

МАЗУР ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ
ШЕВЧЕНКО НАТАЛІЯ ВАСИЛІВНА
ЯКОВЕЦЬ ЛЮДМИЛА АНАТОЛІВНА

Монографія

**АГРО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ
ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ В
УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАЗУР ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ
ШЕВЧЕНКО НАТАЛІЯ ВАСИЛІВНА
ЯКОВЕЦЬ ЛЮДМИЛА АНАТОЛІВНА

Монографія

**АГРО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ
КУКУРУДЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ В УМОВАХ
ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

є частиною прикладної роботи «Ефективність позакореневого підживлення при формуванні зернової продуктивності вирощування кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного» (№ 0121U108316), яка видається за рахунок власних коштів

Вінниця 2023

УДК: 633.15:631.5(02.064)

М 13

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (Протокол №10 від 23 травня 2023 р.).

Рецензенти:

Владислав Черчель, доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник Інституту зернових культур НААН, член-кореспондент НААН України;

Павло Писаренко, доктор с.-г. наук, професор кафедри кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавського державного аграрного університету, академік ІА України;

Паламарчук Віталій, доктор с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету.

Мазур В.А., Шевченко Н.В., Яковець Л. А.

М 13 Агро-біологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: ТОВ "Друк" 288 с.

ISBN 979-763-823-1

У монографії обґрунтовано, що з метою підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу культури важливе значення має впровадження виробництва сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування, які базуються на широкому використанні високопродуктивних гібридів, регуляторів росту, мікродобрив та біопрепаратів. Наведено результати досліджень з вивчення особливостей росту, розвитку та формування фотосинтетичної, зернової продуктивності гібридів кукурудзи залежно від впливу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, а також дана економічна та біоенергетична оцінки вперше приведено розрахунок виходу біоетанолу з зерна кукурудзи.

Для практиків, науковців, викладачів, аспірантів, студентів, фахівців у сільськогосподарській галузі, які цікавляться удосконаленням технологій вирощування культур для виробництва біопалива.

© Мазур В.А., Шевченко Н.В., Яковець Л.А., 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	6
ПЕРЕДМОВА.....	7
РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	9
1.1. Ботанічна характеристика та історія походження кукурудзи.....	9
1.2. Взаємозв'язок формування продуктивності гібридів кукурудзи з групами стиглості за ФАО.....	21
1.3. Вплив фосформобілізуючих препаратів на продуктивність гібридів кукурудзи.....	35
1.4. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на формування продуктивності гібридів кукурудзи.....	42
1.5. Роль регуляторів росту рослин у формуванні продуктивності гібридів кукурудзи.....	47
1.6. Вплив шкочинних об'єктів на продуктивність гібридів кукурудзи.....	51
1.6.1. Бур'яни у посівах гібридів кукурудзи та заходи боротьби з ними.....	51
1.6.2. Хвороби гібридів кукурудзи та заходи боротьби з ними.....	55
1.6.3 Шкідники гібридів кукурудзи та методи регулювання їх чисельності.....	66
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ.....	85
2.1. Поживні компоненти зерна кукурудзи.....	86
2.2. Причини та екологічні наслідки забруднення зерна кукурудзи токсичними речовинами.....	88
2.3. Екологічна оцінка зерна кукурудзи за вмістом токсичних	96

речовин.....	
РОЗДІЛ 3. ЗНАЧЕННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В ФОРМУВАННІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....	107
3.1. Екологічні переваги використання біопалив.....	107
3.2. Класифікація біопалив.....	111
3.3. Характеристика та джерела сировини для виробництва біоетанолу.....	117
РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ.....	119
4.1. Тривалість міжфазних періодів рослин гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень..	119
4.2. Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на висоту рослин кукурудзи.....	125
4.3. Динаміка накопичення сирої та сухої маси рослинами гібридів кукурудзи.....	131
4.4. Динаміка наростання площі листової поверхні залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень та фотосинтетичний потенціал кукурудзи.....	146
РОЗДІЛ 5. УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ТА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ.....	176
5.1. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень.....	176
5.2. Структура врожаю гібридів кукурудзи.....	182
5.3. Формування показників якості зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень.....	187
РОЗДІЛ 6. ВПЛИВ ОБРОБКИ НАСІННЯ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ ТА	198

СТИМУЛЯТОРАМИ НА РОЗРАХУНКОВИЙ ВИХІД БІОЕТАНОЛУ З ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ.....	
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ...	206
7.1. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно.....	206
7.2. Біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно.....	212
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	220
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	224
ДОДАТКИ.....	250
АВТОРСЬКА ДОВІДКА.....	281

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ФП – фотосинтетичний потенціал

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

РКД – рідкі комплексні добрива

N – азот

P – фосфор

K – калій

га – гектар

м – метр

л – літр

грн – гривня

мг – міліграм

т – тонна

см – сантиметр

мм – міліметр

тис. – тисяча

шт. – штуки

млн – мільйон

% – відсоток

°C – градус Цельсія

t – температура

р. – рік

рр. – роки

ГДж – гігаджоуль

pH – реакція ґрунтового розчину

НІР – найменша істотна різниця

K_{ее} – коефіцієнт енергетичної ефективності

ПЕРЕДМОВА

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

За масштабами поширення, універсальністю використання та енергетичною цінністю, кукурудза – найважливіша культура світового землеробства. За площею посівів та обсягом виробництва зерна вона посідає друге місце у світі. У Вінницькій області кукурудза є однією з традиційних культур при виробництві фуражного зерна і щорічно висівається на площі близько 548 тис. га.

Виробництво зерна кукурудзи – це досить складний та затратний процес, який потребує чіткого дотримання технологічної дисципліни, своєчасного та якісного виконання всіх технологічних операцій. Подальше підвищення виробництва можливе за рахунок удосконалення саме технологій вирощування, які дозволять підвищити врожайність на вже чинних площах.

Однією із причин низької реалізації біологічного потенціалу культури є недостатня обґрунтованість адаптації гібридів кукурудзи різних груп стиглості до певних агрокліматичних умов та технології вирощування

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу культури важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування, які повинні базуватися на широкому використанні високопродуктивних гібридів, регуляторів росту, мікродобрив та біопрепаратів. А використання даних препаратів у комплексі, є недостатньо вивченими.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що уперше в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових середньо-суглинкових ґрунтах виявлено залежності впливу передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на проходження процесів росту, розвитку та

формування зернової продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Встановлено вплив досліджуваних факторів на формування показників фотосинтетичної діяльності гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень. Обґрунтовано позитивний вплив застосування комплексу передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин та позакоренового підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту Стимпо для підвищення рівня врожайності та якості зерна кукурудзи. Проведено економічну і біоенергетичну оцінку запропонованої технології вирощування кукурудзи.

Удосконалено технологічні прийоми вирощування різностиглих гібридів кукурудзи на зерно за рахунок застосування передпосівної обробки насіння та позакоренового підживлення.

Набули подальшого розвитку питання формування врожайності та якості зерна залежно від гібридного складу, передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень.

Практичне значення одержаних результатів полягає в удосконаленні технології вирощування кукурудзи на зерно для виробництва біоетанолу, яка включала застосування передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерином у поєднанні з позакореновим підживленням Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо, що забезпечує отримання врожайності зерна кукурудзи 10,61 – 12,57 т/га та вихід крохмалю – 7,5 – 8,72 т/га, а розрахунковий вихід біоетанолу становив 3,78 – 4,40 т/га в умовах Лісостепу правобережного.

У монографії експериментально досліджено та теоретично обґрунтовано вище приведені результати, що дає можливість водночас забезпечити продовольчу безпеку та енергетичну незалежність України.

РОЗДІЛ 1

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

1.1. Ботанічна характеристика та історія походження кукурудзи.

Рід кукурудзи (*Zea L.*) представлений одним видом – кукурудзою (маїс) культурною (*Zea mays L.*).

Тривалий час вважали родоначальником кукурудзи однорічну багатостеблу рослину теосинте, доки не було встановлено, що само теосинте походить від кукурудзи.

Теосинте (рис. 1.1) утворює дворядний початок із зернівками, які охоплені лусками і не вимолочуються. Трапляється в Центральній Америці, як бур'ян у посівах кукурудзи.



Рис. 1.1. Теосинте

Зустрічається теосинте багаторічне – багатостебла рослина, яка також є бур'яном на кукурудз'яних полях у Центральній Америці.

Кукурудза культурна (2n-42) – однорічна трав'яниста рослина, яка зовнішнім виглядом значно відрізняється від інших злакових рослин.

Коренева система мичкувата, добре розвинена, окремі корені проникають у ґрунт на глибину 2–3 м (рис. 1.2).

У кукурудзи розрізняють кілька ярусів коренів: зародкові, гіпокотильні, епікотильні, підземні вузлові та надземні стеблові (повітряні, або опірні).



а

б

Рис. 1.2. Коренева система кукурудзи

а – основні корені, б – повітряні корені.

Основну масу кореневої системи становлять підземні вузлові корені, які заглиблюються у ґрунт до 2,5 м і більше та розходяться у боки з радіусом понад 1 м.

Ярусне розміщення коренів у ґрунті з перевагою основної частини їх у гумусовому шарі більш повно забезпечує рослину елементами живлення і вологою за рахунок літніх опадів. У початковий період коріння розвиваються найбільш інтенсивно, і до появи третього листка проникають у ґрунт на 30-50 см. На протязі перших 3-4 тижнів після сходів первинна коренева система відіграє основну, а до викидання волоті – важливу роль у забезпеченні кукурудзи вологою й поживними речовинами. Проте багато мілких

життєздатних корінців проникають на глибину 150-250 см, використовуючи при цьому вологу та елементи живлення з нижніх горизонтів ґрунту.

У кукурудзи на першому–другому надземному стебловому вузлах розвиваються повітряні, або опорні, корені. Вони, як правило, розвиваються у другій половині вегетації, частково проникають у ґрунт на глибину до 5-7 см і попереджають вилягання та забезпечують рослину елементами живлення й водою навіть за незначних запасів ґрунтової вологи.

Стебло у кукурудзи – міцна, груба, округла соломина, заповнена нещільною паренхімою. Висота його залежно від біологічних особливостей сорту чи гібрида та факторів урожайності коливається від 60–100 см у ранньостиглих форм і до 5–6 м у пізньостиглих. Товщина – 2–7 см. Кількість міжвузлів на стеблі у ранньостиглої кукурудзи досягає 8–12, у дуже пізньостиглої – до 30–40 і більше.

Листки лінійно-ланцетні, великі, довжина листкової пластинки 70–110 см, ширина 6–12 см і більше. Листок зверху опушений, має невеликий язичок і не має вушок. Розміщуються листки на стеблі по чергово, не затінюючи один одного. Краї їхні ростуть швидше, ніж середина, а тому є хвилястими, що збільшує загальну листкову поверхню рослини.

Кількість листків на стеблі, як правило адекватна кількості стеблових вузлів.

У кукурудзи на одній рослині формується чоловіче суцвіття – волоть і жіноче – початок, тобто вона є однодомною роздільностатевою рослиною (рис. 1.3, 1.4).

Волоть у кукурудзи верхівкова, розміщується на кінці центрального стебла або на верхівках бічних пагонів – пасинках. На осі волоті переважна кількість бічних гілок першого порядку, рідко на двох-трьох нижніх утворюються гілки другого порядку. Колоски з чоловічими квітками розміщені вздовж кожної гілки двома або чотирма рядами, попарно, з яких один сидячий, другий на короткій ніжці.

Колоски двоквіткові; квітки тичинкові, з широкими опушеними перетинчастими колосковими лусками та тонкими м'якими – квітковими, між якими знаходиться три тичинки з двогніздими пиляками. У кожній добре розвиненій волоті утворюється до 1–1,5 тис. квіток, які за сприятливих умов зацвітають разом з жіночими квітками або на 2–4 дні раніше. Пилок переноситься вітром до 300–1000 м, що враховують при просторовій ізоляції насінних посівів кукурудзи.

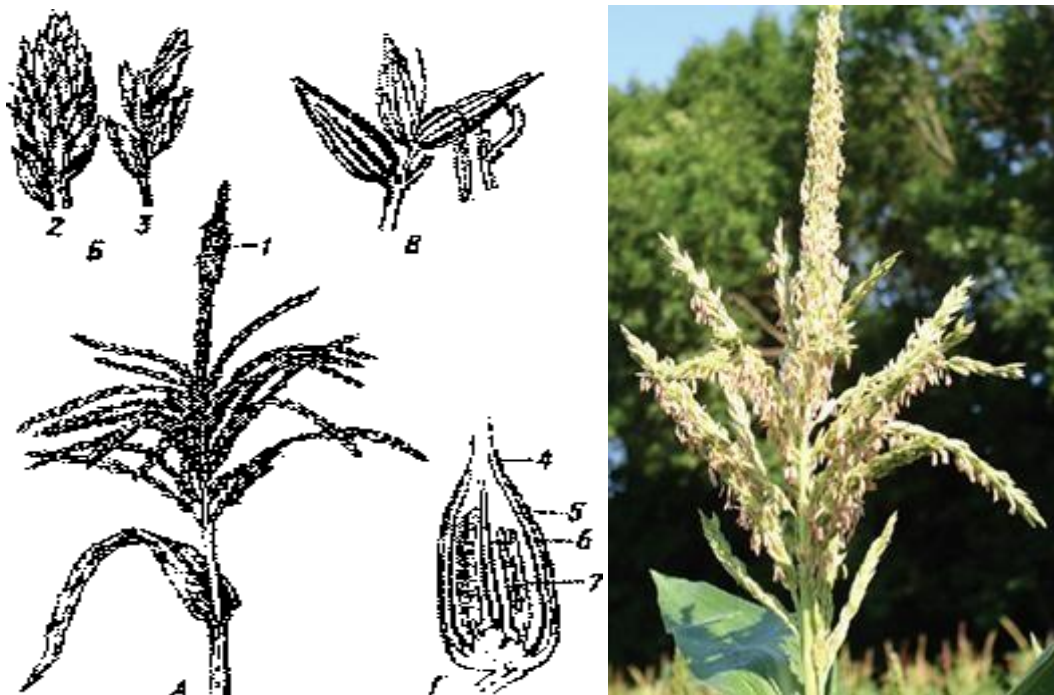


Рис. 1.3. Чоловіче суцвіття кукурудзи – волоть:

А – загальний вигляд волоті (1 – зона початку цвітіння);
Б – розміщення колосків (2 – на центральному стрижні; 3 – на бічних гілочках),
В – парні колоски волоті. *Г* – діаграма чоловічою колоска (4 – колоскова луска, 5 – зовнішня квіткова луска; 6 – внутрішня квіткова луска; 7 – пиляка).

Суцвіття з жіночими квітками – **початки** – розвивається з частини найактивніших пазушних бруньок стеблових листків.

На стеблі утворюються здебільшого 2–3 початки, решта бруньок не розвиваються.

Початок розміщується на короткій ніжці (стебельці), покритій зовні обгортковими листками, які відрізняються від звичайних стеблових добре розвиненими піхвами і редукованими пластинками. Внутрішні листки обгортки тонкі, майже півчасті, світлі, зовнішні – товщі й зелені.

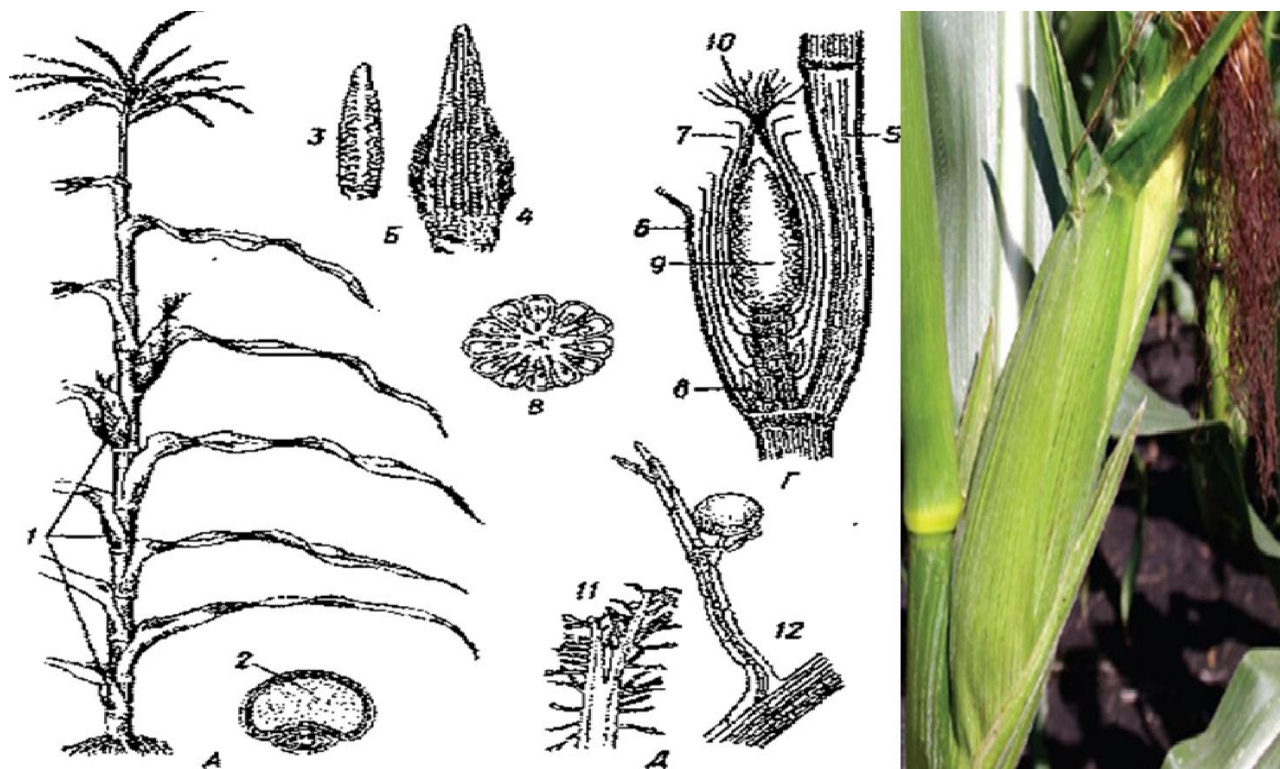


Рис. 1.4. Жіноче суцвіття кукурудзи – початок:

А – рослина кукурудзи з бічними бруньками на вузлах стебла; 1 – бокові бруньки; 2 – поперечний розріз стебла на четвертому міжвузлі з бічною брунькою (внизу); Б – фази диференціювання початка, 3 – попарне закладання жіночих колосків; 4 – зона відходження перших стовпчиків жіночих квіток; В – поперечний розріз, початка на початку молочної стиглості, Г – діаграма жіночого суцвіття. 5 – міжвузля стебла; 6 – листок, у пазусі якого закладений початок; 7 – укривні листки початка; 8 – бічні бруньки на вузлах ніжки початка; 9 – початок; 10 – стовпчики; Д – 11 – закінчення стовпчика жіночої квітки, 12 – проростання пилякового зерна на приймочці кукурудзи.

Основою початка є добре розвинений стрижень циліндричної або слабоконусоподібної форми, завдовжки 15–35 см. Маса його становить 15–25 % загальної маси початка. У комірках стрижня, які розміщуються поздовжніми рядами, розміщуються попарно колоски з жіночими квітками [3].

Колоски початка мають м'ясисті (при висиханні – шкірясті) колоскові луски та ніжні тонкі – квіткові. У кожному колоску знаходиться дві квітки, але утворює зернівку лише одна – верхня, друга, нижня – безплідна. Розміщені попарно колоски формують дві зернівки, тому початки мають парну кількість рядів зерен – від 8 до 24 і більше (рис. 1.5).

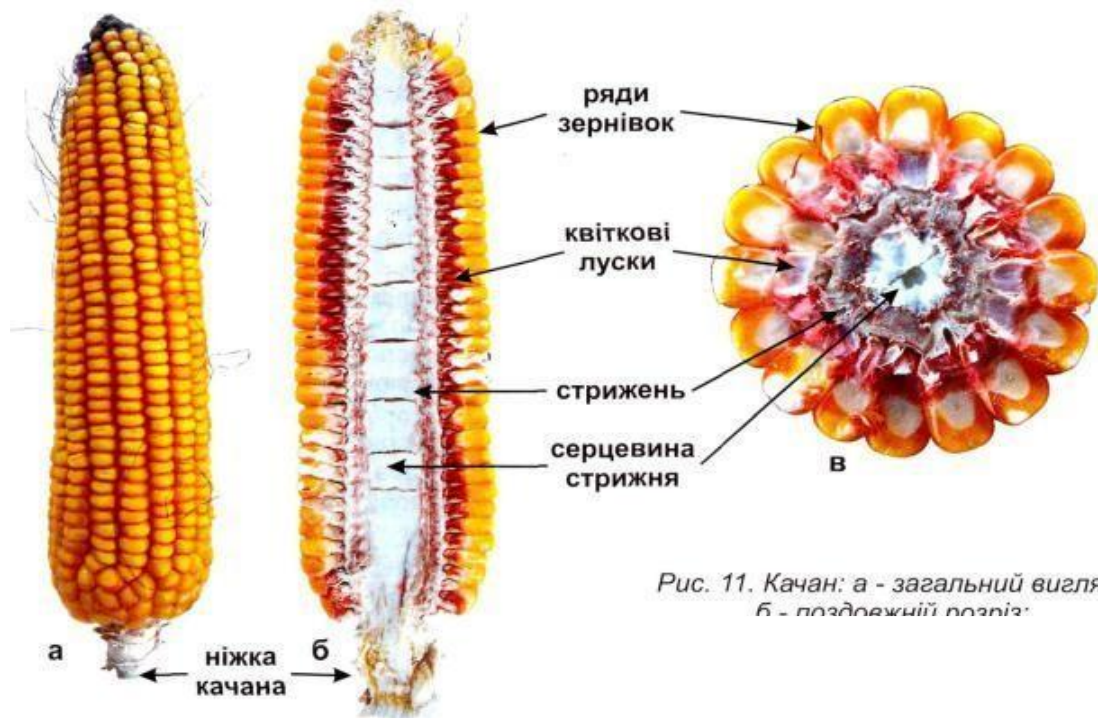


Рис. 11. Качан: а - загальний вигляд; б - поздовжній розріз;

Рис. 1.5.

а – загальний вигляд; б – поздовжній

Плід у кукурудзи – гола зернівка різних розмірів і форми, консистенції та забарвлення (рис. 1.6). Підвиди або групи різновидностей кукурудзи. Основні ознаки, за якими кукурудза поділяється на підвиди (групи), – форма й особливості поверхні зерна, розмір та внутрішня будова зерна (рис. 1.7).



Рис. 1.6. Зернівка кукурудзи

За розмірами зернівки поділяються на крупні й дуже крупні з масою 1000 зерен 300–400 г, середні – 200–300 і дрібні – 100–200 г; за формою – на округлі, видовжено-призматичні із западиною на верхівці, видовжені із загостреною верхівкою, кутасті або сплюснуті, з гладенькою чи зморшкуватою поверхнею.

На зламі рогоподібний ендосперм нагадує застиглу желатину, борошністий – туго спресоване борошно.

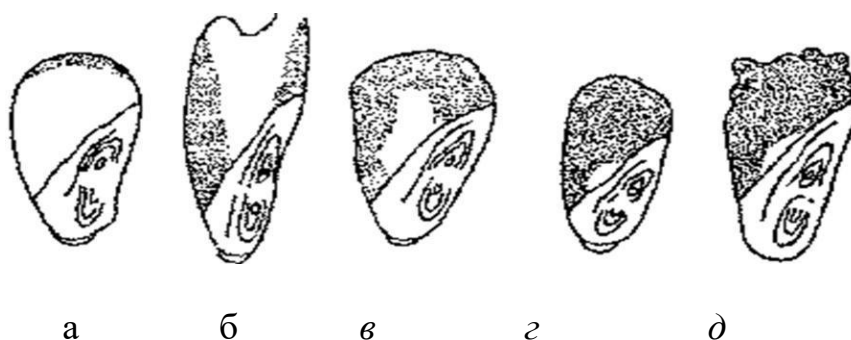


Рис. 1.7. Схема будови зерна підвидів кукурудзи:

а – крохмалистої; *б* – зубовидної; *в* – кременистої; *г* – розлусної;
д – цукрової.

Під внутрішньою будовою зерна розуміють будову ендосперму, який може бути неоднорідним.

Залежно від співвідношення між вмістом крохмалю і білка в зерні, форми та щільності розміщення крохмальних зерен ендосперм може бути повністю або частково рогоподібним чи борошністим, залежить від підвидів кукурудзи.

Рогоподібність ендосперму спостерігається вищою при більш високому вмісті в ньому білка, який у більшій мірі заповнює проміжки між крохмальними зернами, а також при вуглуватій формі крохмальних зерен, які щільніше прилягають між собою і залишають незначні проміжки. Борошністий ендосперм тим краще формується, чим більший вміст у ньому крохмалю і кругліші крохмальні зерна, між якими залишаються значні проміжки.

Систематики розрізняють дев'ять підвидів кукурудзи: кременисту (*Z mays indurata* Start.); зубовидну (*Z mays indentata* Start.); кременисто-зубовидну, або напівзубовидну (*Z mays semidentata* Start.); крохмалисту, або борошністу (*Z mays amy-lacea* Start.); розлусну (*Z mays everta* Start.); цукрову (*Z mays saccharata* Start.); восковидну (*Z mays ceratina* Kulesck); крохмалисто-

цукрову (*Z mays amyleo-saccharata* Start.) та півчасту (*Z mays tunicata* Start.) (рис. 1.8, табл. 1.1).

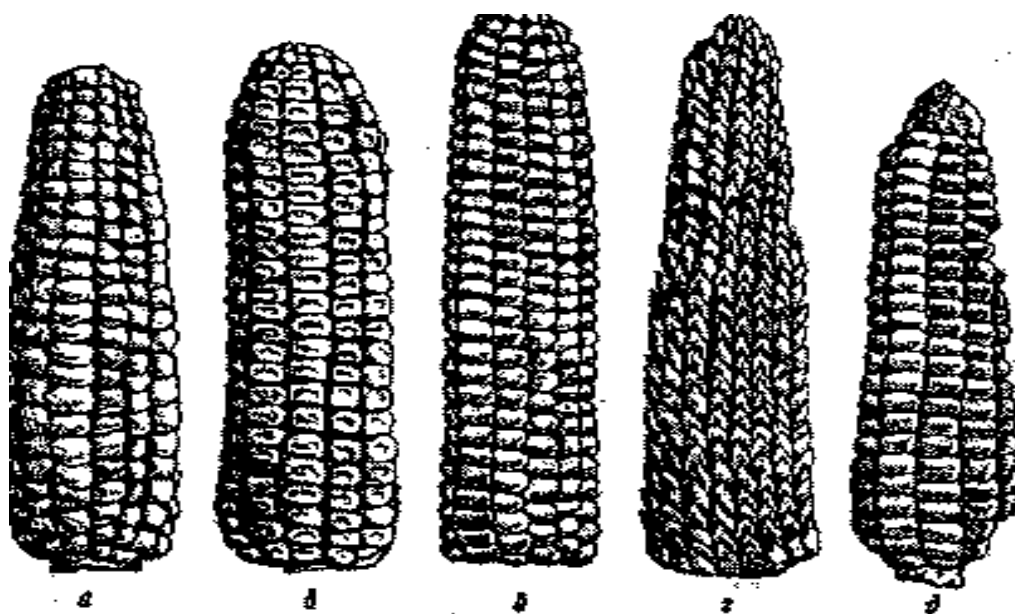


Рис. 1.8. Початки різних груп кукурудзи:

а – кременистої, *б* – зубовидної; *в* – крохмалистої; *г* – розлусної;
д – цукрової.

Таблиця 1.1

Характеристика найпоширеніших різновидностей кукурудзи

Різновидність	Забарвлення зерна	Забарвлення стрижня (квіткових лусок)
Зубовидна кукурудза		
Leucodon Al.	біле	біле
Alborubra Korn.	біле	червоне
Flavorubra Korn.	жовте	червоне
Кремениста кукурудза		
Alba. Al.	біле	біле
Vulgata Korn.	жовте	біле
Крохмалиста кукурудза		
Nivea Kulech.	біле	біле
Цукрова кукурудза		
Dulcis Korn.	біле	біле
Розлусна кукурудза		
Oryzoides Korn.	біле	біле

Кремениста кукурудза відзначається підвищеним вмістом білка в зерні 8–18%, 65–83 % крохмалю та 3–7 % жиру, з нього виготовляють крупу і кукурудзяні пластівці. Рослини добре облиствені, з ніжними соковитими

стеблами, придатні для використання на зелений корм, скоростиглі і холодостійкі. Характеризуються формуванням стебел, здатних утворювати багато пасинків з качанами. Кремениста кукурудза має зерно округле, рівномірно забарвлене, тверде, блискуче, з добре розвиненою рогоподібною частиною ендосперму, яка охоплює зернівку з усіх боків. Зерно кукурудзи характеризуються високим відсотком твердого ендосперму навколо маленького м'якого центру. Має найширший ареал вирощування на Землі. Сорти кременистої кукурудзи першими було завезено до Європи. Вирощують переважно у Латинській Америці та Європі для харчових цілей. Гібриди кременистої кукурудзи вирощують переважно на зерно. Серед гібридів цієї групи багато скоростиглих (рис. 1.9).

Зубовидна кукурудза. Найпоширеніший підвид у виробництві, представлений середньо – і пізньостиглими гібридами та сортами. Вміст білка в зерні – 8–15 %, 70–75 % крохмалю, 3–6 % жиру. Найчастіше вирощують на зерно та силос, і є переважаючим типом, який вирощують в Україні. З боків і основи ядра присутній твердий ендосперм. Залишок ядра заповнений м'яким крохмалем; коли зерно починає висихати, м'який крохмаль у верхній частині ядра стискається, утворюючи поглиблення, за яке воно і названо. Зубовидна кукурудза найбільш урожайна і тому найпоширеніша. Вона досягає пізніше за кременисту, має розвиненішу вегетативну масу і більші качани. (рис. 1.9).



a

б

Рис. 1.9. Кремениста (а) та зубовидна (б) кукурудза

Кременисто-зубовидна кукурудза. За формою зерна і будовою ендосперму займає проміжне місце між кременистою і зубовидною кукурудзою, представлена у виробництві ранньо- та середньостиглими гібридами. До неї належить багато поширених у виробництві високоврожайних гібридів (рис. 1.10).

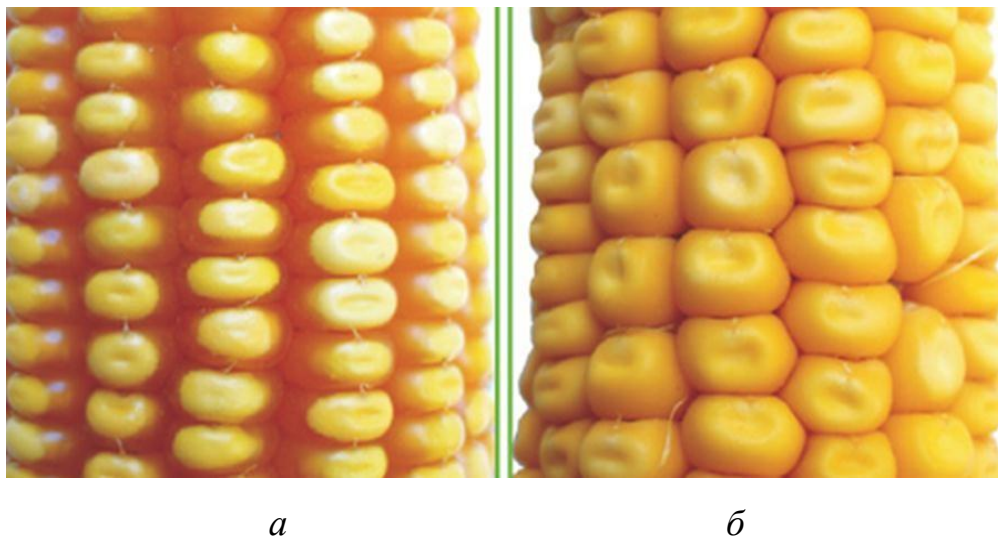


Рис. 1.10. Кременисто-зубовидна (а) та крохмалиста (б) кукурудза

Крохмалиста, або борошніста, кукурудза. Формує висококрохмальне зерно (72-85 %) з низьким вмістом білка (6–13 %). Крохмалиста кукурудза має зерна округлі зверху і сплюснуті з боків, великі, матові, з великим зародком і борошністим ендоспермом (рогоподібна частина майже відсутня). Його ендосперм в основному складається з м'якого крохмалю, що дозволяє його легко подрібнювати та переробляти в харчові продукти та використовується для виробництва спирту і крохмалю. Зерну властива підвищена гігроскопічність, що ускладнює сушку та зберігання (рис. 1.10).

Розлусна кукурудза. Представлена двома формами: рисовою кукурудзою – з гострокінцевим, або шпилястим, зерном та перловою – з округлим зерном. Зерно дрібне, склоподібне та блискуче. Підвид представлено різновидами з білою, жовтою, червоною, темно–синьою та смугастою зернівкою. За кількістю білка в зернівках розлусна кукурудза посідає перше місце, вміст білка в зерні становить 10–15 %. Зерна розлусної кукурудзи характеризуються високою часткою твердого ендосперму, яка набагато вище, ніж у будь-якому іншому

зерні кукурудзи. Завдяки тому, що у розлусної кукурудзи борошниста частина ендосперму є тільки біля зародка, при нагріванні сухого зерна у крохмальних сферокристалах і між ними під тиском парів води проривається оплодень і шкірка насіння. При цьому ендосперм вивертається у вигляді крихкої білої борошнистої маси і зерно дуже збільшується в об'ємі. Звідси назва підвиду. Її вирощують у невеликих масштабах порівняно з іншими видами, споживають у всьому світі. Здатна утворювати більшу кількість початків на стеблі та інтенсивніше кущитися (рис. 1.11).

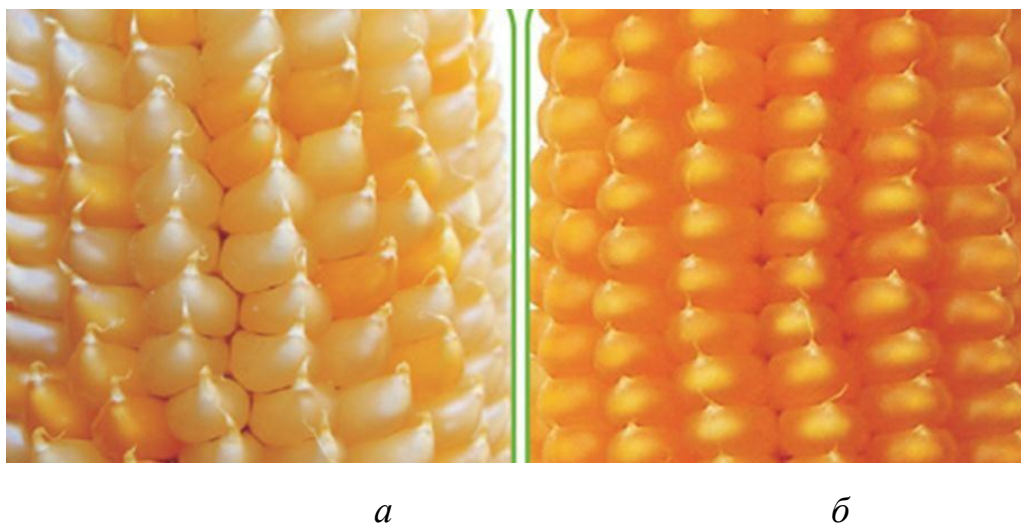


Рис. 1.11. Розлусна кукурудза:

а – рисова, б - перлова

Цукрова кукурудза характеризується багатостеблістю та схильністю до вилягання, високим вмістом у зерні білка (18–20 %) і жиру (8–9 %). Цукрову кукурудзу вирощують для отримання зелених початків (солодку кукурудзу). Початки збирають приблизно через 18-20 днів після запилення, коли вологість ядра становить приблизно 70%. Зерно цукрової кукурудзи, що розвивається, має вищий вміст цукру через одну або більше рецесивних мутацій, які блокують перетворення цукру на крохмаль. Її використовують у консервній промисловості. Рослини зазвичай невисокі, дуже кущатся, кожна має по кілька качанів. В більшості випадків вирощується на поливі, вирощується на поливі. Різновиди представлено формами з найрізноманітнішим забарвленням зернівки (рис. 1.12).

Восковидна кукурудза. За формою зерна подібна до кременистої кукурудзи, але відрізняється непрозорістю ендосперму, який за консистенцією нагадує твердий віск. Воскові зерна кукурудзи містять майже повністю амілопектин як крохмаль (а не звичайні 70% амілопектину та 30% амілози). У деяких частинах Східної Азії вживають в їжу кукурудзу воскового типу, а також використовують для деяких промислових цілей; він виробляє крохмаль, схожий на тапіоку. Перспективна для селекційної роботи (рис. 1.12).



