т, з яких майже 20 млн. т експортувати [12].

Подальше підвищення виробництва можливе за рахунок удосконалення технологій вирощування, які дозволять підвищити врожайність на вже чинних площах. Виходячи з нової стратегії виробництва зернових та олійних культур, в Україні передбачається довести виробництво кукурудзи до 30 млн. т, з яких майже 20 млн. т експортувати [12]. Виробництво зерна кукурудзи – це складний і затратний процес з чітким дотриманням технологічної дисципліни,

своєчасним і якісним виконанням всіх технологічних операцій [9, 18].

На сьогоднішній день кукурудза вирощується у багатьох країнах світу всіх континентів, займаючи позицію лідера світового масштабу серед інших вирощуваних зернових культур [19]. За рахунок розширення генетичного потенціалу гібридів шляхом залучення до селекційного процесу вихідного матеріалу з цінними господарськими ознаками і властивостями і відбувається збільшення виробництва зерна кукурудзи. [20, 21]. Тому важливим напрямком роботи вітчизняних селекціонерів є створення гібридів інтенсивного типу з високим рівнем урожайності та високою адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов [22].

Батьківщиною кукурудзи є Середня і Південна Америка. Цим її походженням і пояснюється потреба кукурудзи в достатній кількості тепла для росту і розвитку. Завдяки селекційному прогресу, особливо щодо створення більш ранньостиглих і стійких до низьких температур гібридів, кордони вирощування кукурудзи в останні роки просунулися далеко на північ. Необхідна температура для росту і розвитку кукурудзи від +12 до +25°C. Денна температура від +22 до +25°C і нічна температура +18°C є оптимальними. Окремі фази розвитку вимагають різних температур (табл. 1.1.1).

*Таблиця 1.1.1*

**Вимоги кукурудзи до температури на різних фазах розвитку  
(за Д. Шпааром) [7]**

Фази росту та розвитку	Біологічний мінімум, °C	Оптимальний режим, °C	Критична температура, °C
Проростання	8-10	12-15	від -2 до -3
Сходи	10-12	15-18	від -2 до -3
Утворення та ріст вегетативних органів	10-12	16-20	від -2 до -3
Утворення генеративних органів, інтенсивний ріст і цвітіння	12-15	16-20	від -1 до -2 (генеративні органи) від -2 до -5 (листки)

Дозрівання	10-12	18-24	від -2 до -3 (листки) від -4 до -5 (качани в фазі молочно- воскової стиглості)
------------	-------	-------	-----------------------------------------------------------------------------------------

Швидкість проростання і час від посіву до появи сходів залежать у кукурудзи від температури ґрунту на глибині посіву (табл. 1.1.2). Приріст вегетативної маси кукурудзи починається при температурах вище +10 - +12°C. Восени процеси накопичення сухої маси (СМ) закінчуються при температурах нижче +12°C. Важливими критеріями для оцінки придатності місцевості для вирощування кукурудзи є середньодобові температури за період з травня по вересень або сума ефективних температур (при цьому враховуються тільки дні з середньодобовою температурою вище +10°C) за цей період або до досягнення певної фази стиглості. Чим більше ранньостиглий гібрид, тим менше необхідна для нього сума тепла (табл. 1.1.3).

Таблиця 1.1.2

**Поява сходів залежно від температури ґрунту (за Д. Шпааром) [7]**

Температура ґрунту, °С	Період від посіву до появи сходів, діб
10-12	18-20
15-16	10
17-21	5-6

Чутливі рослини кукурудзи до вирощування та догляду за низьких температур і заморозках. У весняний період заморозки до -2 та -3°C можуть повністю знищити надземну вегетативну масу рослин. Тому для гібридів кукурудзи, які відрізняються по термінах дозрівання, встановлена необхідна сума ефективних температур (вище 10 ° С), поряд із забезпеченістю кожної ґрунтово- кліматичної зони теплом і з урахуванням біологічних особливостей культури дає можливість науково обґрунтувати районування гібридів різних груп стиглості за їх потребою в теплових ресурсах кожної зони України [120].

Але заморозки навесні не шкодять кукурудзі, якщо не пошкоджується



точка росту. Осінні заморозки до рівня нижче  $-4^{\circ}\text{C}$  викликають відмирання рослин і зниження поживності корму. Високу потребу кукурудзи в теплі треба враховувати при визначення термінів посіву та збирання. Відмінні ознаки кукурудзи як рослини з циклом С-4 по відношенню до вологи і тепла описані вище. З цих властивостей випливає, що коливання врожайності кукурудзи по роках в північних регіонах вирощування більше залежать від суми температур, ніж від вологи. Важливо і те, що кукурудза в період найбільшої потреби у волозі утворює потужну кореневу систему, яка проникає в глибокі шари ґрунту.

Таблиця 1.1.3

**Придатність гібридів різних груп стиглості залежно від середніх добових температур і сум температур за травень-вересень  
(за Д. Шпааром) [7]**

Група стиглості/число FAO	Середньодобова температура, травень – вересень, $^{\circ}\text{C}$		Сума ефективних температур, травень – вересень, $^{\circ}\text{C}$		Вміст СМ	
	Кукурудза на силос	Кукурудза на зерно	Кукурудза на силос	Кукурудза на зерно	в цілій рослині	в зерні
Ранньостиглі/ 220 і менше	12,5	13,5	1450-1500	1580	32-35	65
Середньостиглі/ 230-250	13,5	14,5	1490-1540	1630	32-35	65
Середньопізнньостиглі/ 260-290	14,5	15,5	1540-1590	1680	32-35	65
Пізнньостиглі/ 300 і менше	15,5	16,0	1600-1640	1730	32-35	65

Ця культура в змозі поглинати вологу і своїм листям. Незважаючи на великий обсяг борошністої частини зерна (зерно кукурудзи поглинає 32-40 % своєї СМ), вологість ґрунту навесні зазвичай достатня для набухання і проростання насіння. Якщо ж верхній шар ґрунту сухий, то насіння загортають трохи глибше. Вимогливість кукурудзи до вологи (приблизно 30 мм опадів на

місяць) на початку вегетації невисока. До утворення 7-8 листка випадки появи ознак нестачі вологи рідкісні. Якщо в цей час випадає мало опадів, але стоїть тепла погода, кукурудза розвиває потужну кореневу систему, яка проникає в ґрунт глибше, ніж звичайно, що створює хорошу передумову для отримання високого врожаю за умови недостатньої вологозабезпеченості в наступний період.

Найбільша кількість вологи кукурудза споживає протягом 30 днів, починаючи за 10-14 днів до викидання волоті і до стадії настання молочної стиглості зерна, коли рослини швидко ростуть у висоту і відбувається накопичення СМ. Нестача вологи в цей критичний період, який часто супроводжується і повітряною посухою, призводить до в'янення рослин, висихання листя, зниження активності фотосинтезу і життєздатності пилку. В результаті знижується запліднення, що, в свою чергу, призводить до череззерниці і зменшення врожайності. Залежно від вмісту вологи в ґрунті, сприятливі умови для кукурудзи в цей період створюються при випаданні 80-120 мм опадів і при вологості ґрунту понад 60 %. Однак, часті дощі, що викликають надмірне зволоження ґрунту, гірше впливають на кукурудзу, ніж сухі періоди з нетривалими дощами. У сучасних гібридів кукурудзи стійкість до вилягання в більшості випадків достатня, проте при сильних вітрах окремі з них можуть вилягати. Особливо чутливі до вітрам молоді посіви. У зв'язку з цим для вирощування кукурудзи доцільно підбирати поля з вітрозахистом [7].

Вимоги кукурудзи до ґрунтів знаходяться у взаємозв'язку з кліматичними умовами. При обмеженій вологості суглинкові ґрунти, як більш вологоємні, краще підходять для кукурудзи, ніж піщані. У північних регіонах при нестачі тепла і підвищеній вологості для вирощування кукурудзи більше придатні добре окультурені легкі суглинисті, супіщані і піщані ґрунти, які навесні швидше прогріваються (табл. 1.1.4).

Найкращі умови для росту і розвитку створюються на чорноземах. У північних регіонах особливу перевагу слід віддавати полям, захищених від вітру і розташованим на південних схилах, але в уникненні водної ерозії кут ухилу

не повинен перевищувати 5°C. Непридатні для вирощування кукурудзи холодні і перезволожені ґрунти, особливо в північних прикордонних регіонах її вирощування. У північних регіонах через небезпеку заморозків не можна вирощувати. Як уже зазначалося, вимоги кукурудзи до ґрунтових умов невисокі. Вони вище до рівня культури землеробства, ніж до типу ґрунту. Кукурудза зростає на будь-яких ґрунтах при рівні кислотності не нижче 5,6 і не вище 7,2 (слабокислі до нейтральних ґрунту). При більш високій кислотності врожайність знижується. При рН нижче 5,0 скорочення врожайності досягає 30 % [7].

Таблиця 1.1.4

**Вплив властивостей різних видів ґрунтів на їх придатність для вирощування кукурудзи (за Д. Шпааром) [7]**

Вид ґрунтів	Позитивний вплив	Негативний вплив
Легкі, піщані	Швидке прогрівання весною	Нестача вологи
Середні, суглинисті	Достатнє забезпечення вологою і елементами живлення	-
Важкі, глинисті	-	Повільне та недостатнє прогрівання, запливання
Болотисті	-	Повільне та недостатнє прогрівання, пізні заморозки
Вапнякові та мергельні	Швидке прогрівання весною	Нестача вологи

Враховуючи особливості біології кукурудзи, потрібно більш детально вивчити характеристику її гібридів, так як, залежно від групи стиглості, вони володіють істотними відмінностями за термінами дозрівання, рівнем потенційної врожайності, вологості зерна і відповідно різними за енергоємністю технологій [23, 24].

Як стверджує Дитер Шпаар існує кілька систем поділу гібридів залежно від тривалості вегетаційного періоду. В Україні градація поділяється на 5 груп:

- ранньостигла (ФАО до 199);
- середньорання (ФАО – 200-299);
- середньостигла (ФАО – 300-399);
- середньопізня ( ФАО – 400-499);
- пізньостигла (ФАО більше 500).

Це прийнята система європейського зразка з класифікації гібридів кукурудзи по групах стиглості за показником ФАО (Організація по продовольству і сільському господарству при ООН – FAO – Food and Agricultural Organization) [7].

За даними Надточаєва Н.Ф. існує тісний взаємозв'язок між тривалістю вегетаційного періоду (групи стиглості або ФАО) та рівнем формування продуктивності посівів зернової кукурудзи [31]. В той же час багатьма дослідниками такий взаємозв'язок не виявлено, що пояснюється індивідуальною реакцією гібриду на стресові умови упродовж вегетації рослин кукурудзи.

Оничком В.І. та Штукінім М.О. в 2013 році було встановлено, що при поділі на кластери за продуктивністю в кластері з врожайністю до 110 ц/га 54 % гібридів відносилось до групи середньоранніх гібридів (ФАО 200-299) та 46 % - до групи середньостиглих (ФАО 300-399). Гібриди середньопізньої групи (ФАО 400-499) були відсутні. Середнє значення ФАО по цій групі гібридів складало 300. Цей показник є межею між групами середньоранніх та середньостиглих гібридів. В другому кластері із врожайністю 110,1- 125,0 ц/га кількість середньоранніх гібридів збільшилась на 25 %, кількість середньостиглих навпаки зменшилась на 29 %, а середньопізні гібриди склали лише 4 %. Саме така картина визначила середній показник ФАО на рівні 260, що відноситься до групи середньоранніх гібридів. Слід зазначити, що більш врожайні гібриди були більш скоростиглішими. По третьому кластеру з врожайністю вище 125,0 ц/га кількість середньоранніх гібридів склала лише 21 %, а середньостиглих була максимальною по всіх виділених кластерах - 68

%, середньопізніх гібридів було - 11 %. Середнє значення ФАО склало 320, що відноситься до групи середньостиглих гібридів. Таким чином, не було виявлено чіткого взаємозв'язку між групою стиглості та врожайністю зерна досліджуваних гібридів [32].

За даними сортовипробування кращі гібриди ранньостиглих і середньоранніх форм здатні забезпечувати 8,5–9,5 т/га зерна, а середньостиглі – понад 10 т/га. Водночас гібриди різних груп стиглості відрізняються не тільки потужним рівнем урожайності, а й вмістом вологи у зерні під час збирання: у ранньостиглих і середньоранніх вона низька, у середньостиглих – вища в 1,5–2 рази, що вимагає додаткових затрат на сушіння та зберігання. Сушіння зерна потребує значної частини технологічних витрат.

На видалення 1 % вологи кожної тонни зерна витрачається 1,6–3,4 кг пального. Це означає, що за врожайності кукурудзи 5,0 т/га, на сушіння зерна (збиральна вологість 26–36 %) до базисної кондиції (14 %) треба додатково витратити від 90 до 170 кг пального. При збиранні гібридів різних груп стиглості вологість зерна коливалася від 15,9 до 25,9 %. Найменш вологе зерно формувалось у гібридів ранньостиглої та середньоранньої груп [33].

За даними В.І. Оничка в умовах північно-східного Лісостепу України в 2013 році на період збирання врожаю ранньостиглих гібридів показник вологості зерна був найнижчим і коливався від 16,8 до 21,9 %, середньоранніх - 20,6–30,3 та середньостиглих - 28,4–34,2 %. Завдяки короткому вегетаційному періоду ранньостиглі та середньоранні гібриди ефективно використовували продуктивну вологу у першій половині літа, рано дозрівали, що значно зменшувало витрати на їхнє досушування. Найвищі витрати енергоносіїв необхідно для сушіння зерна середньостиглих гібридів [34].

Від строків сівби кукурудзи та погодних умов у період вегетації значною мірою залежить продуктивність різних за скоростиглістю гібридів і збиральна вологість зерна [35]. Як ранні, так і пізні строки призводять до зниження продуктивності рослин. Визначальним для строків сівби є температурний режим ґрунту на глибині загорання насіння, достатній для

проростання і появи сходів [36, 37, 38, 39].

Також Оничком В.І. в 2016 році було визначено, що в умовах північно-східного Лісостепу України максимальну зернову продуктивність забезпечили ранньостиглий гібрид ДН Гарант – 8,76 т/га і середньоранній Яровець 243 МВ – 9,20 т/га за середнього строку сівби (температура ґрунту на глибині загорання насіння 8-10<sup>0</sup>С). Врожайність середньостиглого гібриду Новий за раннього строку сівби (температура ґрунту на глибині загорання насіння 6-8<sup>0</sup>С) врожайність зерна була найбільшою і складала 10,30 т/га, що на 0,51- 0,61 т/га більше порівняно з іншими строками сівби [40].