а

б

Рис. 1.12. Цукрова (а) та восковидна (б) кукурудза

Крохмалисто-цукрова кукурудза. Проміжний підвид між крохмалистою і цукровою кукурудзою. В Україні не поширена.

Плівчаста кукурудза. Формує зернівки, закриті плівками, які утворилися з колоскових і квіткових лусок. У виробництві не використовується [3].



Рис. 1.13. Плівчаста кукурудза

1.2. Взаємозв'язок формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно з групами стиглості за ФАО

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 %) [5, 6]. 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 [7, 8].

За виробництвом зерна кукурудзи Україна займає 5-7-е місце в світі, а за експортом посідає 3-є місце, відразу після основних виробників та експортерів [9]. Україна досягла максимальних масштабів розвитку галузі. Більш придатними для її вирощування є природно-кліматичні умови Лісостепу. Вирощування кукурудзи в Степовій зоні доцільне при застосуванні зрошення.

У 2022 році валове виробництво кукурудзи на зерно становило близько 26 млн. т, що перевищило урожай попереднього року на 18 %. На це вплинули більш сприятливі погодні умови, що позитивно відобразилося на врожайності. При цьому площа до збирання цієї культури в межах 1,5 % поступається площам 2015 року (рис.1.14).

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 [10].

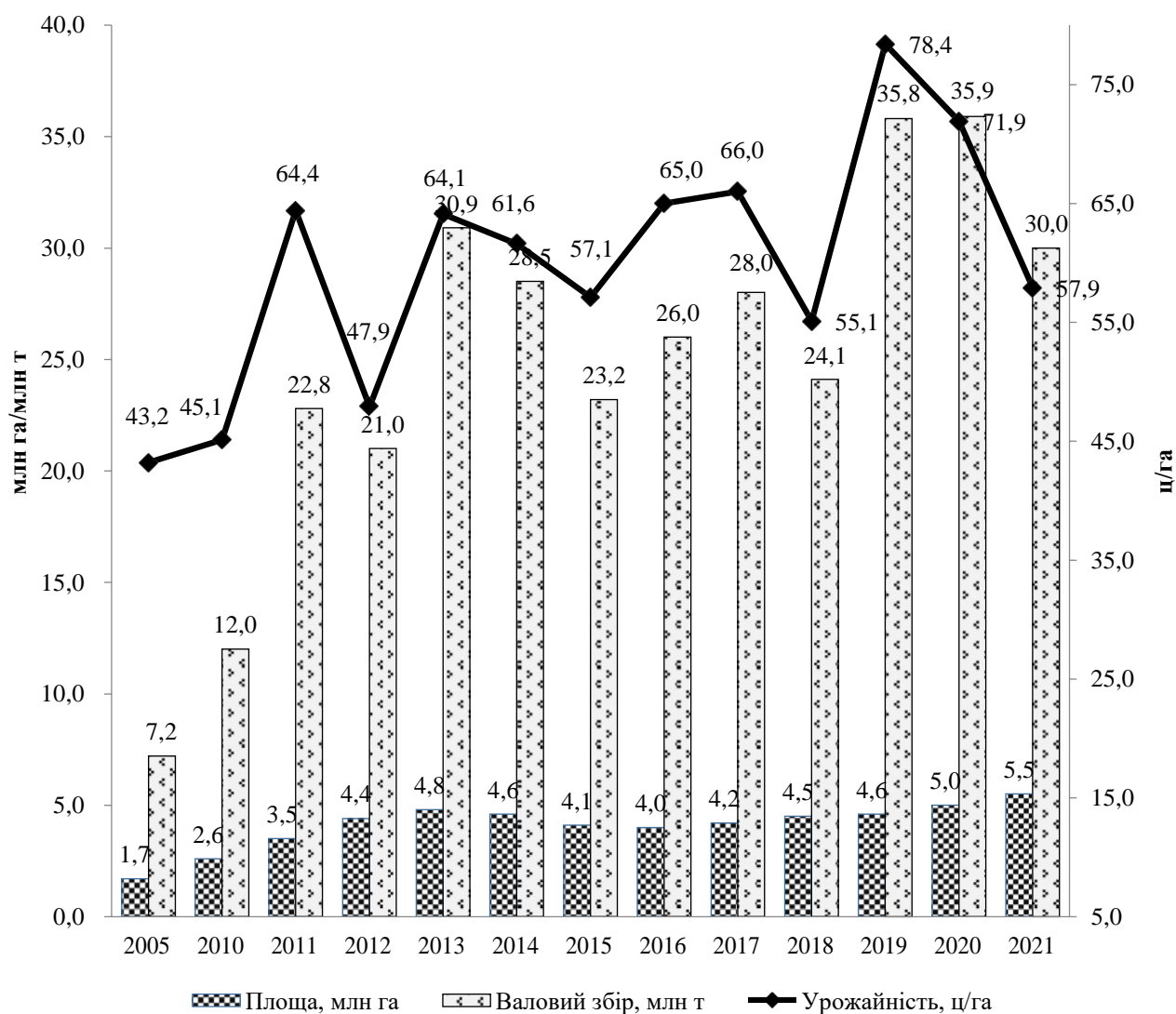


Рис.1.14. Динаміка виробництва кукурудзи в Україні

Джерело: Держстат України, 2021 рік

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 [10].

Сезон кукурудзи 2020/21 МР має низку особливостей, які зовсім не полегшив роботу аграріям у всьому світі. До нової хвилі COVID-19, яка стримувала економічну активність, додалось стрімке зростання цін на газ та нафту, яке потягнуло за собою подорожчання послуг, зокрема на сушіння та перевезення.

У деяких «кукурудзяних» регіонах також виникли труднощі зі збором врожаю через погодні умови. світове виробництво кукурудзи збільшилося на 32%. Таке зростання має цілком конкретні підстави і, судячи з тенденцій, відбуватиметься і надалі.

Одна з таких підстав — збільшення населення планети. Здавалося б, із продовольчою метою використовують лише 12% світової кукурудзи — не так і багато. Проте у глобальній структурі використання 60% кукурудзи йде на корми для птахівництва і тваринництва. Так, більше 70% світового обсягу так чи інакше пов'язані з продовольством, якого з кожним роком потрібно все більше.

Друга підстава стверджувати, що світове виробництво кукурудзи зростатиме, — зміна екологічних політик у бік використання джерел альтернативної енергії, зокрема біоетанолу. Сьогодні у світі майже третину кукурудзи використовують на так звані технічні цілі, в тому числі для виробництва біопалива.

Зважаючи на «зелену» політику Європейського Союзу та інші світові доктрини, зрозуміло, що сфера набиратиме обертів. Наприклад, вже сьогодні у США 50% кукурудзи йде на виробництво біоетанолу.

Найбільшим світовим виробником кукурудзи є США. Більшу частину врожаю країна використовує для внутрішнього споживання і лише близько 17% експортує. Однак навіть з такими обсягами Сполучені Штати Америки сьогодні є найбільшим експортером кукурудзи. За прогнозом, цього року країна заготовить 377 млн т зерна кукурудзи, з них 63,3 млн т піде на експорт.

Другим за кількістю виготовленої кукурудзи у світі є Китай збір 273,5 млн т кукурудзи. Однак щодо зовнішніх ринків, то тут ситуація прямо протилежна американській: китайську кукурудзу не експортують взагалі, всю її споживає внутрішній ринок. До того ж Китай лідирує за обсягами імпорту. Наприклад, 35% від загального експорту кукурудзи з України припадає саме на цю країну. Загалом, за прогнозом експертів, КНР закупить близько 26 млн т зерна врожаю сезону.

Третім світовим лідером з виробництва кукурудзи є Бразилія. Вона також входить у перелік найбільших експортерів культури. Обсяг виробництва кукурудзи

в 2021 році тут сягнув 86,6 млн т. Більше чверті з них (близько 23 млн т) на експорт.

Аргентину теж можна віднести до світових кукурудзяних гігантів, не стільки за обсягами виробництва, скільки за масштабами експорту. У листопадовому звіті USDA спрогнозував збільшення виробництва аргентинської кукурудзи до 54,5 млн т і рекордний її експорт — 39 млн т, тобто більше 71% від виготовленого обсягу.

У нас із Аргентиною схожа ситуація: обсяги виробництва порівняно з гігантами — не такі великі, але Україна разом із США, Бразилією та Аргентиною входить до групи найбільших світових продавців кукурудзи, які забезпечують 85% експорту. Щорічно 75-85% української кукурудзи реалізується на зовнішніх ринках. З тієї кількості, яка залишається для внутрішнього споживання, 90% використовується у виробництві кормів.

Мінагрополітики в 2020/21 МР очікували рекордного врожаю кукурудзи — 40 млн т. Аналітики USDA в останньому звіті озвучили, що українські аграрії у цьому сезоні зібрали 38 млн т кукурудзи, з яких 31,5 млн т планували реалізувати на експорт.

Основний покупець української кукурудзи — Євросоюз. Близьке розташування не тільки полегшує логістику до країн ЄС, а й робить українську кукурудзу для них екологічнішою. У розрізі країн найбільше імпортує української кукурудзи вже згаданий Китай. Також вона має попит у країнах Близького Сходу.

Варто зазначити, що з 1991 р. Україна збільшила виробництво кукурудзи у 8 разів, однак за врожайністю все ще відстає від країн Євросоюзу. У сезон із середніми умовами з 1 га українські фермери збирають приблизно 7 т кукурудзи, європейські — 10+ т. Аналітики Louis Dreyfus Company вважають, що у наступні 10 років Україна зможе наздогнати Німеччину та Францію за врожайністю кукурудзи.

Для утримання і зміцнення позицій на глобальному ринку кукурудзи, окрім руки на пульсі у питаннях попиту на ГМО-кукурудзу, українські аграрії повинні зважати ще на декілька трендів:

Сталий розвиток, до якого переходить світ. Це те, що дасть змогу отримувати премію за експортний товар, відкриє більше європейських ринків та нових напрямів.

Сезонність, яка впливає на ціноутворення. Йдеться про те, що Аргентина і Бразилія сьогодні мають більший вплив на ринок кукурудзи, аніж Україна. У цих країнах збирати урожай починають у лютому, і їхнє виробництво може суттєво впливати на експортні українські ціни. Так, у другій половині сезону, коли Бразилія та Аргентина починають конкурувати з Україною за попит у країнах-імпортерах, варто детально аналізувати можливі пов'язані з цим ризики.

Технології вирощування. При вирощуванні кукурудзи для України головними обмежувальними факторами є волога, оптимальне мінеральне живлення і температурні режими навесні та влітку. Якщо навчитися їх контролювати і зменшувати ризики там, де контроль неможливий, то аграрії матимуть всі шанси стабільно нарощувати виробництво за оптимальних витрат.

Кукурудза — це запорука енергетичної незалежності України, адже дає змогу виготовляти газ, паливо і якісні корми. Головною задачею є глибока переробка кукурудзи і це буде наступним етапом аграрної політики держави: аграріїв звільнять від частини податків і дадуть їм пільгові умови в режимі інвестиційних нянь. Чи простимулює це національних виробників відмовитися від глобальних ринків і почати продавати на внутрішньому ринку та інвестувати у переробку — наразі сказати складно.

Аграрії вже готові продавати кукурудзу внутрішнім споживачам, але цей процес суттєво обмежений недостатнім фінансуванням останніх. Український покупець часто не має змоги зберігати кукурудзу до кінця сезону. Тому сьогодні у цьому напрямі виграють ті аграрії, які можуть зберегти її самостійно і наприкінці сезону продати українському покупцю. [11].

У цьому маркетинговому році у деяких «кукурудзяних» регіонах також виникли труднощі зі збором врожаю через погодні умови. Кукурудза з кожним сезоном займає лідируючі позиції в списках найпоширеніших культур сільського

господарства. 2021/22 МР не став виключенням, а навпаки показав значний приріст по виробництву, в порівнянні з минулим сезоном.

Всього зібрали зерна кукурудзи 1 206 млн т, що на 82,87 млн т більше минулого сезону (+ 7,37%) і є найкращим результатом за весь час. Взагалі з 2011/12 МР виробництво кукурудзи зросло майже 33%. Одна з причин — збільшення населення планети. З продовольчою метою використовується лише близько 12% світової кукурудзи, але ще 60% йде на корми для тваринництва та птахівництва.

Світове виробництво кукурудзи зростає за рахунок збільшення посівних площ — у Китаї (+2,1 млн га), США (+1,2 млн га), Бразилії (+0,9 млн га). Найбільші площі роблять ці країни ще й найбільшими виробниками кукурудзи в світі — їх загальний об'єм виробництва становить 770 млн т, або близько 64% від світового виробництва (див. рис.1.15.) .

Одним з найкращих показників розвитку вирощування культури в країні є її врожайність. Так, наприклад, США має площу майже на 9 млн га меншу, ніж в Китаї, але посідає перше місце в рейтингу за рахунок більшої врожайності — 11,11 т/га. Тому країни в яких великі посівні площі, але низька врожайність, мають потенціал за рахунок застосування сучасних технологій. Як, наприклад, Індія (3,28 т/га) та Мексика (3,83 т/га), де площі відповідно на 45% та 25% більші, ніж в Україні, але врожайність нижча майже в 2-2,3 рази.

По прогнозним оцінкам USDA, в 2021/22 МР експорт кукурудзи поставить новий рекорд 200,1 млн т. Головними експортерами зерна в цьому сезоні стали:

- США — 63,5 млн т;
- Бразилія — 43,0 млн т;
- Аргентина — 27,5 млн т.

Протягом березня-квітня 2022 року світові ринки зерна зазнали майже повного припинення українського експорту зерна. Оскільки Україна є основним експортером пшениці та кукурудзи, результатом стало раптове переміщення попиту до інших постачальників. Цей попит компенсується збільшенням експорту

з Бразилії, Канади та Індії, але, як наслідок, бачимо значне збільшення експортних цін на зерно.

Китай є ключовим рушієм світового попиту на імпорту основних зернових (кукурудзи, ячмінь та сорго), а з минулого року став головним імпортером кукурудзи. Але у цьому сезоні імпорту Китаю знизився майже на 12% [12].

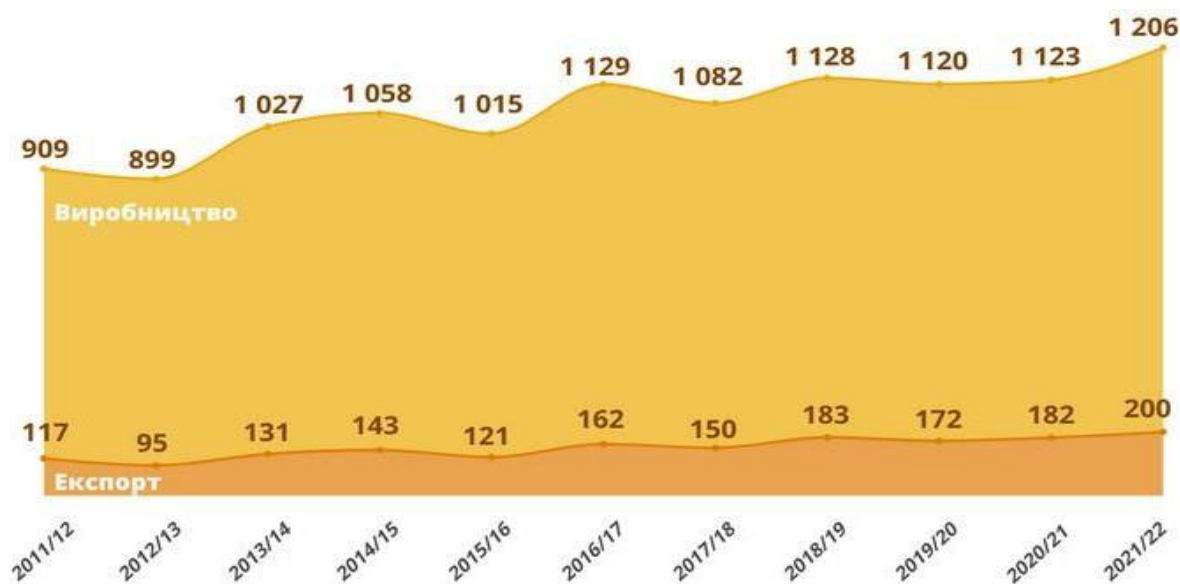


Рис.1.15. Динаміка виробництва та експорту кукурудзи у світі, млн т

Джерело: USDA, 2022 рік

Виробництво зерна кукурудзи – це складний і затратний процес з чітким дотриманням технологічної дисципліни, своєчасним і якісним виконанням всіх технологічних операцій [13, 14].

На сьогоднішній день кукурудза вирощується у багатьох країнах світу всіх континентів, займаючи позицію лідера світового масштабу серед інших вирощуваних зернових культур [15]. 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. [16, 17]. Тому важливим напрямком роботи вітчизняних селекціонерів є створення гібридів інтенсивного типу з високим рівнем урожайності та високою адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов.[18].

Кукурудза демонструє широку генетичну базу для стійкості до абіотичного стресу, що відображається в її здатності рости в різноманітних середовищах, хоча

це, по суті, культура теплого клімату з достатньою вологістю і тому не підходить для напівпосушливих умов або вологого тропічного клімату. Стверджується, що всі генетичні покращення врожайності кукурудзи за останні 70 років є результатом змін у фізіологічних характеристиках, які, у свою чергу, надали підвищену стійкість до абіотичного стресу, супроводжувався підвищеною стійкістю до таких стресів, як посуха, і забезпечив стабільну продуктивність у різноманітних змінних середовищах/

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).

Таблиця 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)

Температури, що виходять за межі діапазону адаптації гібриду, можуть негативно впливати на такі фактори, як фотосинтез, транслокація та життєздатність пилку. Зокрема, високі температури негативно впливають на ріст ядра, масу ядра та накопичення білка

Швидкість проростання і час від посіву до появи сходів залежать у кукурудзи від температури ґрунту на глибині посіву (табл. 1.2).

Таблиця 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
21	5-6

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. 1.3).

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 [15].

Але заморозки навесні не шкодять кукурудзі, якщо не пошкоджується точка росту. Осінні заморозки до рівня нижче -4°C викликають відмирання рослин і зниження поживності корму. Високу потребу кукурудзи в теплі треба враховувати при визначенні термінів посіву та збирання. Відмінні ознаки кукурудзи як рослини з циклом С-4 по відношенню до вологи і тепла описані вище. З цих властивостей

впливає, 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 1.3

**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, °C		Сума ефективних температур, травень – вересень, °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
Середньопізньюстиглі/ 260-290	14,5	15,5	1540-1590	1680	32-35	65
Пізньюстиглі/ 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. Нестаса 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 [19].

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. 1.4).

Найкращі умови для росту і розвитку створюються на чорноземах. У північних регіонах особливу перевагу слід віддавати полях, 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 % [19].

Таблиця 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 [20, 21].

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) [19].

За даними Надточаєва Н.Ф. існує тісний взаємозв'язок між тривалістю вегетаційного періоду (групи стиглості або ФАО) та рівнем формування продуктивності посівів зернової кукурудзи [22]. 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 скоростиглишими. По третьому кластеру з врожайністю вище 125,0 ц/га кількість середньоранніх гібридів складала лише 21 %, а середньостиглих була максимальною по всіх виділених кластерах - 68 %, середньопізніх гібридів було - 11 %. Середнє значення ФАО складало 320, що відноситься до групи середньостиглих гібридів. Таким чином, не було виявлено чіткого взаємозв'язку між групою стиглості та врожайністю зерна досліджуваних гібридів [23].

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 [24].

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[25].

Від строків сівби кукурудзи та погодних умов у період вегетації значною мірою залежить продуктивність різних за скоростиглістю гібридів і збиральна вологість зерна [26]. Як ранні, так і пізні строки призводять до зниження продуктивності рослин. Визначальним для строків сівби є температурний режим ґрунту на глибині загортання насіння, достатній для проростання і появи сходів [27, 28, 29, 30, 31].

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 загортання насіння 8-10⁰С). Врожайність середньостиглого гібриду Новий за раннього строку сівби (температура ґрунту на глибині загортання насіння 6-8⁰С) врожайність зерна була найбільшою і складала 10,30 т/га, що на 0,51- 0,61 т/га більше порівняно з іншими строками сівби [32].

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. [33].

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.

1.3. Вплив фосформобілізуючих препаратів на продуктивність кукурудзи

Реалізація наявного агроресурсного 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 низькозатратних 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 [34].

За твердженнями авторів Сусідко П. І., Циков В. С., Надь Янош, 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 P₂O₅ і 22 кг K₂O з розрахунку на діючу речовину, тобто кукурудза це

азотофіл й калієфіл, оскільки потребує велику кількість азоту та калію, вимогливість до фосфору в кукурудзи середня[35].

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 [36, 37].

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 [38, 39, 40, 41].

В життєвому циклі кукурудзи провідна роль належить азоту. Він входить до складу білків, хлорофілу, вітамінів і інших важливих органічних речовин і відіграє важливу роль у багатьох фізіологічних процесах рослин. 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. Зокрема, це дуже важливо для ефективного захоплення та використання сонячного випромінювання і, отже, впливає на врожайність. Кукурудза починає швидко поглинати азот (та інші поживні речовини) під час середнього вегетативного періоду росту, причому максимальна швидкість поглинання азоту спостерігається після посіву. На дефіцит азоту вказує пожовтіння листя (спочатку найнижчих листків), яке починається з кінчика, а потім поширюється вздовж середнього ребра, починається затримка цвітіння та утворюються короткі, погано заповнені початки.

Кукурудза може використовувати азот, як у амонійній формі, так і в нітратній формі, але через те, що ґрунтові мікроби легко перетворюють амоній на нітрат, більша частина азоту поглинається в нітратній формі. Якщо азот подається через зрошувальну воду, найкращим джерелом є сечовина. [38].

Потреба кукурудзи в калії, особливо якщо її використовують для силосування. Калій відіграє вирішальну роль у низці фізіологічних реакцій рослин, таких як відкриття та закриття продихів, керованих осмосом та іонним балансом. Він також є активатором багатьох ферментів і впливає на фотосинтез, транспорт поживних речовин і асимілятів і активацію ферментів для синтезу білка. Дефіцит калію спричиняє зниження площі листової поверхні, ймовірно, через зміну співвідношення рослина-вода, що зменшує швидкість подовження листя [42]. 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 [8].

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.

Фосфор є компонентом несучих енергію фосфатних сполук, таких як АТФ і АДФ. Дефіцит фосфору зменшує індекс площі листя кукурудзи, таким чином зменшуючи кількість фотосинтетично активного випромінювання, що

поглинається рослинним покривом, і, зрештою, призводить до зниження накопичення біомаси. Негативний вплив дефіциту фосфору на індекс площі листя кукурудзи також негативно впливає на появу додаткових коренів і, отже, може ще більше посилити поглинання фосфору. 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 [43].

В початковий період росту і розвитку кукурудза потребує достатньої забезпеченості засвоюваними речовинами, тому що проростки мають слабку кореневу систему [35]. 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 листової поверхні [44].

Прикореневий шар ґрунту на посівах кукурудзи щільно заселений мікроорганізмами. Виділення кукурудзи сприяють розвитку у прикореновому 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 [45].

Тому, одним з актуальних питань сучасного землеробства є оптимізація фосфорного забезпечення зернових культур, в тому числі і кукурудзи [46, 43]. 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 [46].

Елементом біологічного землеробства який може подолати вище згадані проблеми є фосфатмобілізація важкорозчинних сполук фосфору ґрунтів та добрив, що здійснюється різними штамми бактерій та мікроміцетів [47, 48, 49]. 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 [50]. 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 [51].

Як встановлено дослідженнями І.Д. Філіп'єва, Є.К. Міхеєва на темно-каштанових ґрунтах приріст урожайності зерна кукурудзи від застосування азотного добрива становить у межах 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 % [52].

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 [53].

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 [54].

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 [55].

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 [56].

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 ЕМ-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) [57].

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 зростає 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 [58].

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 [59].

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

1.4. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на 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 [60, 61, 62, 63, 64, 65].

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 [66].

Мікроелементами називають хімічні елементи, необхідні для нормальної життєдіяльності рослин і тварин, і використовуються рослинами і тваринами в мікрокількостях в порівнянні з основними компонентами живлення. Однак біологічна роль мікроелементів велика. Ряд вчених називають їх «елементами життя», як би підкреслюючи, що при відсутності зазначених елементів життя рослин і тварин стає неможливою.

Нестача мікроелементів в ґрунті є причиною зниження швидкості і узгодженості протікання процесів, відповідальних за розвиток організму. В підсумку рослини не повністю реалізують свій потенціал і формують низький і не завжди якісний урожай, а іноді і гинуть [67].

Важливість мікроелементів зумовлена тим, що вони приймають участь в окислювально-відновлювальних процесах вуглеводів навколишнього середовища, прискорюють біохімічні реакції та впливають на їхню направленість, забезпечують живлення і захист сходів від несприятливих погодних чинників, активізують і підтримують фотосинтез і азотфіксацію, підвищують ефективність макродобрив, створюють антистресовий ефект від застосування пестицидів. Нестача

мікроелементів порушує обмін речовин та проходження фізіологічних процесів у рослині, а оптимальне живлення підвищує врожайність на 15-20 % [68, 69, 70].

За дослідженнями Булигіна С.Ю. основна роль мікроелементів у підвищенні якості та кількості врожаю полягає в наступному:

1. При наявності необхідної кількості мікроелементів рослини мають можливість синтезувати повний спектр ферментів, які дозволять більш інтенсивно використовувати енергію, воду і живлення (N, P, K), і, відповідно, отримати більш високий урожай.

2. Мікроелементи і ферменти на їх основі підсилюють відновлювальну активність тканин і перешкоджають захворюванню рослин.

3. Мікроелементи є одними з тих небагатьох речовин, які підвищують імунітет рослин.

4. Більшість мікроелементів є активними каталізаторами, які прискорюють цілий ряд біохімічних реакцій. Спільний вплив мікроелементів значно посилює їх каталітичні властивості. У ряді випадків тільки композиції мікроелементів можуть відновити нормальний розвиток рослин [67].

Для усіх сільськогосподарських рослин неоціненне значення мають підживлення рідкими комплексними добривами на основі мікроелементів. Рідкі комплексні добрива – розчини поживних солей, які мають у своєму складі два чи три дефіцитних елементів живлення, а також Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Co [71, 72, 73, 74, 75].

Внесення мікродобрив по вегетуючих рослинах також є одним із прийомів їх застосування. Ступінь та швидкість засвоєння елементів живлення через листя значно вищі (у 30-40 разів), ніж за засвоєння добрив, унесених у ґрунт. Потрапляючи на поверхню листа, мікроелементи проникають в його тканини і включаються в біохімічні реакції обміну в рослині, чим збільшують урожайність сільськогосподарських культур та покращують її якість. Даний прийом дозволяє значно підвищити коефіцієнт використання мікроелементів і забезпечити рослини необхідним набором мікроелементів в період формування репродуктивних органів [76, 77, 78, 79, 80, 67].

Кукурудза серед групи зернових культур найбільше виносить поживні речовини з ґрунту і найкраще засвоює мікроелементи [81]. Серед мікроелементів рослини кукурудзи найбільше потребують цинку, який входить до складу багатьох ферментів, бере участь в утворенні хлорофілу, сприяє синтезу вітамінів. Цей елемент відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах, тому підживлення цинком сприяє посиленню росту рослин кукурудзи. Ознаками нестачі цинку в рослинах є розвиток міжжилкового хлорозу, затримка росту рослин, порушення процесу достигання зерна кукурудзи.

Бор є одним із найважливіших мікроелементів для формування урожайності кукурудзи. Він істотно впливає на вуглеводний і білковий обмін у рослинах, на утворення фітогормонів — ауксинів. Бор є генератором клітин, він активізує поділ клітин та сприяє інтенсивному розвитку молодих тканин, приймає участь у синтезі нуклеїнових кислот ДНК і РНК, сприяє синтезу хлорофілу та асиміляції вуглекислого газу.

За дефіциту бору в рослинному організмі кукурудзи порушується транспортування вуглеводів у інші органи рослин, гальмується процес фотосинтезу, розвиток кореневої системи, пригнічуються процеси розвитку точки росту (меристематичних клітин).

Мідь входить до складу ферментів і бере участь в окисно-відновних перетвореннях, близько 50 % її міститься у хлоропластах.

За дефіциту міді порушується лігнофікація клітинних стінок, знижується інтенсивність процесів дихання і фотосинтезу. Ознаки мідного голодування у рослин кукурудзи проявляються в побілінні і засиханні листкових пластинок.

Залізо бере участь у функціонуванні основних елементів електронтранспортних ланцюгів дихання і фотосинтезу, у відновленні молекулярного азоту і нітратів до аміаку, каталізує початкові етапи синтезу хлорофілу. Нестача заліза призводить до міжжилкового хлорозу кукурудзи, пожовтіння листкових пластинок, утворення дрібних листків, зниження вмісту цукрів.

Марганець активізує ферменти у рослині, бере участь у фотолізі води, як компонент фотосинтетичної системи сприяє накопиченню і пересуванню цукрів із листя в інші органи кукурудзи, стимулює наростання нових тканин у точках росту. За його відсутності різко погіршується інтенсивність процесу фотосинтезу, зменшується кількість утворення вуглеводів та виділення кисню.

Молібден часто називають мікроелементом азотного обміну, оскільки він входить до складу нітратредуктази і нітрогенази, приймає участь у формуванні білків. За нестачі цього мікроелемента порушується нормальний обмін речовин, послаблюється ріст рослин кукурудзи, затримується цвітіння, листя має світло-жовте забарвлення, згодом буріє і відмирає.

Слід сказати, що навіть за достатньої кількості для підживлення мікроелементів у ґрунті рослини кукурудзи не завжди можуть їх засвоїти. На ґрунтах із кислим показником рН стає майже недоступним для рослин Мо, на лужних ґрунтах — Mn та Zn, у період посухи або, навпаки, за надлишкової вологості погано засвоюється бор. До того ж нестача будь-якого елемента живлення може бути лімітуючим фактором у формуванні високого рівня урожайності культури кукурудзи [82].

Препарати, які досліджували Ю.І. Ткаліч, О.В. Ткаліч, А.В. Кохан на полях дослідного господарства –Дніпролл ДУ Інституту сільського господарства степової зони НААН України, позитивно вплинули на елементи структури врожаю кукурудзи. Кількість рядків у качані кукурудзи була однаковою по всіх варіантах досліді, що можна пояснити генетичними властивостями гібриду. Однак із збільшенням використаних препаратів спостерігалось й збільшення довжини качана по варіантах внесення до 2,7 см порівняно з контролем. Вихід зерна був практично по всіх варіантах однаковим. Маса 1000 зерен на контролі становила 254,3 г, але вже з внесенням Вимпел-К (1 кг/т) та обробкою у фазу 3– 5 листків цей показник збільшився на 5,1 г. Максимальною маса 1000 зерен була на варіантах з внесенням препаратів, перевищуючи контроль від 3,7 до 10,6 % відповідно. Особливості формування елементів структури врожаю в значній мірі вплинули на врожайність кукурудзи. Максимальна врожайність отримана при

обробці насіння Вимпелом та обприскуванням рослин кукурудзи у фазі 3–5 та 7, 8 листків Оракулом біоцинк, Оракулом мультикомплекс, Вимпелом – 6,74–6,88 т/га [83].

За даними досліджень Лавриненка Ю.О. застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин за період 2013-2015 рр. досліджень на посівах кукурудзи позитивно вплинуло на ріст та розвиток рослин і, як наслідок, на формування врожаю. Так, не залежно від скоростиглості гібридів, мікродобрива та регулятори росту збільшували урожайність зерна гібридів кукурудзи на 0,54-1,26 т/га з приростом урожайності 5,00-10,04 % [84].

Згідно досліджень Дудки М. та Черчеля В. приріст висоти рослин під час цвітіння волотей завдяки застосуванню позакореневого підживлення (у фазі 5–7 листків) мікроелементними препаратами сумісно із карбамідом становив 2,3–5,2 % відносно до контрольних рослин (без обробки). Найбільший приріст висоти рослин (4,2–5,2 %) відмічено на ділянках варіантів із застосуванням позакореневого підживлення кукурудзи препаратами Наномікс-кукурудза, Реаком-Плюс-кукурудза, Квантум-кукурудза, Розасоль у баковій суміші з карбамідом. Найбільший приріст корисної асиміляційної листової поверхні (9,3–10,4 дм²/роsl. відносно до контрольних рослин) за визначення у фазі цвітіння волотей було сформовано рослинами кукурудзи за умови позакореневого підживлення рослин мікроелементними препаратами Розасоль, Реаком-Плюс-кукурудза та Квантум-кукурудза, застосованих сумісно із азотним органічним добривом.

Ефективність у підвищенні рівня врожайності на посівах кукурудзи було одержано за застосування позакореневого підживлення рослин у фазі 5–7 листків мікроелементними препаратами Реаком-Плюс-кукурудза, Наномікс-кукурудза, Розасоль і Квантум-кукурудза сумісно з азотним органічним добривом (карбамід), що й дало можливість одержати найбільшу прибавку урожайності зерна (11,1–12,9 % порівняно із контролем)[82].

Відповідно до досліджень, що проводилися на виробничому відділку Рівненського обласного державного центру експертизи сортів рослин з державною інспекцією з охорони прав на сорти рослин Рівненської області протягом 2010–

2012 рр. на темно-сірому опідзоленому ґрунті С. О. Ткачуком та О. О. Олійником, використання мікродобрив Оракул мультикомплекс позакоренево у фазу 14 листочків на кукурудзі сприяло збільшенню врожайності та інших показників. Так, внесення 1 л/га цього добрива дало надбавку 2,7 ц/га. Більш істотний приріст отримали від внесення 2 л/га Оракул мультикомплекс, отримали приріст +7,2 % до контролю. Відповідно зростали і показники структури врожаю [85].

Дослідження Паламарчука В.Д. показали що внесення в 2011-2012 рр. мікродобрив «Еколист стандарт», «Флоровіт», «Росток зерновий», «Еколист моно Цинк» бактеріального добрива «Біомаг», та регулятора росту рослин «Вимпел» у фазі 5-7 та 10-12 листків підвищує урожайність зерна гібридів кукурудзи [86].

Отже, можна зробити висновок, що позакореневі підживлення мікродобривами допомагають рослині використати максимально свій біологічний потенціал за рахунок швидкого засвоєння та включення в ростові процеси, що в свою чергу підвищує врожай та якість, і мінімізує витрати при вирощуванні.

1.5. Застосування регуляторів росту рослин при вирощуванні кукурудзи

Для реалізації біологічного потенціалу культури важливе впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування, таких як використання високопродуктивних сортів, мікродобрив і біопрепаратів, а й регуляторів росту рослин [87-90].

Регулятори та стимулятори росту рослин - це біологічно активні низькомолекулярні речовини природного або синтетичного походження, які при виключно малих концентраціях у рослинах суттєво змінюють процеси їх життєдіяльності, дають змогу посилити інтенсивність обмінних і ростових процесів у рослинах, підвищити продуктивність посівів польових культур та якість продукції. Вони містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин, мікроелементів. Позитивно впливаючи в невисоких дозах на накопичення рослинної біомаси, вони опосередковано збільшують винос біогенних елементів з ґрунту через посилення здатності рослин засвоювати макро- і мікроелементи. Вони підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів

природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами і пошкодженню шкідниками. розширюють обсяги кругообігу біогенних елементів. Це сприяє систематичному зростанню виробництва органічної продукції без збільшення витрат ресурсів зовнішнього походження. Отже, регулятори та стимулятори росту рослин є важливим елементом системи землеробства. [91-94].

Сучасні регулятори росту та інші біологічні препарати містять комплекс біологічно активних речовин, які сприяють посиленню обмінних процесів у ґрунті та в рослинних організмах, підвищують стійкість рослин до несприятливих погодних умов, сприяють додатковому використанню закладеного в них потенціалу продуктивності та поліпшенню якості вирощеної продукції. У науково-технічній політиці США, Німеччини, Франції, Японії та інших розвинутих держав простежується тенденція до практичної реалізації висновків науки щодо потенційної можливості доведення застосування біологічних препаратів і засобів захисту рослин до 35-40 % від загального обсягу використання всіх препаратів. Це забезпечить зменшення обсягів втрат врожаю від шкідників, хвороб і бур'янів, які є досить значними – щонайменше на 20-30 % від валового збору продукції рослинництва, а по деяким культурам – до 50-60 %.

Науково підтверджена доцільність застосування регуляторів росту одночасно з протруєнням насіння, при цьому залежно від типу протруйника та стану посівного матеріалу, регулятори росту підвищують польову схожість насіння на 2-7 %. Висока біологічна активність регуляторів росту дозволяє норми використання протруйників на 20-25 %. При цьому рівень захисту не знижується. Впровадження регуляторів росту рослин нового покоління в сільськогосподарське виробництво є вагомим додатковим резервом збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. За даними зарубіжних інформаційних джерел, найефективніші регулятори забезпечують збільшення валових зборів основних продовольчих сільськогосподарських культур на 15-20 %. У Великій Британії та Німеччині їх застосовують на 70-80 % площ посівів озимої пшениці та інших зернових. Ці препарати широко впроваджуються у виробництво в США,

Швейцарії, Японії та інших країнах. У результаті дворічних досліджень, проведених Українським НДПТІ «Агроресурси» в посівах 12 польових культур, а з окремих регуляторів росту – п'ятирічні результати в посівах 8 польових культур встановлено, що регулятори росту забезпечують вагомий приріст урожаю польових культур при значному поліпшенні якості вирощеної продукції. Найефективнішими українськими біопрепаратами є: Емістим С, Агростимулін, Зеастимулін, Бетаастимулін, Потейтін, Триман, Альфа, Ріст-3, Протон та інші [94].

Згідно досліджень Сатановської І.П. в умовах Лісостепу правобережного застосування передпосівної обробки насіння стимулятором росту та проведення позакореневих підживлень листостеблової маси Емістимом С та Еколістом багатокомпонентним забезпечило подовження періоду – викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна, який настає на 37–40 добу після викидання волоті і дає можливість отримати сходи кукурудзи на 1–2 дні раніше. При цьому збільшувався вегетаційний період на 4–8 днів [95].

В умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземах типових малогумусних О. П. Дем'янчук рекомендує до впровадження в практику аграрного виробництва гібриди кукурудзи – ранньостиглий Зорень, середньоранній Богун і середньостиглий Метеор 317 МВ, що належать за ФАО до груп стиглості 180, 280 і 310 та забезпечують формування безперервного силосного конвеєру і покращують використання сільськогосподарської техніки під час заготівлі силосу; сівбу цих гібридів доцільно проводити за температури ґрунту 8-10° С на глибині загортання насіння. Для прискорення росту й розвитку, підвищення продуктивності рекомендованих гібридів кукурудзи у фазі 5-6 листків ефективним є позакореневе підживлення цеовітом мікро у дозі 1 л/га на фоні 10 кг/га карбаміду і обробка листя регулятором росту зеастимулін 10 мл/га [96].

Застосування регуляторів росту підвищують урожай зерна та зеленої маси на 15,4-19,7 %, або на 7-9 ц/ га зерна і 50-90 ц/га зеленої маси. Для підвищення врожайності кукурудзи застосовують обприскування під час вегетації Вермистимом (5,0 - 15 л/га), Вермистимом К (3,0 - 8,0 л/га), Вимпелом (0,5 - 1,5 л/га), Гумісоллом (8,0 - 10 л/га), Емістимом С (10 мл у 300 л води на 1 га),

Ендофітом Б1 (3 - 10 мл/ га), Зеастимуліном (10 мл/га), Ліносолом (12-15 л/га). Позакореневе підживлення посівів кукурудзи виконують Вимпелом (300 мл/га), Неофітом (25 - 75 мл/га).

Регулятори росту у посівах кукурудзи забезпечують високу ефективність. Науково-виробнича перевірка ефективності регуляторів росту в посівах кукурудзи на силос засвідчила, що при обприскуванні посівів гібриду Одеський-10 Емістимом С урожай зеленої маси зріс на 71 ц/га (19 %), а гібриду Одеський 346 - на 65 ц/га (20 %). В дослідному господарстві «Тучинське» Рівненської сільськогосподарської дослідної станції протягом 1996-2002 рр. обробка насіння кукурудзи Емістимом С забезпечила приріст врожаю зерна на рівні 8-12 ц/га.

В агрофірмі «Світанок» (Київська область) при застосуванні Зеастимуліну прибавка врожаю зерна кукурудзи зросла на 7,3 ц/га в перерахунку на сухе зерно. Найбільшого використання при вирощуванні кукурудзи набули регулятори росту Зеастимулін і Емістим С. Обприскування посівів виконують у фазі 5-9 листків в нормі: на високому агрофоні – 15 мл, на низькому – 10 мл. Врожайність зерна кукурудзи при цьому зростає до 20 % . Обприскування посівів Зеастимуліном у фазу 8-10 листків у нормі 15 мл/га сприяло приросту урожаю зерна, ц/га: на Чернігівській – 6,1, Волинській – 17,0, Кіровоградській – 8,8, Черкаській – 12,1. Під впливом препаратів спостерігалась тенденція до зниження вологості зерна та суттєво збільшувалася абсолютна маса насіння [97].

Згідно досліджень Інституту агроресурсів регулятори росту рослин ефективно впливали на підвищення врожайності й інших провідних культур. Так, під впливом дозволених та перспективних регуляторів росту врожаї досліджуваних культур зросли: ярого ячменю – на 4,4–6,0 (14,1–19,3 %), гороху – на 3,1–3,6 (18,8–21,8 %), насіння соняшнику – на 3,2–3,9 (16,8–18,8 %), коренеплодів цукрових буряків – на 44,0–75,0 ц/га (11,6–21,2 %). У дослідях цих установ під впливом регуляторів олійність насіння соняшнику зросла на 1,1–2,7 %, а збір олії підвищився на 1,3–1,9 ц/га. Додатковий збір бурякового цукру під впливом регуляторів росту в цих дослідях зріс на 8,7–9,8 ц/га, або на 13,8–15,9 % [97].

Таким чином огляд літературних джерел підтвердив високу ефективність регуляторів та необхідність їх подальшого вивчення.

1.6. Вплив шкодо чинних об'єктів на продуктивність гібридів кукурудзи

1.6.1. Бур'яни у посівах кукурудзи

Врожайність кукурудзи значною мірою визначає вдало підібраний гібрид, якість насіння, добрива та препарати із захисту. Важливо знати про властивості найнебезпечніших для кукурудзи бур'янів та гербіцидів, здатних з ними боротися.

Кукурудза на ранніх етапах вегетації дуже вразлива до бур'янів. Якщо їх багато, культура може взагалі не давати врожаю

Річ у тім, що бур'яни швидко проростають і набирають надземну масу. А тому пригнічують паростки кукурудзи, які менші за розміром. Найшкодочиннішими для цієї культури сьогодні агрономи називають амброзію полинолисту, лободу, осот жовтий і рожевий, берізку польову, ваточник сирійський, просо куряче, гірчицю польову, щиріцю та пирій.

Амброзія полинолиста. Раніше ареал її поширення був здебільшого в Степу та Лісостепу. Однак, на початку 2000-х амброзія «мігрувала» на північ – у зони Полісся. Бур'ян виносить з ґрунту азот, фосфор і використовує багато води. Останньої може «відбирати» до 950 тонн з одного поля.



Рис. 1.16. Амброзія полинолиста

Для зменшення кількості амброзії на полі науковці рекомендують оперативно скошувати бур'ян у фазі бутонізації. Тоді менший ризик відновлення рослини. Водночас, найефективнішим засобом досі лишаються гербіциди.

Осот жовтий і рожевий. Здебільшого поширені в зоні Степу та Лісостепу. Висмоктують вологу з ґрунту, не залишаючи її для культурних рослин, особливо в бездощовий період. До того ж, воду забирають не лише з орного шару, але й з підорного. Здатні затінювати посіви та через розмноження корінням за короткий період можуть заповнити всю площу посівів. Мають розлоге кореневище, яке кукурудзі складно побороти під час росту.



Рис. 1.17. Осот жовтий

Берізка польова. Ареал розповсюдження – Полісся й Лісостеп. Не зважаючи на тонке стебло й красиві квіти, має потужну кореневу систему, яка унеможливорює ріст культурних рослин.



Рис. 1.18. Берізка польова

Більше того, висушує навіть добре зволожений ґрунт. Через «павутину» з коріння, яка може сягати до 500 м у довжину, берізьку складно вивести з поля. Адже вона здатна проростати навіть за умови, коли 90% її коріння та стебла гине.

Просо куряче. Поширене практично по всій Україні. Однак, в окремих районах за сприятливих умов, як і ваточник сирійський, здатне витіснити навіть інші бур'яни.



Рис. 1.19. Просо куряче

Лобода біла. Поширена по всій території, адже може проростати в будь-якому ґрунті. Характеризується великою кількістю насінин в одній рослині. Воно здатне не проростати за несприятливих умов, а чекати на тепло, вологу чи поживні речовини. Лобода має щільний восковий наліт, що захищає рослину. Тому багато гербцидів можуть або зовсім не здолати її, або продемонструвати незначний ефект.



Рис. 1.20. Лобода біла

Ваточник сирійський став проблемою північного та центрального регіонів. Практично «захопив» поля в Чернігівській, Сумській, Харківській та Полтавській областях. Менший рівень поширення спостерігається в Рівненській, Житомирській, Київській, Хмельницькій, Кіровоградській областях. Рідко зустрічається на полях решти території України. Бур'ян родом з Північної Америки. Заважає рости культурам майже у всіх канадських провінціях та північних штатах США. У XVI-XVII століттях потрапив на територію Європи, звідки рознісся по всіх континентах.



Рис. 1.21. Ваточник сирійський

Насіння має високу життєздатність – може проростати після 3 років перебування в ґрунті. Одна рослина може утворювати 2-3 тисячі насінин, які згодом разносить вітер. Крім того, ваточник може розмножуватися через кореневища – випускати додаткові пагони. Особливо цей процес активізується, коли пошкоджується основний корінь. По всьому світу засмічує посіви кукурудзи, сої, сорго, зернових. Ваточник сирійський поєднав у собі й потужне кореневище, і восковий наліт на широких листках, і міцне високе стебло, яке може вирости від 1,5 до 2,5 метрів. Тому крім культурних рослин здатен витіснити на полі навіть інші важковикорінювальні бур'яни. Гербіцидам важко проникнути всередину.

Ефективним захистом від подібних важковирінювальних бур'янів лишаються страхові гербіциди. При чому особливу увагу варто звертати на ті, в складі яких є ад'юванти. Саме вони можуть тривалий час втриматися на листку. Це дуже важливо для таких бур'янів як лобода, ваточник сирійський і амброзія, що

мають захисний восковий наліт. Щоб проникнути в листок чи коріння, потрібен час і потужна дія.

Важливе значення також має довготривалий ефект гербіциду. Такий забезпечують препарати, зокрема, на основі дикамби й топрамезону. Останній здатен проникати в бур'ян через пагони, кореневища та листя. За 1-2 дні він зупиняє їхній ріст. Після чого бур'яни знебарвлюються, засихають і практично не відновлюються. Випробування цих діючих речовин у демоцентрах демонструють контроль бур'янів біля 40 днів з моменту внесення. Це надзвичайно важливо, адже в сучасних умовах або посух, або затяжних дощів може не бути шансу внести препарат другий раз. Тож обирати потрібно захист на весь сезон. Бо чисті посіви – це високий врожай та дохід кожного аграрія [98].

1.6.2. Хвороби гібридів кукурудзи та заходи боротьби з ними

Численні неінфекційні, вірусні, бактеріальні хвороби кукурудзи та бур'яни призводять до значного зниження якості, суттєвих недоборів, а подекуди й втрат врожаю до 30-50%. Саме тому, аграріям важливо знати, як діагностувати, лікувати та захистити свої посіви. Комплексний захист кукурудзи від хвороб включає агротехнічні заходи та використання високоефективних сучасних препаратів. Вони дозволяють уникнути таких збитків та підтримувати врожайність на стабільно високому рівні.

Кожного сезону посіви однієї з основних агрокультур України пошкоджуються інфекційними збудниками, які можна розділити на дві великі групи:

1. **Зернові.** Загнивання зерна й спричинене ним захворювання молодих сходів призводить до зрідження посівів. Особливо сильно розповсюджуються за умов низьких температур, коли швидкість проростання та вегетації значно знижується. Патогенні мікроорганізми можуть зберігатися в землі й жити на сходах, тому за несприятливих для нормального зростання умов вражаються корені молоді рослини, а подекуди сім'я пошкоджується ще до проростання.

2. Листкові. Завдають найбільших втрат у випадку, коли вражають листя до моменту викидання приймочок та одразу після нього, адже у цьому випадку врожайність іноді зменшується вдвічі. Якщо значне ураження спостерігається вже після нагромадження у качанах максимальної кількості сухої речовини, на врожай воно майже не впливає.

Хвороби зерна та сходів кукурудзи. У більшості випадків зерна та сходи вражають грибки, які за високої вологості та знижених температур розвиваються досить швидко. Найпоширеніші хвороби зерна кукурудзи:

Пеніцильоз. Викликається різними видами грибкових збудників родини *Penicillium* що знаходяться у землі. Загнивання насіння починається ще до появи сходів, воно покривається нальотом білого, або зеленуватого відтінку. При неповному пошкодженні сходи проростають, але слабкими, з хворобливим виглядом. Вони ростуть повільніше, часто жовтіють та гинуть ще до того, як на них з'являється третій листок, або ж розвиваються низькорослими та непродуктивними. Оселяючись на насінні, гриби роду пеніцила пошкоджують його, порушуючи процес живлення, а при наявності токсинів отруюють їх. Масовий розвиток патогенів спостерігається за фізіологічної слабкості посівного матеріалу, особливо у роки з зниженими весняними температурами, оскільки у цьому випадку токсичність грибів збільшується з одночасним зниженням здатності рослин чинити опір патогенам.

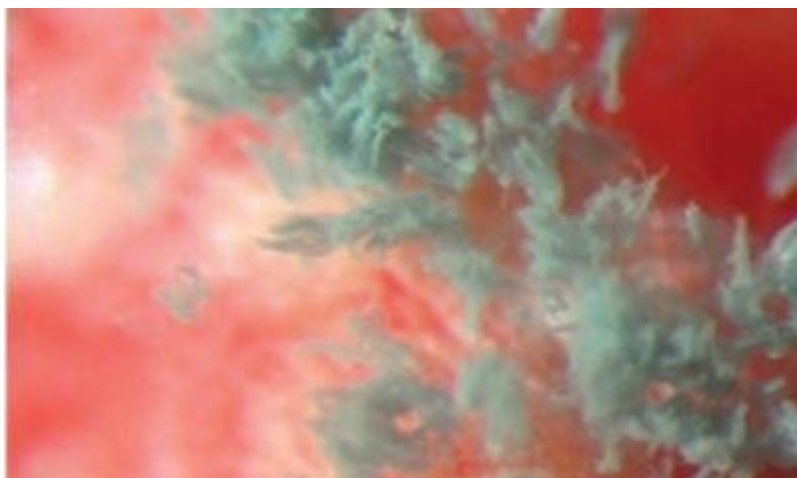


Рис. 1.22. Пеніцильоз (*Penicillium*) на насінні кукурудзи [99]

Широке розповсюдження патогену також спостерігається у разі: глибокого загортання посівного матеріалу, появи на ньому тріщин та ушкодженні дротяниками.

Фузаріоз. Викликається грибками роду *Fusarium*. На поверхні проростаючих зернівок утворюється рожевий або білий наліт, через який паросток буріє і відмирає. При виживанні коренева система стає неповноцінною, сповільнюється її ріст, спостерігається засихання, та вилягання. Збудники зберігаються на неприбраних рештках, насінні та в ґрунті. Швидко розмножуються за низьких температур, підвищеної вологості та за високої кислотності ґрунту. Чим більша глибина загортання, тим вища ймовірність ураження, оскільки на значній глибині гірші умови аерації. Якщо посівний матеріал закладено на малу глибину проростання погіршується через пересихання верхнього шару ґрунту. Ураження можливе за підвищеної густоти стояння посівів. Фузаріоз здатний знижувати схожість на 15-40%. За сприятливих для її розвитку умов із тривалим періодом вологості та прохолодної погоди розріджує посіви вдвічі, а подекуди навіть на 70%.

Для захисту посівного матеріалу від патогенних мікроорганізмів використовуються сучасні ефективні протруйники, а саме:

Арес. Препарат системної лікувально-захисної фунгіцидної дією, ефективний проти комплексу захворювань навіть в складних умовах. Захисна дія триває до 45 діб. Оброблений посівний матеріал зберігає схожість і на наступний після протруювання сезон. Використовується для обробки посівного зерна на насінневих заводах з дозуванням 0,3-0,5 л/т.



Рис. 1.23. Грибниця *Fusarium verticillioides* на качанах кукурудзи

Фуксія. Фунгіцидний протруювач локально-контактної дії, ефективно знищує широкий спектр патогенів на поверхні та всередині насіння. Розповсюджується в ґрунті, забезпечуючи тривалий захист на ранніх етапах вегетації. Обробка проводиться по попередньо очищеному насінню з дотриманням витратної норми 1,0-1,5 л/т засобу.

Фунгіцидні протруйники можуть використовуватися одночасно з інсектицидами у бакових сумішах за проведення попереднього тестового змішування.

Хвороби листя та качанів кукурудзи. Листкові хвороби кукурудзи здатна призвести до значного зниження врожайності. Залежно від регіону посіви можуть вражатися наступними захворюваннями:

Гельмінтоспоріоз. Розповсюджений по всій країні, особливо у західних регіонах. Перші ознаки з'являються на нижніх листках у вигляді білуватих та буро-коричневих плям еліпсоподібної форми, мають червону окантовку. Часто такі плями зливаються та розповсюджуються на верхні листя, на нижньому боці якого формується характерний наліт колоніального спороношення оливкового відтінку. Розповсюджується через рослинні рештки та призводить до передчасного відмирання листя, зниження асиміляційної поверхні та недобору врожаю, особливо при пізньому посіві.



Рис. 1.24. Гельмінтоспоріоз листя кукурудзи

Стеблові та кореневі гнилі. Проявляються загниванням нижньої частини стебла та паростків. Вони буріють, починають підсихати та відмирають, призводячи до вилягання. Виділяють фузаріозну (поширена повсюдно), гельмінтоспоріозну, вугільну, сіру та білу, пеніцильозну, бактеріальну та змішані гнилі. Найбільше розповсюдження відзначається в ослаблених погодними стресами насадженнях у початковому та кінцевому вегетаційному періоді.



Рис. 1.25. Стеблові та кореневі гнилі.

Диплодіоз (суха гниль). Розповсюджується всередині стебла та вражає нижню частину качана. Ознаки Диплодіозу можна побачити лише розірвавши обгортку (по наявності між зернами внизу кочана білого міцелю) або відриванню качанів (за сильного ураження). Патоген виділяє диплодієві мікотоксини шкідливі для худоби, тому небезпечний для культури, яка вирощується на силос. Розповсюджується через рослинні рештки.



Рис. 1.26. Диплодіоз (суха гниль) качана

Пухирчаста сажка. Проявляється появою характерного здуття на листках, стеблах, качанах, волоті. На початку розвитку пухирчастої сажки здуття мають невеликий розмір та світло-зелене забарвлення, а згодом розростаються, перетворюючись у великі пухлини — гали, наповнені сіро-білим слизом, який поступово перетворюється у чорні теліоспори, що зберігають життєдіяльність протягом 4-х років. Джерелом інфікування є заражене насіння, причому за різких перепадів вологості розповсюдження грибка пришвидшується. Шкодочинність полягає у виляганні молодих рослин, неплідності качанів та недоборі врожаю.



Рис. 1.27. Пухирчаста сажка

Летюча сажка. Розповсюджена здебільшого в зоні Степу та Лісостепу, може вражати одночасно до 8% посівів проявляється повним руйнуванням качанів. Вони набувають чорного кольору, перетворюючись на спорову масу, яка сильно порохить при будь-якому дотику. Розповсюджується через ґрунт та інфіковане насіння, вражаючи вегетативні та генеративні клітини рослини та призводячи до значних втрат врожаю.



Рис. 1.28. Летюча сажка

Червона гниль качанів. Уражене насіння стає червоним, крихким, у ньому з'являються пустоти заселені грибницею. Пошкодження відбувається в період досягання на верхівці качана, поступово нальотом вкривається весь початок. Обгортки прилипають одна до одної та червоніють, за рахунок чого червону гниль досить легко розпізнати. Поширюється через рослинні кукурудзяні рештки та посівний матеріал.



Рис. 1.29. Летюча сажка

Нігроспороз. Розповсюджений в південних регіонах, активно розвивається у період досягання, особливо у вологу теплу погоду, цьому також сприяють пізні строки сівби. Захворілі рослини мають недорозвинені початки з сіруватим щуплим зерном, яке сильно осипається. В початки інфекція проникає із зовнішнього середовища.



Рис. 1.30. Нігроспороз

Сіра гниль. Розвивається на качані у періоді воскової стиглості та діагностується за наявності у верхній частині качана густого, плівкоподібного нальоту сіруватого відтінку. При ранньому ураженні призводить до недорозвиненості початків та зернового пліснявіння.



Рис. 1.31. Сіра гниль

Бактеріоз качана. Викликається бактерією, переносником якої є злаковий клопик. Вражає зернівки та діагностується за появою на них невеликих (до 3 мм) плям сірого кольору, що поступово змінюють забарвлення на жовте. Заражене зерно стає непридатним для посіву. Поширюється через ґрунт.

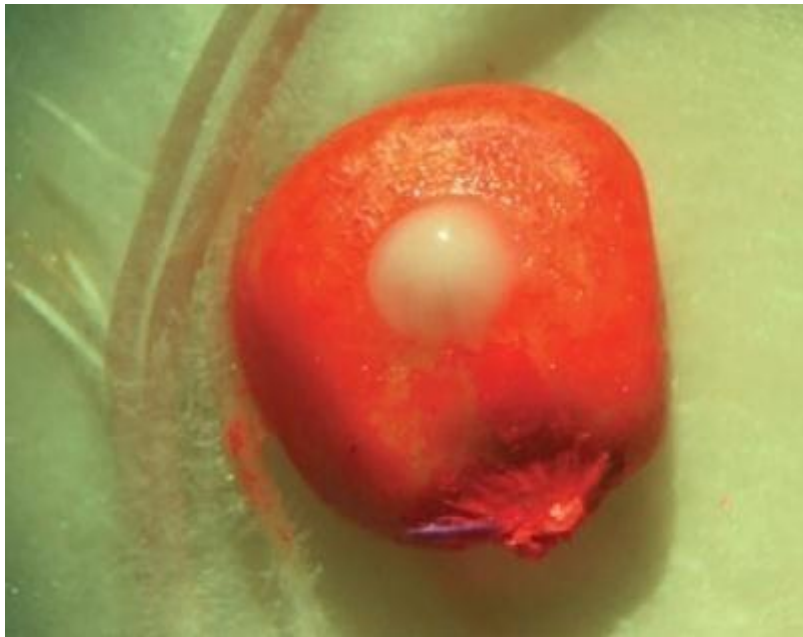


Рис. 1.32. Бактеріоз на зернівці кукурудзи

Бактеріальне в'янення. Карантинна хвороба яка проявляється в'яненням, яке поступово розповсюджується на всю рослину, призводячи до його відмирання, причому загинла рослина часто залишається зеленою. Вражає листки, стебла, особливо в періоди швидкого росту. Симптомом зараження також є водяниста гниль в центральній частині стебла, втрата пружності зеленої маси та розвиток у рослин повітряних коренів, спричиняючи втрати врожаю 50% і більше.



Рис. 1.33. Бактеріальне в'янення

Вірусні хвороби кукурудзи. Вірусні збудники порушують метаболічні процеси у рослинах призводячи до патологій їх розвитку: відставання росту, карликовості, зниження продуктивності. Недобір врожаю через віруси може

складати до 55%, причому до вірусів сприйнятливі навіть сучасні гібриди, які до того ж стають сприйнятливими до пошкоджень.



Рис. 1.34. Точкова вірусна мозаїка листя кукурудзи

Бактеріальні стеблові гнилі. Бактеріальні гнилі зустрічаються в усіх регіонах та здебільшого поширені на півдні, викликають мацерацію та неприємний запах пошкоджених тканин, в деяких випадках побуріння. Зазвичай проявляється перед викиданням волоті у верхній частині стебла великими кремовими плямами які мають темні контури. Викликає всихання верхівки та пожовтіння середнього листя. Поступово всихає вся рослина, а середина її стебла перетворюється на гниючу масу [99].



Рис. 1.35. Бактеріальні стеблові гнилі

Фунгіцидний захист кукурудзи. Для захисту кукурудзи від захворювань, а також лікування посівів застосовують сучасні ефективні фунгіциди. Вони пригнічують ріст та розвиток грибкових збудників, сприяють підвищенню

врожайності та застосовуються шляхом обприскування посівів у вегетаційному періоді.

Одними з найкращих препаратів вважаються:

Фунгіцид Амістар Екстра Syngenta. Засіб має виражену профілактичну дію проти широкого спектру хвороб, подовжує вегетаційний період та підвищує врожайність. Має високу фотостабільність та захищає посіви протягом тривалого періоду. Найкращі результати досягаються при використанні у профілактичних цілях або на початкових стадіях розвитку хвороби. Рекомендовано проводити дві обробки із дозуванням 0,5-0,75 л/га.

Фунгіцид Аканто Плюс Corteva Agriscience. Ефективний фунгіцид з одразу двома діючими речовинами має виражений фізіологічний ефект та відповідає найвищим умовам. Збільшує врожайність та якість зерна, забезпечує ріст та розвиток культури, підвищуючи її стійкість до стресових умов. Рекомендований до використання у вегетаційному періоді двічі, з дотриманням норми 0,75-1,0 л/га.

Фунгіцид Коронет Bayer. Високоєфективний двокомпонентний фунгіцид активний проти патогенних мікроорганізмів у різних фазах розвитку. Забезпечує тривалий контроль фітохвороб та здійснює активну профілактично-лікувальну дію. Має гнучкий період внесення і може застосовуватись у періоди появи суцвіть та цвітіння. Витратна норма 0,6-0,8 л/га. Рекомендована кількість обробок — 2.

Фунгіцид Ретенго BASF. Препарат с трансламінарним механізмом дії ефективний проти широкого спектру хвороб та значно підвищує урожайність культури та якість зерна, в тому числі за несприятливих погодних умов, а також полегшує збір врожаю. Може застосовуватися одноразово в фазі 8-10 листків або у період викидання волоті, або дворазово в обох вказаних фазах. Витратна норма 0,5 л/га.

Фунгіцид Абакус BASF. Сучасний двокомпонентний засіб забезпечує тривалий та ефективний контроль захворювань та має виражену профілактичну і терапевтичну дію. Збільшує врожайність культури, якість зерна, та підвищує стійкість рослин до стресу під час вегетації, а також сприяє засвоєнню азоту з ґрунту та підкормок. Застосовується однократно у фазі 8-10 листків або під час

викидання волості із дозуванням 1,5-1,75 л/га, або двічі – у обох вказаних стадіях з дотриманням витратної норми 1,5 л/га.

Агротехнічні заходи захисту кукурудзи. Дієвий контроль захворювань потребує комплексного підходу з використанням пестицидів і певних агротехнічних заходів, а саме:

1. Дотримання правил сівозміни.
2. Дотримання оптимальних строків посіву та глибини загорання насіння. Надто ранній та глибокий висів посилює сприйнятливність культури до хвороб. Оптимальна температура для посіву 9-12°C, глибина загорання, залежить від механічного складу ґрунту та складає 4-8 см.
3. Заорювання рослинних решток. Збудники можуть зимувати у залишках попередника.
4. Використання якісних районованих гібридів стійких до патогенів та шкідників, протруювання інсектицидними та фунгіцидними протруйниками.
5. Регулярний моніторинг ділянок для своєчасного виявлення ознак захворювання.
6. Закупівля посівного матеріалу перевірених виробників для виключення бактеріального інфікування [100].

1.6.3. Шкідники гібридів кукурудзи

Кукурудза активно вирощується на території всієї України. Найбільшою перешкодою на шляху до хорошого врожаю кукурудзи може стати негативний вплив шкідників.

Шкідливого впливу шкідників посіви піддаються на всьому етапі вегетаційного періоду та під час зберігання врожаю. Після посіву під'їдають паростки і кореневі системи молодих сходів почвообитаючі шкідники. У всіх фазах розвитку кукурудзи шкодять кукурудзі наземні, а під час зберігання зерна збиток можуть завдати комірні шкідники. На території країни водиться близько 200 комах, які шкодять кукурудзі. В основі формування комплексів фітофагів та їх домінантів кукурудзи в різних зонах і регіонах нашої країни основною роль

відіграють кліматичні і погодні умови. У нашій країні клімат відрізняється великою різноманітністю, суттєво різниться за географічними зонами починаючи жарким і посушливим на півдні і закінчуючи вологим на західних областях.

Види шкідників і якої шкоди вони завдають:

Грунтові. Особливу відмінність даного виду - їх середовищем проживання є ґрунт. Використовують в їжу насіння, перегризають кореневі відростки і підземну частину стебла молодих рослин. До найбільш поширених у нашій країні шкідників належать травневий жук, хлібні жуки, капустянка, підгризаючі совки, довгоносик, західний кукурудзяний жук.

Які наслідки негативного впливу ґрунтових шкідників:

1. Проріджування посівів.
2. Обмежують доступність в організм рослини вологи і поживних речовин.
3. Гальмують ріст та розвиток кукурудзи, в результаті рослина слабке і відстає в розвитку.
4. Рослини стають м'якими, поступово сохнуть і гинуть.
5. Знижують врожайність і погіршують якість продукції.

Наземні. Мешкають на поверхні ґрунту. Наносять шкоду наземній частині культури. Пошкоджують стебло, листки, квітки, качани, висмоктують соки, знебарвлюють листя. До найпоширеніших наземних шкідників в Україні відносяться: черниш кукурудзяний, степовий жук і широкогрудий, довгоносик, личинки шведських мух, лучний метелик, імаго кукурудзяного жука, совка, клопики.

Які наслідки негативного впливу наземних шкідників:

1. Проріджують густоту посівів., сприяють підвищеній кущистості.
2. Завдають механічні пошкодження, завдяки чому рослина піддається зараженню багатьма захворюваннями, наприклад, летючою сажкою.
3. Вегетативна частина після дій шкідників швидко жовтіє, засихає і гине.
4. Зниження асиміляційної поверхні. Качани повністю не наповнені, зерна слаборозвинені, мають менший ніж нормальний, вага.
5. Зниження товарних і насінневих властивостей зерна.

6. Схильність зерна до цвілі.

7. Зниження продуктивності і недобір врожаю.

Амбарні. Після збирання врожаю виникає ще одна проблема, яка може завдати шкоди врожаю кукурудзи. Це комірні шкідники, які шкодять зерно кукурудзи під час зберігання його на складі. Найбільш поширені амбарні шкідники в Україні: рисовий амбель і борошністі хрущаки. Живуть, розмножуються і використовують в їжу зерно кукурудзи.

Які наслідки негативного впливу комірних шкідників:

1. Кількісні втрати, в деяких випадках при інтенсивному розвитку фітофагів, може досягти 65%.

2. Погіршення якісних і товарних характеристики.

3. Зниження посівних властивостей, при посіві пошкодженого зерна сходи слабкі, відзначається істотне прореження посівів.

4. Вплив на зерно кукурудзи комірних шкідників сприяє зараженню різними інфекційними захворюваннями.

Які існують найбільш дієві способи захисту посівів кукурудзи від шкідників:

1. Суворе дотримання сівозміни. Ретельний і правильний вибір попередника культури. Важливо пам'ятати, що кукурудзу можна повертати на місце вирощування не раніше, ніж через 5 років.

2. Вибирати для посіву сорт або гібрид, який володіє стійкістю до дії шкідливих організмів.

3. Дотримання рекомендованих норм і строків посівів.

4. Виконувати всі правила агротехнології при вирощуванні.

5. Передпосівна обробка посівного матеріалу.

6. Контроль за засміченістю, адже бур'яни є місцем поширення багатьох фітофагів.

7. Своєчасна обробка посівів.

8. Внесення повного спектра мінеральних добрив, що сприяє більш швидкому відновленню рослини після шкідників.

9. Обприскування посівів кукурудзи гербіцидами та інсектицидами.

10. Ретельна обробка ґрунту після збирання врожаю.

11. Слідувати системі захисту посівів кукурудзи. система складається зі своєчасної діагностики та інтегрованого захисту [101].

Розглянемо коротку характеристику найбільш поширених шкідників кукурудзи.

Дротяник, або більш відомий як «проволочник», є дуже поширеним шкідником орних земель. Він завдає істотної шкоди на посівах кукурудзи.

Симптоми зараження:

1. Ураження насіння, що веде до проблем зі сходами;
2. Всихання листової обгортки качана, найбільш молодого листа;
3. В'янення рослин (фаза 2-3 листків) в разі раннього ураження;
4. Загибель рослини у фазі 2-3 листочків, але частіше починаючи з фази 4 листків до фази 6-7 листків;
5. Куціння рослин, у яких уражена верхівка;
6. Отвір округлої форми діаметром 1-2 мм на рівні шийки;
7. Присутність личинки (дротяника) жука ковалика, жовтого забарвлення підтверджує діагноз.

Встановлено, що самі жуки для рослин не є небезпечними, шкоди завдають саме їх личинки.



Рис. 1.36. Личинка дротяника

Дротяник — солом'яно-жовтого кольору, довжиною 20-25 мм. Тривалість життя личинки складає 4 роки. Таким чином, на одному полі сусідять личинки різного віку. Найбільш шкідливими стають на останніх стадіях циклу.

Дротяники розселяються у вологих регіонах, а також в зонах з великими площами лук. Вони частіше зустрічаються в ґрунтах, багатих органічними речовинами, і якщо в сівозміну включені постійні або штучні луки. Вони рідше зустрічаються на піщаних ґрунтах і на заливних територіях. На полі вогнища ураження розташовані плямами.

При нашесті шкідника прогноз завжди невтішний — оперативних заходів не існує. Суха погода і підсихання верхніх шарів ґрунту можуть змусити дротяника спуститися в більш глибокі шари, де кукурудза вже не сприйнятлива до його нападів.

Існує кілька методів боротьби зі шкідником і попередження його шкодочинності. Пропонується обробити ґрунт аміачними добривами. Вважається, що після їхнього використання дротяники прагнуть покинути межі обробленої ділянки.

Варто також вносити препарати з діючою речовиною біфентрін у нормі 2-2,5 л. і обробляти насіння за 14 та більше днів до посіву. Витрати робочої рідини до 12,5 л/т. Або ж препарати на основі імідаклоприду або тіаметоксаму, норми внесення у кожного препарату різні.

Багатоніжки. У деяких зонах вирощування заселяють окремі поля, особливо часто зустрічаються в південно-західних регіонах.

Симптоми зараження:

1. Дрібні корінці об'єднані;
2. При пошкодженні зовсім молоді рослини можуть загинути;
3. Часто рослини слабшають через дефіцит поживних речовин: рослини продовжують рости, але набувають фіолетового забарвлення;
5. Пошкодження багатоніжками призводить до того, що рослини стають менш стійкими до водяного стресу.

Для того, щоб пересуватися і добиратися до коренів кукурудзи, багатоніжки користуються макропорами ґрунту. Пористі, грудкуваті ґрунти, а також ділянки з численними ходами земляних черв'яків сприяють зараженню багатоніжками. І навпаки, ґрунт з малопористою структурою значно скорочує наслідки появи

багатоніжок, навіть при високій чисельності популяції. З цієї причини кукурудза на краю поля часто менш пошкоджена.



Рис. 1.37. Багатоніжка

Пошкоджуючи рослину, багатоніжки зменшують обсяг коренів, посилюючи таким чином дефіцит вологи, як наслідок — зменшення розміру рослин, відсутність качана або ж слабкий налив зерен.

Багатоніжки заселяють окремі поля, тому місцевості повинні оброблятися кожен раз, коли засіваються кукурудзою.

Зараження багатоніжкою часто плутають із присутністю нематодів або нестачею фосфору.

Ефективними в боротьбі з багатоніжками є фосфорорганічні інсектициди в мікрогранулах. На додаток до інсектицидів слід провести такі агротехнічні заходи:

1. Складне стартове добриво (N_{18}, P_{46}) - як мінімум 160 кг / га у фізичній вазі. Заходи, які сприятимуть розвитку кореневої системи, знижують ризик зараження шкідниками.

2. Уникати пухкого ґрунту;

3. Вибирати гібриди з хорошою початковою силою дії;

4. Не сіяти занадто рано.

Нематоди. На кукурудзі зустрічається три види нематод в різних географічних зонах:

1. *Ditylenchus dipsaci*;

2. *Heterodera avenae*;

3. *Pratylenchus* sp.



Рис. 1.38. Нематоди на корінні

Ditylenchus dipsaci. Кукурудза дуже сприйнятлива до цього виду нематоди, навіть якщо чисельність її популяції незначна.

Симптоми:

1. Потовщення основи стебла;
2. Чорні некротизовані ділянки біля основи шийки;
3. Некроз кореневої системи і відсутність основних коренів;
4. Карликовість і раннє вилягання;
5. Локальне ураження колами діаметром площею від декількох до десятків квадратних метрів.

Небезпека виникає на важких ґрунтах, сприятливих для розвитку нематод. Руйнуються ранні посіви за високої вологості ґрунту.

За сприятливих умов (висока вологість і помірна температура) на кукурудзі може розвинути кілька поколінь шкідника поспіль. Хоча кукурудза і сприйнятлива до *Ditylenchus dipsaci*, вона є для неї поганим хазяїном і не сприяє розвитку цього виду нематоди.