У 2016 році Влащук А.М. встановив, що в умовах зрошення південної степової зони України для досліджуваних гібридів оптимальним є другий строк сівби – III декада квітня. Що стосується густоти стояння, то за всіх строків сівби для ранньостиглого гібриду Тендра оптимальною є густина стояння 90 тис шт/га, для середньораннього гібриду Скадовський – 90 тис шт/га, для середньостиглого гібриду Каховський – 70 тис шт/га. Середня врожайність зерна гібридів кукурудзи за різних строків сівби та густоти стояння в умовах зрошення в межах скоростиглості гібридів варіювала від 9,7 т/га до 13,5 т/га. Найбільшу врожайність в умовах зрошення 14,2 т/га в 2015 році сформував середньостиглий гібрид Каховський за сівби у II декаду квітня і густоті стояння 70 тис шт/га. [41].

Підбір гібридів кукурудзи для відповідних ґрунтово-кліматичних зон, являється найважливішим етапом в розробці технології вирощування. Тому при врахуванні адаптивності гібриду, можна отримувати високі та сталі врожаї не залежно від групи стиглості. У кормовому конвеєрі кукурудза на силос, як і багаторічні трави, посідає провідне місце. У структурі польової кормової площі її посі-ви становлять 16 — 24 % (на Поліссі менше, в Лісостепу і Степу — більше). Кукурудзяний силос поряд з сіном і сінажем становить ос-нову зимового раціону худоби. Принциповою відмінністю вирощу-вання кукурудзи на силос від вирощування її в зеленому конвеєрі є

набагато менша густота стеблостою (55 — 60 до 100 — 120 тис. рослин на 1 га). Висівають її з міжряддями 45 — 60 — 70 см, що дає змогу мати качани. Збирають кукурудзу на силос у фазі молочно-воскової і воскової стиглості, тоді як на зелений корм — до фази молочної стиглості.

Кукурудзу на силос так само, як і на зелений корм і зерно, вирощують тільки за високого фону живлення, який визначають відпо-відно до запланованого врожаю і з урахуванням родючості ґрунту. У міру загушення й удобрення посіву врожайність зеленої маси збільшується, проте при цьому може зменшуватися вихід качанів — найціннішої частини силосної маси (табл. 76). Тому густота посівів при вирощуванні кукурудзи на силос має бути такою, щоб можна було одержувати високі врожаї качанів. Якщо вихід їх зменшується, це означає, що посіви занадто загущені.

Важливо при вирощуванні кукурудзи на силос збирати її у заданій фазі стиглості. Тому слід висівати 2 — 3 гібриди з різними періодами вегетації. Для Полісся такими можуть бути переважно ранні і додатково — середньоранні гібриди; для Лісостепу — ранні, середньоранні і середньостиглі з максимальною масовою часткою середньоранніх; для Степу — середньоранні, середньостиглі і середньо- пізньостиглі. На частині площі кукурудзу на силос можна висівати на 10 — 15 днів раніше, ніж звичайні строки сівби, використовуючи інкрустоване насіння. Це дасть змогу раніше вивільнити поле, по-ліпшити кукурудзу як попередник озимих.

У Лісостепу середня врожайність силосної маси кукурудзи становить 400 — 500 ц/га, в Степу без зрошення — 200 — 300, на зрошуваних землях — 600 — 700, на Поліссі — 350 — 400 ц/га.

Урожай кукурудзи на зелений корм формується за короткий період вегетації (55 — 60 днів) завдяки весняним запасам вологи і червневим опадам. Для посівів її на силос необхідна волога протягом більш тривалого періоду. Щоб економніше використовувати запаси вологи в ґрунті, слід зменшити до мінімуму фізичне випаровування з його поверхні. Тому догляд за посівами передбачає до- і післясходові боронування та міжрядні

розпушування, включаючи підгор-тання. Вони сприяють зменшенню випаровування вологи з орного і нижніх шарів, з поверхні ґрунту, очищають поле від бур'янів, по-ліпшують фізичні властивості ґрунту. У процесі догляду посіви зріджуються. З урахуванням цього норму висіву треба збільшувати на 30 — 40 %. Посіви кукурудзи на силос, як і на зелений корм, слід ущільнювати високобілковими компонентами (соєю укисних сортів, бобами фіолетовими, одно- і дворічним буркуном, ріпаком озимим, мальвою, щирцею). Сою, буркун, ріпак, мальву, щирцю висівають одночасно з кукурудзою, боби — з ранньостиглими гібридами одночасно, із середньоранніми — по сходах, із середньо- і пізньостиглими — після фази 3 — 4-го листка. Редьку олійну висівають у міжряддях кукурудзи у фазі 4 — 5-го листка. Однорічний буркун до збирання кукурудзи перебуває у фазі цвітіння і як добрий медонос може забезпечити до 50 кг меду з 1 га посіву. Це дещо негативно впливає на якість зеленої маси через огрубіння стебел. Буркун дворічний як озима рослина не цвіте, а нарощує зелену масу. Після збирання кукурудзи його можна залишити на наступний рік. Він збагачує ґрунт на азот, тому норму внесення азотного добрива під посіви суміші кукурудзи з буркуном можна зменшити майже на третину. Збирають кукурудзу у молочно-восковій стиглості силосними комбайнами, які забезпечують одержання подрібненої маси з довжиною відрізків 2 — 3 см, у восковій — 7 — 8 мм. Можна збирати качани і стебла окремо, качани потім подрібнюють на спеціальних установках (наприклад, Стан-700) і силосують окремо.

## **1.2. Вплив елементів живлення на розвиток кукурудзи**

Реалізація наявного агресурсного потенціалу регіонів досягається шляхом застосування значних ресурсних джерел антропогенного походження, зокрема: мінеральних добрив, меліорантів, засобів захисту рослин і поливної води. Високий рівень інтенсифікації агротехнологій у рослинництві пов'язаний



з додатковими фінансовими затратами, які можуть негативно відбиватися на собівартості продукції. Крім того, без додаткових антропогенних ресурсів значно підвищити ефективність аграрного виробництва можна шляхом впровадження низько затратних технологій підвищення продуктивності посівів із використанням стимуляторів росту рослин, бактеріальних препаратів і мікродобрив. Технології їх окремого застосування вивчені досить детально, однак доцільність комплексного використання не досліджувалася [42].

За твердженнями багатьох авторів кукурудза – дуже вимоглива до поживних речовин рослина. Для формування однієї тонни врожаю зерна разом із загальною масою вегетативної частини необхідно 25 кг N, 13 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і 22 кг K<sub>2</sub>O з розрахунку на діючу речовину, тобто кукурудза це азотофіл й калієфіл, оскільки потребує велику кількість азоту та калію, вимогливість до фосфору в кукурудзи середня [43].

Кукурудза має довгий вегетаційний період, потужну кореневу систему і надземну масу. Вона потребує великої кількості в ґрунті засвоєваних поживних речовин. Протягом вегетаційного періоду елементи живлення засвоюються нерівномірно. Раніше закінчується поглинання азоту і калію, а фосфор надходить в рослини майже до досягання. За даними Цикова В.С. в фазі молочно-воскової стиглості потреба азоту і калію закінчувалась, а кількість використаного фосфору становило 82,2 % від його загальної потреби [4, 44, 45].

За нестачі навіть одного з елементів у поживному балансі уповільнюються темпи росту й розвитку рослин – формування листків, цвітіння волоті, запліднення та формування зерна кукурудзи. Встановлено, що максимально затримується розвиток і знижується продуктивність рослин за нестачі азоту. Нестача фосфорного живлення негативно впливає на умови формування кореневої системи, погіршує розвиток репродуктивних органів, дозрівають рослини значно пізніше тощо [46, 47, 48, 49].

В життєвому циклі кукурудзи провідна роль належить азоту. Він входить до складу білків, хлорофілу, вітамінів і інших важливих органічних речовин. Кукурудза краще проявляє свої потенційні можливості на високому рівні

азотного живлення. При недостатньому азотному живленні в ранній період розвитку сповільнюється ріст рослин вони стають низькорослими, утворення хлорофілу, знижується інтенсивність фотосинтезу і білкового обміну [4].

Калій у рослини потрапляє з моменту появи сходів і до фази викидання волоті в тканинах кукурудзи він накопичується більше 90 % максимального вмісту. Калій впливає на обмін речовин і рух вуглеводів, бере участь в білковому обміні також підвищує стійкість рослин до грибкових захворювань. Споживання калію закінчується у фазі молочної стиглості зерна. При його нестачі ріст сповільнюється, стебло вкорочується, листки стають жовто-зеленими по краях, потім жовтіють повністю, їх верхівки і краї засихають, як від опіку. Вони утворюють дрібні початки з погано виповненим зерном і схильних до вилягання [9].

Фосфор необхідний кукурудзі протягом всього періоду вегетації і надходження його в рослини не припиняється до повної стиглості зерна. Особливо гостра потреба в ньому відчувається з перших етапів росту і розвитку рослин. Під його впливом скорочується період появи листків, прискорюється проникнення коренів в нижні шари ґрунту, що має важливе значення при вирощуванні кукурудзи в районах недостатнього зволоження. Не менш важливим періодом коли рослина потребує фосфору є утворення генеративних органів.

При нестачі фосфору ріст рослин помітно затримується, листки набувають фіолетово-пурпурного забарвлення, затримуються фази цвітіння і дозрівання, утворені початки неправильної форми з викривленими рядами зерен. Потрібно враховувати, що нестача фосфору на початку вегетації не можна компенсувати внесенням його в більш пізній період. Надмірне фосфорне живлення затримує ростові процеси, але прискорює розвиток рослин, знижуючи при цьому врожай зеленої маси і зерна [50].

В початковий період росту і розвитку кукурудза потребує достатньої забезпеченості засвоєваними речовинами, тому що проростки мають слабку кореневу систему [43]. Відомо, що якраз від поглинання фосфору залежить

ріст коренів. На основі проведених досліджень Sylvain Pellerin et al. встановили, що наслідком негативного впливу дефіциту фосфору є зменшення кількості додаткових коренів, що в свою чергу впливає на індекс листкової поверхні [51].

Прикореневий шар ґрунту на посівах кукурудзи щільно заселений мікроорганізмами. Виділення кукурудзи сприяють розвитку у прикореневому шарі ґрунту так званої ризосферної мікрофлори, яка відіграє велику роль у житті рослин. Мікроорганізми ризосфери перетворюють складні, недоступні рослинам мінеральні і органічні сполуки у легкозасвоювані, виділяють в навколишнє середовище різні ростові речовини, вітаміни. Також дослідження показали, що поряд з іншими мікроорганізмами розвиваються і бактерії, здатні засвоювати азот повітря[52].

Тому, одним з актуальних питань сучасного землеробства є оптимізація фосфорного забезпечення зернових культур, в тому числі і кукурудзи [53, 50]. Це зумовлюється дефіцитом в ґрунті доступного для рослин фосфору, низьким коефіцієнтом його використання з мінеральних добрив сільськогосподарськими культурами (до 20 %), а також відсутністю в нашій державі значних родовищ апатитів – традиційних ресурсів сировини для їх виробництва [53].

Елементом біологічного землеробства який може подолати вище згадані проблеми є фосфатмобілізація важкорозчинних сполук фосфору ґрунтів та добрив, що здійснюється різними штамми бактерій та мікроміцетів [54,55, 56]. Фосформобілізація здійснюється діяльністю як вільноживучих мікроорганізмів (мікроміцетів, бактерій, стрептоміцетів) так і облигатних симбіонтів ендомікоризних грибів, які утворюють везикулярно арбускулярну мікоризу. Одним із таких препаратів являється поліміксобактерин. Рідкий препарат поліміксобактерин є екологічно чистим біологічним добривом і відіграє роль стимулятора живлення та розвитку сільськогосподарських культур. Застосовується у технологіях вирощування кукурудзи, соняшнику, зернових культур, пшениці ярої та озимої, цукрових буряків, льону-довгунцю. У

дослідному господарстві інституту мікробіології застосування Поліміксобактерину на посівах соняшника показали збільшення врожаю зерна на 19-25 %, олійності на 1,5-2,5 % порівняно з контролем [57]. Обробка насіння цими препаратами підвищує їх схожість, стимулює фосфорне живлення цукрового буряку, підвищує врожайність на 6-14 %, збір цукру - на 0,3-1,0 т/га [58].

Як встановлено дослідженнями І.Д. Філіп'єва, Є.К. Міхєєва на темно-каштанових ґрунтах приріст урожайності зерна кукурудзи від застосування азотного добрива становить 13,1-22,0 %, а на чорноземах південних - 11,6- 19,5 % порівняно з неудобреним контролем. А за сумісного внесення азоту та фосфору зазначені показники склали відповідно 37,0-57,0 і 30,2-51,5 % [59].

Запорукою одержання високих урожаїв за найменших енерговитрат та високої екологічної безпеки є використання біопрепаратів. Більшість дослідників розглядають біопрепарати як додаткове джерело підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур, яке дозволяє зменшувати норму внесення мінеральних добрив на 25-55 % та замінює 10-20 кг азоту. Застосування мікробних препаратів на основі азотфіксуючих бактерій за оптимальних агрофонів у формуванні врожайності сільськогосподарських культур є еквівалентним впливу 40-60 кг/га мінерального азоту. Застосування біопрепаратів на основі фосфатмобілізуючих бактерій у технологіях вирощування сільськогосподарських культур є еквівалентним впливу 30-40 кг/га діючої речовини фосфорних добрив [60].

Один з найважливіших біологічних процесів, що в умовах сучасного землеробства визначає стратегію мобілізації фосфору в ґрунті – мікробна трансформація фосфатів, яка зумовлює забезпечення рослин доступними сполуками фосфору [61].

У підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур та родючості ґрунтів поряд з органічними і мінеральними добривами важлива роль належить використанню бактеріальних препаратів. Суть їх дії полягає в направленому використанні корисних мікроорганізмів. Крім того, відносно

низька вартість, висока окупність, простота застосування, безпечність для навколишнього середовища зумовлюють їх широке застосування [62].