Аби уникнути зустрічей з даним шкідником, варто сіяти в пізні терміни, оскільки в зонах ризику ранні посіви можуть сильно пошкоджуватися нематодою.

Heterodera avenae. Рідко завдає особливої шкоди. За рік розвивається одне покоління. Кукурудза — єдина рослина-господар, тому не сприяє розвитку цього виду нематоди.

Симптоми:

1. Круглі вогнища ураження;
2. Уповільнений ріст, хиткі і низькорослі рослини;
3. Погано розвинена коренева система;
4. Збільшення числа дрібних корінців з потовщенням в деяких місцях.

Небезпека зараження виникає на легких ґрунтах. А волога весна підсилює ризик, сприяючи проникненню личинок.

Pratylenchus sp.

Симптоми зараження:

1. Хворі рослини затримуються в рості;
2. Ці нематоди ушкоджують коріння, що призводить до некрозу, послаблюючи таким чином рослини;
3. Некротичні зони на коренях;
4. У зоні ураження рослина виглядає жовтою;
5. Рослини менші за розміром, іноді спостерігається карликовість.

Небезпека ураження виникає найчастіше на легких ґрунтах, при вирощуванні кукурудзи в монокультурі, так як для цього виду нематод, як і для двох інших, кукурудза — рослина-господар. На піщаних ґрунтах нематода завдає істотної шкоди в період дощів після посівної.

Єдиним способом обмежити збиток від цього виду нематоди є стартове добриво.

Слід вибирати гібриди з високою енергією проростання. При вирощуванні кукурудзи на насіння дозволено застосування препаратів нематоцидів в формі мікрогранул, що знищують шкідника.

Аби вберегти свої посіви від усіх видів нематод, варто протруювати насіння кукурудзи препаратами з діючою речовиною клотіанідин, що захищає корені рослини від 2 поколінь шкідників.

Паросткова муха. Шкідник-поліфаг, що пошкоджує широкий спектр рослин. Особливо великих збитків шкідник завдає, якщо в ґрунті є велика кількість органічних речовин (недавно забиті в ґрунт сидерати або гній).

Доросла особина — це маленька сіра муха, довжиною 4-6 мм. Вона відкладає яйця на поверхню ґрунту. Личинка мухи, з витягнутою передньою частиною тулуба, має довжину 6-8 мм.

Шкідник, який часто зустрічається в умовах холодної, вологої погоди, коли кукурудза слабо росте. Поява паросткової мухи може бути як причиною, так і видимим наслідком іншої проблеми, наприклад, кліматичної.



Рис. 1.39. Паросткова муха

Симптоми:

1. Деяке насіння не проростає (недостатня кількість сходів в рядах);
2. Пожовтіння і загальний слабкий стан рослини;
3. Заражені рослини погано ростуть і навіть гинуть після повного ослаблення.

Для попередження зараження варто застосовувати такі агротехнічні заходи, як зяблева оранка і висів в оптимально ранні строки.

Під час вегетації культури потрібно застосувати інсектицид на основі диметоату або карбофосу.

Шведська муха. Найбільш поширений шкідник кукурудзи. Зустрічається у всіх регіонах, але рідко завдає істотної шкоди посівам, за винятком тих років, коли погодні умови сприятливі для шкідника і несприятливі для розвитку кукурудзи. При такому поєднанні це серйозно знижує потенційний урожай культури. Місцями шведська муха може неодноразово пошкоджувати посіви, завдаючи істотних збитків.



Рис. 1.40. Шведська муха

На ранніх фазах розвитку рослини симптоми зараження не завжди помітні. Їх можна помітити вже в фазу 6-7 листків.

Прояви шкідника можуть бути різними:

1. Пожовтіння листя у вигляді довгастих плям, сліди пошкоджень комахами уздовж центральної жилки, які можуть привести до деформації листа;
2. Кінчики листочків обгортки склеєні (симптом «ручки-кошики»);
3. Кущіння в результаті блокування верхівки енізимами, які виділяються личинками;
4. На пошкодженнях іноді може розвинути пухирчаста сажка *Ustilago*.

Симптоми ураження шведською мухою зворотні: шкода може бути обмеженою, якщо погодні умови швидко стають сприятливими для росту кукурудзи і якщо точка росту заблокована.

Кукурудза піддається найбільшому ризику нападу шкідниками в період між першим і четвертим листочками. Як тільки рослина досягає фази 5 листків, вона більше не схильна до вражень шкідником. Найбільший збиток завдається на полях або ділянках, розташованих в місцях, захищених від вітру.

Обробка насіння або внесення інсектициду в препаративній формі мікрогранул є рішенням проти мухи. Вносити варто піретроїди, фосфорорганічні сполуки, неонікотиноїди в період активності мух.

Гусениця озимої совки. Найбільш серйозний збиток спричиняє вид *Agrotis ipsilon*. Якщо зараження не помітити вчасно, гусениці озимої совки в окремі роки можуть завдати значних втрат.

Перші симптоми ураження гусеницею складно побачити. У більшості випадків вони залишаються непомітними. Маленькі дірки, вигризені на перших листках сходів кукурудзи. Ці діри найчастіше розташовані по краю листової пластини, іноді в центрі, або ж симетрично вздовж центральної жилки.



Рис. 1.41. Гусениця озимої совки

Згодом симптоми більш яскраво виражені:

1. Молоді рослини порвані біля основи стебла;

2. Загальне в'янення рослин з фази 4-6 листків і до фази 10 листків, що свідчить про наявність шкідника. Часто, коли зафіксовано напад шкідника, багато рослин вже вражені;

3. Шкідник швидко пошкоджує рослини, поступово поширюючись по всьому полю;

4. Якщо доторкнутися до личинки, вона тут же згортається.

У рідкісних випадках фіксують пізні пошкодження (в період цвітіння), пошкоджуються вторинні корені, що тягне за собою більш раннє вилягання рослин.

Яйця відкладаються метеликами в свіжозораний м'який ґрунт, де згодом буде зафіксовано найбільший збиток.

За допомогою інсектициду можна легко впоратися зі шкідником, якщо його рано зафіксувати. Однак складно зупинити напад шкідника, коли він знаходиться в стадії розвиненої личинки, оскільки інсектициду контактної дії мало.

Рослини обприскують й запилюють гептахлором, гексахлораном та іншими препаратами.

Розанно-злакова попелиця. Розташовується зазвичай під листям біля основи стебла.



Рис. 1.42. Розанно-злакова попелиця

Вона вприскує в рослину токсичну слину, що має такі наслідки:

1. Інфікована рослина повільно розвивається;

2. Молоде листя покривається поздовжніми тонкими смугами білого кольору, що нагадує симптоми вірозу;
3. Листова обгортка жовтіє, листя зморщується;
4. Смуги надають жовтуватий відтінок всьому полю;
5. Деформація і закручування наймолодших листків;
6. Якщо пошкодження відбувається в фазу 8-10 листків у період формування волоті, то вона атрофується.

Застосування інсектициду для знищення попелиці в залежності від стадії і чисельності популяції шкідника:

1. У період від появи сходів до фази 7-8 листочків кукурудза дуже вразлива, обробка виправдана тільки при наявності 10-20 особин попелиці на рослині.
2. З фази 8-9 листків до появи волоті рослини в змозі впоратися з 100-200 особинами.

Інсектициди найкраще застосовувати в травні-червні, а також максимально знищувати бур'яни.

Велика злакова попелиця. Попелиця з'являється після застосування рідкого інсектициду групи піретроїдів проти стеблового метелика або озимої совки.



Рис. 1.43. Велика злакова попелиця

Симптоми зараження:

1. Наявність колоній попелиці на листках нижнього ярусу стебла;
2. Наявність медяної роси на листках, потім — наявність черні.

Задля попередження ураження шкідником варто застосовувати такі агротехнічні заходи:

1. Луцнення стерні.
2. Посів зернових в оптимально стислі терміни.
3. Знищення бур'янів.

Для боротьби застосовують афіцид та препарати на основі імідаклопряду.

Цикадка. У разі масового розмноження, втрати можуть становити 10-15% від урожайності.



Рис. 1.44. Цикадка

Симптоми:

1. З початку фази 5-6 листків на нижніх листочках рослини спостерігаються білі крапочки;
2. Пошкодження поширюються по вертикалі, на верхні яруси листового апарату.

Серед профілактичних агротехнічних заходів особливе значення має запобігання розвитку і знищення падалиці зернових, яка є резерватором цикадок. Слід уникати ранніх строків сівби озимих та пізніх ярих культур. Обприскування інсектицидами сходів озимих (крайові смуги) при наявності 50-150 особин/м². А також інсектициди на основі хлорпірифосу та циперметрину.

Кліщі. Кукурудзу ушкоджують в основному павутинні кліщі, які мають жовто-зелене забарвлення. небезпека появи кліщів виникає в спекотне літо. Часте використання піретроїдів призводить до знищення супутньої фауни і, як наслідок, розмноження кліщів на кукурудзі.



Рис. 1.45. Кліщі

Симптоми зараження:

1. Зараження рослин по краях поля;
2. Жовто-зелені ділянки на поверхні уражених листків;
3. Побіління, потім всихання листя біля основи стебла;
4. Симптоми поступово поширюються по ярусах листя, від нижнього до верхнього.

Оперативне втручання доцільно в разі, якщо шкідник колонізує листя качана. Рекомендується вносити препарати з основною речовиною абамектин.

Стебловий метелик. Метелик 25 мм в ширину. Личинка від 2-3 мм до 20 мм, світло-сірого кольору. Останнім часом, через підвищення температур, шкідник став поширюватися на заході і півночі.

Симптоми:

З фази 10-12 листків до фази цвітіння:

1. Проколи листової пластини симетрично з двох боків центральної жилки;
2. Екскременти у вигляді тирси в місцях проникнення в стебло і харчування личинки;

3. Наявність гусениць.

З фази цвітіння до дозрівання:

1. Наявність гусениць в стеблі або качані;
2. Екскременти у вигляді тирси;
4. Зламани квітконіжки;
5. Переломи стебла на рівні ходів шкідника;
6. Перелом квітконіжки і опадання качана.



Рис. 1.46. Гусінь стеблового метелика

Після збору врожаю потрібне ретельне подрібнення стебел, що скорочує осінню популяцію шкідника на 70-80%.

Своєчасна обробка інсектицидами класу піретроїдів, фосфорорганічних сполук забезпечує відсутність шкідника на посівах кукурудзи.

Совка кукурудзяна. Перше покоління вражає рослини вогнищами в кілька квадратних метрів, поселяючись на рослинах, що ростуть поруч.



Рис. 1.47. Совка кукурудзяна

Симптоми:

1. Всихання і смерть багатьох рослин;
2. Наявність личинок в кореневій шийці;
3. Пошкодження помітні з фази 3-4 листків і закінчуючи в фазах 10-12 листка;
4. Наявність великих проколів біля основи стебел найбільш великих рослин кукурудзи.

Друге покоління, симптоми:

1. На стеблі, квітконіжці і качані — ходи і екскременти у вигляді тирси;
2. Більш численна популяція розселяється біля основи стебла.

У зв'язку з появою шкідника, у рослин починають ламатися стебла, відбувається вилягання, у результаті чого культура втрачає качани.

Для попередження появи шкідника потрібно подрібнювати поживні залишки і кореневі шийки.

Коли шкідники досягають другого покоління, то необхідне обприскування з повітря або обробка трактором з високим кліренсом. На ділянках з високою чисельністю шкідника доцільно кукурудзу прибирати на силос.

Західний кукурудзяний жук. Найбільшому ризику піддаються поля, де кукурудза вирощується як монокультура. Поширений шкідник переважно на

глинистих ґрунтах, які через свою природну пористість створюють сприятливі умови для яйцекладки і виживання личинок.



Рис. 1.48. Західний кукурудзяний жук

Найбільшої шкоди рослинам завдають саме личинки:

1. На полі пошкодження розташовуються вогнищами або плямами;
2. Опорні корені з'їдають;
3. Типове вилягання з симптомом шиї лебедя;
4. Качан з відсутніми зернами часто є ознакою водного стресу, викликаного відсутністю коренів.

Але і дорослі особини можуть завдати шкоди:

1. До фази цвітіння дорослі особини харчуються листям. Потім вони поїдають нитки качанів. Спостерігаються досить широкі знебарвлені смуги на листових пластинках, обрізані нитки качанів, згризені зерна.

Для того, щоб шкідник не з'явився на засіяних площах, варто дотримуватись сівозміни, замінити пізні посіви більш ранніми, щоб у рослин встигла розвинути потужна коренева система. Крім того, важливо використовувати стійкі гібриди, що здатні швидко регенерувати кореневу систему, що йде в більш глибокі шари ґрунту.

З хімічних заходів боротьби основним є обробіток рослин інсектицидами проти жуків та внесення в ґрунт при сівбі гранульованих препаратів проти личинок західного кукурудзяного жука.

Виходячи із огляду літературних джерел можна зробити висновок, що багато дослідників займалось вивченням гібридів кукурудзи різних груп стиглості, застосування бактеріальних препаратів, регуляторів росту рослин та мікродобрих і спостерігали позитивну динаміку у формуванні продуктивності рослин кукурудзи та формування її якісного складу.

Але час не стоїть на місці і з кожним роком чи навіть днем з'являється безліч нових сучасних гібридів, новітніх препаратів які у своєму складі містять усе новіші і складніші речовини, і усі ці складові можуть вдосконалювати технологію вирощування кукурудзи та збільшувати її врожаї та підвищувати рентабельність, і що не менш важливо забезпечувати адаптивні особливості культури для вирощування в умовах Лісостепу правобережного, що являється особливо важливим при зміні кліматичних умов [101].

З метою забезпечення рослин кукурудзи оптимальну продуктивність потрібно використовувати не один фітогормон чи мікроелемент, а використовувати їх комплексно або послідовно. І тому важливим завданням для рослинництва є розробка схем застосування як регуляторів росту рослин так і біопрепаратів у комплексі з макроелементами та мікроелементами, а також дослідження їх застосування у різних ґрунтово-кліматичних умовах з оптимально підібраними засобами захисту рослин.

РОЗДІЛ 2.

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Розвитку виробництва зерна, як складової зернопродуктового підкомплексу України, приділяється першочергове значення. Це зумовлено низкою причин: по-перше, потужне зернове господарство – це основа розвитку всіх інших галузей сільського господарства; по-друге, зерно – як цінний і незамінний продукт харчування є основним продовольчим ресурсом, а також сировиною для переробної промисловості; по-третє, виробництво зерна забезпечує значну частину доходів сільськогосподарських підприємств і є важливим експортним потенціалом для України.

Інтенсивні технології вирощування зернових – це система агротехнічних заходів, які дають змогу максимально реалізувати генетичний потенціал сортів сільськогосподарських рослин за рахунок застосування сучасних досягнень селекції, землеробства, хімізації та механізації виробничих процесів.

Нині спостерігаються істотні відхилення від дотримання основних складових інтенсивних технологій, зокрема, спостерігається тенденція до збільшення обсягів використання пестицидів та мінеральних добрив, що є наслідком обмеженого набору культур у сівозмінах та погіршенням їх чергування [102, 103]. Але хімізація сільського господарства супроводжується процесами забруднення природного середовища небезпечними для життя живих організмів, включаючи людину.

Екологічний стан зернової продукції має бути пріоритетом на всіх стадіях трофічного ланцюга. Основою гарантування якої є контроль у зерні і продуктах його переробки залишкової кількості пестицидів, радіонуклідів, токсичних елементів і мікотоксинів [104].

Тому, вивчення зазначених вище аспектів є важливим для подолання екологічних ризиків в агросфері, поліпшення продовольчої проблеми і не втрачає актуальності.

2.1 Поживні компоненти зерна кукурудзи

Що стосується поживних компонентів зерна кукурудзи, то типове зріле ядро в цілому складається з 70-75% крохмалю, 8-10% білка і 4-5% олії [105]. Однак існують великі відмінності у відносних концентраціях цих компонентів між різними частинами ядра. Двома основними структурами ядра є ендосперм і зародок, які складають приблизно 80% і 10% сухої маси зрілого ядра відповідно. Ендосперм в основному складається з крохмалю (приблизно 90%), тоді як зародок містить високий рівень жиру (приблизно 33%) і білка (приблизно 18%), дані представлені в таблиці 2.1.

Ці відмінності стають важливим фактором, коли кукурудза переробляється для споживання.

Таблиця 2.1

Відносний вміст поживних компонентів у частинах зерна кукурудзи*, (%)

	Перікарпій	Ендосперм	Зародок
<i>Білок</i>	3,7	8,0	18,4
<i>Сира клітковина</i>	86,7	2,7	8,8
<i>Сирий жир</i>	1,0	0,8	33,2
<i>Крохмаль</i>	7,3	87,6	8,3
<i>Цукор</i>	0,34	0,62	10,8

* Дані взяті з FAO (2019 р.)

Крохмаль синтезується як частина мегамолекулярного агрегату, гранули крохмалю, всередині амілопластів клітин ендосперму кукурудзи та, у більшості випадків, містить два основних типи гомополімерів глюкози, амілозу та амілопектин. В амілозі залишки глюкози в основному пов'язані через α -1,4 зв'язки, що призводить до лінійного ланцюга одиниць глюкози. В амілопектині більшість зв'язків є зв'язками α -1,4, а зв'язки α -1,6 забезпечують розгалуження. Сильно розгалужені ділянки чергуються з ділянками, позбавленими розгалуження. Останні ділянки дозволяють іншим лінійним ланцюгам глюкози вирівнюватися у формі паралельних спіралей у проміжках, надаючи крохмалю

його напівкристалічну структуру. Основним джерелом вуглецевих скелетів для синтезу крохмалю є сахароза, перенесена в ендосперм. Шлях синтезу крохмалю в ендоспермі зернових потребує ізоформ ферментів, яких немає в інших тканинах зернових або незернових рослинах.

У міру дозрівання клітин ендосперму гранули крохмалю збільшуються в розмірах і в пропорції амілози, так що зріла клітина зазвичай містить амілопектин: амілозу у співвідношенні 3:1. У клітинах ендосперму всі гранули зрілого крохмалю мають однаковий розмір. Зріла гранула може містити до 109 молекул амілози та 107 молекул амілопектину. Ці молекули розташовані регулярно, надаючи гранулам стабільність і кристалічні властивості [106]. Одним із факторів які впливають на поді кукурудзи за типами є особливості будови крохмальних.

Запасний білок (глобулін 7S) міститься в ембріоні та ендоспермі. Відносна кількість білка є найвищою в ембріоні, але, оскільки ендосперм займає більшу частину ядра, він вносить найбільшу загальну кількість білка.

Білки ендосперму можна розділити на проламіни, і містять приблизно 52% азоту ядра; глютеліни (близько 25% азоту ядра); альбуміни (близько 7%); і глобуліни (близько 5%). Селекційно було розроблено лінії кукурудзи (якісної білкової кукурудзи), з кращою продуктивністю та харчовою цінністю[107].

Ліпіди (жири) знаходяться в основному в зародку, зокрема в щитку. Вони складають 40% сухої ваги щитка і використовуються для глюконеогенезу для підтримки розвитку зародка після проростання. Зародок містить приблизно 33% олії (див. таблицю 2.1), тоді як типове ціле ядро містить приблизно 4% олії. Однак кількість і склад олії в ядрі знаходяться під генетичним контролем.

Жирні кислоти в кукурудзяній олії майже завжди етерифіковані гідроксильними групами гліцерину, таким чином утворюючи триацилгліцериди. Ці триацилгліцериди містять суміш насичених та ненасичених жирних кислот розподілені приблизно таким:

- Насичені: 12% пальмітинова кислота (16:0), 2% стеаринова кислота (18:0),

- Ненасичені: 25% олеїнова кислота (18:1), 60% лінолева кислота (18:2) і 1% ліноленова кислота (18:3) [108].

Кукурудзяна олія, як правило, вважається високоякісною, що визначається високим вмістом лінолевої кислоти та низьким вмістом ліноленової кислоти. Є припущення, що розпад естерифікованої ліноленової кислоти до вільної форми в кукурудзяному борошні, що зберігається, може бути пов'язаний зі схильністю до канцерогенезу стравоходу [109].

Генетика вмісту ліпідів у кукурудзяній олії є складною, ймовірно, контролюється мультигенним успадкуванням великої кількості.

2.2. Причини та екологічні наслідки забруднення зерна кукурудзи токсичними речовинами

З кожним роком усе гостріше постає проблема забруднення природного ґрунтового середовища токсичними речовинами, які мають здатність накопичуватися у ґрунті і згодом переноситися у зернову продукцію.

Зерно є одним із найважливіших джерел багатства будь-якої держави. У світовому землеробстві, зернові культури постійно домінували, а зерну і нині відводиться особливе місце серед сільськогосподарської продукції, як гаранту продовольчої безпеки.

Ведення інтенсивного сільського господарства за сучасних аграрних технологій неможливе без застосування добрив. Практика їх використання розширюється і постійно вдосконалюється [110].

Вплив добрив на довкілля багатобічний і за дотримання всіх технологічних рекомендацій має позитивний характер. Проте їх тривале і систематичне застосування у дозах, що значно перевищують винос поживних речовин сільськогосподарськими культурами, може призвести до низки негативних змін властивостей ґрунту, порушення природних циклів та режимів [111].

До основних токсикантів, що забруднюють зернову продукцію належать: нітрати, важкі метали, пестициди та радіонукліди [112].

Природні мінеральні сполуки, які необхідні для забезпечення нормальної життєдіяльності рослин, а також для їх росту і розвитку становлять нітрати [113].

Нітрати – це солі азотної кислоти, які є нормальним продуктом обміну азотистих речовин будь-якої живої істоти. Нітрати є життєво необхідними, тому що без них неможливий нормальний ріст і розвиток організму. Проте, у разі перевищення ступеня навантаження цих речовин на організм людини, вони можуть негативно впливати на стан здоров'я [113].

Сільське господарство на сучасному етапі не може гарантувати екологічно чисту продукцію, оскільки найпоширеніші мінеральні добрива на основі нітратів, які забезпечують не тільки швидкий ріст і розвиток сільськогосподарських культур, але й істотно підвищують їх урожайність. Тому пошук і розробка заходів, що дозволяють відчутно знизити надходження нітратів у рослини з мінеральними добривами, а потім і в організм людини, є однією з актуальних проблем сьогодення [113].

Інтенсивність накопичення нітратів у рослинах залежить від багатьох факторів. Зокрема, від виду та сорту рослин, умов їх мінерального живлення та стану ґрунту [114].

Розподіл нітратів у рослинах пов'язаний з фізіологічною спеціалізацією і морфологічними особливостями окремих органів рослин, типом і розташуванням листя, розміром листового стебла і жилок, діаметром центрального циліндра в коренеплодах [115].

Недостатнє живлення рослин основними елементами є однією з причин високого накопичення нітратів. Недостача фосфору побічно сприяє нагромадженню нітратів, оскільки він стимулює активність нітратредуктази. Однак, єдиної думки про вплив фосфору на накопичення нітратів в продукції рослин немає. У одних випадках внесення фосфорних добрив знижує рівень нітратів, за іншими – підвищує. Калій, беручи участь у процесах вуглеводного обміну, побічно впливає на синтез білків. При спільному внесенні азоту та

калію в рослини збільшується вміст органічного азоту, а мінерального (нітратів) – знижується [116].

Серед основних факторів довкілля на накопичення нітратів в рослині найбільше впливає вологість, світло, температура повітря та ґрунтів.

Зміна вологості неоднозначно впливає на накопичення нітратів у рослинній продукції. Інтенсивне зволоження ґрунту посилює поглинання нітратів корінням, що, у поєднанні із зниженими температурами, веде до надлишкового нагромадження їх рослинами [117].

Ґрунти потребують постійного тривалого екологічного моніторингу. Моніторинг показників родючості ґрунтів сьогодні є найбільш досконалим та відпрацьованим напрямом якісного і кількісного оцінювання ґрунтового покриву, який використовується в сільськогосподарській діяльності та слугує важливим інструментом для розроблення стратегії управління його продуктивністю й запобігання деградації [117].

Забруднення ґрунтів нітратами викликає глобальний інтерес з боку сучасної науки в зв'язку з підвищенням техногенного впливу на навколишнє природне середовище [118].

Відомо, що ризик забруднення рослинницької продукції істотно зростає в умовах ведення рослинництва за принципами інтенсивного землеробства.

Встановлено, що для інтенсивного землеробства характерне істотне зростання норм внесення мінеральних добрив та багаторазове застосування пестицидів при вирощуванні обмеженого набору культур у сівозміні з частим їх поверненням на те саме місце.

За внесення високих норм мінеральних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур у ґрунт надходять нітрати. За фактичного щорічного внесення 130 млн. тон мінеральних добрив на сільськогосподарські угіддя, серед них понад 70 млн. тон, або майже 54 % від їх загального обсягу, складають азотні мінеральні добрива, 39 млн. тон – фосфорні мінеральні добрива, що становить 30 % у структурі внесених мінеральних добрив та 26 млн. тон – калійні добрива (16 % у

структурі). Надлишок азотних добрив та їх не збалансування за фосфором і калієм підвищує небезпеку нітратного забруднення [119].

За даними Державної служби статистики, в Україні у 2019 році на 1 га було внесено 123 кг діючої речовини мінеральних добрив, найбільше – під цукрові буряки, овочеві, ріпак та кукурудзу.

У структурі внесених мінеральних добрив переважають азотні, на які припадає за даними Державної служби статистики України, 67,3 %, на фосфорні – 17,9 %, калійні – 14,8 %.

Проте в умовах інтенсивного землеробства, що характеризується внесенням значно вищих норм мінеральних добрив та частим застосуванням пестицидів, норми мінеральних добрив значно вищі [120].

Відомості про токсико-екологічні характеристики зернової продукції не втрачають актуальності. Серед усього різноманіття токсичних речовин, які надходять у зернову продукцію із засобами хімізації є також і важкі метали, такі як, свинець, кадмій, мідь, цинк та ін.

Важкі метали – це елементи, щільність яких складає більше 6 г/см^3 , а відносна атомна маса – понад 50 а.о.м. Переважна частина важких металів, зокрема Zn, Pb, Cu та Cd, є токсичними [121].

За даними науковців, небезпечність важких металів для рослинних агроценозів в першу чергу визначається їх рухомістю у ґрунті – першому середовищі, куди вони надходять у результаті господарської діяльності людини і обумовлює їх подальшу долю – міграцію у природні води, переміщення за трофічними ланцюгами, накопичення у біологічних об'єктах [122].

Більшість важких металів відносять до елементів слабого і дуже слабого біологічного поглинання. Але навіть в невеликих кількостях важкі метали можуть виявляти сильну токсичну дію на живі організми, через те, що здатні заміщувати мікроелементи в реакційних центрах ферментів, змінюючи їх функцію, брати участь в нуклеїновому обміні, біосинтезі білків, каталізувати реакції без ферменту, що в більшості випадків повністю пригнічує дію ферменту. Канцерогенна дія важких металів залежить від хімічної форми, в

якій метал надходить до живого організму. Найбільш токсичними є сполуки важких металів з органічними радикалами. Їх небезпечність полягає в тому, що вони здатні входити безпосередньо до водних та наземних трофічних ланцюгів [123].

За токсичністю метали посідають друге місце після пестицидів. За обсягом викидів у навколишнє природне середовище вони займають перше місце. Такі метали, як свинець, кадмій, ртуть, є надзвичайно токсичними для людини і тварин навіть у дуже малих концентраціях.

Деяка частина із цих елементів відіграє важливу роль, підвищуючи біологічну активність ферментів, гормонів та вітамінів.

Свинець не належить до переліку необхідних мікроелементів і є небезпечним токсикантом глобального значення.

Сучасна біосфера інтенсивно забруднюється свинцем у результаті життєдіяльності людини. Його виявлено в усіх рослинах, організмах тварин та у людей [124].

Характеризуючи свинець, необхідно сказати, що у сполуках він має валентність II та IV і утворює невелику кількість ковалентних зв'язків. Він характеризується низькими міграційними властивостями. У ґрунті свинець може накопичуватись у великих концентраціях. Цей елемент відносять до особливо небезпечних забруднювачів через його токсичність та інтенсивність надходження у навколишнє середовище. Свинець може накопичуватись у органах і тканинах організму тварин і людини.

Кадмій – це хімічний елемент з високою токсичною дією і за хімічними властивостями він є аналогом цинку.

Токсична дія високих концентрацій важких металів на рослину може проявлятися в порушенні надходження і розподілу інших хімічних елементів, тобто приводити до дисбалансу компонентів живлення у рослинах. Взаємодія елементів може бути антагоністичною та синергічною, що визначається властивостями елементів, ґрунту та фізіологічними особливостями рослин. Так, наприклад, надлишковий вміст Cd у ґрунті призводить до зменшення в рослині

кількостей фосфору, кальцію, магнію, заліза, цинку; надлишковий вміст цинку – до зменшення вмісту водню, міді, заліза; свинцю – до зменшення вмісту фосфору, кальцію, магнію, заліза, цинку, міді [125, 126].

Потрапляючи в ґрунт, кадмій порівняно легко проникає з коренів у надземні органи рослин і у відносно великих кількостях, у тому числі, й в органи асиміляторів. В переміщенні і розподілі в рослинах кадмій повторює близький по хімічних властивостях цинк, який необхідний репродуктивним органам. Між поглинанням кадмію і цинку рослиною існує прямий зв'язок, але все-таки кадмій надходить з коренів у рослину менш енергійно [127, 128].

Дослідниками доведено, що максимальна кількість кадмію накопичується в коренях рослин. На межі корінь-стебло існує фізіологічний захисний бар'єр [129].

Основний шлях надходження кадмію в рослини здійснюється через ґрунт, хоча не виключається потрапляння його в рослини через листя.

Розчинність і міграція кадмію у ґрунтах залежить від їх активної кислотності. Зокрема, найбільшу рухливість він має у кислих ґрунтах в інтервалі 4,5–5,5, тоді як у лужних – він не рухомий. Кадмій інтенсивно мігрує з ґрунту через кореневу систему в рослини та їх продукцію [130].

Кадмій є надзвичайно токсичним елементом, який має високу рухомість. Рослини швидко засвоюють його і нагромаджують у своїй вегетативній масі. Хімічний склад материнських порід є основним фактором, який визначає вміст кадмію у ґрунтах. Встановлено, що у верхньому шарі дерново-підзолистих і підзолистих ґрунтів фоновий вміст кадмію становить 0,7 мг/кг, у чорноземах – 0,7–1,0, а у сірих лісових – 0,65 мг/кг [131].

Мідь відносять до помірно токсичних елементів. Вона широко використовується, зокрема, в машинобудуванні, хімічній промисловості та інших галузях народного господарства. У сільському господарстві застосовують ряд препаратів, що містять сполуки міді, наприклад, фунгіциди, антигельмінти та ін. На відміну від інших досліджуваних металів, мідь

вважається необхідним для життя елементом, так як є складовою активних груп багатьох ферментів [131].

Мідь виконує ряд функцій в організмі, а саме: бере участь у кровотворенні, сприяє перетворенню заліза в органічно зв'язану форму, що в свою чергу посилює синтез гемоглобіну, бере участь у вуглеводному та мінеральному обміні речовин.

За результатами досліджень встановлено, що серед важких металів кадмій і цинк є більш доступними елементами в порівнянні з свинцем, хромом і ртуттю, але свинець і в порівняно низьких концентраціях має пригнічуючу дію на рослинні організми [132].

Доведено, що інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами підвищується у напрямку переважаючих вітрів.

Відомо, що концентрація важких металів у рослині може перевищувати в десятки і навіть сотні разів їх концентрацію в ґрунті.

Важливою залишається проблема забруднення зернової продукції стійкими органічними забруднювачами, серед яких основне місце посідають пестициди.

Пестициди – отрутохімікати, які широко використовують, як ефективний засіб боротьби зі шкідниками і хворобами рослин та засіб захисту тварин від ектопаразитів [133].

Пестициди відносять до групи стійких органічних забруднювачів (СОЗ). Згідно Стокгольмської конвенції про СОЗ, до групи СОЗ віднесені: алдрин, хлордан, ДДТ, діелдрин, ендрин, гептахлор, гексахлоробензен, мірекс, токсафен, дікофол, ендосульфат, ліндан, метоксихлор, пентахлорофенол. Пестициди у процесі застосування можуть потрапляти в атмосферу, воду, ґрунт, забруднюючи харчові продукти. Шкода, яка завдається пестицидами живій природі, не піддається точній оцінці – але цілком точно можна сказати, що вона величезна. Головні значення тут мають два фактори: те, що всі синтетичні пестициди – речовини, чужі живій природі та недоступні метаболічному розкладу і те, що практично всі вони здатні до біоаккумуляції, тобто містяться в живих організмах в більших концентраціях, ніж в середовищі.

Природа токсичності пестицидів різноманітна – це може бути канцерогенний або мутагенний ефект, дія на дихальну, ендокринну, імунну, нервову системи. Ступінь токсичності пестицидів визначається мірою легкості їх проникнення крізь шкіру, здатністю до накопичення в організмі (кумуляції), ступенем і швидкістю знешкодження і видалення з організму [124].

Застосування пестицидів є невід’ємною складовою частиною сучасних технологій вирощування зернової продукції, адже потенційні щорічні збитки від шкідливих організмів, якщо не вести з ними боротьби, досить масштабні. Однак, захищаючи врожаї, слід думати і про наслідки. Особливе навантаження пестицидів проявляється при впровадженні інтенсивних технологій. Пестицидне навантаження при вирощуванні культур у ряді випадків досягає значних обсягів, що неодмінно призводить до забруднення продукції рослинництва токсичними речовинами [129].

Протягом 40 років у світовому сільському господарстві широко використовували персистентні хлорорганічні пестициди. Серед них є супертоксиканти, а саме ДДТ і його метаболіти та ГХЦГ і його ізомери. Встановлено, що хлорорганічні пестициди проявляють мутагенний, тератогенний, ембріотоксичний, гонадотоксичний та канцерогенний ефекти. [130].

За результатами досліджень встановлено, що зернові культури мають слабку здатність до накопичення хлорорганічних пестицидів. При вирощуванні коренеплодів, сільськогосподарських культур родини гарбузових, бобових можливе значне забруднення біомаси токсичними речовинами через виражену здатність до біокумуляції хлорорганічних пестицидів [130].

Внаслідок сьогоденної техногенної катастрофи, значні території сільськогосподарських угідь зазнали радіоактивного забруднення, тому досить важливим є дослідження якості зернової продукції на забруднення радіонуклідами.

Найнебезпечнішими радіонуклідами є ^{90}Sr і ^{137}Cs [133]. Ізотопи стронцію викликають занепокоєння, оскільки вони відрізняються тривалим (29 років) періодом напіврозпаду, крім того, стронцій більш рухливий, ніж цезій, і легко

розчиняється у воді, а тому інтенсивно поглинається кореневою системою рослин. Враховуючи довготривалість і високу ціну вимірювань, спостереження за ^{90}Sr , на відміну від ^{137}Cs , зараз майже не відбувається [132].

Забруднення ^{90}Sr в основному зумовлено паливною компонентною викидів атомних електростанцій, і найбільші його рівні спостерігаються вздовж західного та у межах південного слідів радіоактивних випадів [133].

Отже, за результатами попередніх досліджень вчених, можна зробити висновок, що наукові дослідження щодо вмісту токсичних речовин у зерновій продукції досконало не проводились. Тому зважаючи на надзвичайну небезпеку їх накопичення, дане питання потребує проведення подальших досліджень та детального вивчення.

2.3. Екологічна оцінка зерна кукурудзи за вмістом токсичних речовин

Кукурудза має багато корисних властивостей, що обумовлюють їх різнобічне використання. Тому для всебічної оцінки якості зерна застосовують комплекс показників. Значимість цих показників якості неоднакова. Деякі з них дуже специфічні. Вони характеризують технологічні особливості окремих партій зерна. Однак існують універсальні показники, за якими отримують уявлення про харчові, кормові та технологічні характеристики доброякості будь-якої партії зерна, про стійкість його при зберіганні [134].

За результатами досліджень встановлено, що кукурудза відзначається цілим рядом кормових і харчових властивостей, використовується у різноманітних галузях сільського господарства і переробної промисловості. Її зерно містить 9-12% білків, 65-70% вуглеводів, 4-8% олії, 1,5% мінеральних речовин, з якого виготовляють 3500 видів продукції – борошно, крупу, харчовий крохмаль, цукор, сироп, рослинну олію, прохолодні напої, пиво, етиловий спирт, гліцерин, органічні кислоти, вітамін Е, консерви (цукрова кукурудза) та інші вироби. Із листя, стебел та стрижнів качанів виробляють

папір, целюлозу, ацетон, метиловий спирт, лінолеум, віскозу, активоване вугілля, пластмасу, анестезуючі засоби [134].