Відомо ряд способів застосування біопрепаратів: у ґрунт, обробка насіння, у підживлення, з поливною водою тощо. Найпоширенішим способом є обробка посівного матеріалу. Бактерії, які потрапляють у ґрунт, розвиваються в зоні кореня, утворюють асоціації й виконують біологічну фіксацію азоту, переведення органічних сполук фосфору в неорганічні, які й поглинаються рослинами [63].

Останнім часом важливого значення набувають наукові розробки щодо ефективного застосування біопрепаратів для поліпшення фосфорного живлення рослин та зростає зацікавленість виробників і до препаратів для передпосівної обробки насіння комплексом мікроелементів на хелатній основі. За даними Південного центру з апробації та впровадження нової техніки і технологій ТОВ

«Агротехперспектива», визначено вплив мікробіологічних препаратів на урожайність зерна кукурудзи і виявлено значний її приріст за обробки насіння препаратом «Байкал ЭМ-1-У» сумісно з гумісолом та поліміксобактерином (відповідно 8,4 та 11,2 ц/га). При цьому використання гумісолу забезпечило збільшення врожайності тільки на 0,38 т/га, поліміксобактерину – на 0,55 т/га порівняно до контролю (без обробки насіння) [64].

У 2003 році Маслоїдом А.П. та Осадчуком В.Д. в зоні достатнього зволоження центрального Лісостепу України за вирощування цукрових буряків на чорноземах типових середньо суглинкових. Застосування бактеріальних препаратів забезпечувало підвищення врожайності культури у всіх варіантах. Проте найкращі показники були отримані при застосуванні поліміксобактерину, де порівняно з контролем урожайність зросла на 3,7 т/га (8,9 %). Поєднання передпосівної обробки насіння поліміксобактерином із обприскуванням по вегетуючих рослинах стимулятором росту емістим-С сприяло підвищенню врожайності культури на 4,5 т/га (10,8 %) до контролю.

Позитивний вплив на продуктивність цукрових буряків має також бактеріальний препарат агрофіл, але він дещо поступався поліміксобактерину. Очевидно це пояснюється тим, що додаткове засвоєння фосфору за рахунок бактерії *Bacillus polymixa* домінувало над процесом фіксації азоту бактеріями *Agrobacterium radiobacter*. Поєднання цих бактеріальних препаратів не забезпечувало подальшого істотного підвищення врожайності. Найвища цукристість була у варіанті з поліміксобактерином і перевищувала контроль на 0,7 %, в інших варіантах зростання цього показника було не суттєвим [65].

Дослідження проведені Ященком Л.А. у 2003 році по вирощуванні ярого ячменю в зоні Північного Лісостепу на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті показали, що найвища ефективність від застосування обробки насіння протягом 2007-2011 рр. встановлена на варіанті без добрив, де приріст від поліміксобактерину становив 0,62 т/га порівняно із контролем без бактеризації насіння. Тобто, за меншої кількості доступних фосфатів, які на удобрених варіантах надходять у ґрунт додатково з добривами, дія мікроорганізмів, що входять до складу поліміксобактерину, по розкладанню важкодоступних фосфатів посилюється. Отже, підвищення врожайності зерна ячменю зумовлене здатністю мікроорганізмів до фосфатмобілізації, а також вмістом у препараті рістрегулюючих речовин та антибіотиків, що значно знижує ризик хвороб, сприяє доброму стартовому росту та покращенню режиму живлення рослин.

Посилене фосфорне живлення внаслідок застосування поліміксобактерину сприяло поліпшенню основних показників якості зерна ячменю пивоварного призначення[66].

Отже, біологічні препарати на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів, активно розчиняють важкодоступні фосфати ґрунту, і здатні забезпечувати краще засвоєння рослинами фосфору з мінеральних добрив, тому актуальне їх подальше дослідження.

### **1.3. Формування продуктивності кукурудзи**

Основними прийомами які мають безпосередній вплив на продуктивність гібридів кукурудзи, якісний склад зерна та зеленої маси є внесення мінеральних добрив, мікродобрив та стимуляторів росту рослин [43, 67, 68, 69, 70, 71, 72].

Оптимізація живлення рослин, підвищення ефективності внесення добрив у великій мірі пов'язані зі забезпеченням оптимального співвідношення макро- і мікроелементів. При вирощуванні рослин за інтенсивною технологією потреба у мікроелементах підвищується [73].

Кукурудза, завдяки високій її продуктивності та універсальності використання стала найважливішою зерновою культурою сучасного світового землеробства і посідає особливе місце у вітчизняному і світовому виробництві зерна. За потенційною врожайністю, багатоплановістю використання вона вигідно вирізняється серед інших культур.

У світі, за площами посівів – 131–138 млн га і темпами росту виробництва вона перейшла з другого місця (після рису у 2000 р.) на перше у 2001 р. і є лідером останніми роками. Кукурудза, як одна із небагатьох культур, має поширений ареал використання в харчовій, крохмально-м'ясовій, біопаливній, мікробіологічній, медичній та інших галузях промисловості, має добрі кормові властивості. Посівні площі, урожайність та валові збори кукурудзи на силос по всіх категоріях господарств України за 2000–2017 рр. наведено в табл. 1.3.1.

Зниження валового збору кукурудзи на силос та щорічне коливання його обсягу викликано, перш за все, нестабільністю кон'юнктури ринку, що призводить до нестабільності розмірів посівних площ.

*Таблиця 1.3.1*

**Посівна площа, урожайність та валовий збір кукурудзи на силос  
(усі категорії господарств) [337]**

Роки	Посівна площа, тис. Га	Урожайність, т/га	Валовий збір, тис. т
------	---------------------------	-------------------	-------------------------

2000	1920	13,1	24183
2005	774	16,3	12509
2010	473	16,0	7511
2012	497	16,8	8268
2013	393	21,5	8507
2014	346	21,9	7574
2015	309	22,2	6843
2016	284	24,5	6968
2017	286	22,7	6546
2018	259	26,9	6955

Широке впровадження нових сортів та гібридів, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов їх вирощування, є найбільш ефективним та економічно доцільним заходом підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Гібриди кукурудзи різних груп стиглості характеризуються комплексом морфо-біологічних показників, тому для реалізації їх потенційної продуктивності необхідно забезпечувати сприятливі умови для росту і розвитку рослин, які обумовлюються елементами технології вирощування і природно-кліматичними ресурсами певного регіону [47, 68]. Тому актуальним є розробка окремих елементів сортової агротехніки гібридів кукурудзи [59].

За сучасних інтенсивних технологій вирощування кукурудзи на силос, гібриди є одним з факторів впливу на виробничі витрати, тому варто дотримуватись оптимального співвідношення гібридів різних груп стиглості в господарстві, за рахунок чого забезпечується стабільність виробництва продукції, послідовність збирального конвеєра і оптимізація витрат на збирання силосної маси. З точки зору рентабельності виробництва, добір гібридів кукурудзи різних груп стиглості і створення силосного конвеєра має безумовні переваги [18, 25].

Серед основних елементів технології вирощування кукурудзи визначальними є строки сівби, площа живлення рослин, рівень мінерального живлення, заходи контролювання чисельності бур'янів. Багато дослідників



у своїх працях відмічають неоднакову реакцію гібридів і сортів кукурудзи та сорго цукрового на агротехнічні прийоми, а також зміну їх продуктивності залежно від гідротермічних умов певного року [53–54, 60–61, 63, 69].

Застосування добрив впливає не тільки на мінеральне живлення рослин, але і на їх режим водоспоживання, що має особливе значення в районах з недостатнім та нестійким зволоженням. Добрива є фактором, що визначає врожайність рослин, яка може змінюватися залежно від ґрунтових і кліматичних умов кожного регіону. Це передбачає коригування доз добрив для кожного регіону з врахуванням типу ґрунту [49].

Серед багатьох факторів, які підвищують реалізацію потенційної продуктивності сортів та гібридів, важливу роль відіграють добрива, особливо азотні. Вміст азоту, як правило, є недостатнім в рослинах кукурудзи [55].

Кукурудза при вирощуванні на силос витрачає на 56 % більше азоту, на 74 % більше фосфору та на 38 % більше калію, порівняно з вирощуванням на зерно [518]. Внесення азотних добрив є необхідним у технології вирощування кукурудзи на силос. Якість силосу сприяє збільшенню перетравності кормів і досягається внесенням оптимальної дози азотних добрив [40].

При вирощуванні кукурудзи калій зустрічається в низьких концентраціях у ґрунті через високий винос, що часто обмежує рівень врожаю. За шість років досліджень у кормовій сівоzmіні з кукурудзою і сорго на силос в літній період, і райграсом і пшеницею взимку, виявлено зниження початкових рівнів вмісту калію у шарі ґрунту 0-10 см з 235 мг до 66 мг на 100 г ґрунту [54].

В умовах Казахстану найвища врожайність зеленої і сухої маси середньоранніх гібридів кукурудзи отримано при внесенні мінеральних добрив  $N_{60}P_{90}K_{30}$ . Приріст урожайності зеленої маси порівняно з контролем при внесенні цієї дози мінеральних становив 7,24–7,78 т/га, або 31,5–33,4 %, в залежності від гібрида [88].

В східній частині Степу України при вирощуванні на силос гібридів кукурудзи ранньостиглої групи встановлено високу їх чутливість до внесення мінеральних добрив (прибавка 5,6–6,0 т/га) порівняно з середньостиглими (2,8– 4,0 т/га). У посушливі роки прибавка від застосування добрив нижча на 32 %, ніж у сприятливі за вологозабезпеченістю роки [43].

За даними, отриманими в Самарській сільськогосподарській академії [53], урожайність зеленої маси кукурудзи на силос на фоні без добрив становила 16,8 т/га, при внесенні азотних добрив коливалася від 21,9 до 23,6 т/га. Згідно даних, отриманих А. І. Невзоровим [52], врожайність зеленої маси кукурудзи на контрольному варіанті, в середньому за роки досліджень, була 28,4 т/га, а при внесенні добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  цей показник зростав до 34,2 т/га. Зі збільшенням доз азотних добрив підвищувалася і урожайність зеленої маси на 9,7–12,7 т/га або 34–45 %. За рахунок дії гною урожайність зростала на 14,3 т/га або на 50 %. Спільне використання органічних і мінеральних добрив призвело до підвищення врожайності на 18,0 т/га або на 63 %.

Внесення під передпосівну культивуацію різних доз азотних добрив позитивно впливало на ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Збільшення показників структури врожаю та індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи відмічено при застосуванні дози добрив  $N_{135}$  під передпосівну культивуацію, що в кінцевому результаті позитивно впливало на збір врожаю зеленої маси з одиниці площі [63].

В південно-східному Казахстані ефективність азотних добрив перебувала в залежності від забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором. Прибавка врожайності зеленої маси від підживлення азотними добривами у сортів сорго цукрового були в межах 1,13–1,16 т/га, а при застосуванні фосфорних добрив – 1,24–1,32 т/га [56].

За різних строків сівби рослини розміщуються в різних екологічних нішах, що дає можливість виявити норму їх реакції на зовнішні фактори.

При зміні строків сівби створюється різне поєднання кліматичних факторів в одному і тому ж географічному пункті, які впливають на ростові процеси і продуктивність рослин, а також забезпечення прояву сортових ознак [20]. Адаптація у рослинних організмів є наслідком їх взаємодій із навколишнім середовищем, під контролем природного добору і пристосуванням до комплексу умов життя саме даного регіону [35].

Як відмічає В. С. Циков [46, 48], при температурі ґрунту нижче 10°C насіння кукурудзи проростає повільно, сходи з'являються на 18–20 діб пізніше і тому до встановлення середньодобової температури на глибині загортання 10 °C насіння висівати недоцільно. В західних районах України сівбу кукурудзи рекомендують проводити в стислі оптимальні строки, коли на глибині 10 см встановлюється температура на рівні 9–10 °C [52]. На півночі країни, за умов короткого вегетаційного періоду, кукурудзу висівають при температурі ґрунту 8–10 °C, а у південній зоні, де умови сприятливіші, при температурі 10–12 °C [46].

За даними Т. І. Адаменко [6] дати стійкого переходу температури повітря через 10 °C в Україні можуть збігатися із 19–26 квітня на 27 березня – 6 квітня за кліматичними сценаріями. Фенологічні фази розвитку кукурудзи у весняний період, порівняно із сучасними умовами, можуть наставати на 4–7 тижнів раніше. Найзначніші зміщення дат на більш ранній строк очікуються у Поліссі, найменші – у Степу. При цьому тривалість міжфазних періодів і вегетаційного періоду у цілому скоротиться на 10–20 діб для ранніх та на 30–46 діб для середньопізніх та пізніх гібридів кукурудзи. У посушливі роки перевагу має сівба на початку оптимальних строків, тому на кормові цілі сівбу кукурудзи необхідно розпочинати на початку рекомендованих оптимальних строків і закінчувати – в оптимальні [178]. При швидкому наростанні активних температур повітря, ранній строк сівби ефективніший оптимального, проте при сівбі в непрогрітій ґрунт і поверненні навесні холодів поступається йому [63].

За даними А. М. Влащука та ін. [49] найвища урожайність зеленої

маси кукурудзи була у фазі молочної стиглості зерна. Максимальна продуктивність рослин щодо формування зеленої маси була отримана на варіанті за сівби у III декаді квітня у гібрида Каховський та густоти стояння 70 тис. шт/га – 51,39 т/га. У фазі фізіологічної стиглості зерна на усіх варіантах дослідів зафіксовано зниження виходу зеленої маси, що пояснюється перерозподілом пластичних речовин з вегетативних органів у репродуктивні, головним чином, для формування зерна. В дослідях, які проводили в Степу України вчені Інституту зернового господарства, оптимальні строки сівби кукурудзи визначали з урахуванням морфо-біологічних особливостей гібридів різних груп стиглості. Встановлено, що різні біотики неоднаково реагують на терміни сівби і кожний гібрид проявляє індивідуальну реакцію на умови зовнішнього середовища, які обумовлюються цим агротехнічним прийомом [9, 71].

Гібриди кукурудзи різних груп стиглості мають суттєві відмінності за реакцією на температурний режим. Так, ранньостиглі гібриди більш стійкі до низьких температур і формують вищий врожай при сівбі на початку оптимальних строків, ніж при сівбі в кінці [60]. Гібриди кукурудзи, які належать до кременистої групи, більш холодостійкі, тому ранні їх посіви менше зріджуються [79]. Для ранньостиглих гібридів мінімальна температури проростання становить 7,0–7,5 °С, для пізньостиглих – 9–10 °С, проте деякі гібриди проростають лише при температурі ґрунту 11–12 °С і вище [61].

За результатами досліджень Ю. М. Пашенка [70] у південному Степу України ранньостиглі і середньоранні гібриди кукурудзи найвищу врожайність зерна (3,92–3,95 та 4,37–4,38 т/га) формували за сівби в ранні строки (16–28 квітня), в північному – в пізні (кінець квітня – початок травня) – 6,74–6,98 та 7,13–7,28 т/га. Середньостиглі і середньопізні гібриди в південному Степу максимальну урожайність забезпечували за сівби в третю декаду квітня (4,53 і 4,11 т/га), а у північному – в цей же термін (7,91 і 7,44 т/га), але і в більш ранній строк практично не знижували продуктивності (7,78 і 7,36 т/га) і переважали за цими ознаками пізні посіви.

Оптимальним строком сівби для ранньостиглого гібрида Почаївський 190 МВ, середньораннього Яровець 243 МВ, середньостиглого Красилів 327 МВ і середньопізнього Бистриця 400 МВ є настання стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до температури 10–12 °С (календарно – 20–25 квітня) [24].

Найвищу урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України було отримано при сівбі за температури ґрунту 8–10 °С, яка становила у гібрида Зорень – 39,7, Богун – 45,9 і Метеор 317 МВ – 49,6 т/га. Приріст до контролю при цьому був на рівні 6,1 і 9,8 т/га [127].

Чим пізніше проводиться сівба кукурудзи, тим при більш високих середньодобових температурах повітря проходять початкові фази розвитку рослин. Сума активних температур за фазами вегетації відрізняється відносною стабільністю при деякому її збільшенні при ранньому строкові сівби у середньопізніх гібридів і зниженні при пізніх строках сівби у середньоранніх гібридів [19].

В умовах низьких температур повітря весною, а також на неоднорідних за рельєфом і забур'янених ґрунтах більш пізні строки сівби кукурудзи мають незаперечні переваги порівняно з ранніми, які в цих випадках дають зріджені сходи та пригнічуються бур'янами [64].

Для кращого використання сонячного світла, вологи і поживних речовин ґрунту, а також послаблення негативного взаємного впливу рослин кукурудзи, найбільш доцільний рівномірний розподіл, при якому площа живлення кожної з них наближається до квадрату. За даними І. І. Синягіна [304], перехід від форми живлення 70×17,5 см до менш витягнутої 50×25 см забезпечує приріст врожаю зерна кукурудзи 0,43–0,72 т/га. Оптимальною формою живлення рослин, особливо для зернових, є квадрат або коло, що сприяє підвищенню врожайності від 10 % до 20 %. У широкорядному посіві, з шириною міжрядь 70 см, площа живлення рослин має форму витягнутого прямокутника 70×23 см. Рослини кукурудзи довгий час не затінюють

міжряддя, в результаті чого бур'яни, отримують безперешкодно світлову енергію. Недосконалість форми живлення, за сівби 70×23 см не дозволяє кореневій системі засвоювати вологу з середини міжрядь, що призводить до непродуктивного випаровування і створює сприятливі умови для росту бур'янів. Доцільним може бути рівномірне розміщення рослин на площі, шляхом заміни ширини міжрядь 70 см, на звужені до 35 см. Тобто з формою живлення 35×48 см [24, 45–46].

Перехід від форми живлення кукурудзи 70×17,5 см до менш витягнутої 50×25 см у всіх випадках забезпечував приріст врожаю зерна кукурудзи в межах 0,43–0,72 т/га [22].

Найбільш розповсюджений спосіб сівби кукурудзи в Україні є широкорядний з міжряддям 70 см. Такий спосіб забезпечує прибавку врожайності на рівні 0,4–0,5 т/га. Оптимальну густоту посіву визначають залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, морфо-біологічних особливостей сортів і гібридів сорго та напрямку використання продукції [37, 39].

У центральній Німеччині, гібриди кукурудзи позитивно реагують на ширину міжрядь 30 см. При цьому спостерігається зміна мікроклімату всередині посіву – підвищення нічних температур на 5°C. У північних регіонах Німеччини врожайність кукурудзи на зерно при звуженні ширини міжрядь з 75 до 37,5 см зменшилася та відзначалася загальна тенденція зниження якості врожаю за вмістом крохмалю [36].

За даними досліджень С. С. Кравця [18] встановлено, що температура ґрунту на глибині 10 см залежить від структури агроценозу кукурудзи, і була різною в посівах з міжряддями 70 та 35 см. Ґрунт сильніше прогрівається за ширини міжрядь 70 см, ніж при 35 см, де рослини більше затіняли ґрунт. Найбільша різниця в температурі на поверхні ґрунту у посівах із звуженими (35 см) та стандартними міжряддями (70 см), складала: 2,3–4,3°C. У посівах із шириною міжрядь 35 см більша частина сонячної радіації поглиналась у верхніх ярусах листостеблового апарату рослин і

менше надходила до поверхні ґрунту. У Лісостепу України найбільші темпи приросту урожайності зеленої маси гібридів кукурудзи (28,4–32,6 т/га) і сухої речовини (6,70–7,16 т/га) спостерігали, в період викидання волотей – молочна стиглість при стрічковому способі сівби за схемою 46×24 см і густоті рослин 120–160 тис./га [15].

Урожайність зерна кукурудзи підвищилась на 2 і 4 % при звуженні ширини міжрядь з 76 см до 56 і 38 см в середньому за два роки випробувань в 11 локаціях штату Мічіган (США). Густота стояння рослин впливала на врожайність зерна, вологість, масу зерна і рослин. При максимальній густоті 90 тис. шт./га, отримано найвищу урожайність зерна (11,3 т/га) [52].

На сьогоднішній добу для більшості гібридів при вирощуванні кукурудзи на зерно, визначені оптимальні густоти стояння рослин, в той же час потребує більш детального дослідження густота стояння кукурудзи на силос, як біоенергетичної культури. За даними В. С. Цикова [46], густота стояння рослин для ранньостиглих гібридів зернового напрямку становить у зоні Лісостепу 60–65 тис. шт./га, середньоранніх – 55–60 тис. шт./га, середньостиглих – 45–50 тис. шт./га, середньопізніх – 30–35 тис. шт./га. Відхилення від оптимальної густоти стояння рослин може призвести до значних недоборів зерна, особливо в посушливі роки [90]. При вирощуванні кукурудзи на силос густоту стояння рослин збільшують на 20–25 %. Не існує єдиної думки стосовно густоти стояння кукурудзи на силос. Так в західному регіоні Аргентини, фермери вирощують кукурудзу на силос при відносно низьких густотах (менше, ніж 75 тис. шт./га), в той час як в північних районах часто проводять сівбу кукурудзи при густоті стояння рослин більше, ніж 95 тис. шт./га) [53]. Американські дослідники J. A. Cusicanqui, J. G. Lauer [49] відмічають, що максимальні показники сухої речовини у гібридів кукурудзи відмічені на варіантах, що були висіяні з густотою від 97,3 до 102,2 тис. шт./га, але згідно інших даних випробувань кукурудзи на силос у Сполучених Штатах, вищою продуктивністю відзначаються дослідні ділянки з густотою рослин менше 90 тис. шт./га [53].

Гібриди різної скоростиглості неоднаково реагують на зміну густоти рослин в умовах нестійкого зволоження [12]. Тому врожайні можливості гібридів різних груп стиглості можна правильно встановити тільки при диференційованій, відповідно до гібрида, густоті стояння рослин стосовно агроекологічних умов вирощування.

Вимоги рослин кукурудзи до умов зовнішнього середовища не постійні. На початку вегетації (фаза 3–5 листків), коли кукурудза має ще не дуже розвинену кореневу систему і листову поверхню, рослини не потребують значної площі живлення. З подальшим ростом і розвитком рослин, площа їх листової поверхні використовується інтенсивніше. При недостатній площі живлення може наступити такий момент, коли ріст одних рослин починає негативно впливати на розвиток інших, що призводить до зниження їх продуктивності [46]. З іншої сторони, одна і та ж кількість рослин на одиниці площі може бути розміщена різним способом, в зв'язку, з чим взаємний їх вплив може посилюватися або послаблюватися [15].

Згідно даних отриманих Є. В. Дерягою [29], збільшення густоти подовжило вегетаційний період ранньостиглого гібрида кукурудза Славутич 162 СВ на 2 доби, середньораннього Луганський 222 МВ – на 2–3 доби, середньостиглого Дніпровський 345 МВ – на 3–4 доби. В досліджах В. П. Безрукова [21], В. П. Спіцина [34] за умови загущення посівів тривалість вегетаційного періоду гібридів подовжувалась на 2–3 доби.

Густота стояння рослин, яка є нижчою за оптимальні значення, призводить до зниження врожайності і менш ефективного використання факторів навколишнього середовища. Збільшення густоти стояння рослин кукурудзи впливає на зменшення вмісту сухої речовини [37].

Оскільки кукурудза не має властивості кущення, важливим є встановлення оптимальної густоти рослин для цієї культури [82]. На оптимальну густоту стояння рослин впливають генетичні особливості та тривалість вегетаційного періоду, умови вирощування та забезпечення вологою і поживними речовинами [74].



В умовах Південної Румунії оптимальне значення густоти стояння рослин кукурудзи становило для міжряддя 75 см – 100 тис. шт./га, а для міжряддя 37,5 см – 120 тис. шт./га. Урожайність зеленої та сухої біомаси на цих варіантах становили 30,1 і 14,7 та 32,5 і 15,3 т/га відповідно. Вища урожайність біомаси зафіксована на звужених міжряддях (37,5 см) – 30,7 т/га, порівняно з більш широкими міжряддями (75 см) – 28,4 т/га [41].

Таким чином, добір сортів (гібридів) кукурудзи, адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних умов, та агротехніка вирощування є основними чинниками, що визначають продуктивність кукурудзи. Одним з головних аспектів, що впливає на врожайність кукурудзи на силос – це мінеральні добрива, дозування яких залежить від ґрунтово-кліматичних умов і добирається для кожного сорту.

## РОЗДІ Л 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Клімат Луганської області помірно-континентальний, з вираженими посушливо-суховійними явищами. На кліматичні особливості районів області має значний вплив рельєф. Головною водною артерією є річка Сіверський Донець. Велика частка річок відноситься до басейну цієї річки. Північна (лівобережна) частина області, що займає 60% території області, розташована на хвилястій рівнині. Тут складаються більш однорідні кліматичні умови. Відносна рівномірність рельєфу сприяє посиленню континентальності клімату, особливо вираженої на північному сході. На північному заході на клімат має вплив Краснооскольське водосховище, розташоване на території Донецької області.

На правобережній частині області, де значну частину території займає Донецький кряж, клімат має свої особливості. У низині південної частини області температурний фон повітря найбільш високий по області, а опадів тут випадає менше. На території Донецького кряжу континентальність клімату дещо послаблена. З підняттям над рівнем моря температура повітря знижується, а кількість опадів, навпаки, зростає.

Середня температура найтеплішого місяця червня  $+21$  °С і найхолоднішого січня  $-7$  °С. Вітри переважно східні і південно-східні. Максимальна середньорічна кількість опадів (550 мм) випадає в найбільш піднятій частині Донецького кряжа. Дощі часто випадають у вигляді короткочасних злив. Зима порівняно холодна, з різкими східними і південно-східними вітрами, відлигами і ожеледицями, малосніжна. Весна – сонячна, тепла, нерідко супроводжується сухими східними вітрами, заморозками. Літо жарке, друга половина його – помірно суха. Осінь сонячна, тепла, суха.

Початок першої декади травня 2021р. характеризувався переважно теплою погодою, друга половина – прохолодною з опадами у вигляді дощу. Середньодобова температура повітря за першу декаду травня становила  $+13,9^{\circ}\text{C}$ . Максимальна температура повітря підвищувалась до  $+26,9\dots+27,7^{\circ}\text{C}$  тепла, мінімальна температура повітря знижувалася до  $-1\dots+4,2^{\circ}\text{C}$ , середня вологість повітря коливалася в межах 55-63%. Кількість днів з вологістю повітря менше 30% – 4 дні. Відмічались опади у вигляді дощу 14,4-26,8 мм. Нестійкі погодні умови звітного періоду стримували активний розвиток фітофагів у посівах сільськогосподарських культур.

Друга декада травня характеризувався переважно теплою погодою з опадами у вигляді дощу. Середньодобова температура повітря за першу декаду травня коливалася в межах  $+17\dots+18,3^{\circ}\text{C}$ . Максимальна температура повітря підвищувалась до  $+31\dots+32,6^{\circ}\text{C}$  тепла, мінімальна температура повітря понижалася до  $+7,6\dots+8^{\circ}\text{C}$ , середня вологість повітря коливалася в межах 68- 70%. Відмічались опади у вигляді дощу 5,4-20,2 мм. Сума ефективних температур вище  $+10-124,7^{\circ}\text{C}$ . Також, відмічались сильні вітри.

У першій декаді червня спостерігалась помірно тепла з опадами погода. Середньодекадна температура становила  $+18,8\text{C}- +19,3\text{C}$ . Максимальна температура повітря підвищувалась до  $+31\text{C}..+35,4\text{C}$  тепла, мінімальна знижувалась до  $+8\text{C}-+9\text{C}$  тепла. Середньодекадна відносна вологість повітря становила 58-70%. Кількість днів з вологістю повітря менше або 30% - 3 дні. Опадів випало 10,6-17,6 мм опадів. Сума ефективних температур (через  $+10\text{C}$ )-215,2C. У другій декаді червня стояла спекотна погода з опадами у вигляді дощу, місцями з градом та шквальним вітром. Середньодекадна температура коливалася в межах  $+25,6\text{C}- +26,4\text{C}$ . Максимальна температура підвищувалась до  $+36\text{C}..+37,2\text{C}$  тепла, мінімальна знижувалась до  $+15\text{C}$  тепла. Опадів випало 10,7 мм. Кількість днів з вологістю повітря менше або 30% - 6 днів. Сума ефективних температур (через  $+10\text{C}$ ) 331,5C. У посівах сільськогосподарських рослин проходить активний розвиток шкідників: попелиці, трипсів, хлібних жуків, клопів, гусениці листогризучих

совок.Спекотна погода прискорює досягання озимини. У третій декаді червня відмічається жарка погода. Середньодекадна температура становить +22,7С..+23,3С. Максимальна температура підвищувалась до +33-+35,4С,, мінімальна знижувалась до +8,5-14С тепла. Кількість днів з вологістю повітря менше або 30% - 3 дні. Середня відносна вологість становила -55-61%. Сума ефективних температур (через +10С) 525,3С.