За даними авторів, за повної стиглості вміст вологи у зерні кукурудзи коливається в межах 28-37%, – коли припиняється надходження сухої речовини та починається процес зменшення маси зернівки через втрату вологи. Тобто фаза повної стиглості завершує онтогенетичний цикл, але певний час у рослинах тривають процеси життєдіяльності, спрямовані в основному на консервацію зернівки, її підготовку до наступного періоду вегетації [135]. Супроводжуються вони, насамперед, поступовим зменшенням вмісту вологи в зерні кукурудзи, що зумовлюється генетичними особливостями зразка. Від того як відбувається природний процес втрати вологи зерном кукурудзи, залежить якість посівного матеріалу, характеристики товарного зерна, визначаються господарські та економічні складові оцінки гібрида кукурудзи [136]. Якість зерна кукурудзи залежить від сукупного поєднання багатьох погоднокліматичних, ґрунтових та технологічних факторів. Для успішного регулювання та підвищення якості зерна кукурудзи необхідно ретельно вивчити та проаналізувати процеси, які відбуваються у кукурудзі у різні фази росту й розвитку з метою подальшого її регулювання [137]. Основними факторами, які впливають на якість зерна кукурудзи, є: спосіб збирання і вологість зерна. Якщо на перший фактор можливо вплинути фізично, тобто підібрати або купити нову техніку та обладнання, то вологість зерна зумовлюється лише вологовіддачею насіння кукурудзи, яка, в свою чергу, залежить від ФАО і регіону в якому вирощується рослина [138].

На інтенсивність вологовіддачі великий вплив мають фізіологічні властивості зерна: розмір, форма, фізична будова. Щільна оболонка зерна може утруднити процес випаровування вологи. Форма зерна теж грає важливу роль: зубоподібні зерна мають більшу ступінь вологовіддачі, хоча під час вегетації більше схильні до впливу зовнішнього середовища і грибних захворювань, тоді як кременисті види, навпаки, повільніше віддають вологу, але більш стійкі до впливу подразників [136]. Втрата вологості зерном кукурудзи під час дозрівання – складний інтегральний

процес, який залежить від багатьох чинників: – фізико-біохімічних властивостей зерна; – морфологічних ознак качана кукурудзи (товщина стрижня, лінійні розміри зернівки, крупність зерна, кількість і здатність до розкриття обгорток, проникнення качана, строки прояву чорного про шарку в зерні, консистенція ендосперму); – біологічних і онтогенетичних властивостей гібрида кукурудзи (тривалість латентної фази, стійкість до посухи) [139].

В Україні вологість зерна кукурудзи під час збирання значно коливається залежно від кліматичних зон вирощування. Так, за оптимальних строків сівби у Степу вологість зерна кукурудзи може становити 14-19%, у Лісостепу зазвичай – 20-25%, на Поліссі – 30-35%. До того ж восени створюються відповідні погодні умови, за яких природна вологовіддача практично припиняється і може вирівнюватись за групами. Відповідно до кліматичних зон, об'єктивність оцінювання тривалості вегетаційного періоду в Україні підвищуватиметься з півдня на північ, але важливим є виявлення строків збирання, які здатні найкраще диференціювати генотипи за вологістю зерна кукурудзи [139]. Серед існуючих способів тривалого зберігання зерна найбільш розповсюдженим є його зберігання у сухому стані, що і визначає необхідність проведення такої важливої технологічної операції як сушіння зерна, основне призначення якої – зниження вологості зерна до стану, при якому воно впадає в стан анабіозу. Просушене зерно досягає повної фізіологічної зрілості і може довгостроково зберігатися. Разом з тим, сушіння зерна є одним з найенергоємніших та дорогим процесом у післязбиральній обробці і зберіганні зерна. В Україні, як і за кордоном, для сушіння зерна використовують переважно конвективні сушарки шахтного, а останнім часом і колонкового типу, з гравітаційно-рухомим шаром зерна. Колонкові сушарки модульного типу різних закордонних виробників з'явилися в Україні у роки її незалежності і їхня кількість на підприємствах різних форм власності стрімко зростає. Однак найбільш розповсюдженими залишаються шахтні зерносушарки [140, 141].

Однією з причин незбалансованого розвитку агроєкосистем в Україні вітчизняні вчені вважають високий рівень техногенного забруднення

навколишнього природного середовища [142]. Найбільш поширеними поллютантами є важкі метали [143]. Обґрунтовану тривогу дослідників викликає зростання забруднення важкими металами, пов'язане з використанням автотранспорту, щорічним спалюванням мільйонів тонн вугілля та іншого палива, агротехногенним навантаженням. Упродовж останніх десятиліть щорічний видобуток кадмію з надр Землі у світі становить близько 22 тис. т, свинцю – 783 тис. т, цинку – 1,35 млн т [143]. Частина від загальної кількості надходить на поверхню ґрунту і депонується ним у міцно фіксованій формі, але значна кількість залишається мобільною, спричиняючи зміни агрохімічних і екотоксикологічних властивостей ґрунту. Особливо небезпечним є забруднення поллютантами сільськогосподарських угідь. В Україні близько 8% земель сільськогосподарського використання містять важкі метали вище гранично допустимої концентрації (ГДК) [142].

Забруднення ґрунтів важкими металами спонукає до пошуку способів очищення та ефективного використання цих земель. Депонування забруднювачів ґрунтом у ряді випадків унеможливорює реалізацію потенціалу сорту сільськогосподарських культур, спричиняє забруднення рослинницької продукції [143]. Адже у процесі онтогенезу рослин метали з ґрунту надходять до коренів і надземної маси, змінюючи кількісні та якісні характеристики урожаю сільськогосподарських культур [143].

Інтенсивна хімізація технологічних процесів вирощування зернових культур зумовлює внесення високих норм мінеральних добрив та пестицидів. Ці засоби сприяють накопиченню у зерні важких металів. У процесі зберігання продукції внаслідок перебігу фізіологічних реакцій, вміст цих речовин у зерні може змінюватися.

Дослідження проводили впродовж 2016-2017 рр. із вологим та висушеним зерном кукурудзи, вирощеним на полях з інтенсивною хімізацією технологічних процесів вирощування зернових культур у господарствах Вінницької області. Лабораторні аналізи зерна кукурудзи проводили у сертифікованій лабораторії випробувального центру Вінницької філії державної

установи «Інститут охорони ґрунтів України», де визначали вміст основних важких металів: свинцю, кадмію, цинку та міді у різні періоди після збирання урожаю: після збирання, через 3 місяці, 6 місяців, 12 місяців та 24 місяці після збирання культури.

Згідно ДСТУ у 30178-96 ГДК важких металів у зерні кукурудзи становить: свинець – 0,5 мг/кг, кадмій – 0,1 мг/кг, цинк – 50,0 мг/кг та мідь – 10,0 мг/кг. (табл. 2.1)

Таблиця 2.1

**Гранично допустима концентрація важких металів у зерні кукурудзи,
мг/кг**

Важкі метали	ДСТУ	Назва культури
		Кукурудза
Pb	30178-96	0,5 (0,3 для дитячого харчування)
Cd		0,1 (0,03 для дитячого харчування)
Cu		10,0
Zn		50,0

Аналізували вологе зерно кукурудзи з вологістю 28% та висушене на колонкових сушарках до вологості 15%. Вологість зерна на час збирання урожаю, його штучного досушування та через 2 роки після збирання, визначали у Науково вимірювальній агрохімічній лабораторії, кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Вологість зерна на час збирання склала 28%, що значно погіршує умови його зберігання, проведене штучне досушування зерна сприяло зниженню його вологості від 14% до 15%. Через 2 роки зберігання в природних умовах вологість зерна кукурудзи склала 11,1-11,3%, тобто зменшилась на 3,7% у висушеному зерні та на 16,9% – у вологому (табл. 2.2).

Динаміка вологості зерна кукурудзи

Період визначення і спосіб підготовки зерна	Вміст вологи, %
Після збирання урожаю (вологе зерно)	28
Штучне досушування зерна	15
Через 2 роки зберігання без штучного досушування	11,1
Через 2 роки зберігання штучно висушеного зерна	11,3

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

На час збирання вологого зерна кукурудзи вміст свинцю становив 1,25 мг/кг, що складає 2,5 ГДК. Через 3 місяці після збирання, вміст свинцю зменшився на 64,8% і склав 0,44 мг/кг, через 6 місяців – на 92,0% та склав 0,10 мг/кг і більше не змінювався. Зерно вологої кукурудзи через 6 місяців після збирання мало вміст свинцю, який становив 0,2 ГДК і був безпечним для використання (табл. 2.3).

Динаміка вмісту важких металів у вологому та висушеному зерні кукурудзи залежно від періоду очікування, мг/кг

Період очікування	Концентрація важких металів у зерні							
	Pb		Cd		Cu		Zn	
	без досуш.	з досуш.	без досуш.	з досуш.	без досуш.	з досуш.	без досуш.	з досуш.
Після збирання	1,25	0,22	0,02	0,04	0,95	1,00	17,90	23,20
Через 3 міс.	0,44	0,20	0,02	0,04	0,29	0,73	12,40	12,30
Через 6 міс.	0,10	0,14	0,01	0,01	0,13	0,60	10,50	9,80
Через 12 міс.	0,10	0,10	0,01	0,01	0,10	0,48	8,05	7,20
Через 24 міс.	0,10	0,10	0,01	0,01	0,10	0,35	8,00	7,11
НІР₀₅	0,1	0,05	0,01	0,02	0,2	0,2	3,3	4,5

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

На час збирання висушеного зерна кукурудзи вміст свинцю становив 0,22 мг/кг, що складає 0,4 ГДК і на 54,5% менше ніж вміст свинцю вологого зерна. Через 3 місяці після збирання, вміст свинцю зменшився на 9,1% і склав 0,20 мг/кг, через 6 місяців – на 36,4%, через 12 місяців – на 54,5% і склав 0,10 мг/кг та більше не змінювався. Зерно висушеної кукурудзи через 1 рік після збирання мало вміст свинцю, що становив 0,2 ГДК і відповідав вмісту свинцю у вологому зерні кукурудзи через рік після збирання. У вологому зерні кукурудзи на час збирання зернових вміст кадмію становив 0,02 мг/кг, що складає 0,2 ГДК. Через 3 місяці після збирання, вміст кадмію не змінювався і склав 0,02 мг/кг, а через 6 місяців вміст кадмію зменшився на 50,0% та склав 0,01 мг/кг і більше не змінювався.

У висушеному зерні кукурудзи на час збирання зернових вміст кадмію становив 0,04 мг/кг, що складає 0,4 ГДК і на 50,0% більше, ніж вологого зерна. Через 6 місяців вміст кадмію зменшився на 75,0% та склав 0,01 мг/кг і більше не змінювався. Зерно висушеної кукурудзи через 6 місяців після збирання мало вміст кадмію, що становив 0,1 ГДК і відповідало вмісту кадмію у вологому зерні кукурудзи через рік після збирання.

У вологому зерні кукурудзи на час збирання зернових вміст міді становив 0,95 мг/кг, що складає 0,1 ГДК. Через 3 місяці після збирання, концентрація міді зменшилась на 69,5% і склала 0,29 мг/кг, через 6 місяців – на 86,3%, через 12 місяців – на 89,5% та склала 1,10 мг/кг і більше не змінювалась. Зерно вологої кукурудзи через 1 рік після збирання мало концентрацію міді, що становила 0,01 ГДК.

У висушеному зерні кукурудзи на час збирання зернових вміст міді становив 1,00 мг/кг, що складає 0,1 ГДК і на 5,0% більше ніж вміст міді вологого зерна. Через 3 місяці після збирання вміст міді зменшився на 27,0% і склав 0,73 мг/кг, через 6 місяців – на 40,0%, через 12 місяців – на 52,0%, через 24 місяці – на 65,0% та склав 0,35 мг/кг. Зерно висушеної кукурудзи через 2 роки після збирання мало вміст міді, що становив 0,03 ГДК. У вологому зерні кукурудзи на час збирання зернових вміст цинку становив 17,90 мг/кг, що

складає 0,4 ГДК. Через 3 місяці після збирання, вміст цинку зменшився на 30,7% і склав 12,40 мг/кг, через 6 місяців – на 41,3%, через 12 місяців – на 55,0%, і через 24 місяці – на 55,3% та склав 8,00 мг/кг. Зерно вологої кукурудзи через 2 роки після збирання мало вміст цинку, що становив 0,2 ГДК.

У висушеному зерні кукурудзи на час збирання зернових вміст цинку становив 23,20 мг/кг, що складає 0,5 ГДК і на 22,8% більше, ніж вологого зерна. Через 3 місяці після збирання висушеного зерна кукурудзи, вміст цинку зменшився на 46,9% і склав 12,30 мг/кг, через 6 місяців – на 57,7%, через 12 місяців – на 68,9%, порівняно з періодом збирання зерна і через 24 місяці – на 69,3% та склав 7,11 мг/кг. Зерно висушеної кукурудзи через 2 роки після збирання мало вміст цинку, що становив 0,1 ГДК, що на 20,0% більше, ніж вологого зерна і був безпечним для використання.

За результатами власних досліджень встановлено, що штучне досушування зерна кукурудзи зумовлює виведення свинцю. В той же час вміст кадмію і міді у вологому та висушеному зерні кукурудзи був у межах похибки, а цинку – більше у висушеному зерні [144].

Отже, між вмістом свинцю, кадмію, міді та цинку у вологому і висушеному зерні кукурудзи та періодом очікування спостерігається обернена прямолінійна залежність: чим довший період очікування – тим менший вміст свинцю, кадмію, міді та цинку у зерні кукурудзи. Зменшення вмісту важких металів у зерні кукурудзи з часом зберігання зумовлене втратою вологи зерном.

З кожним роком усе гостріше постає проблема забруднення природного ґрунтового середовища шкідливими речовинами, які мають здатність накопичуватися у ґрунті і згодом переноситися у зернову продукцію. Одними із таких шкідливих речовин є нітрати, які потрапляють у ґрунт під час внесення мінеральних добрив для поповнення поживних речовин ґрунту [145].

Надмірний вміст нітратів в урожаї сільськогосподарських культур, сировині і продукції, є дефіцит розуміння сьогоденної ситуації, який вже привів до порогу злочинної безпечності і застосуванню необґрунтовано високих доз азотних добрив, незадовільна якість азотних добрив;

нерівномірний розподіл азотних добрив по поверхні поля при їх внесенні; надмірне захоплення пізньою підгодівлею сільськогосподарських культур азотом; порушення збалансованості співвідношення між азотом та іншими елементами живлення (насамперед фосфором і калієм); низький рівень культури землеробства і технологічної дисципліни при виконанні робіт; неприпустима зневага до введення науково обґрунтованих сівозмін на величезних посівних майданах і переважання монокультури; низький рівень знань провідних фахівців в господарствах; відсутність сортової політики при виведенні і вирощуванні сортів з низьким рівнем нітратів в урожаї; відсутність належного ефективного контролю як за ходом виконуваних робіт, так і за якістю кінцевого продукту – за змістом нітратів та інших речовин; слабка ефективність впровадження наукових розробок в практику отримання високоякісного урожаю [146].

Нітрати – це солі азотної кислоти, які є нормальним продуктом обміну азотистих речовин будь-якої живої істоти. Нітрати є життєво необхідними, тому що без них неможливий нормальний ріст і розвиток організму. Проте, у разі перевищення ступеня навантаження цих речовин на організм людини вони можуть негативно вплинути на стан здоров'я. Нітрати не мають виявленої токсичності, але приймання однієї дози 1...4 г нітратів спричинює у людей гостре отруєння. Під час споживання у підвищеній кількості нітрати у травному тракті частково відновлюються до нітритів, механізм токсичної дії яких на організм полягає в їх взаємодії з гемоглобіном крові та утворенні метгемоглобіну, нездатного зв'язувати і переносити кисень. Накопичення нітритів в організмі людини сприяє зменшенню кількості вітамінів А, В, С, В₁, В₆, що позначається на зниженні стійкості організму до дії різних негативних факторів, у тому числі й онкогенних. Крім того, із нітритів у присутності амінів можуть утворюватись N-нітрозозаміни, які мають канцерогенну активність, мутагенну та тератогенну дію [147, 148].

Токсичні реакції після годування худоби кукурудзою (особливо зеленою нарізаною) або дозволу тваринам пастися на кукурудзі можуть бути наслідком

отруєння нітратами або нітритами. Нітрит і діоксид азоту виробляються бактеріями, пов'язаними з рослинами кукурудзи, що викликає токсичність у людей і тварин. Крім того, у кукурудзі можуть міститися мікотоксини, що виробляються грибами, які можуть інфікувати рослини кукурудзи та/або зерно. Оскільки ці токсини виробляються асоційованими з рослинами мікроорганізмами. Нітрати поглинаються та використовуються рослинами в біосинтезі білків та інших азотовмісних компонентів. За певних умов навколишнього середовища, наприклад після припинення посухи, деякі види рослин можуть накопичувати відносно високі рівні нітратів, оскільки вони можуть бути присутніми у відносно високих рівнях у ґрунті. Кукурудза, особливо найнижчі частини стебла (< 20 см), може накопичувати нітрати до рівнів, які можуть бути токсичними для рослин. Жуйні менш сприйнятливі до отруєння нітратами, якщо їх раціон включає достатню кількість вуглеводів, а їх годують багатими на нітрати кормами. Мікроорганізми в рубці перетворюють нітрат на нітрит, який потім перетворюється на аміак іншими мікроорганізмами, що мешкають у рубці. Симптомами отруєння нітратами в основному є біль у животі, діарея та слиновиділення [149]

За результатами наших досліджень встановлено, що фактичний вміст нітратів у вологому зерні кукурудзи становив 10,23 мг/кг, що у 29,3 рази менше ГДК, у висушеному зерні кукурудзи – 9,12 мг/кг, що у 32,9 рази менше ГДК (табл. 2.4.) [150].

Таблиця 2.4

Вміст нітратів у зерні кукурудзи, мг/кг на період збирання культур

Назва культури	Вміст нітратів	
	факт.	ГДК
Кукурудза (волога)	10,23±0,8	300
Кукурудза (висушена)	9,12±0,6	300

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Отже, встановлено, що в умовах інтенсивної хімізації землеробства у вологому та висушеному зерні кукурудзи перевищень вмісту ГДК не виявлено.

Широке використання пестицидів у сільськогосподарському виробництві може також бути причиною забруднення рослинної продукції.

Хлорорганічні пестициди дихлордифеніл трихлорметилметан (ДДТ) і гамма-гексахлорциклогексан (ГХЦГ) є найтоксичнішими і мають здатність накопичуватись у рослинній продукції; ступінь накопичення залежить від особливостей сільськогосподарських культур; залишки цих пестицидів можуть зберігатися в рослинах до 90–150 днів [128].

За результатами токсико-екологічної оцінки зерна кукурудзи вирощеного в умовах інтенсивної хімізації землеробства встановлено, що вміст залишкових мікрокількостей γ – ГХЦГ у зерні кукурудзи становив менше 0,02 мг/кг при ГДК 0,5 мг/кг, ДДТ – менше 0,02 мг/кг при ГДК 0,2 мг/кг (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Вміст залишків пестицидів у зерні кукурудзи, мг/кг
на період збирання культур

Назва культури	Пестициди			
	γ – ГХЦГ		ДДТ	
	факт.	ГДК	факт.	ГДК
Кукурудза (волога)	<0,02	0,5	<0,02	0,2
Кукурудза (висушена)	<0,02		<0,02	

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Отже, за раціонального використання хімічних методів захисту рослин проти боротьби зі шкідниками, збудниками хвороб та бур'янами, накопичення пестицидів у зерні кукурудзи не відбувається, що створює передумови для отримання екологічно безпечної зернової продукції.

РОЗДІЛ 3. ЗНАЧЕННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В ФОРМУВАННІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

3.1. Екологічні переваги використання біопалив

Екологічні проблеми, що збільшуються, і виснаження запасів викопних видів палива є основними факторами, що викликають потребу в пошуку джерел відновлюваних видів палива. Обсяг ресурсної бази біологічної сировини Землі в багато разів перевищує запаси викопного палива. За деякими оцінками, загальна кількість рослинної та тваринної біомаси оцінюється у 800 млрд. тонн за щорічного приросту 200 млрд. тонн. Обсяг розвіданих родовищ нафти оцінюється у 200 млрд. тонн, кам'яного вугілля 500 млрд. тонн, газу – 100 млрд. тонн. Зростання цін на викопні палива також сприяло розвитку програм забезпечення енергетичної безпеки з урахуванням усіх типів енергоресурсів, у тому числі рослинного походження. Для виробництва біопалив може бути використана практично будь-яка сировина біологічного походження – від диких та домашніх тварин та рослин, а також продуктів їх життєдіяльності до харчових відходів та міських стічних вод. Біомаса – це відновлюване джерело сировини, яке після необхідної обробки може використовуватися як моторне паливо спільно або замість палива на основі нафти [151, 152]. У планах Європейського Союзу до 2020 року залучатиме 10% відновлюваних джерел енергії у виробництво палив [153].

Доступність чистої, безпечної та доступної енергії має сильну кореляцію з якістю життя кожної людини. Зі збільшенням населення та урбанізацією в 21 столітті, універсальна енергетична доступність стала однією з найбільших проблем, у досягненні цілей сталого розвитку.

Поліпшення економічної діяльності в країнах, що розвиваються, викликало швидке зростання попиту на енергію з супутнім зростанням викидів парникових газів (ПГ) і, як наслідок, загострення глобального потепління [154]. Подальше використання та споживання палива на основі викопних видів (ФВ) призвело до виснаження кінцевого запасу палива, викидів небезпечних газів,

забруднення наземного та водного середовища, зміни клімату та непоправної деградації довкілля. Нафта і газ можуть бути вичерпані протягом наступних 50 років, тоді як запасів вугілля може вистачити лише на наступні 115 років, виходячи з поточних темпів експлуатації [155, 156]. За допомогою цих сценаріїв дослідження з розробки доступних та стійких відновлюваних джерел енергії палива було збільшено, щоб задовольнити нинішні глобальні потреби в енергії без шкоди майбутньому. Завдяки своїм численним перевагам, у тому числі їх відновлюваності, екологічності, доступності сировини, гнучкості технології виробництва та їх доступності у твердому, рідкому та газоподібному станах, біопаливо набуло стійкої популярності як альтернатива викопному паливу. Інші системи відновлюваної енергії, такі як сонячна та вітрова не забруднюють навколишнє середовище, але вони не здатні поглинати викиди CO₂ і утворювати O₂. Таким чином, біоенергетика та біопаливо мають унікальну здатність підтримувати довкілля та екосистему Землі, тоді як сонячна та вітрова системи не впливають на природний баланс землі. З цих причин, використання біопалива, особливо як транспортного палива, продовжує збільшуватися з кожним роком.

Крім скорочення запасів, експлуатація, розвідка та споживання палива викопного палива справили серйозний вплив на навколишнє середовище, що призвело до підвищення середньої температури, міського смогу, кислотних дощів та ослаблення озонового шару. Це призвело до того, що екологи та підприємства посилили тиск на уряди та міжнародне співтовариство з метою впровадження стратегій, спрямованих на пом'якшення викидів вуглецю та просування до сталого, менш руйнівного, екологічно безпечного відновлюваного палива. Світове споживання викопного палива зросло з 47 566 терават-годин (ТВт-год) у 2008 році до приблизно 58 181 ТВт-год у 2018 році, а у 2019 році 136 761 ТВт-год і ця цифра з кожним роком збільшується. Основні продукти очищення сирової нафти, бензин і дизельне паливо, використовуються в двигунах внутрішнього згорання (ДВС). Тільки автомобільний транспорт

споживає близько 49% загальної світової нафти і призводить до викидів парникових газів [157, 158].

Наявні дані вказують на те, що світове виробництво біопалива зросло лише з 9,2 мільйона тонн нафтового еквівалента (Mtoe) у 2000 році до 63,15 Mtoe, 80,33 Mtoe та 95,38 Mtoe у 2010, 2015 та 2016 роках відповідно. Сполучені Штати Америки (США), Бразилія та Індонезія були найвідомішими виробниками біопалива, тоді як Китай і США очолили діаграму споживання викопного палива в 2018 році. З точки зору розміру ринку, світова вартість біопалива, за прогнозами, досягне 132,7 мільярда доларів США до 2023 року [159]. Це надзвичайне зростання, яке, як очікується, збережеться в осяжному майбутньому, зумовлене використанням відходів як сировини, критеріями стійкості, енергетичною безпекою та тарифами на імпорт.

З початку 1970-х років, коли вперше було використано слово «біопаливо», автори визначили термін як:

а) паливо, виготовлене зі свіжих живих мікро- або макроорганізмів або за допомогою них [160];

б) паливо, виготовлене прямо або опосередковано з біомаси [161];

в) рідке паливо отриманий з біомаси, наприклад, біодизель, вироблений з жирів і олій, біогаз, отриманий з відходи тваринного походження тощо [162];

г) паливо на біологічній основі, отримане природним чином з деревини та деревини тріска або сільськогосподарські відходи або хімічно перетворені з біомаси на деревне вугілля, біодизель, біоетанол та біометан [163]. Використовуючи ці визначення, ми можемо підсумувати це біопаливо утворюється з рослин, відходів тварин, гною, мулу тощо, у твердому, рідкому, або газоподібну форму, і може бути перетворена в інший різновид біопалива [164].

Основні вигоди та окупність, отримані від використання біопалива як форми поновлювані джерела палива включають:

1. Біопаливо є відновлюваним і є нейтральним щодо вуглецю, викидів CO₂ та парникових газів під час прогресування життєвого циклу [165].

2. Від використання біопалива утворюється менше викидів парникових газів у порівнянні з викопними паливами [166, 167].
3. Біопаливо є біорозкладним, стійким та екологічно безпечним [168, 169].
4. Біопаливо в основному виробляється з місцевих і доступних ресурсів, застосовуючи безпечні методи виробництва.
5. Виробництво та використання біопалива сприяють розвитку домашнього сільського господарства та інвестицій.
6. Біопаливо забезпечує покращення здоров'я та умов життя людей [170, 171].
7. Біопаливо створює робочі місця та зменшує імпорт енергії [172, 173].
8. Економічно, біопаливо сприяє стабілізації цін на енергоносії та створює зайнятість на макроекономічному рівні [174, 175].
9. Використання біопалива в побуті не викликає загрозливих для життя станів, на відміну від викопного палива [176, 177].

Незважаючи на ці переваги, висока початкова вартість виробництва та зберігання біопалива може стати стримуючим фактором для потенційних виробників і споживачів.

Існують виправдані побоювання, що підвищений попит на біопаливо призведе до зростання вартості відповідної сільськогосподарської та деревної сировини, а також іншої сировини [178, 179]. Крім того, постійний попит на деревину може призвести до швидкої вирубки лісів, тоді як для вирощування спеціальних дерев та інших неїстівних олій для виробництва біопалива потрібні величезні ділянки землі. Якщо говорити конкретно, метан, основний компонент біогазу, є основним фактором глобальної зміни клімату, і постійне використання біогазу може посилити руйнування озонового шару, тоді як біодизель, форма біопалива, створює високі викиди NO_x і сприяє більший знос двигуна порівняно з паливом FB. Незважаючи на перешкоди, біопаливо — це чистий, стійкий і доступний енергетичний ресурс, який може замінити паливо FB і врятувати людство від навислої екологічної катастрофи. Адаптація

біопалива як стійкого палива в різних галузях економіки є однією із стратегій зменшення викидів CO₂ та пом'якшення викидів вуглецю.

3.2. Класифікація біопалив

Біопаливо можна класифікувати на основі чотирьох параметрів, а саме фізичний стан, зрілість технології, виробництво сировини та виробництво продукції.

Класифікація на основі фізичного стану.

В принципі, будь-яка відновлювана та біологічна речовина може бути використана як паливо; таким чином, різноманітна сировина може розглядатися як біопаливо і може існувати в наступних трьох фізичних станах.

Тверде біопаливо. Як правило, будь-який твердий матеріал біомаси можна описати як тверде біопаливо. Тверда біомаса – це в основному будь-яка тверда сировина, яку можна перетворити на біопаливо. Прикладами такої твердої біомаси є лігноцелюлозна біомаса та різні види твердих відходів. У таблиці 1 наведено різні категорії твердого біопалива та деякі їх приклади. В ідеалі кожна з цих необроблених твердих біомас може бути використана безпосередньо, як тверде біопаливо або як сировина для інших форм виробництва біопалива.

Рідке біопаливо. Рідке біопаливо відноситься до будь-якого відновлюваного палива в рідкому вигляді. В основному вони використовуються, як транспортне паливо. У 2019 році виробництво рідкого біопалива зросло до 96 Mtoe з 82,31 Mtoe та 8,57 Mtoe, вироблених у 2016 і 1990 роках відповідно. Помітними прикладами рідкого біопалива є біодизель, біометанол, біоетанол, біобутанол, біопропанол, біомасло, реактивне паливо тощо.

Деякі з особливостей і переваг, які посилили дослідження та допомогли популяризувати застосування рідкого біопалива, включають наступне: їх висока горючість, вони безпечніші та прості в зберіганні, їх легко транспортувати трубопроводами, вони безпечніші для транспортування

порівняно з бензином, вони відносно недорогі, вони мають високе відношення енергії до маси, вони стабільні при зберіганні, вони достатньо невибухові.

Таблиця 3.1

Категорії твердого біопалива [180, 181, 182, 183]

Лігніноцелюозна біомаса			Тверді відходи
Сільськогосподарські рештки	Лісові рештки	Енергетичні культури	Тверді комунальні відходи
Пшенична солома	Дрова	Свічграс	Тверді комунальні відходи
Солома сорго	Деревні гілки	Міскантус	Оброблений папір
Кукурудзяні стебла	Тирса	Енергетична очеретна трава	Пластмаса
Ячмінна солома	Вербова стружка	Енергетичний очеретяний лист	Осад стічних вод
Виноградні кісточки	Деревина хвойних порід	Енергетична тростина	Харчові відходи
Рисова солома	Гібридна тополя	Пеннісетум	Висушений гній тварин
Рисове лушпиння	Листяні породи	<i>Triarrhena lutarioriparia</i>	Відходи птахівництва
Багасса з цукрової тростини	Евкالیпт	Листя трави	-
Шкірка з цукрової тростини	Фруктові дерева	Стебла трави	-

Рідкі біопалива розрізняють за типом використовуваного для нього виробництва рослинної сировини та методу її переробки [184]. Біопалива першого покоління отримують шляхом переробки харчових сільськогосподарських культур [185, 186, 187, 188]. Так, наприклад, етанол виробляється шляхом ферментації цукро- або крохмалевмісних рослин (зернові, цукрова тростина) і використовується як добавка до бензину (від 5 до 10 мас. %). За 2018 рік у Євросоюзі було виготовлено 5468 млн. л. біоетанолу [189]. У 2017 році використання у вигляді палива бензину з 10% добавкою етанолу від загальної кількості бензину досягло 13.4% у Німеччині, 38.8 у Франції, 68.0% у Фінляндії та 78.5% у Бельгії [190].

Недоліком даного типу палив є висновок із сегмента виробництва продуктів харчування значних обсягів зерна та цукрової тростини, що призводить до зростання цін на продукти харчування та необхідність

збільшення площі посівів [191]. До біопалив першого покоління також відноситься біодизель, одержуваний переестерифікацією рослинних або тваринних жирів [192, 193, 194] з утворенням метилових або етилових ефірів жирних кислот. У 2019 році тільки за травень у США було зроблено близько 600 млн л біодизеля і ця кількість щомісяця збільшується [195].

Газоподібне паливо. Біогаз/біометан, біоводень та біосингаз є найпоширенішими прикладами газоподібного біопалива. Вони мають широкий спектр застосувань, у тому числі для теплового, транспортного та використання тепла для виробництва електроенергії/енергії. Протягом багатьох років газоподібне біопаливо було широко вивчено та використано завдяки численним перевагам, які воно надає, зокрема [196]: вища реакційна здатність, утворення меншої кількості відходів при застосуванні, менше необхідних окислювачів, простота реакторів і простота керування.

Класифікація на основі зрілості технології.

Відповідно до ступеня зрілості технології або статусу технологій комерціалізації, біопаливо часто поділяють на звичайне біопаливо та передове біопаливо.

Звичайне біопаливо виробляється за допомогою вже комерційно доступних технологій. Такі технології продовжують розвиватися за рахунок економічної рентабельності. Приклади традиційного біопалива включають біоетанол, біодизельне паливо та біогаз, які отримують шляхом ферментації, переестерифікації та анаеробного розщеплення відповідно.

Ці технології були розроблені, комерціалізовані та адаптовані для локального виробництва. Загальноприйнятою сировиною для традиційного біопалива є цукрова тростина та цукрові буряки, кукурудза, пшениця, рослинна олія, тваринний жир, утилізований жир, відпрацьоване масло для смаження тощо. Комерціалізації цих категорій відновлюваного палива перешкоджає висока собівартість та збиткові роздрібні ціни [197].

Сучасне біопаливо. Технології конверсії для більшості передових біопалив, як правило, все ще знаходяться на стадії досліджень і розробок,

демонстрації або початкової комерційної стадії. Основні приклади включають гідроочищену рослинну олію, лігноцелюлозний біостанол, складні ефіри, утворені біомасою, біодизель із мікрроводоростей та біоводень. Беручи до уваги проблеми дефіциту сировини, втручання деяких видів сировини в харчовий ланцюг, а також низьку конкурентоспроможність витрат, пов'язану зі звичайним біопаливом, інвестиції та виробництво сучасного біопалива з неїстівної сировини стали обнадійливою альтернативою [198].

Класифікація на основі утворення вихідної сировини.

Сировина для виробництва біопалива поділяється на три категорії за рівнем виробництва: сировина першого покоління, сировина другого покоління і сировина третього покоління. Вибір сировини має величезний вплив на розробку та використання біопалива як заміника викопного палива. Вихідна сировина підбирається на основі ціни, вмісту вуглеводнів і здатності до біологічного розкладання. Наприклад, харчова сировина та сировина, що містить чистий цукор, є відносно дорогою. В якості сировини віддають перевагу простим цукрам, оскільки вони легко розкладаються мікробами, тоді як лігноцелюлозна біомаса вибирається на основі їх відносної доступності.

Сировина першого покоління.

Перші набори сировини, які були перетворені на біопаливо, називають сировиною першого покоління. Основними прикладами сировини першого покоління є рапсова олія, соєва олія, пальмова олія, соняшникова олія, кукурудза, цукрова тростина, пшениця та цукровий буряк. Екстраговані олії перетворюються на біодизель за допомогою процесу переетерифікації, тоді як етанол, форма біоспирту, виробляється з кукурудзи, цукрової тростини тощо шляхом прямого бродіння [199].

Завдяки низькій собівартості виробництва, хорошему співвідношенню собівартості та врожайності та великій кількості вуглеводів у формі крохмалю або сахарози в кукурудзі та цукровій тростині, використання цієї сировини набуло значних переваг. популярність і стати промисловим стандартом. Однак потреба у великих площах орної землі для вирощування рослин, вирубка лісів,

експлуатація природних екосистем, спалювання кущів, різкі зміни в екосистемі в результаті посилення сільськогосподарської діяльності, дискусії про їжу та енергію та стрибки цін харчових масел, що використовуються для біодизельного палива, є основними недоліками використання цього покоління сировини. Крім того, на процеси перетворення сировини впливають фізичні властивості біомаси. Продукти сировини першого покоління створюють більший вуглецевий слід порівняно з іншими поколіннями біопалива. Ці недоліки спонукали дослідників шукати мікроорганізми та інші форми сировини, щоб відповісти на посилені запити на біодизель та етанол [200, 201].

Сировина другого покоління.

Лігноцелюозна біомаса зазвичай називається сировиною другого покоління і перетворюється на біоетанол і біодизель. Лігноцелюозна біомаса завжди попередньо обробляється перед конверсією. Для цього проводять чотири процеси попередньої обробки, а саме: фізичні, біологічні, хімічні та комбінаторні (фізико-хімічні та біохімічні), є загальноприйнятими. Крім процесів попередньої обробки, застосовуються й інші процедури, призначені для перетворення лігноцелюозної біомаси в біоетанол включають гідроліз, бродіння та дистиляцію [203]. Біопаливо другого покоління включає целюлозу, геміцелюлозу та лігнін. Целюлоза і геміцелюлоза є полісахаридами і перетворюються на мономерні цукру шляхом фракціоналізації, тоді як мономерні цукри використовуються для виробництва біоетанолу шляхом мікробного бродіння. Лігнін являє собою складний ароматичний полімер поліфенолів і не тільки утворює зв'язок між геміцелюлозою та целюлозою, але й функціонує як перешкода до оцукрювання геміцелюлози і целюлози. Хоча лігноцелюозна біомаса робить не впливає на харчові ланцюги і розглядається як економічно доцільна сировина для виробництва відновлюваних джерел палива, його продукт також має ряд обмежень. Перетворення сировини другого покоління на біопаливо, страждає від багатьох технічних проблем і не має зрілої технології перетворення, яка робить його перетворення неекономічним і нежиттєздатним [204].

Сировина третього покоління.