Липень видався аномально спекотним. Температура повітря сягала +40С тепла. Опади переважали зливого характеру, які приходили на зміну спекотним повітряним масам, сприяли поширенню грибкових хвороб. Спекотна та посушлива погода сприяє прискоренню дозрівання зерна ранніх зернових та ярових культур та розвитку сисних шкідників на соняшнику та кукурудзі. На початку липня спостерігалася аномально спекотна погода. Максимальна температура повітря у звітному періоді становила + 38С...+40,5С тепла, мінімальна знижувалась до +11,1 +15С. Середньодобова температура за першу декаду липня +24,5С..+25,2С. Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 54-58%. Наприкінці декади на території області відмічалися нерівномірні опади- 0,7-8мм. Початок другої декади липня характеризувався незначним пониженням температурного режиму, на території області пройшли дощі з грозами. Максимальна температура повітря становила +33,5С...+34,8С тепла, мінімальна знижувалась до +8.. +10,4С. Середньодобова температура за звітний період липня становить +20,4...+21,7С. Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 65%. Днів з вологістю повітря менше 30 % - 2 дня. Відмічалися дощі та зливи, сильні пориви вітру. Кількість опадів 29,7 мм -42,6 мм. У третій декаді липня утримувалася переважно жарка погода. Максимальна температура повітря у звітному періоді становила + 34,3+35,6С тепла, мінімальна знижувалась до +7,2.. +10,8С. Середньодобова температура за звітний період липня коливалася від +22,9...+23,8С. Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 49-53%. Днів з вологістю повітря менше 30 % - 7 дня. Опади не відмічалися. Сума ефективних температур (+10°С) – 773,8С .

У першій декаді серпня утримувалася переважно жарка з незначними опадами погода. Максимальна температура повітря у звітному періоді становила + 33...+34,4С тепла, мінімальна знижувалась до +8,1 +10,2С. Середньодобова температура за звітний період серпня коливалася від +21,4...+23,3С. Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 52-56%. Днів з вологістю повітря менше 30 % -5 дня. Кількість опадів- 1,7-6 мм. Сума ефективних температур (+10°С) – 946,3С . У другій декаді серпня спостерігалась жарка та посушлива погода протягом всієї декади. Середньодекадна температура повітря становила +21,7 С. Максимальна температура повітря підвищувалась до +33,8 Степла, мінімальна знижувалась до +9,9 С тепла. Опадів випало 7,4мм. Вологість повітря коливалася в межах 64-71 %. У третій декаді серпня на території Луганської області утримувалася спекотна погода з незначними опадами. Максимальна температура становила + 32,7...+33,2С тепла, мінімальна знижувалась до +4,4..+ 7,4 С. Середньодобова температура за період серпня коливалася в межах +19,4,...+20,8С. Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 52-58%. Мінімальна відносна вологість повітря – 17 %. Кількість днів з вологістю повітря 30 % та менше -8 днів. Кількість опадів на території області становить від 7,6 мм до 14.8 мм. На території області відмічається низький запас вологості ґрунту.

Початок осені розпочався різкими змінами характеру погоди, причинами яких стала швидка перебудова атмосферних процесів – розповсюдження глибокої та обширної тропосферної улоговини, спрямованої з Арктики до Середземномор'я. Вже з перших днів область перебувала під впливом холодного хвильового арктичного фронту, який деякий час був у паралельних потоках і сприяв періодичному випадінню короткочасних дощів, часом з грозами та з посиленням вітру до 12-15 м/с. Вдень 02.09 по східним районам області відмічались значні дощі. Чергове проходження холодного фронту вдень 04.09 призвело до додаткового зниження температури та формування в деяких районах області перших заморозків, спочатку на висоті 2 см (05-06.09),

а потім, з переміщенням на райони України арктичного антициклону і за рахунок радіаційного вихолодження, заморозки відмічались місцями і на поверхні ґрунту інтенсивністю  $-0..-1^{\circ}$ , а на М Біловодськ навіть у повітрі до мінус  $2^{\circ}$  (08.09). Якщо 01.09 температурний фон ще був підвищеним, то в подальшому вторгнення холодного повітря з північних широт забезпечило відставання середньої добової температури від кліматичної норми на  $2-7^{\circ}$ . З переміщенням антициклону на схід та з розповсюдженням теплого сектору північно-західного циклону, починаючи з 10.09, спостерігалось зростання температури до літніх значень. Але протрималось це тепло не довго. Вже вдень 14.09 на територію області з півночі змістився холодний фронт, за ним почалось розповсюдження арктичного повітря. Проходження фронту відбувалось на фоні підвищеного тиску достатньо далеко від центру циклону, тому опадів не було. І взагалі, весь цей час, починаючи з 04.09, спостерігався антициклональний характер погоди без опадів. Вранці 17.09 місцями на поверхні ґрунту, і у повітрі відмічались заморозки до мінус  $1^{\circ}$ . У подальшому погодні умови формувались під впливом західного циклону, центр якого 18.09 був над північними районами України. Його вплив область відчула, починаючи з дня 19.09, коли в зоні холодного фронту відмічались тривалі дощі, а 20.09 вночі та вдень місцями спостерігались ще і грози. Оскільки приземному центру циклону відповідав висотний центр, то область деякий час (до 23.09) знаходилась у циркуляції висотного циклону. Спостерігалась хмарна погода, місцями відмічався слабкий дощ та не значний добовий хід температури. У період 25-27.09 погоду зумовлювала низка північно-західних циклонів, які швидко рухались з узбережжя Норвезького моря у південно-східному напрямку по тилувій частині тропосферної улоговини. Відмічались слабкі дощі, а вдень 26.09 в зоні холодного фронту посилювався вітер до 15-18 м/с. Останні дні місяця погодні умови визначав потужний антициклон, центр якого варіював над північно-західними районами ЄТР, а по його східній периферії переміщувалось арктичне повітря. Саме на 30 вересня припала найхолодніша ніч місяця. Майже повсюдно відмічались заморозки у повітрі

інтенсивністю  $-1..-3^{\circ}$ , а на поверхні ґрунту  $-2..-5^{\circ}$ . Температурний фон протягом місяця був дуже нестійкий. За одну добу середні добові температури могли змінюватись на  $3-8^{\circ}$ . Коливались вони від  $+21..+23^{\circ}$  (01.09) до  $+6..+8^{\circ}$  (30.09). Стійкий перехід середньодобової температури через  $+15^{\circ}$  у бік зниження відбувся 15-16.09. Максимальна температура місяця становила  $+27..+29^{\circ}$ , а мінімальна від  $+1^{\circ}$  до  $-1..-3^{\circ}$ . Взагалі середня місячна температура повітря становила  $+13,3-14,3^{\circ}$ , що на  $1,2-1,5^{\circ}$  нижче кліматичної норми. Опади різної кількості та інтенсивності відмічались по всій території області від 11 до 13 днів. Дощі носили зливовий характер. Кількість днів з опадами 1 мм та більше за добу становила 5-10. Всього за місяць випало 21,6-58,7 мм, що становить 75-143% місячної норми. Для підприємств сільського господарства несприятливими були грози, вітер, значний дощ та заморозки. Радіаційний фон у вересні становив 10-18 мкр/год.

Таким чином, погодні умови в період досліджень були близькими до середніх багаторічних показників.

Досліди були закладені на території відділення науково-технічної підготовки з аграрного напрямку ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» (с. Вишневе, Старобільського району, Луганської області) в 2021 році. Ґрунти ділянки – чорноземи звичайні, малогумусні. Ґрунтоутворюючою основою є в основному важкосуглинковий пас. Вміст гумусу 3,5 %; гідролізованого азоту – 120, рухомого фосфору – 73, калію – 82 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину (рН водної суспензії) – 6,5–6,9.

## **2.2. Програма та методика проведення дослідів**

Досліди були закладені на території відділення науково-технічної підготовки з аграрного напрямку ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» в 2021 році. Досліди закладалися згідно загальноприйнятої методики (Доспехов Б.А., 1979). Для дослідів були обрані гібриди кукурудзи різних груп стиглості.

*Характеристика гібридів.* Товтрянський 188 СВ - ранньостиглий(ФАО – 180) трилінійний. Врожайність зерна: 110-115 ц/га, врожайність силосу: 520-600 ц/га. Оригінатор Інститут Сільського Господарства степової зони НААНУ, ТОВ «Науково-Виробнича Агрокорпорація «Степова». Зони вирощування: степ, лісостеп, полісся. Напрямок використання: зерно, силос. Морфобіологічні ознаки: висота 240-250 см, не кущиться, стійкий до вилягання, на основному стеблі має 16 листків довжина до 20-21 см, слабо-конусоподібної форми, висота кріплення качана 90-100 см, кількість рядів зерен 14-16, в ряду 32-34 зерен, стрижень червоний, зерно жовто-помаранчеве, креми сто-зубовидне, маса 1000 зерен 260 г.

Білозірський 295 СВ - Оригінатори: Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Трилінійний середньоранній гібрид (ФАО 280). Занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2005 р. Зона вирощування – Степ, Лісостеп, Полісся. Напрямок використання – зерно, силос. Рослина висотою 270-280 см, не кущиться. Качан кріпиться на висоті 105-115 см. Качан циліндричний, довжиною 20-22 см. Число рядів зерен 14-16, кількість зерен в ряду 36-38. Стрижень червоний. Зерно жовте, зубоподібне. Маса 1000 зерен 290-300 г. Високостійкий до вилягання і ураження головними хворобами. Стійкий до загущення посівів, посухи та жару. Високотехнологічний. Рекомендована передзбиральна густина рослин в Степу 45-50, Лісостепу 65-70, Полісся 70-75 тис./га. Порівняно з гібридом Любава 279 МВ має дещо вищу урожайність зерна (на 0,3-0,4 т/га), проте на 1-2% більш вологе зерно. Потенційна врожайність зерна – 12,0-12,5 т/га, силосу 60-65 т/га.

Моніка 350 МВ - Оригінатор – Інститут зернового господарства НААН, МТІ Маїс Технолоджіс Інтернейшнл ГмбХ. Занесений до Державного реєстру сортів рослин придатних до вирощування в Україні в 2006 році. Простий модифікований середньостиглий гібрид (ФАО 380). Рослини високорослі 250–290 см, вирівняні по висоті, слабо кущяться. Качани кріпляться на висоті 92–



120 см. Гібрид стійкий до вилягання й ураження хворобами та шкідниками. Жаро- та посухостійкий.

Бистриця 400 МВ - Оригінатор – Інститут зернового господарства НААН. Простий міжлінійний середньопізній гібрид (ФАО 450). Рослина висотою 280–300 см. Висота прикріплення качана 100–110 см. Качан довжиною 24–26 см, циліндричний, кількість рядів зерен 14–16 шт., зерен в ряду 40–45 шт., стрижень червоний. Вирізняється високою посухостійкістю і жаростійкістю (8 балів). Формує високий врожай зеленої маси (50,0–60,0 т/га) з підвищеним вмістом сухих речовин (до 35 %), що дозволяє успішно використовувати гібрид для отримання високоякісного силосу.

Схема досліду:

Фактор А – гібриди різних груп стиглості

Товтрянський 188 СВ

Білозірський 295 СВ

Моніка 350 МВ

Бистриця 400 МВ

Фактор Б – різні дози мінеральних добрив

Без добрив (контроль)

N60P40K40

N80P60K60

N100P80K80

Агротехніка у дослідах відповідала рекомендованій на час проведення досліджень для Степу України, за виключенням факторів, які були поставлені на вивчення.

Попередник у досліді соя. Основний обробіток ґрунту (оранка на глибину 25–27 см) здійснювали плугом ПЛН-5-35, під основний обробіток вносили фосфорно-калійні добрива, там де це передбачено схемою досліду.

Весняний допосівний обробіток ґрунту був спрямований на максимальне збереження вологи, створення розпушеного дрібногрудочкового

шару ґрунту, що забезпечує загортання летючих ґрунтових гербіцидів і появу дружніх сходів кукурудзи і сорго цукрового.

Навесні, як тільки ґрунт досягав фізичної стиглості, зубовими боронами БЗСС-1,0 проводили закриття вологи і знищення пророслих бур'янів з наступною культивацією на глибину 8–10 см. Під культивацію вносили азотні добрива (відповідно до схеми досліду). Передпосівну культивацію проводили на глибину загортання насіння (4–6 см). Під культивацію вносили ґрунтовий гербіцид (відповідно до схеми досліду). Сівбу кукурудзи проводили в першій декаді травня з шириною міжрядь 45 або 70 см вітчизняною сівалкою точного висіву Клен-2,8.

Сумісну сівбу проводили за рахунок підбору дисків у висіваючому апараті сівалки. Співвідношення рядків 2:2. Норму висіву насіння культур встановлювали згідно зі схемою досліду. Глибина загортання насіння кукурудзи становила 4–5 см, після сівби ґрунт прикочували.

У фазі 3–5 листків формували густоту рослин відповідно до схеми досліду. Міжрядний обробіток ґрунту проводили просапним культиватором УСМК-5,4 в агрегаті з трактором МТЗ-82. Облік урожайності здійснювали шляхом зважування зеленої маси з кожної ділянки з наступним її перерахунком на гектар.

Метеорологічні умови в період проведення досліджень були в цілому типовими для даної зони. Відхилення температури повітря, кількості опадів від середніх багаторічних значень не наближалися до критичних. Відмічені окремі періоди, які негативно впливали на процеси росту і розвитку рослин та продуктивність кукурудзи.

## РОЗДІЛ 3

### ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ НА СИЛОС В УМОВАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

#### 3.1 Формування листкової поверхні кукурудзи на фоні мінерального живлення

Важливим фактором інтенсифікації вирощування кукурудзи є збалансоване мінеральне живлення, що базується на раціональному використанні добрив. Без них продуктивність рослин різко знижується і їх правильне застосування підвищує стійкість рослин до низьких температур, збільшує частку качанів у врожаї зеленої маси, підвищує вихід білка, крохмалю та кормових одиниць з площі посіву.