Сировина третього покоління походить з непродовольчих джерел. Водорості, які підрозділяються на макроводорості та мікроводорості, є основним прикладом сировини третього покоління. Мікроводорості є мікроскопічними одноклітинними фотосинтезуючими мікроорганізмами, з яких може утворюватися більша кількість біомаси ніж із наземних рослин. Зазвичай вони мають розмір понад 400 мкм, від 1 мкм до 30 мкм діаметром [205] і може перетворювати біомасу водоростей, відходи та CO₂ в різноманітну біоенергію продукти фотосинтезу. Мікроводорості швидко ростуть при невеликих кількостях води на кг біомаси, виробляють велику кількість ліпідів і крохмалю для синтезу біопалива, і є здатний секвеструвати CO₂ з димових газів [206,

207]. Макроводорості є багатоклітинними морськими організми з низькою концентрацією целюлози і ліпідів і високим рівнем структур полісахаридів, але без вмісту лігніну [208]. Макроводорості, також звані морськими водоростями, здатні виростати до 60 м у довжину [209]. Мікроводорості поділяються на категорії відповідно до їх характерудоступність, у той час як макроводорості групуються з точки зору їх фотосинтетичної пігментації. Біомаса водоростей одержує CO₂ з викидів електростанцій і використовує CO₂ для свого зростання.

Біомаса перетворюється на CO₂ шляхом фотосинтезу, який виділяє кисень в атмосферу. Вирощування та використання водоростей як сировини для виробництва біопалива є одним стратегій пом'якшення викидів CO₂. Водорості - це організми, в яких швидко ростуть в солоній воді, міських стічних вод, водах берегової лінії та на землі, яка не є корисною для землеробства [210,211]. Біомасу водоростей можна вирощувати природним або штучним способом. Стратегії для штучного виробництво біомаси мікроводоростей і макроводоростей включає вирощування у відкритих водоймах, фотобіореактори (фототрофні реактори) та гетеротрофні аеробні ферментери [212]. Водорості широко використовується в якості екологічно чистої сировини для біопалива завдяки швидкому темпу акліматизації.

Зростання популярності на основі водоростей біопалива та отримання інших супутніх біопродуктів, включаючи натуральну косметику, аквакультуру, олії, пігменти, фармацевтичні препарати та харчові добавки [213].

3.3. Характеристика та джерела сировини для виробництва біоетанолу.

Етанол (етилловий спирт, метилкарбінол) – найбільш відомий представник класу спиртів, одноатомний спирт з формулою C_2H_5OH , горюча, летюча, безбарвна гігроскопічна рідина з характерним спиртовим запахом, має специфічну фізіологічну дію на людину і тварин. Етанол є важливим продуктом та основним або допоміжним видом сировини для виробництв харчової, хімічної, фармацевтичної, парфумерної, медичної, лакофарбової та інших галузей промисловості. У хімічній промисловості він використовується як сировина для синтезу низки хімічних речовин, таких як етилакрилат, етилацетат, етиламін, етилвініловий ефір. В останнє час значна увага приділяється етанолу як добавці до бензину, для часткової заміни нафти або як оксигенатної присадки для дизельного палива. Використання етанолу як добавки до бензину вже застосовується на практиці в США, Бразилії та інших країнах [214].

Існує два основних способи отримання етанолу: біотехнологічний (шляхом спиртового бродіння) та синтетичний (шляхом каталітичної гідратації етилену). Через високу ціну на етилен, субсидованого виробництва етанолу шляхом спиртового бродіння та низької конверсії етилену (менше 5 %) при підвищеній температурі виробництво другим способом неухильно скорочується, але все ж роботи в цій галузі ведуться, всього близько 7% етанолу проводиться цим шляхом [215].

Найбільш поширений спосіб отримання етанолу шляхом спиртового бродіння, і такий етанол прийнято називати біоетанолом. У 2018 році світовий обсяг виробництва біоетанолу становив 110 млрд л, і передбачається, що у 2022 році він досягне 140 млрд. л. Цей зростаючий ринок відображає підвищений

попит на розробку техніко-економічно здійсненних і стійких процесів, основаних на переробці вуглецевої фракції біомаси [216]

Біоетанол (як і інші біопалива: біобутанол, біодизель, метан, водень та синтез-газ) поділяється на 4 покоління залежно від природи сировини.

Біоетанол першого покоління. Традиційно біоетанол у промислових умовах одержують із цукро- та крохмалевмісних сировинних джерел: із зерна, цукробурякової меляси, цукрового буряку, картоплі; за кордоном – з кукурудзи, цукрової тростини, маніоку, сорго. Ця сировина відноситься до першого покоління, і біоетанол з нього також називається біоетанолом першого покоління.

Використання сировини першого покоління для виробництва біоетанолу цікаво позначається на продовольчій безпеці, т.к. вимагає земельних ресурсів і конкурує з харчовим та кормовим виробництвом [216].

Біоетанол другого покоління. Біоетанол другого покоління отримують з целюлозовмісної нехарчової сировини, такої як солома, макуха, жом, лісові залишки, а також спеціальні енергетичні культури, що вирощуються на маргінальних землях [217, 218].

Целюлозовмісна сировина характеризується широкою поширеністю, доступністю, великою кількістю (більше 50 % біомаси у світі), відновлюваністю, низькою вартістю та не конкурує з виробництвом продуктів харчування та кормів [219, 220].

Виробництво біоетанолу другого покоління у промисловому масштабі стикається з деякими технічними бар'єрами, через які в даний час виробництво вважається економічно неконкурентоспроможним порівняно з виробництвом біоетанолу першого покоління. В даний час обсяг виробництва біоетанолу з целюлозовмісної сировини становить менше 3% від загального обсягу виробництва біоетанолу [216].

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

4.1. Тривалість міжфазних періодів рослин гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень

Фактори навколишнього середовища впливають на ріст та розвиток рослин. Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи у більшості гібридів які вирощуються в Україні, коливається від 90 до 150 діб. Темпи росту і розвитку кукурудзи знаходяться в прямій залежності від різних факторів таких як особливості гібриду, вологозабезпеченість, температурний режим та забезпеченість макро- та мікроелементами [221, 16, 9].

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 [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.

В умовах Лісостепу правобережного застосування передпосівної обробки насіння стимулятором росту та проведення позакореневих підживлень листостеблової маси Емістимом С та Еколістом багатоконпонентним забезпечило подовження періоду –викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна, який настає на 37–40 добу після викидання волоті і дає можливість отримати сходи кукурудзи на 1–2 дні раніше. При цьому збільшувався вегетаційний період на 4–8 днів [103]. Фенологічні дослідження проводились на всіх ділянках дослідів. За початок фази вважали час, коли 10 % рослин вступили в ту чи іншу фазу розвитку, а при 75 % рослин – настання повної фази. Відмічали фази сходів, 12 листків, цвітіння, молочної стиглості та повної стиглості зерна.

Результати досліджень свідчать, що в середньому за три роки в умовах Лісостепу правобережного тривалість вегетаційного періоду досліджуваних

гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежала від гібриду, обробки насіння та позакоренових підживлень. Таким чином в середньому за роки досліджень на основі фенологічних спостережень виявлено, що у середньоранньої групи стиглості (рис. 3.1) найдовший вегетаційний період був у гібриду Переяславський 230 СВ за обробки насіння Поліміксобактерином та позакоренових підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо і в середньому тривав 116 діб, що на 6 діб більше ніж на контролі (без обробок).

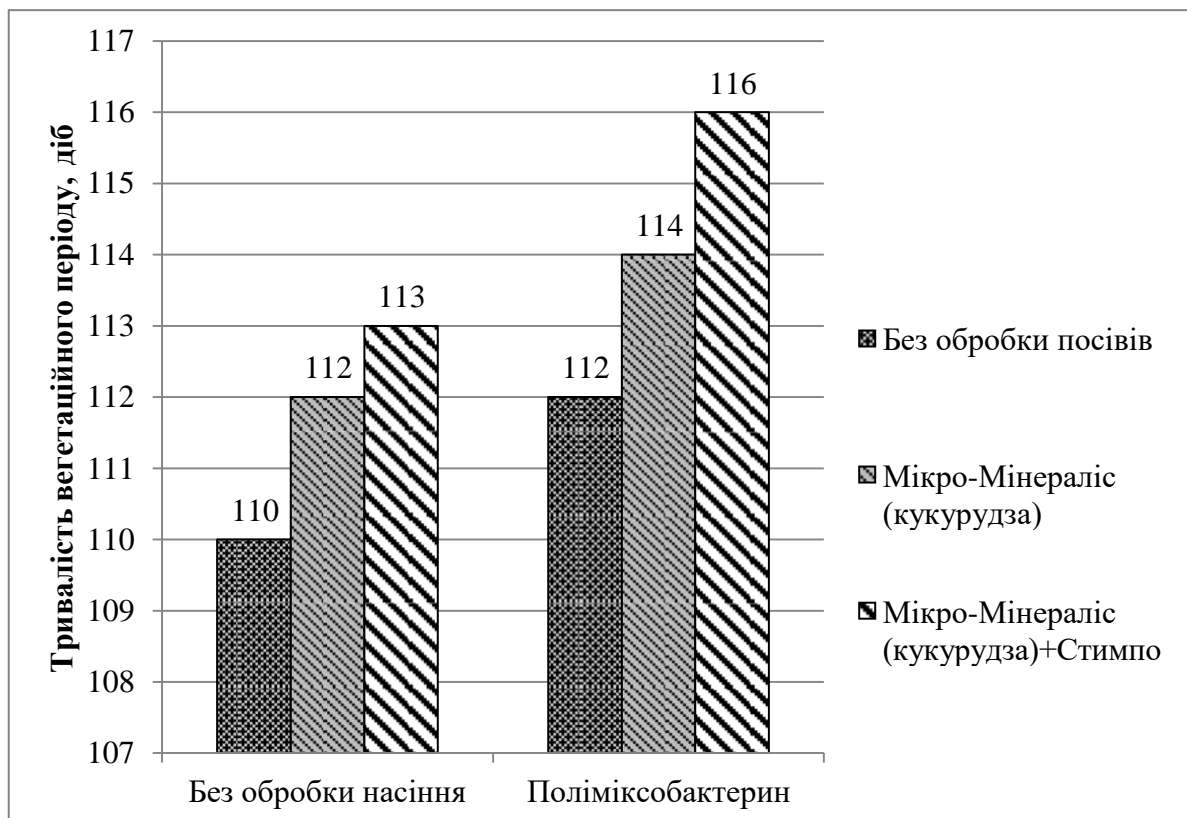


Рис. 4.1. Тривалість вегетаційного періоду середньораннього гібриду Переяславський 230 СВ залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, діб

Тривалість вегетаційного періоду гібриду Арія на контролі становив 107 діб (рис.3.2), а за використання позакоренового підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) він був довший на 2 доби. При використанні комплексу Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо він становив 110 днів.

Тривалість вегетаційного періоду на вище вказаному фоні з додаванням обробки насіння збільшувалась на 5 діб порівняно з контролем.

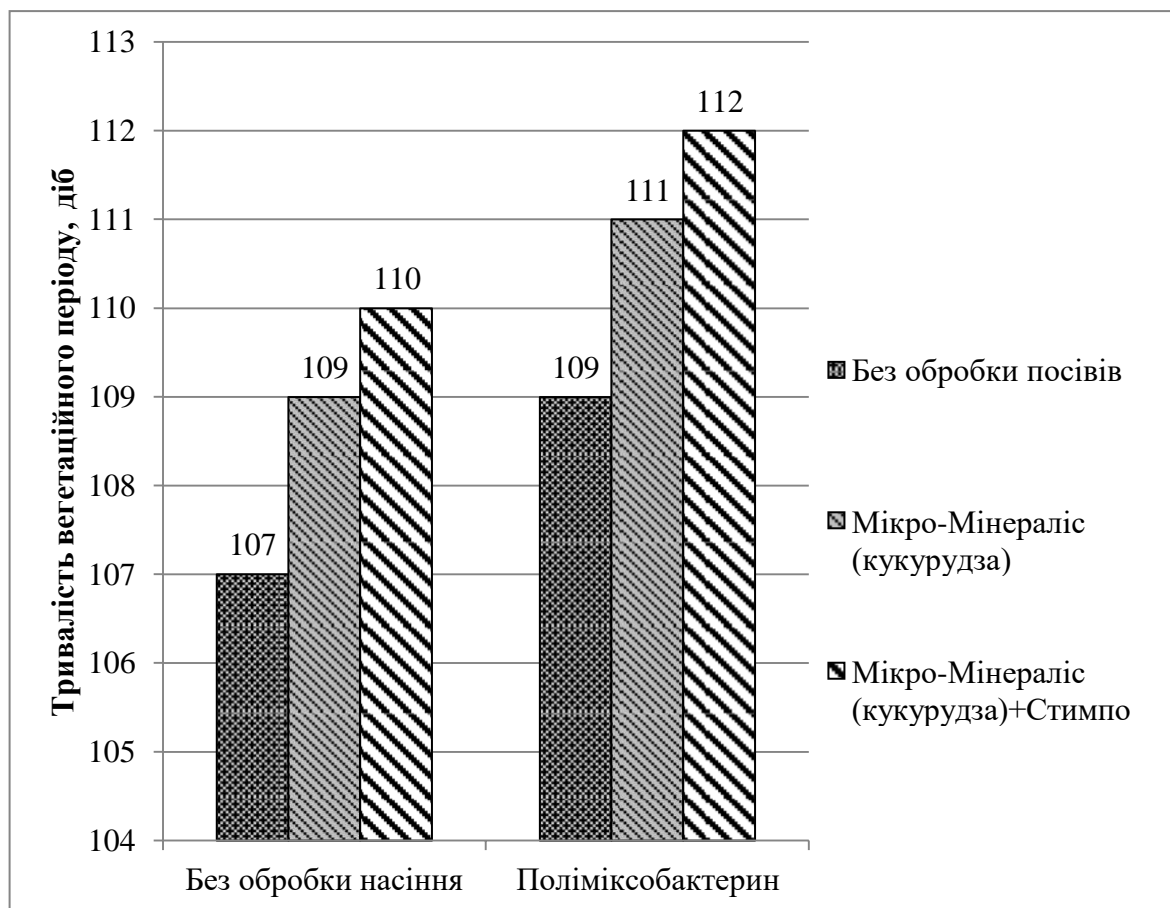


Рис. 4.2. Тривалість вегетаційного періоду середньораннього гібриду Арія залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень, діб

Відмічено, що період «сівба-сходи» скоротився на 1 добу порівняно з контролем при використанні передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином у гібридів середньоранньої групи стиглості.

Крім того, виявлено, що фаза молочної стиглості на контролі у гібриду Переяславський 230 СВ настає на 5 днів раніше ніж при використанні обробки насіння Поліміксобактерином, позакорневих підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) та на 3 доби раніше ніж за використання позакорневих підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо, і на добу ніж за використання лише Мікро-Мінераліс (кукурудза).

Аналогічна тенденція спостерігалась і у гібриду Арія використання комплексу обробки насіння з обробкою посівів мікродобривом та біостимулятором призвело до подовження тривалості фази молочної стиглості до 99 діб.

**Тривалість міжфазних періодів рослин середньоранніх гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, діб**

Гібрид (фактор А)	Передпосів- на обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Сівба- сходи	Періоди вегетації від повних сходів до		
				12 листків	цвітіння	молочної стиглості
Арія	Без обробки	Без обробки	9±0,7	45±0,4	66±1,3	93±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9±0,7	45±0,4	66±1,8	94±1,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9±0,7	45±0,7	66±1,1	95±0,7
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	8±0,4	42±0,7	63±1,3	96±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8±0,4	42±0,4	63±0,7	98±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8±0,4	42±0,4	63±1,6	99±1,1
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	9±0,7	46±0,7	67±1,1	95±0,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9±0,7	46±0,9	67±1,8	96±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9±0,7	46±0,7	67±0,7	98±1,1
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	8±0,4	43±0,4	65±1,3	98±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8±0,4	43±0,4	65±1,6	100±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8±0,4	43±0,7	65±0,9	101±0,7

У середньостиглої групи найдовший вегетаційний період (табл. 3.2.) був у гібриду Флагман за обробки насіння Поліміксобактерином та позакоренових підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо і в середньому тривав 127 діб, що на 5 діб більше ніж на контролі (без обробок). Тривалість вегетаційного періоду гібриду Діалог на цьому фоні становив 122 діб, що на 6 діб більше ніж на контролі (без обробок). Без обробки насіння, але за використання позакоренових підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вегетаційний період збільшився на 3 доби у Флагмана і на 4 доби у Діалога.

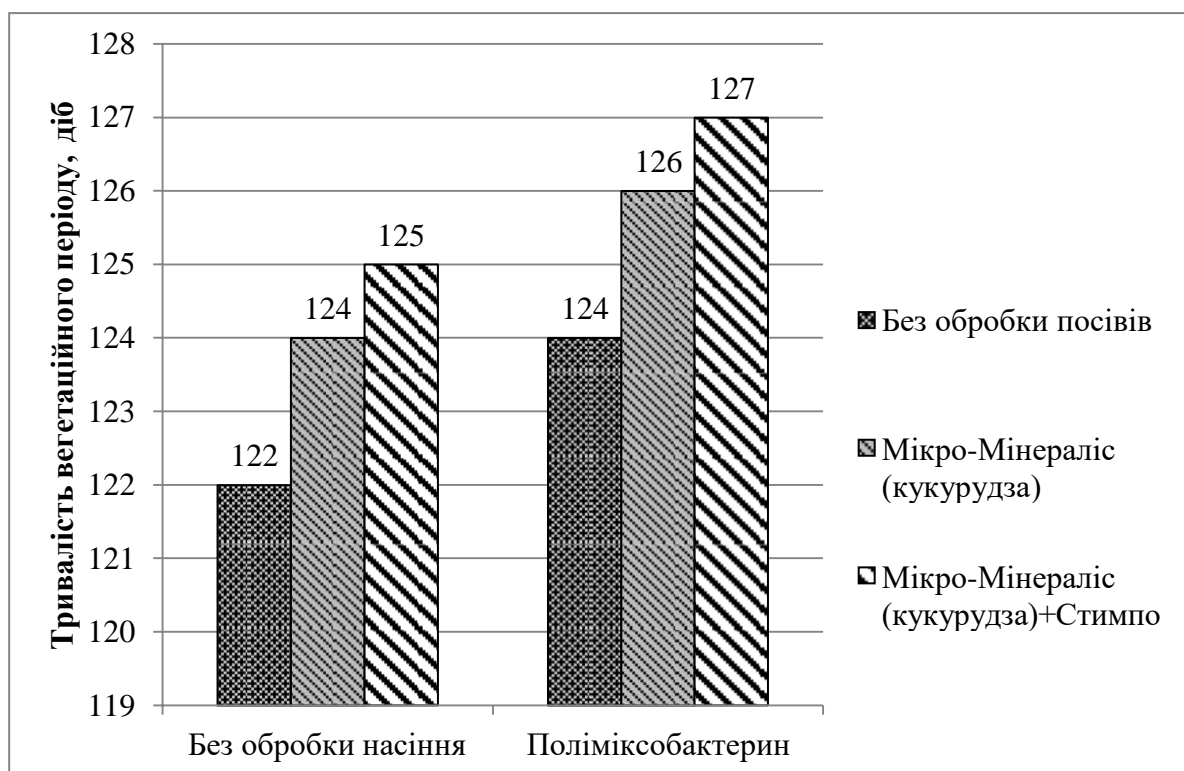


Рис. 4.3. Тривалість вегетаційного періоду середньостиглого гібриду Флагман залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень , дів

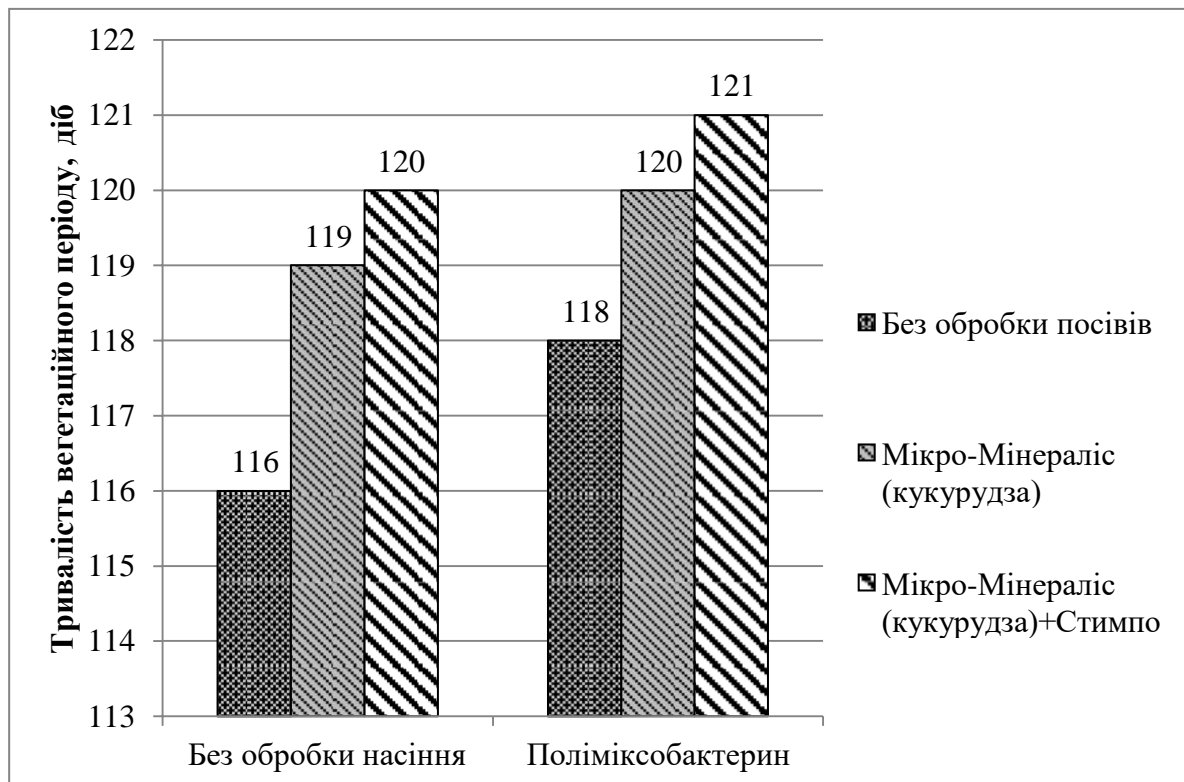


Рис. 4.4. Тривалість вегетаційного періоду середньостиглого гібриду Діалог залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень , дів

**Тривалість міжфазних періодів рослин середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, діб**

Гібрид (фактор А)	Передпосів- на обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Сівба- сходи	Періоди вегетації від повних сходів до		
				12 листків	цвітіння	молочної стиглості
Діалог	Без обробки	Без обробки	10±0,4	52±0,7	68±1,1	98±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10±0,4	52±0,4	68±0,7	100±0,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10±0,4	52±0,4	68±0,4	101±0,4
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	9±0,4	49±0,7	65±0,4	101±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9±0,4	49±0,4	65±0,7	103±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9±0,4	49±0,4	65±1,1	104±0,4
Флагман	Без обробки	Без обробки	10±0,4	53±0,7	69±0,4	101±0,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10±0,4	53±0,4	69±1,1	103±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10±0,4	53±0,4	69±0,4	104±0,7
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	9±0,7	50±0,7	66±0,7	104±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9±0,7	50±0,4	66±0,4	106±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9±0,7	50±0,4	66±1,1	107±0,7

У середньому тривалість вегетаційного періоду середньоранньої групи стиглості на контролі (без обробок) становила 109 діб, а за рахунок використання Поліміксобактерином та позакоренових підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо зростає до 114 діб. А у середньостиглої групи цей показник коливається від 119 діб на контролі до 125 діб за використання Поліміксобактерину та позакоренових підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо [222].

Отже, найбільш сприятливі умови для росту, розвитку та кращого проходження міжфазних періодів гібридів кукурудзи різних груп стиглості складались за вирощування їх на варіантах досліду де застосовували передпосівну обробку насіння препаратом Поліміксобактерин в комплексі з позакореневим підживленням препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

4.2. Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на висоту рослин кукурудзи

За даними Ф.М. Куперман, однією із головних ознак, що характеризує ріст і розвиток рослин, є висота. Тому відомості про темпи росту і розвитку рослин кукурудзи в онтогенезі дають можливість своєчасно впливати на процес формування високої продуктивності культури [223]. Темпи приросту рослин за параметрами висоти –є важливою морфологічною особливістю, по якій можна характеризувати реакцію рослин на зміни умов вирощування.

Висота рослин є одним з важливих біометричних показників росту кукурудзи. Залежно від технологічних прийомів і погодних умов вирощування даний показник може змінюватись. Стебло характеризується сильним ростом і високою щільністю [224]. Між висотою стебла і скоростиглістю сорту чи гібриду відмічена від'ємна кореляція. Разом із цим кожен із цих показників знаходиться під сильним впливом умов зовнішнього середовища.

Висота рослин тісно корелює з висотою прикріплення качана. Качани, які розташовані близько до поверхні ґрунту, більше ушкоджуються хворобами і шкідниками, повільніше втрачають вологу зерна у період дозрівання. Низьке прикріплення качана перешкоджає якісному механізованому збиранню кукурудзи. Проте надто високе розташування качанів часто призводить до зломів стебла і вилягання рослин.

Найбільш ефективно збирання врожаю забезпечує оптимальне прикріплення качана, особливо на ділянках гібридизації та розмноження, що значно збільшує збір насіння.

Висота рослин може слугувати побічним показником урожайності загальної біомаси, фотосинтетичного потенціалу, а менша мінливість її в роки з недостатнім зволоженням можна розглядати як більш високу стійкість окремого гібриду до несприятливих умов середовища, і в першу чергу, до посухи [14].

Спостереження Сатановської І.П. у 2013 році показали, що найбільший приріст висоти рослин у фазі молочно-воскової стиглості зерна кукурудзи відбувався при проведенні позакореневого підживлення мінеральним добривом Еколист багатокомпонентний та його поєднання з Емістимом С на фоні передпосівної обробки насіння стимулятором росту Емістим С [225].

Згідно досліджень Ю.О. Лавриненка та О.А. Гожа головними факторами, що впливали на ріст рослин у висоту, є параметри гібридів кукурудзи різних груп стиглості, регулятори росту та мікродобрива. Висота рослин змінювалась залежно від фази росту різних гібридів, видів препаратів для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. Залежно від цих факторів впливу вона коливалась у фазу молочної стиглості зерна від 225 до 281 см [226].

Щодо біометричних показників (висота рослин і закладання качанів, діаметр стебла, кількість листків та їх площа), то в середньому за роки досліджень, як на фоні застосування мінеральних добрив, так і без них, спостерігалася тенденція до їх збільшення при обприскуванні кукурудзи комплексними рідкими добривами у фазі 3–5 листків. Найбільші значення цих показників зафіксовано на фоні без внесення добрив при обприскуванні рослин препаратом реаком Р, а на мінеральному фоні – при використанні комплексного мікро- добрива реаком Плюс [227].

За результатами досліджень в умовах Лісостепу правобережного висота рослин кукурудзи досліджуваних гібридів середньоранньої та середньостиглої групи збільшувалась залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень.

Найвищий показник висоти у середньоранньої групи встановлений у гібриду Переяславський 230 СВ (табл. 3.3) у фазу молочної стиглості і становив 223 см, а за використання Мікро-Мінераліс (кукурудза) зріс до 228 см. За використання

комплексу бактеріального препарату, мікродобрива та стимулятора росту висота рослин становила 232 см.

Висота рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ у фазу 12 листків на контролі становила 134 см, а за використання Поліміксобактерину зросла до 137 см. За застосування Поліміксобактерину у комплексі з Мікро-Мінераліс(кукурудза) + Стимпо висота зросла до 140 см.

У фазу цвітіння висота рослин становила 216 см на контролі, а за використання комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо висота рослин становила 223 см. За застосування бактеріального препарату Поліміксобактерин у комплексі з мікродобривом та стимулятором росту 226 см, а застосування лише бактеріального препарату 219 см.

Висота рослин гібриду Арія у фазу 12 листків на контролі становила 126 см, а за використання позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) зросла до 128 см. Використання комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечило збільшення висоти рослин кукурудзи до 130см.

Обробка насіння кукурудзи мікробіологічним фосфор мобілізуючим препаратом призвело до збільшення висоти рослин порівняно з контролем до 128 см.

За використання комплексу обробки насіння Поліміксобактерином та використання позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) висота зросла до 131 см. Застосування обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) разом з біостимулятором росту Стимпо, висота рослин кукурудзи порівняно з контролем на 7 см.

Висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння на контролі становила 203 см, а за використання Мікро-Мінераліс (кукурудза) зросла до 208 см. При застосуванні обробки насіння Поліміксобактерином висота рослин кукурудзи збільшилась на 5 см. А за рахунок комплексного використання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо висота порівняно з контролем зросла до 213 см.

**Висота рослин за фазами розвитку середньоранніх гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, см**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	126±3,8	203±7,8	208±4,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	128±3,8	208±4,0	212±4,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	130±5,3	209±4,0	214±5,1
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	128±4,4	208±5,3	212±3,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	131±4,4	212±5,1	216±5,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	133±2,4	213±5,8	218±4,7
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	134±4,4	216±4,0	223±4,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	136±4,7	222±5,3	228±3,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	138±6,4	223±5,3	229±4,0
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	137±3,8	219±4,0	227±5,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	139±4,4	224±5,1	231±3,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	140±4,4	226±4,0	232±5,1

У фазу молочної стиглості висота рослин кукурудзи становила 208 см, а за використання позакоренового підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо висота зростає на 6 см порівняно з контролем. А за рахунок використання обробки насіння висота гібриду Арія зростає до 212 см. Застосування разом з обробкою насіння позакоренового підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо зростає на 10 см порівняно з контролем.

Гібриди середньостиглої групи значно не відрізнялися за показником висоти, але відреагували на застосування обробки насіння та позакоренових підживлень збільшенням даного показника.

Таблиця 4.4

Висота рослин за фазами розвитку середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, см

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Діалог	Без обробки	Без обробки	127±5,6	207±5,3	212±4,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	130±6,7	212±5,3	217±5,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	131±6,7	213±4,7	218±5,3
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	131±6,0	210±5,3	215±4,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	133±6,0	215±6,7	219±5,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	135±5,3	216±6,0	221±5,3
Флагман	Без обробки	Без обробки	131±2,7	214±4,0	219±4,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	134±4,0	218±4,0	223±4,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	135±4,0	221±4,0	225±4,0
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	134±4,0	218±4,7	224±3,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	138±4,0	224±4,7	227±4,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	139±3,3	226±4,0	229±4,0

Висота рослин гібрида Діалог у фазу 12 листків на контролі становила 127 см, а за застосування застосування Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечило збільшення до 131 см. Використання Поліміксобактерину забезпечило збільшення висоти рослин кукурудзи до 131 см, а його застосування в комплексі з мікродобривом і стимулятором росту відповідно до 135 см.

Найвищий показник висоти у фазу цвітіння спостерігався за використання комплексу допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікродобривом та стимулятором росту і становив 216 см.

На контролі у фазу молочної стиглості висота рослин кукурудзи гібриду Діалог становила 212 см, а при використанні мікродобрива вона зростає до 217 см. При застосуванні обробки рослин комплексом мікродобрива та стимулятора даний показник зріс до 218 см, а при обробці насіння і позакореному підживленні комплексом мікродобрива і стимулятора висота зростає до 221 см.

А висота у фазу 12 листків гібрида Флагман на контролі становила 131 см на контролі, а за застосування комплексу мікродобрива та стимулятора зростає до 135 см. При використанні Поліміксобактерину висота рослин становила 134 см, а при використанні Поліміксобактерину у комплексі з Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо висота зростає до 139 см.

У фазу цвітіння висота рослин становила 214 см на контролі, за використання Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вона зростає до 221 см, а при використанні бактеріального препарату з мікродобривом і стимулятором росту зростає до 226 см. При використанні лише обробки насіння висота рослин кукурудзи становила 218 см.

На контролі у фазу молочної стиглості висота рослин кукурудзи гібриду Флагман становила 219 см, а при використанні мікродобрива вона зростає до 228 см. При застосуванні обробки рослин комплексом мікродобрива та стимулятора даний показник зріс до 225 см, а при обробці насіння і позакореному підживленні комплексом мікродобрива і стимулятора висота зростає до 229 см [228].

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що максимальної висоти рослин кукурудзи 218 см гібриду Арія, 232 см гібриду Переяславський 230 СВ, 230 см гібриду Діалог та 229 см гібриду Флагман досягають при проведенні передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин у поєднанні з позакореновими підживленнями мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту Стимпо.

4.3. Динаміка накопичення сирої та сухої маси рослинами гібридів кукурудзи

Показники продуктивності рослин кукурудзи такі як динаміка приросту сирої біомаси та сухої речовини, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал посівів, чиста продуктивність фотосинтезу мають важливе значення для формування високого врожаю зерна кукурудзи [229].

Інтенсивність та тривалість накопичення сухої речовини значною мірою залежать від приросту рослин у висоту, їх біологічних особливостей та енергії фотосинтетичного потенціалу. З інтенсивністю ростових процесів прискорюється формування асиміляційної поверхні, збільшується фотосинтетична діяльність рослин, а отже зростає їх потенційна врожайність.

Найбільше накопичення (90-95 %) сухої маси урожаю відбувається шляхом фотосинтезу, що триває в листках [230]. А тривалість та інтенсивність накопичення сухої та сирої речовини залежить від біологічних особливостей приросту рослин та фотосинтетичного потенціалу [231].

Згідно досліджень Рихлівського І.П. та Вахняка В.С. на чорноземі типовому глибокому малогумусному встановлено, що гібрид ранньостиглої групи PR 39 Н 32 (контроль) в середньому за два роки досліджень формував вегетативну масу 420-425 ц/га. Більш пізньостиглі сорти (Пустоварівський та ДК-315) за аналогічних умов формували дещо вищий показник вегетативної маси (відповідно на 1,4-3,6 %). А збір сухих речовин у гібридів кукурудзи в середньому за 2013-2015 рр. становив від 242,0 до 253,6 ц/га. Найвищим він був на контролі в гібриду ФАО 200 і найнижчим – у пізньостиглого гібриду ДК-315 – 242,0 ц/га, що менше на 4,6 % [232].

На основі проведених досліджень впродовж 2015 – 2017 рр. в умовах Лісостепу правобережного сира маса рослин кукурудзи досліджуваних гібридів середньоранньої та середньостиглої групи збільшувалась залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень (рис. 4.5; 4.6; 4,7; 4,8).

У першій період кукурудза розвивається дуже повільно і через 25-30 днів досягає 20-25 см, а після утворення 6-8 листків ріст значно посилюється. До фази

молочної стиглості відбувається нагромадження зеленої маси і сухих речовин, а потім збільшується лише кількість сухих речовин.

Наростання сирії наземної маси гібриду Арія у фазі 12 листків з використанням позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) зросла на 17,16 % відносно контролю. Використання комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечило збільшення сирії маси рослин кукурудзи на 24,23 % відносно контролю. Обробка насіння кукурудзи мікробіологічним фосформобілізуючим препаратом призвело до збільшення сирії маси рослин порівняно з контролем на 0,38 т/га. За використання комплексу обробки насіння Поліміксобактерином та використання позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) сира маса зросла на 20,06 % відносно контролю. Застосування обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) разом з біостимулятором росту Стимпо, сира маса рослин кукурудзи зросла на 28,22 % відносно контролю.