Гібриди пізніх груп стиглості порівняно зі скоростиглими більшою мірою реагують на підвищений мінеральний фон. Поліпшення умов живлення сприяє зменшенню кількості безплідних рослин у посівах, а у пізньостиглих форм – і формуванню трьох продуктивних качанів [21].

В дослідженнях Е. Г. Дегодюка та ін. [26] найвищі прирости зеленої маси отримані при внесенні 20 т/га гною та мінеральних добрив  $N_{140}P_{90}K_{100}$ . Але подальше збільшення норми добрив у 1,5 раза суттєво не впливає на врожайність зеленої маси.

За даними В. Г. Липового [24] збільшення норм мінеральних добрив до  $N_{180}P_{90}K_{205}$  на фоні внесення 40 т/га гною забезпечило підвищення урожайності зеленої маси кукурудзи на 4,0–4,6 т/га, а сухої речовини – на 1,4–2,7 т/га порівняно з внесенням  $N_{120}P_{60}K_{135}$ .

На інтенсивність накопичення органічної речовини та, відповідно, урожайність культур впливають наростання асимілюючої поверхні упродовж вегетації та величина чистої продуктивності фотосинтезу рослин. Це основні показники, що характеризують фотосинтетичну діяльність

сільськогосподарських культур. Фотосинтетична продуктивність кукурудзи вища на 50–60 %, ніж у сільськогосподарських рослин з  $C_3$  типом фотосинтезу [66].

Найбільша площа листкової поверхні в гібридів відмічена у фазі молочно-воскової стиглості зерна. У наших дослідженнях відмічено позитивний вплив мінеральних добрив на інтенсивність формування листкової поверхні рослин кукурудзи. Найбільша площа листкової поверхні в гібридів відмічена у фазі молочно-воскової стиглості зерна. У варіанті без застосування добрив вона складала 0,45–0,78 м<sup>2</sup>, а при внесенні добрив збільшувалася на 6,3–17,4 % (табл. 3.1.1).

Таблиця 3.1.1.

**Площа листкової поверхні однієї рослини кукурудзи залежно від доз добрив у фазі молочно-воскової стиглості зерна, м<sup>2</sup>/рослину**

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3	Ділянка 4	Середня
Товтрянський 188 СВ	Без добрив	0,47	0,43	0,45	0,45	0,45
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	0,49	0,45	0,47	0,49	0,48
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,50	0,47	0,50	0,51	0,49
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	0,54	0,51	0,54	0,55	0,53
Білозірський 295 СВ	Без добрив	0,50	0,47	0,49	0,50	0,49
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	0,57	0,50	0,55	0,57	0,55
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,58	0,50	0,59	0,59	0,56
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	0,60	0,53	0,61	0,61	0,59
Моніка 350 МВ	Без добрив	0,60	0,56	0,61	0,59	0,59
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	0,64	0,58	0,65	0,64	0,62
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,65	0,58	0,67	0,66	0,64
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	0,69	0,60	0,70	0,69	0,67
Бистриця 400 МВ	Без добрив	0,72	0,67	0,70	0,71	0,70
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	0,75	0,70	0,73	0,74	0,73
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,76	0,71	0,74	0,75	0,74
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	0,78	0,73	0,76	0,76	0,76
НІР <sub>05</sub> , для	А	0,03	0,02	0,04	0,04	
	В	0,01	0,01	0,02	0,02	
	АВ	0,04	0,05	0,05	0,06	

У гібрида Товтрянський 188 СВ, у середньому, площа листкової поверхні при внесенні добрив  $N_{100}P_{80}K_{80}$  становила  $0,53 \text{ м}^2$ , що на  $0,08 \text{ м}^2$  більше, ніж на фоні без добрив та на  $0,06$  і  $0,04 \text{ м}^2$  – порівняно з варіантами  $N_{80}P_{60}K_{60}$  і  $N_{60}P_{40}K_{40}$ . Внесення максимальної дози добрив ( $N_{100}P_{80}K_{80}$ ) зумовило збільшення площі листкової поверхні у гібрида Білозірський 295 СВ на  $0,02$  і  $0,04 \text{ м}^2$  порівняно з варіантами  $N_{80}P_{60}K_{60}$  і  $N_{60}P_{40}K_{40}$  та на  $0,10 \text{ м}^2$  відносно неудобреного фону. У гібридів Моніка 350 МВ і Бистриця 400 МВ подібне зростання становило  $0,03$ ;  $0,04$  і  $0,08$  та  $0,03$ ;  $0,02$  і  $0,06 \text{ м}^2$ .

Таким чином, спостерігався позитивний вплив мінеральних добрив на інтенсивність формування листкової поверхні рослин кукурудзи.

### **3.2. Структура врожаю гібридів кукурудзи під впливом мінеральних добрив**

Рівень мінерального живлення впливає на покращання структурних показників врожаю зеленої маси кукурудзи за рахунок збільшення доступності поживних речовин, зростання частки стебел та качанів, функціонування кореневої системи і транспортування асимілянтів до стебел та качанів [36]. На частку качанів у загальному врожаї сухої речовини у фазі формування зерна кукурудзи припадає  $15 \%$ , молочної стиглості –  $28 \%$ , молочно-воскової –  $37 \%$ , воскової стиглості зерна –  $50 \%$  [24].

Залежно від фази росту і розвитку та застосування мінеральних добрив, частка органів рослин кукурудзи у структурі врожаю змінюється. Інтенсивний ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи відмічався від фази 10–11 листків до молочно-воскової стиглості зерна (табл. 3.1.2–3.1.5).

Таблиця 3.1.2

**Структура врожаю гібрида кукурудзи Товтрянський 188 СВ залежно  
від рівня мінерального живлення, кг**

Дози добрив	Частини рослини	Фази росту і розвитку рослин:				
		10–11 листків	цвітіння волоті	молочна стиглість зерна	молочно-воскова стиглість зерна	воскова стиглість зерна
Без добрив	Листя	0,07	0,10	0,12	0,13	0,11
	Стебло	0,10	0,38	0,30	0,32	0,30
	Качан	–	–	0,21	0,27	0,31
	Ціла рослина	0,17	0,48	0,63	0,72	0,72
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	Листя	0,08	0,11	0,13	0,14	0,12
	Стебло	0,13	0,45	0,34	0,37	0,35
	Качан	–	–	0,26	0,31	0,34
	Ціла рослина	0,21	0,56	0,73	0,82	0,81
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Листя	0,09	0,12	0,14	0,15	0,12
	Стебло	0,16	0,52	0,37	0,42	0,40
	Качан	–	–	0,30	0,34	0,38
	Ціла рослина	0,25	0,64	0,81	0,91	0,90
N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	Листя	0,10	0,13	0,15	0,16	0,13
	Стебло	0,19	0,58	0,42	0,44	0,42
	Качан	–	–	0,34	0,38	0,41
	Ціла рослина	0,29	0,71	0,91	0,98	0,96

На варіанті без застосування добрив у гібрида Товтрянський 188 СВ у перший період визначення (10–11 листків) маса листя становила 0,07 кг, стебла 0,10 кг, Білозірський 295 СВ – 0,09 і 0,12 кг, Моніка 350 МВ – 0,10 і 0,14 кг, Бистриця 400 МВ – 0,12 і 0,16 кг. Застосування N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> забезпечувало підвищення маси листя на 8,3–20,0 %, а стебел – на 18,8–30,0 %, маси рослин – на 14,3–23,5 %.

Таблиця 3.1.3

**Структура врожаю гібрида кукурудзи Білозірський 295 СВ залежно від рівня мінерального живлення, кг**

Дози добрив	Частини рослини	Фази росту і розвитку рослин:				
		10–11 листків	цвітіння волоті	молочна стиглість зерна	молочно-воскова стиглість зерна	воскова стиглість зерна
Без добрив	Листя	0,09	0,12	0,13	0,14	0,13
	Стебло	0,12	0,45	0,38	0,39	0,34
	Качан	–	–	0,25	0,30	0,36
	Ціла рослина	0,21	0,57	0,76	0,83	0,83
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	Листя	0,10	0,13	0,14	0,15	0,14
	Стебло	0,15	0,52	0,43	0,45	0,41
	Качан	–	–	0,30	0,35	0,40
	Ціла рослина	0,25	0,65	0,87	0,95	0,95
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Листя	0,11	0,14	0,15	0,16	0,15
	Стебло	0,18	0,56	0,47	0,49	0,43
	Качан	–	–	0,33	0,38	0,43
	Ціла рослина	0,29	0,70	0,95	1,03	1,01
N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	Листя	0,12	0,15	0,16	0,17	0,16
	Стебло	0,20	0,59	0,49	0,50	0,45
	Качан	–	–	0,36	0,40	0,45
	Ціла рослина	0,32	0,74	1,01	1,07	1,06

Внесення максимальної дози добрив (N<sub>100</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>) забезпечило підвищення маси рослин у цій фазі на 23,3–38,9 % в залежності від гібрида.

У фазі 10–11 листків частка листя у загальній масі була найбільшою і залежно від гібрида і дози добрив становила 34,5–42,9 %. В подальшому відбувається зростання масової частки листя у структурі врожаю кукурудзи, але у відсотковому співвідношенні вона зменшується та відповідно складає: у фазі цвітіння волоті 18,3–21,6 %, у фазі молочної стиглості зерна 14,6–19,0 %, молочно-воскової стиглості зерна – 14,2–18,1 %, у фазі воскової стиглості зерна – 13,2–15,7 %.

Дослідженнями В. М. Хромяка [34] встановлено, що найбільш сприятливо добрива впливають на структуру урожаю ранньостиглих

гібридів кукурудзи за рахунок зменшення на 6–8 % стебел на користь листя і обгорток.

Дія добрив проявляється у збільшенні маси качанів (на 36 г в середньому) та покращанні якості зеленої маси.

Таблиця 3.1.4

**Структура врожаю гібрида кукурудзи Моніка 350 МВ залежно від рівня мінерального живлення, кг**

Дози добрив	Частина рослини	Фази росту і розвитку рослин:				
		10–11 листків	цвітіння волоті	молочна стиглість зерна	молочно-воскова стиглість зерна	воскова стиглість зерна
Без добрив	Листя	0,10	0,13	0,14	0,15	0,13
	Стебло	0,14	0,48	0,40	0,43	0,39
	Качан	–	–	0,27	0,33	0,36
	Ціла рослина	0,24	0,61	0,81	0,91	0,88
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	Листя	0,12	0,14	0,15	0,16	0,14
	Стебло	0,17	0,55	0,45	0,47	0,43
	Качан	–	–	0,32	0,37	0,42
	Ціла рослина	0,29	0,69	0,92	1,00	0,99
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Листя	0,13	0,15	0,16	0,16	0,14
	Стебло	0,19	0,57	0,47	0,51	0,45
	Качан	–	–	0,35	0,38	0,44
	Ціла рослина	0,32	0,72	0,98	1,05	1,03
N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	Листя	0,14	0,16	0,16	0,17	0,15
	Стебло	0,21	0,58	0,49	0,53	0,48
	Качан	–	–	0,37	0,42	0,46
	Ціла рослина	0,35	0,74	1,02	1,12	1,09

Частка стебла у загальній масі рослини збільшується до фази цвітіння волоті, далі вона зменшується, у фазі молочної стиглості зерна, за рахунок появи качана, але у масовому співвідношенні продовжує зростати до фази молочно-воскової стиглості зерна. У фазі цвітіння волоті маса стебла за варіантами дослідів коливалась від 0,38–0,58 кг у гібрида



Товтрянський 188 СВ до 0,52–0,65 кг – у гібрида Бистриця 400 МВ.

За рахунок появи качана у фазі молочної стиглості зерна частка стебла зменшується до 45,7–50,0 %, у молочно-восковій стиглості зерна – до 44,4–47,6%, у восковій стиглості зерна до 41,0–44,5 %.

Таблиця 3.1.5

**Структура врожаю гібрида кукурудзи Бистриця 400 МВ залежно від рівня мінерального живлення, кг**

Дози добрив	Частина рослини	Фази росту і розвитку рослин				
		10–11 листків	цвітіння волоті	молочна стиглість зерна	молочно-воскова стиглість зерна	воскова стиглість зерна
Без добрив	Листя	0,12	0,13	0,14	0,15	0,14
	Стебло	0,16	0,52	0,43	0,46	0,40
	Качан	–	–	0,31	0,36	0,39
	Ціла рослина	0,28	0,65	0,88	0,97	0,93
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	Листя	0,13	0,14	0,15	0,16	0,15
	Стебло	0,19	0,57	0,46	0,50	0,45
	Качан	–	–	0,34	0,39	0,44
	Ціла рослина	0,32	0,71	0,95	1,05	1,04
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Листя	0,13	0,15	0,15	0,16	0,15
	Стебло	0,21	0,62	0,51	0,55	0,48
	Качан	–	–	0,37	0,41	0,47
	Ціла рослина	0,34	0,77	1,03	1,12	1,10
N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	Листя	0,14	0,15	0,16	0,17	0,15
	Стебло	0,23	0,65	0,53	0,57	0,50
	Качан	–	–	0,40	0,46	0,49
	Ціла рослина	0,37	0,80	1,09	1,20	1,14

Від початку формування качанів у фазі молочної стиглості кукурудзи їх відсоток постійно збільшується у загальній масі рослини до фази воскової стиглості зерна. На контрольному варіанті без застосування добрив, у фазі молочної стиглості зерна, залежно від гібрида, частка качанів складає 32,9–35,2 %. Внесення добрив N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та N<sub>100</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> зумовлює

збільшення маси качана на 0,05–0,13 кг, що відповідно складає 34,5–36,7 % у загальній масі рослин.

Згідно даних І. П. Сатановської [30–31], частка стебла у фазі викидання волоті середньостиглого гібрида Моніка 350 МВ становила 0,42–0,56 кг, що у відсотковому співвідношенні було в межах 76,36–78,87 %. У молочній стиглості зерна з появою качанів у індивідуальній продуктивності рослин частка стебла зменшується і за варіантами досліду коливалась в межах 0,33–0,41 кг, або 43,37–44,09 %. У молочно-восковій стиглості зерна маса стебла складає 0,35–0,43 кг, що відповідно становить 41,76–42,17 %. У восковій стиглості зерна частка стебла зменшується порівняно з попередньою фазою і у досліджуваних варіантах складала 0,31–0,39 кг відповідно, що становить 38,27–39,00 %. При використанні добрив від  $N_{90}$  до  $N_{135}$  маса рослин зростала на 0,04–0,11 кг, а у фазі викидання волоті – на 0,30 кг, у варіанті  $N_{90}$  та  $N_{135}$  вона збільшилася на 0,07–0,16 кг. Найвищу індивідуальну масу рослини на найкращому варіанті ( $N_{135}$ ) отримано у фазі молочно-воскової стиглості зерна – 1,02 кг.