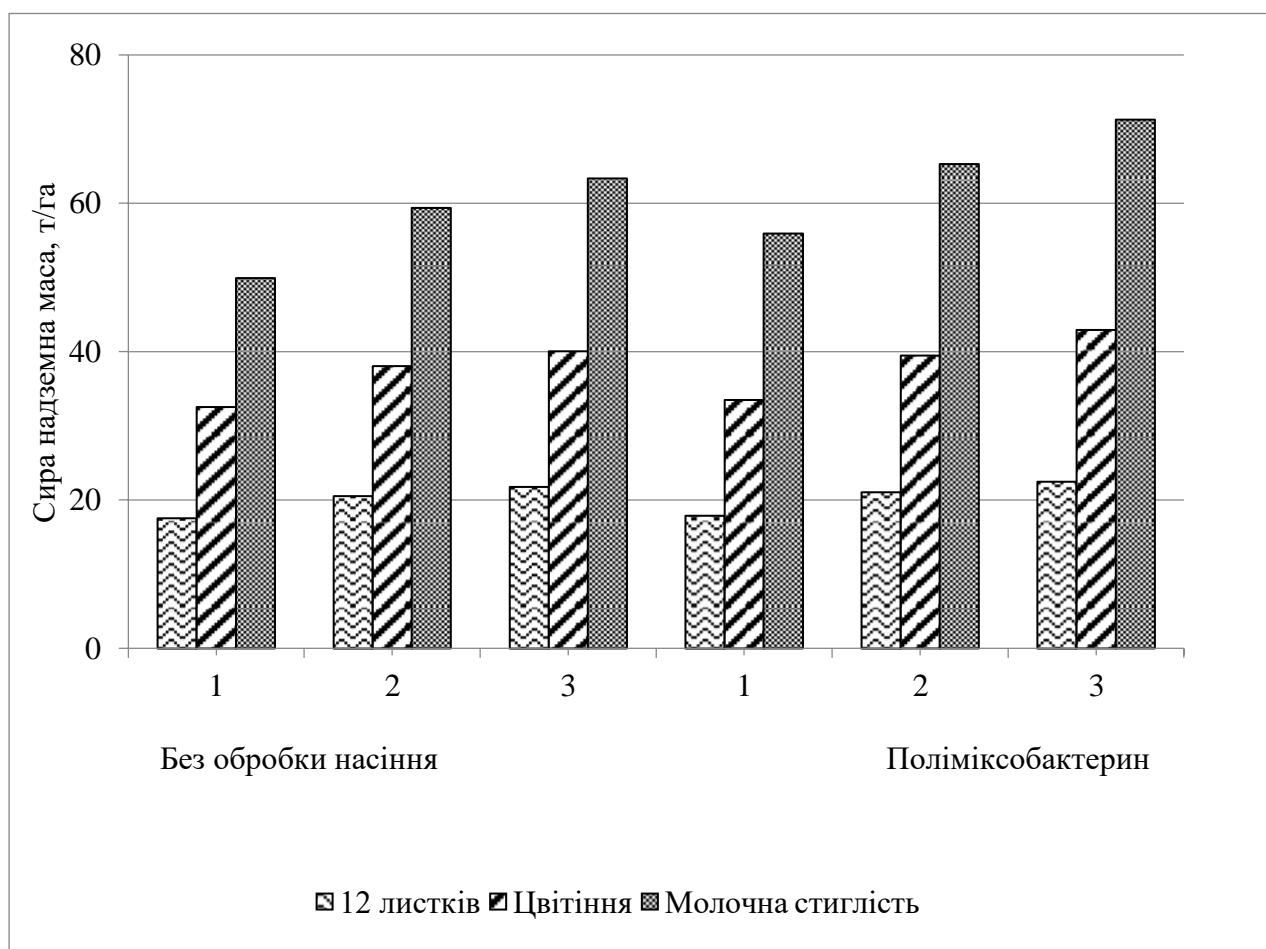
Сира маса рослин кукурудзи у фазу цвітіння за використання Мікро-Мінераліс (кукурудза) зросла на 17,07 % відносно контролю. При комплексному застосуванні Мікро-Мінераліс (кукурудза) та Стимпо сира маса рослин у фазі цвітіння збільшилася на 23,19 % відносно контролю.

При застосуванні обробки насіння Поліміксобактерином сира маса рослин кукурудзи збільшилась на 0,96 т/га порівнюючи з контролем. А за рахунок комплексного використання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса зросла на 32,02 %.

У фазу молочної стиглості сира маса рослин кукурудзи за використання позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) +Стимпо сира маса зросла на 13,42 т/га порівняно з контролем. А за рахунок використання обробки насіння сира маса гібриду Арія зросла на 12,04 % відносно контролю.

Сира маса рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ у фазу 12 листків за використання Поліміксобактерину зросла на 0,2 т/га відносно контролю.

З застосуванням Поліміксобактерину у комплексі з Мікро-Мінераліс(кукурудза) + Стимпо сира маса зросла на 26,2 % відносно контролю.



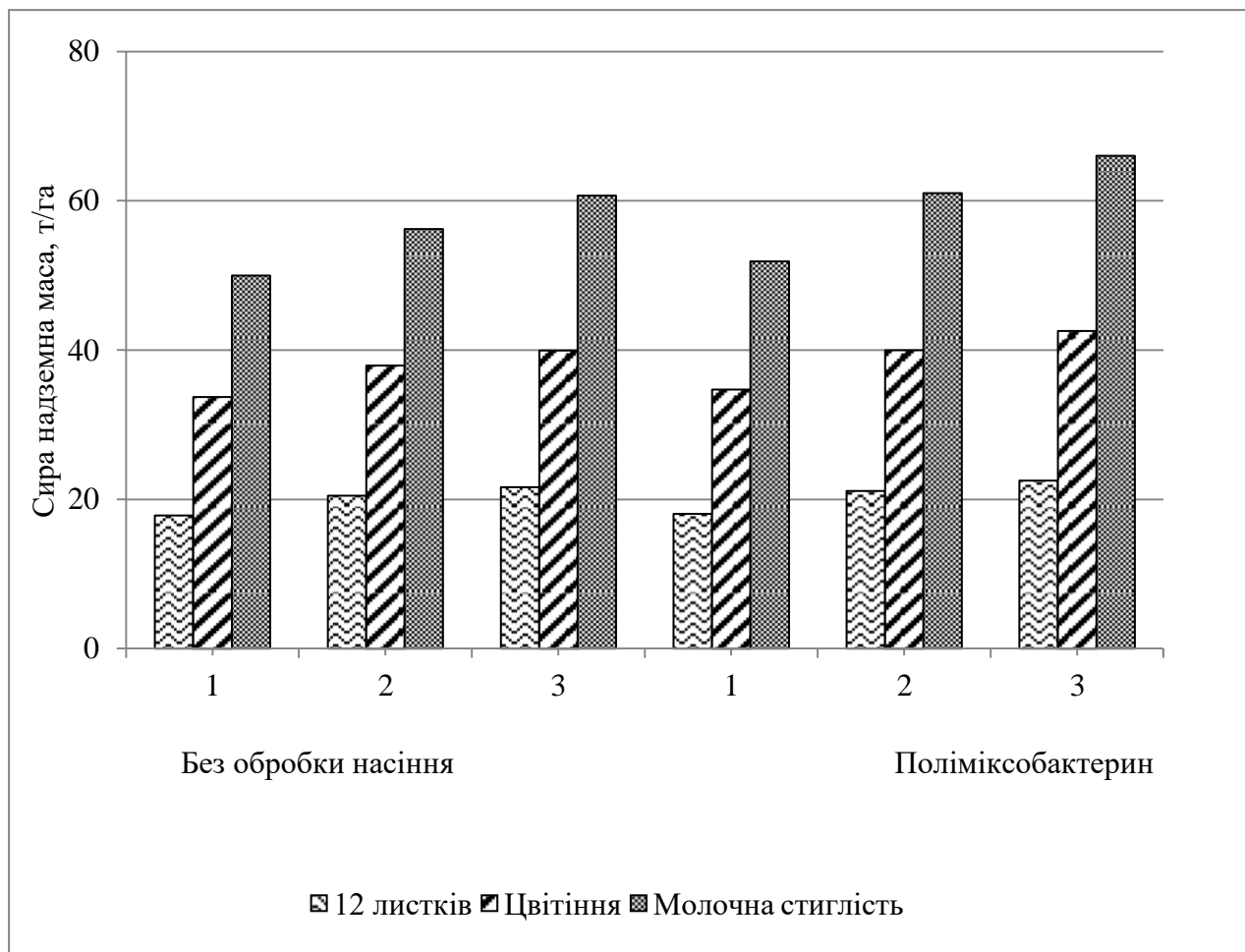
Примітка: 1. Без підживлення (обприскування водою); 2. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га); 3. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га) + Стимпо (25 мл/га).

Рис. 4.5. Наростання сирі наземної маси середньораннього гібриду кукурудзи Арія залежно від впливу обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га

У фазу цвітіння, сира маса рослин гібриду Переяславський 230 СВ за використання комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса рослин збільшилась на 18,49 % відносно контролю. За умови застосування бактеріального препарату Поліміксобактерин у комплексі з мікродобривом та стимулятором росту – збільшилась на 26,14 % відносно контролю.

У фазу молочної стиглості сира маса рослин гібриду Переяславський 230 СВ із застосуванням комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо

сира маса рослин збільшилась на 21,38 % відносно контролю. Застосування обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) разом з біостимулятором росту Стимпо, сира маса рослин кукурудзи зростає на 32,1 % відносно контролю, а з застосуванням лише бактеріального препарату Поліміксобактерин сира маса збільшилась на 1,88 т/га.



Примітка: 1. Без підживлення (обприскування водою); 2. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га); 3. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га) + Стимпо (25 мл/га).

Рис. 4.6. Наростання сирової наземної маси середньораннього гібриду кукурудзи Переяславський 230 СВ залежно від впливу обробки насіння та позакорневих підживлень, т/га

Гібриди середньоранньої групи значно не відрізнялися за показником сирової маси, але відреагували на застосування обробки насіння та позакорневих підживлень збільшенням даного показника.

Сира маса рослин кукурудзи середньостиглого гібриду Діалог у фазу 12 листків при використанні позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) зроста на 13,31 %. При комплексному застосуванні Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса рослин зроста на 25,95 % відносно контролю.

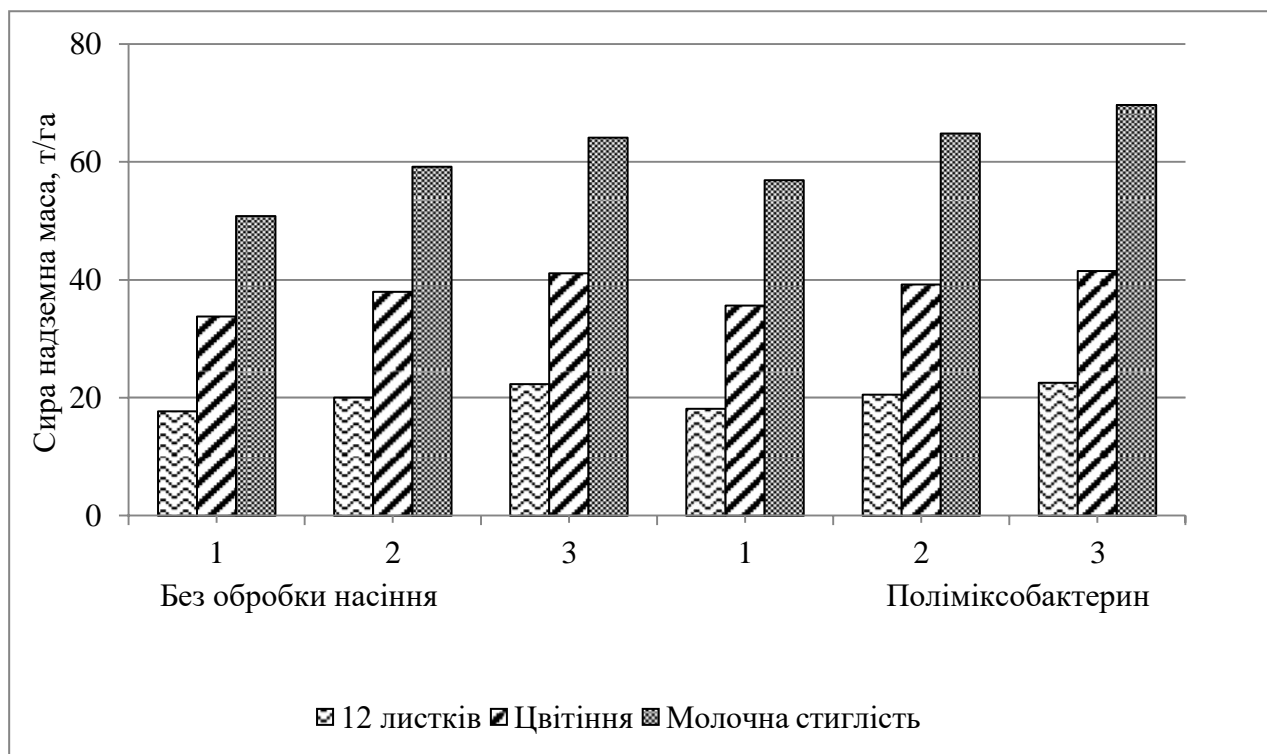
Після передпосівної обробки насіння кукурудзи Поліміксобактерином сира маса рослин у фазу 12 листків збільшилася на 0,43 т., а при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння кукурудзи Поліміксобактерином та позакореневих підживлень Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса кукурудзи гібриду Діалог збільшилась на 27,25 % відносно контролю.

У фазу цвітіння сира маса кукурудзи гібриду Діалог при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) сира маса зроста на 12,33 % та 21,65 % при застосуванні комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Після обробки насіння кукурудзи гібриду Діалог Поліміксобактерином сира маса рослин у фазу цвітіння зроста на 5,41 % відносно контролю, а при комплексній дії передпосівної обробки насіння рослин та застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса рослин зроста на 22,77 % відносно контролю.

У фазу молочної стиглості на контролі сира маса рослин кукурудзи гібриду Діалог при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) сира маса збільшилась на 16,43 % відносно контролю, а з використанням комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса рослин зроста на 26,12 % відносно контролю.

При застосуванні обробки насіння кукурудзи гібриду Діалог Поліміксобактерином у фазі молочної стиглості сира маса збільшилась на 11,95 % відносно контролю. Після застосування комплексу препаратів позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння рослин Поліміксобактерином було зафіксовано найбільший показник сирої маси рослин у фазі молочної стиглості який на 36,99 % більший за контроль.

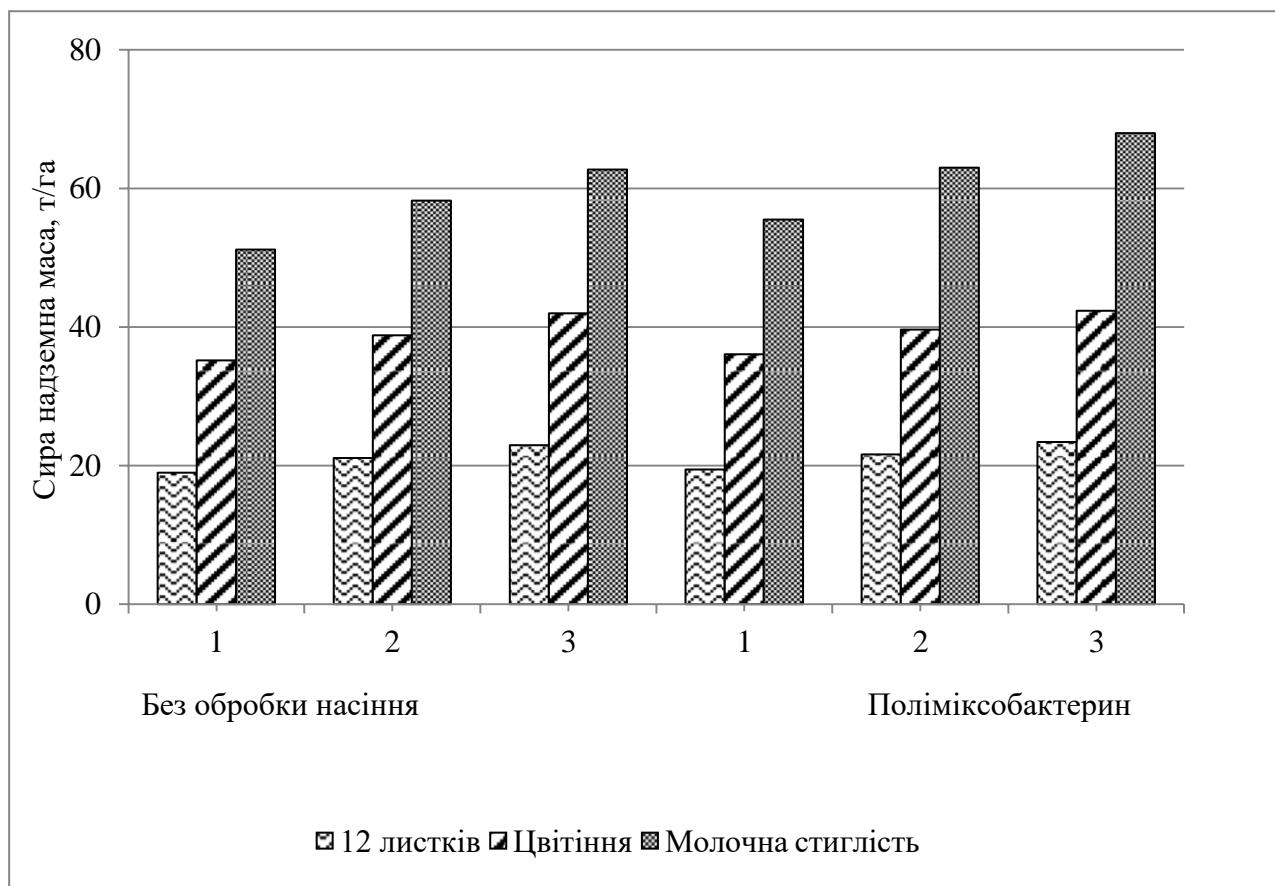


Примітка: 1. Без підживлення (обприскування водою); 2. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га); 3. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га) + Стимпо (25 мл/га).

Рис. 4.7. Наростання сирі наземної маси середньостиглого гібриду кукурудзи Діалог залежно від впливу обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га

Сира маса рослин кукурудзи гібриду Флагман у фазу 12 листків при застосуванні позакоренового підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) сира маса рослин збільшилась на 11,11 %. При комплексному застосуванні препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса рослин кукурудзи зростає на 20,91 % відносно контролю.

При обробці насіння кукурудзи гібриду Флагман у фазу 12 листків сира маса збільшилась на 0,46 т/га відносно контролю, а найбільше зростання сирі маси рослин у фазі 12 листків було зафіксовано при комплексному використанні передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакоренового підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо, яке забезпечило збільшення сирі маси на 23,34 % відносно контролю.



Примітка: 1. Без підживлення (обприскування водою); 2. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га); 3. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га) + Стимпо (25 мл/га).

Рис. 4.8. Наростання сирі наземної маси середньостиглого гібриду кукурудзи Флагман залежно від впливу обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га

У фазу цвітіння сира маса рослин кукурудзи гібриду Флагман при застосуванні позакоренового підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) сира маса рослин збільшилась на 10,23 % відносно контролю, а при використанні комплексу препаратів позакоренового підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса рослин зросла на 19,32 % відносно контролю.

Застосування передпосівної обробки насіння кукурудзи гібриду Флагман забезпечило збільшення сирі маси на 0,91 т/га відносно контролю. Під час комплексного застосування препаратів позакоренового підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та обробки насіння Поліміксобактерином спостерігалось збільшення сирі маси рослин на 20,4 % відносно контролю.

У фазу молочної стиглості сира маса рослин зросла на 13,87 % відносно контролю при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза), а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо сира маса рослин зросла на 22,59 % відносно контролю.

При обробці насіння кукурудзи гібриду Флагман препаратом Поліміксобактерин сира маса у фазу молочної стиглості збільшилась на 8,54 % відносно контролю. Найбільшого збільшення сирої маси рослин у фазу молочної стиглості на 32,87 % відносно контролю було зафіксовано при комплексному застосуванні препаратів позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та обробки насіння Поліміксобактерином.

У накопиченні сухої речовини зберігалась така ж тенденція як і при формуванні сирої маси рослин гібридів кукурудзи (табл. 4.5, табл. 4.6).

Суша маса рослин кукурудзи гібриду Діалог у фазу 12 листків на контролі становила 3,68 т/га, а при використанні позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) зросла до 4,25 т/га. При комплексному застосуванні Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса рослин зросла до 4,46 т/га відносно контролю.

При обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин суха маса у фазі 12 листків становила 3,7 т/га. При комплексному застосуванні Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин суха маса збільшилася на 24,45 % відносно контролю.

У фазу цвітіння суха маса рослин кукурудзи гібриду Діалог становила 9,25 т/га, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса зросла на 1,54 т/га. При комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса зросла на 21,83 % відносно контролю.

При застосуванні обробки насіння Поліміксобактерином суха маса рослин кукурудзи у фазі цвітіння становила на 9,48 т/га. При комплексному застосуванні Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння

препаратом Поліміксобактерин суха маса становила 12,04 т/га, що на 30,16 % більше контролю.

У фазу молочної стиглості суха маса рослин кукурудзи гібриду Діалог становила 14,82 т/га, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшилася на 18,75 % та на 26,38 % при комплексному застосуванню Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

При обробці насіння препаратом Поліміксобактерин суха маса рослин становила 19,27 т/га. Застосування комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин дало збільшення сухої маси на 6,14 т/га відносно контролю.

У фазу воскової стиглості суха маса рослин кукурудзи гібриду Діалог становила 18,23 т/га. Застосування позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) дало збільшення сухої маси рослин на 19,36 % відносно контролю. При комплексному застосуванні позакореневими підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса збільшилася на 27,48 % відносно контролю.

При обробці насіння рослин кукурудзи гібриду Діалог препаратом Поліміксобактерин суха маса становила 18,36 т/га, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином суха маса збільшилася до 25,31 т/га, що на 38,83 % більше контролю.

У фазу 12 листків суха маса рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ становила 3,71 т/га. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс суха маса рослин становила 4,24 т/га, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо спостерігалось збільшення сухої маси на 20,21 % відносно контролю.

При використанні препарату Поліміксобактерин для передпосівної обробки насіння рослин суха маса становила 3,74 т/га. Комплексне застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо

та передпосівної обробки препаратом Поліміксобактерин дало збільшення сухої маси рослин на 24,79 % відносно контролю.

У фазу цвітіння суха маса рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ становила 9,32 т/га, а при застосуванні позакореневого підживленні рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса збільшилась на 12,23 % відносно контролю та на 17,81 % відносно контролю при комплексному застосуванні позакореневих підживлювань препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

При проведенні передпосівної обробки насіння кукурудзи гібриду Переяславський 230 препаратом Поліміксобактерин, суха маса рослин у фазі цвітіння становила 9,58 т/га, а при комплексному використанні передпосівної обробки Поліміксобактерином та позакореневих підживлень суха маса рослин збільшилася на 25,21 % відносно контролю.

Суха маса рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 у фазу молочної стиглості становила 14,89 т/га. Позакореневе підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшило суху масу рослин на 11,88 % відносно контролю, а комплексне позакореневе підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу на 20,48 % відносно контролю.

Також позитивно вплинула передпосівна обробка насіння препаратом Поліміксобактерин, яка збільшила суху масу на 0,48 т/га відносно контролю, а комплексне застосування Поліміксобактерину та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу на 30,89 % відносно контролю.

У фазу воскової стиглості суха маса рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ становила 18,36 т/га. Завдяки застосуванню позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса збільшилася на 12,9 % відносно контролю, а комплексне використання препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу рослин на 20,31 % відносно контролю.

**Наростання сухої маси середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від
обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	3,68±0,2	9,25±0,4	14,82±0,3	18,23±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,25±0,1	10,79±0,3	17,60±0,4	21,76±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,46±0,2	11,27±0,2	18,73±0,3	23,24±0,4
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,70±0,2	9,48±0,4	16,56±0,4	19,89±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,31±0,2	11,10±0,3	19,27±0,4	23,24±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,58±0,2	12,04±0,1	20,96±0,5	25,31±0,4
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	3,71±0,2	9,32±0,3	14,89±0,4	18,36±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,24±0,2	10,46±0,3	16,66±0,5	20,73±0,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,46±0,1	10,98±0,2	17,94±0,3	22,09±0,5
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,74±0,2	9,58±0,3	15,37±0,3	18,78±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,37±0,1	11,02±0,4	18,05±0,3	21,96±0,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,63±0,1	11,67±0,2	19,49±0,4	23,95±0,5

При передпосівній обробці насіння кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ препаратом Поліміксобактерин у фазу воскової стиглості суха маса рослин збільшилася на 0,42 т/га. відносно контролю. При комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-

Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса рослин зросла на 30,44 % відносно контролю.

У фазу 12 листків суха маса рослин кукурудзи гібриду Діалог становила 3,81 т/га, а при застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса збільшилася до 4,31 т/га, що на 13,12 % більше за контроль. При комплексному застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса становила 4,77 т/га.

Передпосівна обробка рослин препаратом Поліміксобактерин забезпечила збільшення сухої маси до 3,90 т/га. Найбільший показник сухої маси рослин кукурудзи гібриду Діалог у фазі 12 листків який становив 4,72 т/га, що на 23,88 % більше від контролю, було досягнуто завдяки комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Суха маса рослин кукурудзи гібриду Діалог у фазу цвітіння становила 9,2 т/га. При застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса рослин збільшилася на 12,17 % порівняно з контролем. Комплексне застосування позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо призвело до збільшення сухої маси речовини на 21,3 % від контролю.

При передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин суха маса становила 9,68 т/га, а при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса рослин становила 11,24 т/га, що на 22,17 % більше від контролю.

У фазу молочної стиглості суха маса рослин кукурудзи гібриду Діалог становила 14,21 т/га. При застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса збільшилась на 14,58 % відносно контролю. Комплексне позакореневе підживлення рослин препаратами

Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу на 24,22 % відносно контролю.

Таблиця 4.6

Наростання сухої маси середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиг-лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	3,81±0,3	9,20±0,2	14,12±0,2	17,37±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,31±0,3	10,32±0,2	16,18±0,4	20,20±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,77±0,2	11,16±0,3	17,54±0,2	21,86±0,3
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	3,90±0,2	9,68±0,2	16,07±0,2	19,41±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,41±0,2	10,63±0,3	18,18±0,2	22,08±0,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,72±0,2	11,24±0,2	19,28±0,2	23,69±0,3
Флагман	Без обробки	Без обробки	3,89±0,2	9,33±0,2	14,27±0,2	17,51±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,30±0,3	10,26±0,2	16,13±0,3	19,91±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,66±0,3	11,08±0,3	17,39±0,3	21,41±0,3
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	3,96±0,2	9,56±0,2	15,67±0,2	18,99±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,39±0,2	10,47±0,2	17,49±0,2	21,51±0,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,74±0,2	11,16±0,2	18,94±0,2	23,18±0,3

Також збільшення сухої маси рослин на 13,81 % відносно контролю призвело застосування передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин.

Найбільшого приросту сухої маси рослин кукурудзи гібриду Діалог у фазу молочної стиглості яке становила 19,28 т/га, що на 36,54 % від контролю, забезпечило комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин

препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Суша маса рослин кукурудзи гібриду Діалог у фазу воскової стиглості становила 17,37 т/га, а при застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса збільшилась на 16,29 % від контролю. В той час як комплексне позакореневе підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу на 25,84 % від контролю.

При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин суха маса становила 19,41 т/га. Збільшення сухої маси рослини на 36,38 % від контролю забезпечило комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

У фазу 12 листків суха маса рослин кукурудзи гібриду Флагман становила 3,89 т/га, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшилась на 10,53 %. Також збільшення сухої маси на 19,79 % було досягнуто завдяки комплексному застосуванню позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

При передпосівній обробці насіння кукурудзи гібриду Флагман препаратом Поліміксобактерин суха маса становила 3,96 т/га. При комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса становила 4,74 т/га, що на 21,85 % більше за контроль.

Суша маса рослин кукурудзи гібриду Флагман у фазу цвітіння становила 9,33 т/га. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса збільшилась на 9,96 % за контроль, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса рослин на 18,75 % більша за контроль.

При передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин суха маса становила 9,56 т/га. Комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу рослин на 19,61 % від контролю.

У фазу молочної стиглості суха маса рослин кукурудзи гібриду Флагман становила 14,27 т/га. Застосування позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшило суху масу рослин на 13,03 % від контролю, тоді як комплексне застосування позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу на 21,86 % від контролю.

У фазу молочної стиглості суха маса рослин кукурудзи гібриду Флагман при передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин становила 15,67 т/га. Збільшення сухої маси рослин на 32,72 % від контролю було досягнуто завдяки комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Суха маса рослин кукурудзи гібриду Флагман у фазу воскової стиглості становила 17,51 т/га, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) суха маса становила 19,91 т/га, що на 13,70 % більше від контролю, тоді як комплексне застосування позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило суху масу на 22,27 % від контролю.

У фазу воскової стиглості суха маса рослин кукурудзи гібриду Флагман при передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин становила 18,99 т/га. При комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суха маса рослин зростає на 32,38 % відносно контролю.

Найбільший приріст сухої маси у всіх досліджуваних гібридах зафіксовано за обробки насіння Поліміксобактерином в комплексі з позакореневим

підживленням Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо. У цьому варіанті у фазу воскової стиглості накопичення сухої маси у гібридів середньоранньої групи стиглості коливалась в середньому 23,95 – 25,31 т/га, середньостиглої групи – 23,18 – 23,69 т/га.

4.4. Динаміка наростання площі листової поверхні залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень та фотосинтетичний потенціал кукурудзи

Кукурудза – світлолюбива культура. Інтенсивність асиміляції CO_2 в більшій мірі залежить від інтенсивності освітлення. Затінення листя знижує її, тому положення листя на рослині та площа живлення має велике значення.

Висока продуктивність кукурудзи обумовлена тим, що асиміляція вуглекислого газу проходить, як і в інших тропічних рослин, по дуже ефективному циклу C_4 . Фотосинтетична продуктивність (нетто-асиміляція вуглекислого газу) на одиницю листової поверхні і на одиницю часу в 2-3 рази вище, ніж в інших сільськогосподарських рослин із помірної кліматичної зони, в яких асиміляція проходить по циклу C_3 [8].

Важливе значення для формування врожаю має чиста продуктивність фотосинтезу, яка саме і характеризує ефективність роботи асиміляційної поверхні. Цей показник упродовж вегетаційного періоду може коливатись від 0 до 15-18 г/м² за добу. В цілому накопичення органічної речовини та врожайності сільськогосподарської культури обумовлюється і тісно корелює з площею та діяльністю листового апарату, спроможністю його акумулювати сонячну енергію.

Фотосинтез – єдиний процес у біосфері, який призводить до засвоєння енергії Сонця і забезпечує існування як рослин, так і всіх гетеротрофних організмів, у тому числі і кукурудзи. Сонячна радіація є визначним фактором, що забезпечує процес фотосинтезу. Разом з нею на діяльність фотосинтезу істотно впливають температура повітря й ґрунту, забезпеченість рослин упродовж вегетації елементами живлення, звісно ж і вологою. Адже, чим більшою формується площа листової поверхні, тим більшою є спроможність рослин

акумулювати сонячну енергію у процесі фотосинтезу й створювати органічну речовину.

Головною задачею галузі землеробства є створення сприятливих умов для раціонального використання фотосинтетичної активної радіації та інших факторів життя. У зв'язку з цим формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення тривалості його продуктивної роботи, є важливою науковою проблемою, оскільки між величиною врожайності і площею листків багатьма авторами встановлено пряму кореляційну залежність. Від розмірів фотосинтетичного апарату та його активності в онтогенезі сільськогосподарських рослин залежить рівень реалізації генетичного потенціалу культури. Для кожного рослинного угруповання характерне своє, власне, унікальне розміщення фотосинтетичної поверхні у просторі і відповідне використання фотосинтетично активної радіації рослинами. Зміна структури ценозу дає можливість суттєво підвищувати рівень його продуктивності за рахунок зміни конкурентних взаємовідносин .

Продуктивність фотосинтезу істотно залежить від площі листової поверхні рослин, яка регулюється створенням оптимальної структури посіву. Це в свою чергу обумовлює основну задачу величини асиміляційної поверхні – вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту впродовж вегетаційного періоду рослин. Однак більшість культур на початку вегетації та в другій її половині такого покриття не забезпечують. Тому однією із ефективних можливостей більш повного використання фотосинтетично активної радіації є забезпечення прискореного розвитку листового апарату вже на початку вегетаційного періоду за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема мінеральних добрив, умов зволоження, стимуляторів росту та інших чинників.

Чиста продуктивність фотосинтезу є відображенням кількісної характеристики роботи листового апарату рослин кукурудзи та їх здатності накопичувати органічну речовину за комплексного впливу природних та добору при вирощуванні агротехнічних факторів. Згідно даних

А.А. Ничипоровича [231] відомо, що чиста продуктивність фотосинтезу у різних сортів і гібридів кукурудзи може змінюватись у межах від 2 до 25 г/м² за добу. Крім того, дослідниками встановлено, що найвищих значень чиста продуктивність рослин кукурудзи досягає у міжфазний період від утворення 10-15 листків до фази формування зерна.

Важливою умовою формування високих врожаїв сільськогосподарських культур, в тому числі кукурудзи, є збільшення продуктивності їх фотосинтезу, тобто кількості синтезованої органічної речовини на одиницю площі листової поверхні за добу. Одним з основних завдань в досягненні цієї мети є формування посівів з найбільш розвиненим листовим апаратом, який би тривалий час (максимально) знаходився в активному стані як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду. Адже відомо, що добре розвинений фотосинтетичний апарат, оптимальний за об'ємом і динамікою функціонування, є одним із чинників одержання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур. Він повинен відзначатися високою інтенсивністю та продуктивністю в усі фази росту і розвитку рослин [230].

Результати досліджень наукових установ показують, що зменшення асимілюючої поверхні веде до зниження продуктивності рослин. А розмір добових приростів урожаю визначається площею листової поверхні та продуктивністю фотосинтезу, який суттєво залежить від заходів агротехніки та біологічних властивостей культури. При цьому найбільш сприятливі умови для формування врожаю основних культурних рослин створюються тоді, коли загальна площа листків приблизно в 3–4 рази перевищує площу землі, що зайнята рослинами. Для кукурудзи на силос оптимальний індекс листової поверхні (листова поверхня/площа ґрунту) складає 3,0-6,0, для кукурудзи на зерно – 3,0-4,0 [233, 234, 235, 230, 8].

Згідно досліджень Михаленко І.В. зміна гібридного складу викликала коливання площі листової поверхні, яка у фазу 13 листків була найвищою на ділянках з гібридом Борисфен 600 і становила, в середньому по фактору В ,

31,8 тис. м²/га. На інших гібридах досліджуваний показник зменшився на 2,8-25,7 % [236].

На підставі біометричних вимірювань рослин у фазі цвітіння Скринник Я.Т. з'ясовано, що позакореневе підживлення кукурудзи препаратом реаком Плюс у фазі 6–7 листків дозою 4 л/га сприяло збільшенню кількості зелених листків на рослинах (на 2–5 %), площі корисної асиміляційної листової поверхні (на 8–9 %), вмісту хлорофілу в листках (на 19–18 %) порівняно з контролем. Це також сприяло формуванню найбільшої площі листя рослин кукурудзи порівняно з іншими варіантами, незалежно від фону основного удобрення.[227].

Результати досліджень свідчать, що в середньому за три роки в умовах Лісостепу правобережного площа листкової поверхні рослин кукурудзи істотно змінювалася залежно від фази їх розвитку, від обробки насіння та позакореневих підживлень та гібридного складу.

Площа листкової поверхні середньораннього гібриду кукурудзи Арія (табл. 3.7) у фазу 12 листків на контролі (без обробок) становила 23,6 тис. м²/га що на 19,9 % менше ніж за використання комплексу мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятора росту рослин Стимпо.

А при використанні лише Мікро-Мінераліс (кукурудза) цей показник зріс на 14,8 % порівняно з контролем. За використання бактеріального препарату Поліміксобактерин для передпосівної обробки насіння площа листкової поверхні становила 24,0 тис. м²/га. А за комплексного використання обробки насіння Поліміксобактерином та обробки вегетуючих рослин Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо досліджуваний показник становив 28,8 тис. м²/га.

У фазу цвітіння площа листкової поверхні на контролі збільшилась до 37,3 тис. м²/га. За використання мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) даний показник збільшився на 10,3 %, а за використання обробки насіння та мікродобрива у комплексі з біостимулятором росту Стимпо площа листкової поверхні збільшилась до 43,5 тис. м²/га.

Площа листової поверхні у фазу молочної стиглості за обробки вегетуючих посівів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо становила 42,4 тис. м²/га, що на 13,6 % вище за контроль.

Таблиця 4.7

Наростання площі листової поверхні середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листків	цвітін-ня	молочна стиглість	воскова стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	23,6±0,7	37,6±0,8	37,3±0,9	32,8±1,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,1±0,5	41,5±1,2	41,1±1,1	36,6±1,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,3±0,5	42,9±1,0	42,4±0,7	37,2±0,9
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	24,0±0,6	38,1±0,9	37,9±1,5	32,9±1,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,6±0,5	42,1±0,6	41,8±1,1	37,0±1,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,8±0,6	43,5±1,3	43,1±1,4	37,8±1,0
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	24,0±0,7	38,2±1,0	37,8±1,3	33,8±1,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,5±0,5	42,3±0,9	41,6±1,6	34,3±1,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,7±0,6	43,7±1,5	43,0±1,2	39,3±1,4
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	24,3±0,5	39,0±0,9	38,3±1,6	33,6±1,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,8±0,6	43,2±1,1	42,2±1,4	36,4±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,1±0,5	44,6±1,3	43,6±1,3	38,6±1,7

А за використання Поліміксобактерину площа листової поверхні становила 37,9 тис. м²/га. А за застосування комплексу передпосівної обробки Поліміксобактерином і обробки вегетуючих рослин Мікро-Мінераліс (кукурудза) +

Стимпо становила 43,1 тис. м²/га, що на 13,7 % більше ніж лише за застосування обробки насіння Поліміксобактерином і на 15,5 % більше порівняно з контролем.