У наших дослідженнях маса качанів у фазі молочно-воскової стиглості зерна на варіантах з внесенням добрив становила 0,31–0,46 кг, а у фазі воскової стиглості зерна – 0,34–0,49 кг, що вище за контроль на 7,8–15,3 %. Максимальна маса качана була у гібрида Бистриця 400 МВ у восковій стиглості зерна – 0,49 кг (43,0 %) при внесенні добрив  $N_{100}P_{80}K_{80}$ .

У фазі молочно-воскової стиглості зерна відмічено максимальні показники індивідуальної продуктивності рослини. Застосування добрив підвищувало масу рослин кукурудзи на 8,3–36,1 %, порівняно з варіантом без їх внесення. Так, на контролі маса рослини гібрида Товтрянський 188 СВ становить 0,72 кг, Білозірський 295 СВ – 0,83 кг, Моніка 350 МВ – 0,91 кг, Бистриця 400 МВ – 0,97 кг. При застосуванні  $N_{60}P_{40}K_{40}$  вона збільшувалася на 8,3–14,6 %,  $N_{80}P_{60}K_{60}$  – на 15,4–26,4 %, а у варіанті з внесенням  $N_{100}P_{80}K_{80}$  – на 23,0–36,1 %, залежно від гібрида.

Внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню сухої маси однієї рослини починаючи з фази 10–11 листків, та більш суттєво – в другій половині вегетаційного періоду. Приріст сухої маси однієї рослини у фазі 10–11 листків при застосуванні  $N_{100}P_{80}K_{80}$ , порівняно з варіантом без добрив становив 15,1– 40,7 % (табл. 3.1.6). У фазі цвітіння волотей різниця між контролем і варіантом з максимальною кількістю добрив становила у ранньостиглого гібрида 40,3 %, у середньораннього – 22,1 %, у середньостиглого – 14,1 %, а у середньопізнього – 10,2 %.

Таблиця 3.1.6

**Динаміка накопичення сухої маси рослин гібридів кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення, кг/рослину**

Гібриди	Дози добрив	Період визначення:		
		10–11 Листків	цвітіння волотей	МОЛОЧНО- ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ зерна
Товтрянський 188 СВ	Без добрив	0,03	0,10	0,19
	$N_{60}P_{40}K_{40}$	0,03	0,11	0,21
	$N_{80}P_{60}K_{60}$	0,04	0,13	0,23
	$N_{100}P_{80}K_{80}$	0,04	0,14	0,25
Білозірський 295 СВ	Без добрив	0,04	0,12	0,23
	$N_{60}P_{40}K_{40}$	0,04	0,14	0,25
	$N_{80}P_{60}K_{60}$	0,05	0,14	0,27
	$N_{100}P_{80}K_{80}$	0,05	0,15	0,28
Моніка 350 МВ	Без добрив	0,04	0,14	0,26
	$N_{60}P_{40}K_{40}$	0,05	0,16	0,28
	$N_{80}P_{60}K_{60}$	0,06	0,16	0,29
	$N_{100}P_{80}K_{80}$	0,06	0,16	0,31
Бистриця 400 МВ	Без добрив	0,06	0,16	0,29
	$N_{60}P_{40}K_{40}$	0,06	0,17	0,31
	$N_{80}P_{60}K_{60}$	0,06	0,18	0,32
	$N_{100}P_{80}K_{80}$	0,06	0,18	0,33

У фазі молочно-воскової стиглості зерна спостерігалась подібна

тенденція, але різниця між дозами добрив збільшувалась. Так, у ранньостиглого гібрида відмінності між варіантами з різними дозами добрив становили 4,1–4,5 %, у середньораннього – 4,2–9,3 %, середньостиглого – 10,0–10,5 %, а у середньопізнього – 10,2–10,8 % відповідно.

Отже, внесення максимальної дози добрив ( $N_{100}P_{80}K_{80}$ ) забезпечило підвищення маси рослин на 23,3–38,9 % в залежності від гібрида. Застосування добрив підвищувало масу рослин кукурудзи на 8,3–36,1 %, порівняно з варіантом без їх внесення. При застосуванні  $N_{60}P_{40}K_{40}$  вона збільшувалася на 8,3–14,6 %,  $N_{80}P_{60}K_{60}$  – на 15,4–26,4 %, а у варіанті з внесенням  $N_{100}P_{80}K_{80}$  – на 23,0–36,1 %, залежно від гібрида.

### 3.3. Врожайність кукурудзи залежно від добрив

Встановлено позитивний вплив застосування різних доз добрив на урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи. Оцінка показників урожайності зеленої маси дала змогу виявити найбільш оптимальний рівень мінерального живлення в технології вирощування кукурудзи на силос.

Максимальну урожайність зеленої маси формував середньопізній Бистриця 400 МВ – 31,6–52,8 т/га, а найменші значення мав ранньостиглий Товтрянський 188 СВ – 25,8–42,1 т/га (табл. 3.3.1).

Значний вплив на формування урожайності досліджуваних форм здійснювали погодні умови періоду вегетації. Врожайність зеленої маси на варіанті  $N_{100}P_{80}K_{80}$  у гібрида Товтрянський 188 СВ становила 40,3–50,2 т/га, у Білозірський 295 СВ – 45,4–52,8 т/га, у Моніка 350 МВ – 50,6–56,9 т/га, у Бистриця 400 МВ – 53,2–60,1 т/га.

Таблиця 3.3.1

**Урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи залежно від рівня  
мінерального живлення, т/га**

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3	Ділянка 4	Середня
Товтрянський 188 СВ	Без добрив	27,2	21,7	25,6	28,6	25,8
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	32,6	30,8	36,8	37,5	34,4
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	37,6	33,5	37,2	45,7	38,5
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	40,3	35,8	42,0	50,2	42,1
Білозірський 295 СВ	Без добрив	28,3	20,8	26,2	30,2	26,4
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	36,8	30,5	38,3	39,5	36,3
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	40,3	33,7	43,6	46,1	40,9
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	45,4	35,8	46,5	52,8	45,1
Моніка 350 МВ	Без добрив	30,7	25,8	32,9	35,6	31,3
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	41,2	34,6	43,5	45,1	41,1
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	46,8	38,6	45,6	52,3	45,8
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	51,0	41,8	50,6	56,9	50,1
Бистриця 400 МВ	Без добрив	30,4	26,0	32,1	38,0	31,6
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	45,8	35,2	42,7	47,3	42,8
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	48,7	37,0	49,2	56,4	47,8
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	53,2	43,1	54,9	60,1	52,8
НІР <sub>05</sub> , т/га	А	1,3	1,1	1,4	1,6	
	В	1,7	1,5	1,7	1,9	
	АВ	3,6	3,2	3,7	3,9	

Приріст урожайності зеленої маси від застосування дози добрив N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, порівняно з контрольним варіантом, становив у ранньостиглого гібрида – 8,6 т/га, середньораннього – 9,9 т/га, середньостиглого – 9,8 т/га, середньопізнього – 11,1 т/га, а за внесення N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>100</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> – 12,7; 14,5; 14,6; 16,2 та 16,3; 18,7; 18,8; 21,2 т/га відповідно.

Слід відмітити, що продуктивність гібрида Моніка 350 МВ була на рівні з Бистриця 400 МВ, різниця між ними, залежно від варіанта удобрення, складала 0,3–3,3 т/га, що свідчить про кращу пластичність

середньостиглого гібрида.

Аналогічні дані отримані Н. Я. Гетьман і І. П. Сатановською [63] в умовах правобережного Лісостепу України: застосування різних доз азотних добрив під передпосівну культивуацію при сприятливих погодних умовах забезпечують отриманню найбільшого урожаю зеленої маси кукурудзи гібрида Білозірський 295 СВ – 81,6 т/га, а у гібрида Моніка 350 МВ – 79,2 т/га, у фазі молочно-воскової стиглості зерна на максимальному фоні удобрення ( $N_{135}$ ).

Дослідженнями, проведеними сільськогосподарською дорадчою службою Люксембургу та університетом Хогенхайм (Німеччина), встановлено, що у гібридів кукурудзи урожайність сухої маси становила 13,9–25,7 т/га, що відповідає показникам, отриманим у сільськогосподарському виробництві. Максимальна урожайність 25,7 т/га була у гібрида Doge [81].

Підвищення рівня мінерального живлення в наших дослідах сприяло зростанню урожайності зеленої і сухої маси кукурудзи. Вміст сухої речовини в рослинах залежав від біологічних особливостей певного гібрида. Відмічено зменшення вмісту сухої речовини на 0,4–2,6 % при застосуванні добрив, порівняно з контрольним варіантом.

Найбільший вихід сухої речовини отримали у гібрида Бистриця 400 МВ за максимального рівня удобрення ( $N_{100}P_{80}K_{80}$ ) – 15,7 т/га, що на 5,6 т/га більше, ніж на варіанті без добрив, та на 1,2 і 2,3 т/га, ніж за внесення  $N_{60}P_{40}K_{40}$  і  $N_{80}P_{60}K_{60}$  (табл. 3.3.2). У гібрида Моніка 350 МВ урожайність сухої маси на цьому варіанті становила – 14,6 т/га, у Білозірський 295 СВ – 12,5 т/га, Товтрянський 188 СВ – 11,3 т/га.

Таблиця 3.3.2

**Урожайність сухої маси гібридів кукурудзи залежно від рівня  
мінерального живлення, т/га**

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середня
Товтрянський 188 СВ	Без добрив	7,5	5,8	7,2	8,2	7,2
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	8,9	8,1	10,3	10,7	9,5
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	10,1	8,7	10,3	12,8	10,5
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	10,7	9,2	11,5	14,0	11,3
Білозірський 295 СВ	Без добрив	8,1	5,8	7,7	9,0	7,6
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	10,4	8,3	10,9	11,7	10,3
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	11,1	9,1	12,3	13,5	11,5
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	12,3	9,5	13,0	15,2	12,5
Моніка 350 МВ	Без добрив	9,2	7,6	10,1	11,2	9,5
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	12,2	10,0	13,2	14,0	12,4
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,8	11,0	13,7	16,1	13,6
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	14,6	11,7	15,0	17,2	14,6
Бистриця 400 МВ	Без добрив	9,8	8,1	10,3	12,4	10,1
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	14,2	10,8	13,4	15,1	13,4
	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,1	11,2	15,3	17,3	14,5
	N <sub>100</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	14,8	12,7	16,6	18,7	15,7
NIP <sub>05</sub> , т/га	А	0,2	0,1	0,2	0,3	
	В	0,4	0,2	0,3	0,5	
	АВ	0,6	0,3	0,5	0,9	

Таким чином, максимальну урожайність зеленої маси формував середньопізній Бистриця 400 МВ – 31,6–52,8 т/га, а найменші значення мав ранньостиглий Товтрянський 188 СВ – 25,8–42,1 т/га. Найбільший вихід сухої речовини отримали у гібрида Бистриця 400 МВ за максимального рівня удобрення (N100P80K80) – 15,7 т/га, що на 5,6 т/га більше, ніж на варіанті без добрив, та на 1,2 і 2,3 т/га, ніж за внесення N60P40K40 і N80P60K60

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз стану дослідження проблеми вирощування кукурудзи на силос показав, що є необхідність визначення експериментальним шляхом особливостей підбору гібридів та їх мінерального живлення.
2. В результаті проведених досліджень було з'ясовано позитивний вплив мінеральних добрив на інтенсивність формування листкової поверхні рослин кукурудзи. Найбільша площа листкової поверхні в гібридів відмічена у фазі молочно-воскової стиглості зерна.
3. Внесення максимальної дози добрив (N100P80K80) забезпечило підвищення маси рослин на 23,3–38,9 % в залежності від гібрида. Застосування добрив підвищувало масу рослин кукурудзи на 8,3–36,1 %, порівняно з варіантом без їх внесення. При застосуванні N60P40K40 вона збільшувалася на 8,3–14,6 %, N80P60K60 – на 15,4–26,4 %, а у варіанті з внесенням N100P80K80 – на 23,0–36,1 %, залежно від гібрида.
4. Максимальну урожайність зеленої маси формував середньопізній Бистриця 400 МВ – 31,6–52,8 т/га, а найменші значення мав ранньостиглий Товтрянський 188 СВ – 25,8–42,1 т/га. Приріст урожайності зеленої маси від застосування дози добрив N60P40K40, порівняно з контрольним варіантом, становив у ранньостиглого гібрида – 8,6 т/га, середньораннього – 9,9 т/га, середньостиглого – 9,8 т/га, середньопізнього – 11,1 т/га, а за внесення N80P60K60 і N100P80K80 – 12,7; 14,5; 14,6; 16,2 та 16,3; 18,7; 18,8; 21,2 т/га відповідно.
5. Запровадження удосконаленої технології передбачає внесення добрив N80P80K80 (N60P60K60 за традиційної), тому енергетичні витрати на одиницю площі підвищуються – на 1,1 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності зростає на 0,9.



## **РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ**

Для отримання високих врожаїв силосу кукурудзи в умовах Старобільського району Луганської області рекомендуємо внесення добрив  $N_{80}P_{80}K_{80}$  і використання середньопізнього гібриду Бистриця 400 МВ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Томашевський Д. Ф. Кукурудза. Київ : Урожай, 1970. 364 с.
2. Надточаев Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси. Минск: ИВЦ Минфина, 2008. 412 с.
3. Медведев Г. А., Ефанов Д. В., Шадрин С. Д. Кормовая ценность гибридов кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2001. № 6. С. 2–3.
4. Циков В. С. Прогрессивная технология выращивания кукурузы. Київ : Урожай, 1984. 192 с.
5. Барсуков С. С. Питательность кормов из основных частей растений. *Кукуруза и сорго*. 1990. № 4. С. 16–17.
6. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с.
7. Шпаар Дитер. Кукуруза. Выращивание, уборка, хранение и использование. Київ : Зерно, 2012. 464 с. : ил.
8. Надточаев Н. Ф. Кукурудза на полях Беларуси/Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. Минск : ИВЦ Минфина, 2008. 412 с.
9. Циков В. С. Кукурудза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск: Зоря, 2003. 296 с.
10. Бомба М. Я., Бомба М. І. Використаємо кукурудзу сповна. *Пропозиція*. 2001. № 3. С. 40–43.
11. Кукурудза – врожай зростає. *Пропозиція*. 2003. № 8–9. С. 108–109.
12. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 року. *Агробізнес сьогодні*. 2016. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agro/item/7945-rynok-kukurudzy-vrozhaiu-2016-roku.html>.
13. Томашевський Д. Ф. Кукурудза. Київ : Урожай, 1970. 364 с.
14. Шмараев Г. Е. Кукуруза (филогения, классификация, селекция). Москва: Колос, 1975. 304 с.

15. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях півдня України: монографія/Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., Михаленко І. В. Херсон : Айлант, 2007. 256 с.
16. Циков В. С., Матюха Л. А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. Москва : Агропромиздат, 1989. 247 с.
17. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза : навч.-практ. вид. Львів: Україн. технології, 2002. 48 с.
18. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України/редкол.: М. В. Зубець та ін. Київ : Аграр. наука, 2004. 844 с.
19. Лебідь Л. Повернення королеви полів. *Аграрний тиждень*. 2013. № 14–15. С. 22.
20. Вавилов Н. И. Труды по прикладной ботанике и селекции. Т. 16, ч. 2. Ленинград, 1933. 273 с.
21. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Ленинград : Колос. 1971. 751 с.
22. Зозуля А. А., Бондаренко Л. В., Литун П. П. Стратегия создания гибридов кукурузы с высоким адаптивным потенциалом. *Урожай и адаптивный потенциал экологической системы поля* : сб. науч. тр. Киев, 1991. С. 85–88.
23. Bennetzen J. L., Hake Sarah C. Handbook of Corn: Its Biology. Springer Science – Business Media, 2009. 146 p.
24. Ткаліч Ю. І. Ріст, розвиток та продуктивність гібридів кукурудзи різного морфотипу залежно від густоти стояння рослин в північній частині Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Д., 2000. 16 с.
25. Селекція і семеноводство кукурузи на зрошуваних землях/Лавриненко Ю. А., Бондаренко В. В., Зинченко В. А., Польской В. Я. Херсон : Айлант. 2000. 114 с.
26. Лавриненко Ю. О. Агроекологічні моделі гібридів кукурудзи для південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 1999. Вип. 12. С.

- 25–34.
- 27.Справочник кукурузовода/сост.: Н. Н. Третьяков, И. А. Шкурпела. Москва: Россельхозиздат, 1979. 160 с.
- 28.Стецюк С. І. Ефективність механічного догляду за посівами при вирощуванні кукурудзи на силос. Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. Київ, 1999. Вип. 1–2. С. 38–42.
- 29.Томов Н., Митев С. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы. Кукуруза. 1980. № 5. С. 30–32.
- 30.Воскобойник О. В. Оцінка стабільності врожайності зерна гібридів кукурудзи за різних екофакторів середовища. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. Дніпропетровськ, 2005. № 26–27. С. 82–86.
- 31.Надточаев Н. Ф., Мелештвич М. А. Возделывание кукурузы на зерно и силос. URL: <http://agrosbornik.ru/sovremennyye-resursosberegayushhietekhnologii/1140-vozdelyvanie-kukuruzy-na-zerno-i-silos.html>.
- 32.Штукін М. О., Оничко В. І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. Вісн. Сум. нац. аграр. ун-ту. Серія: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 11. С. 212–217.
- 33.Які гібриди кукурудзи вигідніше вирощувати в умовах зони Степу України/В. С. Рибка та ін. Агроном. 2007. № 4. С. 50–54.
- 34.Штукін М. О., Оничко В. І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. Вісн. Сум. нац. аграр. ун-ту. Серія: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 11. С. 212–217.
- 35.Танчик С., Центило Л., Бабенко А. Строки сівби та продуктивність кукурудзи. Пропозиція. 2014. URL: <http://propozitsiya.com/ua/stroki-sivbita-produktivnist-kukurudzi>.
- 36.Біологічне рослинництво/Зінченко О. І. та ін. Київ : Вищ. шк., 1996. 239 с.
- 37.Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ :

- Аграрна освіта, 2003. 591 с.
38. Рослинництво з основами програмування врожаю/Жатов О. Г. та ін. Київ: Урожай, 1995. 256 с.
39. Циков В. С., Пащенко Ю. М., Костенко Ю. В. Строки сівби та продуктивність гібридів кукурудзи. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1996. № 1. С. 63–68.
40. Оничко В. І., Штукін М. О. Оптимальні строки сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісн. Сум. нац. аграр. ун-ту. Серія: Агрономія і біологія. 2016. Вип. 2. С. 214–218.
41. Формування врожаю нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах Степової зони України на зрошенні/А. М. Влащук, О. П. Конащук, А. Г. Желтова, О. С. Колпакова. Зрошуваче землеробство. 2016. Вип. 65. С. 86–89.
42. Тараріко Ю. О. Агроресурсний потенціал маловитратних технологій у землеробстві. Меліорація і водне господарство. 2014. Вип. 101. С. 60–70.
43. Надь Янош. Кукурудза. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.
44. Слухай С. И. Водный режим и минеральное питание кукурузы. Київ : Наук. думка, 1974. 246 с.
45. Сусидко П. И., Циков В. С. Кукурудза. Київ : Урожай, 1978. 296 с.
46. Мовсесян Д. Н. Особливості мінерального живлення кукурудзи//Перлини степового краю, (4–6 листоп. 2009 р.): матеріали регіон. наук.- практ. агроеколог. конф. студ., аспірантів і молодих вчених/редкол.: В. М. Ганганов та ін. Миколаїв : МДАУ, 2009. С. 119–122.
47. Система удобрення кукурудзи. *Аграрний сектор України*. URL: <http://admin@agrosience.com.ua>.
48. Афонин Н. М. Особенности выращивания кукурузы на зерно в Тамбовской области. *Кукуруза и сорго*. 2002. № 3. С. 2–4.
49. Индустриальная технология производства кукурузы/сост. Н. В. Тудель. 2-

- е изд., с изм. Київ : Урожай, 1985. 280 с.
50. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. Київ : Урожай, 1990. 220 с.
51. Pellerin Sylvain, Mollier Alain, Plinet Daniel. Phosphorus Deficiency Affects the rate of Emergence and Number of Corn Adventitious Nodal Roots. *Agronomy Journal*. 2000. Vol. 92. P. 690–697.
52. Годулян І. С. Попередники кукурудзи на Україні. Київ, 1963. С. 157.
53. Крамарев С. М., Якунин А. А., Коваленко В. Е. Дозы, сроки, формы и способы внесения минеральных удобрений под кукурузу при различной основной обработке обыкновенных черноземов. *Агрохимия*. 1995. № 2. С. 47–62.
54. Круглов Ю. В. Микробиологические аспекты экологизации земледелия // Разработка экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства : сб. науч. тр. материалы Росс.-финск. симпозиума. Санкт-Петербург, 1993. С. 75–79.
55. Шапова Л. Н., Дмитренко Т. И. Мобилизация фосфора из его труднодоступных соединений как фактор повышения плодородия почв // Тез. докл. делегатов 7-го съезда Всесоюз. о-ва почвоведения, (Ташкент, 9–13 сент. 1985 р.). Ташкент, 1985. С. 140–146.
56. Forster J., Freier K. Verkommen P-mobilisierender mikroorganismen in Boden der DDR und Prufung ihrer leistungsföhigkeit. *Acad. Landwirtschaftswiss. DDR*. 1988. № 1. P. 295–299.
57. Цигура Г. О., Сальник В. П., Усмажиш Т. О. Ефективність фосфомобілізуючих препаратів при вирощуванні олійних культур // Матеріали Всеукраїн. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні, (Дніпропетровськ, 5–6 берез. 2002 р.). Дніпропетровськ, 2002. С. 91–92.
58. Цигура Г. О., Погорілько М. Я. Застосування біопрепаратів фосфомобілізуючих бактерій для обробки насіння

- сільськогосподарських культур. Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіології. 2000. № 6. С. 59–60.
59. Філіп'єв І. Д., Міхеєв Є. К. Лінійна залежність врожаю зерна озимої пшениці та кукурудзи від співвідношень мінеральних добрив. Зрошуване землеробство. Київ : Урожай, 1981. Вип. 26. С. 31–34.
60. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія/Волкогон В. В. та ін. ; за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.
61. Особливості фосфорного живлення гречки при застосуванні бактеризації та ріст стимулятора залежно від агрофону / В. В. Волкогон та ін. // Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: матеріали міжнар. наук.-прак. конф., (Чернігів, 2004 р.). Чернігів ; Харків, 2004. С. 20–29.
62. Агрохімія: підручник/Городній М. М. та ін.; за ред. М. М. Городнього. Київ: Алефа, 2003. 775 с.
63. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: рекомендації/Носко Б. С. та ін. Київ: Аграрна наука, 1999. 111 с.
64. Эффективность ЭМ-технологии при выращивании кукурузы/В. М. Соколов и др. *Надежда планеты*. 2006. № 3. С. 11–12.
65. Маслоїд А. П., Осадчук В. Д., Табачук В. З. Продуктивність цукрових буряків при обробці насіння бактеріальними добривами і вегетуючих рослин регулятором росту. Зб. наук. пр. Ін-ту цукрових буряків УААН. 2005. Вип. 8. С. 477–480. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb\\_2005\\_8\\_70](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2005_8_70).
66. Яценко Л. А. Продуктивність ячменю ярого за використання препарату поліміксобактерин. Молодий вчений. 2015. № 7(1). С. 30–32.
67. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив : підручник. Київ : Вищ. шк., 2002. 317 с.
68. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні

- технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. С. 271–326.
- 69.Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно – гарантія стабілізації урожайності на рівні 90-100 ц/га : практ. рек./Держ. установа. Ін-т сільс. госп-ва степової зони. Дніпропетровськ, 2012.
- 70.Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник/за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 249–265.
- 71.Агротехнологічні особливості вирощування озимих та ярих культур у посушливих умовах Південного Степу : наук.-метод. рек. Херсон : Айлант, 2012. С. 15–18.
- 72.Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. Пропозиція. 2013. № 5 (215). С. 74–75.
- 73.Анспек П. И. Микроудобрения : справочник. Ленинград, 1990. 271 с.
- 74.Микроэлементы в сельском хозяйстве/Булыгин С. Ю. и др. Днепропетровск, 2007. 100 с.
- 75.Коваленко О., Ковбель А. Елементи живлення та стреси польових культур. Пропозиція. 2013. № 5 (215). С. 78–79.
- 76.Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур/С. Ю.Булигін, А. І. Фатєєв, Л. Ф. Демішев, Ю. Ю. Туровський. Вісник аграрної науки. 2000. № 11. С. 13–15.
- 77.Хромяк В. М. Оптимальная густота стояния растений. Кукуруза и сорго. 1986. № 1.С. 24.
- 78.Хромяк В. М. Оцінка агрокліматичного потенціалу кукурудзи на Луганщині. Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. 2005. № 47 (70). С. 182–188.
- 79.Худенко М. Н., Анюшин Е. И., Анютина Р. И., Тихомирова Е. И. Продуктивность чистых и смешанных посевов кукурузы и сорго. Научно-обоснованное производство и пользование в Поволжье. Сб. научных трудов ПНИИЖК. 1989. С. 26–34.



80. Худенко М. Н., Царев А. П., Трунова В. Н. На зеленый корм в чистых и смешанных посевах. Кукуруза и сорго. 1996. № 5. С. 16–17.
81. Циков В. С. Кукуруза : технология, гибриды, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.
82. Применение удобрений в интенсивном земледелии : справ. пособие/Шкель М. П. и др. ; под ред. М. П. Шкеля. Минск : Ураджай, 1989. 216 с.
83. Постников А., Марков В. Химизация земледелия в РСФСР. Москва : Россельхозиздат, 1984. 238 с.
84. Офіційний бюлетень Державної комісії України по випробуванню та охороні сортів рослин. Каталог нових сортів та гібридів технічних та кормових культур, занесених до реєстру сортів рослин України на 2001 рік. 2001. № 4. С. 37–38.
85. Фізіологія сільськогосподарських рослин з основами біохімії/Макрушин М. М., Макрушина М. Є., Петерсон Н. В., Цибулько В. С. ; за ред. М. М. Макрушина. Київ : Урожай, 1995. С. 240–285.
86. Лебедев С. И. Физиология растений. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1988. 544 с.
87. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України : довідник/Карпусь М. М. та ін. ; за ред. О. О. Созінова. Київ : Аграрна наука, 1995. 348 с.
88. Ткаліч Ю. І. Ріст, розвиток та продуктивність гібридів кукурудзи різного морфотипу залежно від густоти стояння рослин в північній частині Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Дніпропетровськ, 2000. 16 с.
89. Ткаліч Ю., Шевченко О., Матюха В., Кравець С. Кукурудза із різною шириною міжрядь. Пропозиція. 2013. № 5. С. 76–77.
90. Ткаліч Ю. І., Ткаліч О. В., Кохан А. В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування кукурудзи при використанні стимуляторів росту

- і мікродобрив. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту*. 2016. С. 26–31.
91. Дудка М., Черчель В. Позакореневе підживлення кукурудзи: необхідність чи альтернатива? Пропозиція. 2017. URL: <http://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-pidzhivlennya-neobhidnist-chi-alternativa>.
92. Продуктивність нових гібридів кукурудзи ФАО 310-430 за впливу регуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України / Ю. О. Лавриненко та ін. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 66. С. 27–30.
93. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив системи удобрення на стійкість гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. *Наукові пр. Ін-ту біоенергет. культур і цукрових буряків*. 2013. № 17. С. 240–244.
94. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. Київ, 1994. 162 с.
95. *Справочник по удобрениям*. Москва : Колос, 1964. С. 93–122.
96. *Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України : рек.* Київ : ДІА, 2011. 576 с.
97. Дем'янчук О. П. Продуктивність та кормова цінність різностиглих гібридів кукурудзи залежно від строку сівби і позакореневого підживлення в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.12. Вінниця, 2006. 19 с.