У фазу воскової стиглості площа листкової поверхні на контролі становила 32,8 тис. м²/га, що на 13,7 % менше ніж у фазу молочної стиглості. Тенденція до зниження площі листкової поверхні у фазу воскової стиглості спостерігалась в усіх варіантах досліджу, це пояснюється підсиханням нижніх листків.

Площа листкової поверхні середньораннього гібриду кукурудзи Переяславський 230 СВ у фазу 12 листків (табл. 3.7) на контролі (без обробок) становила 24,0 тис м²/га що на 19,5 % менше ніж за використання комплексу мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятора росту рослин Стимпо. А при використанні лише Мікро-Мінераліс (кукурудза) цей показник зріс на 14,5 % порівняно з контролем. За використання бактеріального препарату Поліміксобактерин для передпосівної обробки насіння площа листкової поверхні становила 24,3 тис м²/га.

А за комплексного використання обробки насіння Поліміксобактерином та обробки вегетуючих рослин Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо досліджуваний показник становив 29,1 тис м²/га.

У фазу цвітіння площа листкової поверхні на контролі збільшилась до 38,2 тис м²/га. За використання мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) даний показник збільшився на 10,7 %, а за використання мікродобрива у комплексі з біостимулятором росту Стимпо площа листкової поверхні збільшилась до 43,7 тис м²/га.

Площа листкової поверхні у фазу молочної стиглості за обробки вегетуючих посівів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо становила 43,0 тис м²/га, що на 13,7 % вище за контроль. А за використання Поліміксобактерину площа листкової поверхні становила 38,3 тис м²/га. А за застосування комплексу передпосівної обробки Поліміксобактерином і обробки вегетуючих рослин Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо становила 43,6 тис м²/га, що на 13,8 % більше ніж лише за застосування обробки насіння Поліміксобактерином і на 15,3 % більше порівняно з контролем.

У фазу воскової стиглості площа листової поверхні на контролі становила 33,8 тис м²/га, що на 11,8 % менше, ніж у фазу молочної стиглості.

У середньостиглого гібриду кукурудзи Діалог площа листової поверхні (табл. 4.8) у фазу 12 листків на контролі становила 25,9 тис. м²/га, за використання Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вона зростає на 17,3 %. За використання комплексу вище вказаних препаратів з Поліміксобактерином даний показник становив 31,1 тис. м²/га.

Найвища площа листової поверхні у гібриду Діалог спостерігалась у фазу цвітіння за використання комплексу обробки насіння Поліміксобактерином та обробки посівів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо зростає на 14,5 % порівняно з контролем.

Площа листової поверхні у фазу молочної стиглості на контролі становила 41,7 тис. м²/га, а за використання обробки посівів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо даний показник зріс до 47,1 тис. м²/га. За рахунок використання Поліміксобактерину у комплексі з вищевказаними препаратами площа листової поверхні зростає до 47,8 тис. м²/га.

Площа листової поверхні у середньостиглого гібриду Флагман (табл. 3.8) у фазу 12 листків на контролі становила 26,2 тис. м²/га, а за використання передпосівної обробки насіння даний показник зріс до 26,6 тис. м²/га. При передпосівній обробці Поліміксобактерином та позакореновому підживленні Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо площа листової поверхні зростає на 18,3 % порівняно з контролем.

Найвищий показник площі листової поверхні зафіксовано у фазу цвітіння і на контролі він становив 45,4 тис. м²/га. А найвищий результат 51,3 тис. м²/га у фазу цвітіння забезпечило використання комплексу бактеріального препарату, мікродобрива та біостимулятора росту.

У фазу молочної стиглості на контролі площа листової поверхні становила 43,4 тис. м²/га. При використанні обробки насіння Поліміксобактерином у комплексі з Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо даний показник становив 49,4 тис. м²/га.

**Наростання площі листкової поверхні середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, тис. м²/га**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість
Діалог	Без обробки	Без обробки	25,9±0,7	43,2±1,5	41,7±1,4	36,6±1,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,7±0,7	46,7±2,0	46,0±1,1	40,4±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	30,4±0,9	48,3±0,8	47,1±0,9	42,0±1,1
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	26,5±0,5	44,3±1,5	42,3±0,9	37,1±1,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	29,4±0,6	47,9±1,1	46,7±1,9	41,0±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	31,1±0,9	49,5±1,1	47,8±1,7	42,3±1,1
Флагман	Без обробки	Без обробки	26,2±0,9	45,4±1,1	43,4±1,3	38,4±1,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,7±0,7	48,6±1,3	47,7±1,2	41,5±1,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	30,5±0,9	50,3±1,2	48,7±1,1	42,7±1,5
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	26,6±0,8	46,3±0,9	44,0±1,7	38,5±1,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	29,1±0,8	49,6±1,1	48,4±1,1	43,2±1,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	31,0±0,8	51,3±1,3	49,4±1,1	43,7±1,5

Аналогічна тенденція зменшення площі листкової поверхні у фазі воскової стиглості спостерігається як і у середньораннього гібриду Арія та Переяславський 230 СВ, так і у середньостиглого гібриду Діалог та Флагман.

За рахунок використання комплексу допосівної обробки насіння та позакоренового підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо суттєво збільшується загальна площа листової поверхні по всіх гібридах різних груп стиглості, а на початку фази молочної стиглості спостерігається загальна закономірність до зниження листової поверхні на усіх варіантах дослідів [237].

Згідно наших досліджень (табл. 4.9; табл. 4.10) встановлено збільшення показника фотосинтетичного потенціалу за використання передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень мікродобривами та використання біостимулятора росту рослин.

У фазу 12 листків фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Арія становив 0,531 млн м² діб/га. При застосуванні позакоренового підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал становив 0,609 млн м² діб/га, а комплексне застосування позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал на 19,77 % від контролю.

При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин кукурудзи гібриду Арія препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал становив 0,504 млн м² діб/га, а при комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал становив 0,604 млн м² діб/га.

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Арія у фазу цвітіння становив 0,642 млн м² діб/га, а при застосуванні позакоренового підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал становив 0,720 млн м² діб/га. Комплексне застосування позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал до 0,747 млн м² діб/га.

При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал становив 0,652 млн м² діб/га, а комплексне застосування Поліміксобактерину та позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал на 18,22 % відносно контролю.

У фазу молочної стиглості фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Арія становив 1,011 млн м² діб/га. При застосуванні позакоренового підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал становив 1,156 млн м² діб/га, а комплексне застосування позакоренового

підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал до 1,236 млн м² діб/га.

При застосуванні передпосівної обробки насіння кукурудзи гібриду Арія препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал збільшився на 24,03 % відносно контролю, а комплексне застосування Поліміксобактерину та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал до 1,515 млн м² діб/га.

Фотосинтетичний потенціал у фазу воскової стиглості рослин кукурудзи гібриду Арія становив 0,490 млн м² діб/га. Після застосування позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал збільшився на 18,77 % відносно контролю, а після застосування комплексного позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшився на 21,83 % відносно контролю.

При обробці насіння препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал у фазу воскової стиглості рослин становив 0,460 млн м² діб/га, а комплексна дія даного препарату та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечила фотосинтетичний потенціал на рівні 0,525 млн м² діб/га.

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ у фазу 12 листків на контролі становила 0,552 млн м² діб/га, а за використання Поліміксобактерину фотосинтетичний потенціал становив до 0,552 млн м² діб/га. З застосуванням Поліміксобактерину у комплексі з Мікро-Мінераліс(кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал зріс до 0,625 млн м² діб/га, що на 13,22 % більше за контроль.

У фазу цвітіння фотосинтетичний потенціал посівів гібриду Переяславський 230 СВ становив 0,653 млн м² діб/га на контролі, а за використання комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал посівів становив 0,760 млн м² діб/га. За застосування бактеріального препарату Поліміксобактерин у комплексі з мікродобрином та стимулятором росту становив

0,810 млн м² діб/га, а застосування лише бактеріального препарату 0,786 млн м² діб/га.

Таблиця 4.9

Фотосинтетичний потенціал посівів середньоранніх гібридів кукурудзи кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, млн. м² діб/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	0,531	0,642	1,011	0,490
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,609	0,720	1,156	0,582
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,636	0,747	1,236	0,597
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	0,504	0,652	1,254	0,460
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,579	0,731	1,426	0,512
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,604	0,759	1,515	0,525
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	0,552	0,653	1,064	0,537
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,632	0,732	1,216	0,607
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,660	0,760	1,343	0,617
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	0,522	0,696	1,120	0,503
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,597	0,786	1,323	0,550
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,625	0,810	1,455	0,616

Застосування обробки насіння Поліміксобактерином та позакоренового підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) разом з біостимулятором росту Стимпо, фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи зріс до 1,455 млн м² діб/га, що на 36,74 % більше контролю.

У фазу молочної стиглості фотосинтетичний потенціал посівів гібриду Переяславський 230 СВ на контролі становив 1,064 млн м² діб/га, а з застосування комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал посівів станов 1,343 млн м² діб/га.

Фотосинтетичний потенціал у фазу воскової стиглості рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ становив 0,537 млн м² діб/га. Після застосування позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал збільшився до 0,607 млн м² діб/га, а після застосування комплексного позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшився до 0,617 млн м² діб/га.

При обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал у фазу воскової стиглості рослин становив 0,503 млн м² діб/га, а комплексна дія даного препарату та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо встановила фотосинтетичний потенціал на рівні 0,616 млн м² діб/га.

У фазу 12 листків на контролі фотосинтетичний потенціал посівів гібриду Діалог на контролі становив 0,673 млн м² діб/га, а застосування позакореневого підживлення мікродобривом збільшило фотосинтетичний потенціал на 10,84 % відносно контролю, та на 17,38 % відносно контролю збільшився фотосинтетичний потенціал при комплексному застосуванні мікродобрива та біостимулятора Стимпо.

При проведенні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал становив 0,649 млн м² діб/га. Під час комплексного застосування Поліміксобактерину та препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал становив 0,761 млн м² діб/га.

У фазу цвітіння фотосинтетичний потенціал кукурудзи гібриду Діалог станов 0,552 млн м² діб/га. на контролі. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал

зріс на 9,23 % та 13,94 % при застосуванні комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Після обробки насіння кукурудзи гібриду Діалог Поліміксобактерином фотосинтетичний потенціал посівів у фазу цвітіння становив 0,566 млн м² діб/га, а при комплексній дії передпосівної обробки насіння рослин та застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал посівів становив 0,644 млн м² діб/га.

У фазу молочної стиглості на контролі фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Діалог становив 1,273 млн м² діб/га. Комплексне застосування біостимулятора та мікродобрива збільшило фотосинтетичний потенціал на 23,64 % відносно контролю.

Застосування передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин збільшило фотосинтетичний потенціал на 23,95 % відносно контролю, а комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин та застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал на 49,01 % відносно контролю.

У фазу воскової стиглості фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Діалог становив 0,704 млн м² діб/га. Після застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал становив 0,846 млн м² діб/га, що на 20,17 % більше контролю.

При обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал у фазу воскової стиглості рослин становив 0,674 млн м² діб/га, а комплексна дія даного препарату та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо встановила фотосинтетичний потенціал на рівні 0,810 млн м² діб/га.

У фазу 12 листів фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Флагман становив 0,694 млн м² діб/га на контролі. При застосуванні комплексу позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал становив 0,808 млн м² діб/га.

**Фотосинтетичний потенціал посівів середньостиглих гібридів кукурудзи
кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень,
млн. м² діб/га**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиглість
Діалог	Без обробки	Без обробки	0,673	0,552	1,273	0,704
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,746	0,603	1,483	0,820
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,790	0,629	1,574	0,846
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	0,649	0,566	1,578	0,674
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,720	0,618	1,797	0,745
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,761	0,644	1,897	0,810
Флагман	Без обробки	Без обробки	0,694	0,572	1,420	0,777
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,760	0,618	1,637	0,936
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,808	0,646	1,732	0,959
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	0,665	0,583	1,715	0,825
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	0,727	0,627	1,960	0,916
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	0,775	0,658	2,064	0,931

При передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал становив 0,665 млн м² діб/га, а при комплексній дії даного препарату та позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо встановила фотосинтетичний потенціал на рівні 0,775 млн м² діб/га.

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Флагман у фазу цвітіння становив 0,572 млн м² діб/га. При застосуванні позакоренового

підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал збільшився на 8,04 % відносно контролю, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал посівів зріс на 12,93 % відносно контролю.

При передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин фотосинтетичний потенціал становив 0,583 млн м² діб/га. Комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал посівів на 15,03 % відносно контролю.

У фазу молочної стиглості фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Флагман становив 1,420 млн м² діб/га. Застосування позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшило фотосинтетичний потенціал посівів на 15,28 % від контролю, тоді як комплексне застосування позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал на 21,97 % від контролю.

У фазу молочної стиглості фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи гібриду Флагман при передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин становив 1,715 млн м² діб/га. Збільшення фотосинтетичного потенціалу на 45,35 % від контролю було досягнуто завдяки комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Флагман у фазу воскової стиглості становив 0,777 млн м² діб/га, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) фотосинтетичний потенціал станов 0,936 млн м² діб/га, що на 20,46 % більше від контролю, тоді як комплексне застосування позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс

(кукурудза) + Стимпо збільшило фотосинтетичний потенціал на 23,42 % від контролю.

У фазу воскової стиглості фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи гібриду Флагман при передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин станов 0,825 млн м² діб/га. При комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо фотосинтетичний потенціал посівів становив 0,931 млн м² діб/га.

На основі проведених досліджень встановлено, що поєднання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечує найвищий показник фотосинтетичного потенціалу як гібридів середньоранньої так і гібридів середньостиглої групи.

Надзвичайно важливим показником фотосинтетичної продуктивності є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), даний показник показує динаміку накопичення сухої речовини (табл. 3.11, табл. 3.12).

У фазу 12 листків чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Арія становила 6,93 г/м² за добу. При застосуванні комплексного позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу збільшилася до 7,00 г/м² за добу. Передпосівна обробка насіння препаратом Поліміксобактерин збільшила чисту продуктивність фотосинтезу на 5,91 % відносно контролю, а комплексне застосування передпосівної обробки даним препаратом та позакореневе підживлення мікродобривом і біостимулятором збільшило чисту продуктивність фотосинтезу на 9,23 % відносно контролю.

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Арія у фазу цвітіння становила 8,71 г/м² за добу. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) чиста продуктивність фотосинтезу становила 9,08 г/м² за добу, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу становила 9,11 г/м² за добу.

При передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин чиста продуктивність фотосинтезу рослин становила $8,86 \text{ г/м}^2$ за добу. Комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу на $12,74 \%$ відносно контролю.

Чиста продуктивність фотосинтезу у фазу молочної стиглості рослин кукурудзи гібриду Арія на контролі становила $5,33 \text{ г/м}^2$ за добу. При комплексному застосуванню позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу збільшилась на $13,13 \%$ від контролю. Збільшення чистої продуктивності фотосинтезу до $5,88 \text{ г/м}^2$ за добу було зафіксовано при комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

У фазу воскової стиглості чиста продуктивність фотосинтезу на контролі становила $6,94 \text{ г/м}^2$ за добу. Найбільшого збільшення чистої продуктивності фотосинтезу у цій фазі було досягнуто завдяки передпосівній обробці насіння та позакореневого підживлення рослин мікродобривом та біостимулятором росту, що дало збільшення чистої продуктивності фотосинтезу до $8,27 \text{ г/м}^2$ за добу, що на $19,16 \%$ більше контролю.

У фазу 12 листків чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ становила $6,63 \text{ г/м}^2$ за добу. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс чиста продуктивність фотосинтезу рослин становила $6,97 \text{ г/м}^2$ за добу, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо спостерігалось збільшення чистої продуктивності фотосинтезу до $6,75 \text{ г/м}^2$ за добу.

При використанні препарату Поліміксобактерин для передпосівної обробки насіння чиста продуктивність фотосинтезу становила $7,07 \text{ г/м}^2$ за добу. Комплексне застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки препаратом Поліміксобактерин

забезпечило збільшення чистої продуктивності фотосинтезу рослин на 11,61 % відносно контролю.

У фазу цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ становила 8,11 г/м² за добу, а при застосуванні позакореневого підживлення рослин мікродобривом чиста продуктивність фотосинтезу становила 8,49 г/м² за добу та 8,57 г/м² за добу при комплексному застосуванні позакореневих підживлень препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

При передпосівній обробці насіння кукурудзи гібриду Переяславський 230 препаратом Поліміксобактерин у фазі цвітіння, чиста продуктивність фотосинтезу рослин становила 8,38 г/м² за добу, а при комплексному використанні передпосівної обробки Поліміксобактерином та позакореневих підживлень чиста продуктивність фотосинтезу рослин збільшилася до 8,68 г/м² за добу.

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 у фазу молочної стиглості становила 4,77 г/м² за добу. Позакореневе підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшило чисту продуктивність фотосинтезу рослин на 6,55 % відносно контролю, а комплексне позакореневе підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу на 8,22 % відносно контролю.

Також позитивно вплинула передпосівна обробка насіння препаратом Поліміксобактерин, яка збільшила чисту продуктивність фотосинтезу на 0,39 г/м² за добу відносно контролю, а комплексне застосування Поліміксобактерину та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу на 12,41 % відносно контролю.

У фазу воскової стиглості чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 становила 6,46 г/м² за добу. Завдяки застосуванню позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) чиста продуктивність фотосинтезу збільшилася на 3,71 % відносно

контролю, а комплексне використання препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу рослин до 6,72 г/м² за добу.

Таблиця 4.11

Чиста продуктивність фотосинтезу середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, г/м² за добу

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	6,93	8,71	5,33	6,94
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	6,97	9,08	5,89	7,13
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	7,00	9,11	6,03	7,55
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	7,34	8,86	5,64	7,23
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	7,43	9,28	5,72	7,75
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	7,57	9,82	5,88	8,27
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	6,63	8,11	4,77	6,46
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	6,70	8,49	5,09	6,70
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	6,75	8,57	5,17	6,72
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	7,07	8,38	5,16	6,77
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	7,31	8,45	5,31	7,10
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	7,40	8,68	5,37	7,23

При передпосівній обробці насіння кукурудзи гібриду Переяславський 230 препаратом Поліміксобактерин у фазу воскової стиглості чиста продуктивність фотосинтезу збільшилася на 0,31 г/м² за добу відносно контролю. При комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу рослин зростає на 11,91 % відносно контролю.

У фазу 12 листків чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Діалог становила $5,65 \text{ г/м}^2$ за добу. Завдяки комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневій обробці мікродобривом та біостимулятором росту чиста продуктивність фотосинтезу рослин зростає до $6,19 \text{ г/м}^2$ за добу. Тоді як при застосуванні лише позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу зростає до $6,03 \text{ г/м}^2$ за добу.

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи у фазу цвітіння становила $9,75 \text{ г/м}^2$ за добу на контролі, а при застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) чиста продуктивність фотосинтезу зростає до $9,96 \text{ г/м}^2$ за добу і до $10,14 \text{ г/м}^2$ за добу при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо. Також комплексне застосування передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневе підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу на $3,69 \%$ відносно контролю.

У фазу молочної стиглості чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Діалог становила $3,86 \text{ г/м}^2$ за добу на контролі. Комплексне використання позакореневого підживлення рослин біостимулятором та мікродобривом збільшило чисту продуктивність фотосинтезу до $4,05 \text{ г/м}^2$ за добу, а передпосівна обробка насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневе підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу до $4,23 \text{ г/м}^2$ за добу.

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Діалог на контролі у фазу воскової стиглості становила $4,61 \text{ г/м}^2$ за добу. При застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу зростає до $5,10 \text{ г/м}^2$ за добу, що на $10,62 \%$ більше контролю, а комплексне застосування передпосівної обробки насіння

препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу до 5,43 г/м² за добу, що на 17,78 % більше за контроль.

Таблиця 4.12

Чиста продуктивність фотосинтезу середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, г/м² за добу

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість
Діалог	Без обробки	Без обробки	5,65	9,75	3,86	4,61
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	5,77	9,96	3,95	4,89
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	6,03	10,14	4,05	5,10
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	6,00	9,85	4,04	4,94
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	6,12	10,05	4,20	5,23
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	6,19	10,11	4,23	5,43
Флагман	Без обробки	Без обробки	5,60	9,49	3,47	3,77
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	5,65	9,63	3,58	4,03
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	5,76	9,60	3,64	4,18
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	5,95	9,63	3,56	4,02
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	6,03	9,69	3,58	4,38
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	6,11	9,75	3,76	4,55

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Флагман у фазу 12 листків на контролі становила 5,60 г/м² за добу, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) чиста продуктивність фотосинтезу рослин становила 5,65 г/м² за добу. При комплексну застосуванні препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста

продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи зросла на $0,16 \text{ г/м}^2$ за добу відносно контролю.

При обробці насіння кукурудзи гібриду Флагман у фазу 12 листків чиста продуктивність фотосинтезу становила $5,95 \text{ г/м}^2$ за добу, а найбільшого зростання чистої продуктивності фотосинтезу рослин у фазі 12 листків було зафіксовано при комплексному використанні передпосівної обробки насіння рослин Поліміксобактерином та препаратів позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо, яке забезпечило збільшення чистої продуктивності фотосинтезу на $9,1 \%$ відносно контролю.

У фазу цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи гібриду Флагман становила $9,49 \text{ г/м}^2$ за добу на контролі. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) чиста продуктивність фотосинтезу рослин збільшилась до $9,63 \text{ г/м}^2$ за добу, а при використанні комплексу препаратів позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу зросла до $9,60 \text{ г/м}^2$ за добу.

Застосування передпосівної обробки насіння кукурудзи гібриду Флагман забезпечило збільшення чистої продуктивності фотосинтезу на $0,14 \text{ г/м}^2$ за добу відносно контролю. Під час комплексного застосування препаратів позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та обробки насіння Поліміксобактерином спостерігалось збільшення чистої продуктивності фотосинтезу рослин на $0,26 \text{ г/м}^2$ за добу відносно контролю.

У фазу молочної стиглості чиста продуктивність фотосинтезу становила $3,47 \text{ г/м}^2$ за добу на контролі та $3,58 \text{ г/м}^2$ за добу при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза), а при комплексному застосуванню позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо чиста продуктивність фотосинтезу рослин становила $3,64 \text{ г/м}^2$ за добу.

При обробці насіння кукурудзи гібриду Флагман препаратом Поліміксобактерин чиста продуктивність фотосинтезу у фазу молочної стиглості

збільшилась до 3,56 г/м² за добу. Найбільше збільшення чистої продуктивності фотосинтезу рослин у фазу молочної стиглості на 0,29 г/м² за добу відносно контролю було зафіксовано при комплексному застосуванні препаратів позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та обробці насіння Поліміксобактерином.

У фазу воскової стиглості чиста продуктивність фотосинтезу на контролі становила 3,77 г/м² за добу, а комплексне застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило чисту продуктивність фотосинтезу до 4,18 г/м² за добу і до 4,55 г/м² за добу при комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу протягом вегетації гібридів кукурудзи різних груп стиглості формувались за використання поєднання обробки насіння бактеріальним препаратом та позакореневого підживлення мікродобрином та біостимулятором росту рослин.

Не менш важливим показником фотосинтетичної продуктивності являється листовий індекс і даний показник на основі проведених нами досліджень також коливався залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень (табл. 4.13, табл. 4.14).

Листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Арія у фазу 12 листків становив 2,36 на контролі, а при позакореному підживленні мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшився на 14,83 % відносно контролю і на 19,91 % щодо контролю при застосуванні комплексного позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Після передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин листовий індекс становив 2,40. При комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакореневого підживлення біостимулятором та мікродобрином листовий індекс у фазу 12 листків збільшився до 2,88.

У фазу цвітіння листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Арія становив 3,76, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшився на 10,37 % відносно контролю і на 15,69 % при комплексному застосуванні позакореневого підживлення та передпосівної обробки насіння.

Таблиця 3.13

Листковий індекс середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Арія	Без обробки	Без обробки	2,36	3,76	3,73	3,28
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,71	4,15	4,11	3,66
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	2,83	4,29	4,24	3,72
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	2,40	3,81	3,79	3,29
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,76	4,21	4,18	3,70
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	2,88	4,35	4,31	3,78
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	2,40	3,82	3,78	3,38
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,75	4,23	4,16	3,43
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	2,87	4,37	4,30	3,93
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	2,43	3,90	3,83	3,36
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,78	4,32	4,22	3,64
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	2,91	4,46	4,36	3,86

Листковий індекс у фазу молочної стиглості рослин кукурудзи гібриду Арія при комплексному застосуванні мікродобрива та біостимулятора росту становив

4,24, тоді як на контролі листковий індекс становив 3,73. Найбільшого значення – 4,31 листковий індекс рослин у фазу молочної стиглості становив при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо .

Листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Арія у фазу воскової стиглості становив 3,28. Після застосування комплексу позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин збільшився до 3,78 тоді як при застосуванні мікродобрива та біостимулятора листковий індекс становив 3,72.

Листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ у фазу 12 листків на контролі становила 2,40, а за використання Поліміксобактерину листковий індекс становив до 2,43. З застосуванням Поліміксобактерину у комплексі з Мікро-Мінераліс(кукурудза) + Стимпо листковий індекс зріс до 2,9 , що на 21,25 % більше за контроль.

У фазу цвітіння листковий індекс рослин гібриду Переяславський 230 СВ становив 3,82 на контролі, а за використання комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо листковий індекс становив 4,37. За застосування бактеріального препарату Поліміксобактерин у комплексі з мікродобривом та стимулятором росту листковий індекс становив 4,46 , а застосування лише бактеріального препарату 3,90.

У фазу молочної стиглості листковий індекс рослин гібриду Переяславський 230 СВ на контролі становив 3,78, а за застосування комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо листковий індекс рослин становив 4,30. Застосування обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) разом з біостимулятором росту Стимпо, листковий індекс рослин кукурудзи зріс до 4,36, що на 15,34 % більше контролю.

Листковий індекс у фазу воскової стиглості рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ станов 3,38. Після застосування позакореневого

підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) листковий індекс збільшився до 3,43, а після застосування комплексного позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшився до 3,93.

При обробці насіння препаратом Поліміксобактерин листковий індекс у фазу воскової стиглості рослин становив 3,36, а комплексна дія даного препарату та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо встановила листковий індекс на рівні 3,86.

У фазу 12 листків листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Діалог становив 2,59 на контролі, а при позакореновому підживленні препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшився до 3,04. Також збільшення листкового індексу до 3,11 було зафіксовано при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореновому підживленні рослин біостимулятором росту та мікродобривом.

Листковий індекс у фазу цвітіння рослин кукурудзи гібриду Діалог на контролі становив 4,32, а найбільшого значення 4,95 досягнув при передпосівній обробці насіння та позакореновому підживленні рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

У фазу молочної стиглості на контролі листковий індекс рослин становив 4,17, при позакореновому підживленні рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо листковий індекс збільшився на 12,94 % відносно контролю. Найбільшого значення листкового індексу, який на 14,62 % більший контролю, у фазі молочної стиглості було досягнуто при комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакореневого підживлення біостимулятором та мікродобривом. Листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Діалог у фазу воскової стиглості на контролі становив 3,66, а при позакореновому підживленні рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо листковий індекс збільшився до 4,20. При комплексному застосуванні позакореневого підживлення біостимулятором росту та мікродобривом та передпосівній обробці насіння листковий індекс збільшився до 4,23.

У фазу 12 листків листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Флагман становив 2,62, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшився на 0,25. Також збільшення листкового індексу на 0,42 було досягнуто завдяки комплексному застосуванню позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Таблиця 4.14

Листковий індекс середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	2,59	4,32	4,17	3,66
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,87	4,67	4,60	4,04
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,04	4,83	4,71	4,20
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	2,65	4,43	4,23	3,71
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,94	4,79	4,67	4,10
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,11	4,95	4,78	4,23
Флагман	Без обробки	Без обробки	2,62	4,54	4,34	3,84
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,87	4,86	4,77	4,15
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,05	5,03	4,87	4,27
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	2,66	4,63	4,40	3,85
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	2,91	4,96	4,84	4,32
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,10	5,13	4,94	4,37

При передпосівній обробці насіння кукурудзи гібриду Флагман препаратом Поліміксобактерин листковий індекс становив 2,66. При комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо листковий індекс становив 3,10.

Листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Флагман у фазу цвітіння становила 4,54. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) листковий індекс збільшився на 0,32, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо листковий індекс рослин на 0,49 був більший за контроль.

При передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин листковий індекс становив 4,63. Комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило листковий індекс рослин на 12,99 % від контролю.

У фазу молочної стиглості листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Флагман становив 4,34. Застосування позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) збільшило листковий індекс рослин на 0,43 від контролю, тоді як комплексне застосування позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило листковий індекс на 0,53 від контролю.

У фазу молочної стиглості листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Флагман при передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин становив 4,40. Збільшення листового індексу рослин на 13,82 % від контролю було досягнуто завдяки комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Флагман у фазу воскової стиглості становив 3,84, а комплексне застосування позакореневого підживлення

рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило листковий індекс на 0,43 порівняно з контролем.

У фазу воскової стиглості листковий індекс рослин кукурудзи гібриду Флагман при передпосівній обробці насіння рослин препаратом Поліміксобактерин становив 3,85. При комплексному застосуванні Поліміксобактерину та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо листковий індекс рослин зріс на 13,8 % відносно контролю.

На основі проведених досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах поєднання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо створює найсприятливіші умови для максимальної реалізації фотосинтетичної продуктивності як гібридів середньоранньої так і гібридів середньостиглої групи.

Отримані результати внаслідок експериментальних польових та лабораторних досліджень дають підстави сформулювати наступні висновки:

Найбільш сприятливі умови для росту, розвитку та кращого проходження міжфазних періодів та досягнення максимальної висоти рослин кукурудзи різних груп стиглості 218 см гібриду Арія, 232 см гібриду Переяславський 230 СВ, 230 см гібриду Діалог та 229 см гібриду Флагман складались за вирощування їх на варіантах дослідів де використовувалась передпосівна обробка насіння препаратом Поліміксобактерин в комплексі з позакореневим підживленням препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Встановлено, що за обробки насіння Поліміксобактерином в комплексі з позакореневим підживленням Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо отримано найбільший приріст сирової маси у всіх досліджуваних гібридах. Також у цьому варіанті у фазу воскової стиглості накопичення сухої маси у гібридів середньоранньої групи стиглості коливалась в середньому 23,95 – 25,31 т/га, середньостиглої групи – 23,18 – 23,69 т/га.

На основі проведених досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах поєднання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо створює найсприятливіші умови для максимальної реалізації фотосинтетичної продуктивності як гібридів середньоранньої так і гібридів середньостиглої групи.

Застосування лише передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин, або позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза), або Мікро-Мінераліс (кукурудза) + біостимулятор росту рослин Стимпо забезпечується збільшення усіх показників, а максимальна реалізації біологічного потенціалу гібридів усіх груп стиглості спостерігається за використання комплексу вище зазначених препаратів.

РОЗДІЛ 5

УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ТА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

5.1. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень

Основним показником ефективності вирощування будь-якої культури є її урожайність. Рівень, яким може сформуватися урожайність будь-якої сільськогосподарської культури, залежить від дуже багатьох факторів. А проблеми підвищення урожайності рослин кукурудзи вирішуються не лише селекційно-генетичними методами, внесенням добрив та пестицидів, а й застосуванням регуляторів росту рослин, мікродобрив та бактеріальних препаратів які все більше стають невід'ємними елементами інтенсивних технологій вирощування кукурудзи [238, 239, 240].

Застосування регуляторів росту дозволяє повніше реалізувати потенційні можливості рослин кукурудзи, закладені природою та селекцією, поліпшувати якість продукції та підвищувати врожаї [241, 242, 243].

Позитивна дія мікродобрив зумовлена тим, що вони приймають участь в окислювально-відновлювальних процесах вуглеводів навколишнього середовища. Під впливом мікроелементів в листках збільшується склад хлорофіл, покращується процес фотосинтезу [244].

Дослідження проведені нами в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах свідчать про те, що величина урожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежала від гідротермічних умов років досліджень та факторів що досліджувались, а саме передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин, позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза), як окремо так і у комплексі з біостимулятором росту Стимпо. Так у середньому за 2015 – 2017 роки урожайність

зерна середньоранньої групи стиглості варіювала у межах від 9,60 до 11,01 т/га у гібриду Арія, а у гібриду Переяславський 230 СВ від 9,29 до 10,61 т/га (табл. 5.1).

Урожайність зерна рослин кукурудзи гібриду Арія за період 2015 – 2017 рр. на контролі в середньому становила 9,60 т/га. Найбільшої врожайності було досягнуто у 2016 р. а найменшої у 2015р.

Таблиця 5.1.

Урожайність зерна середньоранніх та середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Роки			Середнє	± до контро- лю
			2015	2016	2017		
Арія	Без обробки	1	9,29	9,91	9,60	9,60	-
		2	9,89	10,57	10,34	10,26	+0,66
		3	9,96	10,68	10,40	10,34	+0,74
	Поліміксо- бактерин	1	9,85	10,52	10,30	10,22	+0,62
		2	10,48	11,22	11,09	10,93	+1,33
		3	10,56	11,33	11,15	11,01	+1,41
Переяславський 230 СВ	Без обробки	1	9,06	9,47	9,34	9,29	-
		2	9,51	10,13	9,91	9,85	+0,56
		3	9,65	10,25	10,11	10,00	+0,71
	Поліміксо- бактерин	1	9,55	10,05	9,98	9,86	0,57
		2	10,02	10,75	10,58	10,45	+1,16
		3	10,17	10,87	10,80	10,61	+1,32
Діалог	Без обробки	1	10,70	11,25	10,98	10,97	-
		2	11,08	12,01	11,72	11,60	+0,63
		3	11,40	12,51	12,11	12,00	+1,03
	Поліміксо- бактерин	1	11,16	11,89	11,66	11,57	+0,60
		2	11,65	12,86	12,55	12,35	+1,38
		3	11,99	12,75	12,97	12,57	+1,60
Флагман	Без обробки	1	10,07	10,59	10,31	10,32	-
		2	10,51	11,30	11,02	10,94	+0,62
		3	10,70	11,40	11,16	11,08	+0,76
	Поліміксо- бактерин	1	10,57	11,27	11,06	10,96	+0,64
		2	11,03	12,02	11,82	11,62	+1,30
		3	11,23	12,13	11,97	11,77	+1,45

Примітка: 1. Без підживлення (обприскування водою); 2. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га); 3. Мікро-Мінераліс (кукурудза) (1,5 л/га) + Стимпо (25 мл/га).

При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) середня врожайність зросла до 10,26 т/га, що на 0,66 т/га більше за контроль, а при комплексному застосуванні препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо середня врожайність зросла до 10,34 т/га, що на 0,74 т/га більше за контроль. При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин середня врожайність за роки досліджень зросла до 10,22 т/га, а при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння рослин і позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо середня врожайність зросла до 11,01 т/га, що на 14,68 % більше за контроль.

Урожайність зерна кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ за період досліджень найбільша була у 2016р. а найменшу урожайність було зафіксовано у 2015р. На контролі середня врожайність за 2015 – 2017рр. становила 9,29 т/га, а застосування позакореневого підживлення мікродобривом збільшило середню врожайність на 0,56 т/га відносно контролю. В свою чергу комплексне застосування мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятора росту Стимпо збільшило середню врожайність на 0,71 т/га. При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ середня врожайність зросла до 9,86 т/га, що на 0,57 т/га більше контролю. Максимального збільшення середньої врожайності зерна до 10,61 т/га, що на 14,20 % більше за контроль, було зафіксовано при комплексному застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин.

Так у гібридів середньостиглої групи у середньому за 2015 – 2017 роки урожайність зерна варіювала у межах від 10,97 до 12,57 т/га у гібриду Діалог, а у гібриду Флагман даний показник коливався в межах від 10,32 до 11,77 т/га.

Найбільша урожайність зерна рослин кукурудзи гібридів Діалог та Флагман за період 2015 – 2017 рр. була у 2016 р., а найменша у 2015р., що тісно пов'язано з гідротермічними умовами.

На контролі середня врожайність зерна кукурудзи гібриду Діалог становила 10,97 т/га. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-

Мінераліс (кукурудза) середня урожайність за три роки становила 11,60 т/га, що на 0,63 т/га більше за контроль, а комплексне застосування препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо при позакореновому підживленні збільшило середню врожайність до 12,0 т/га, що на 1,03 т/га більше за контроль. При передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин середня врожайність збільшилась на 0,60 т/га відносно контролю, а комплексне застосування позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин збільшило середню врожайність за досліджуваний період до 12,57 т/га, що на 14,58 % більше за контроль.

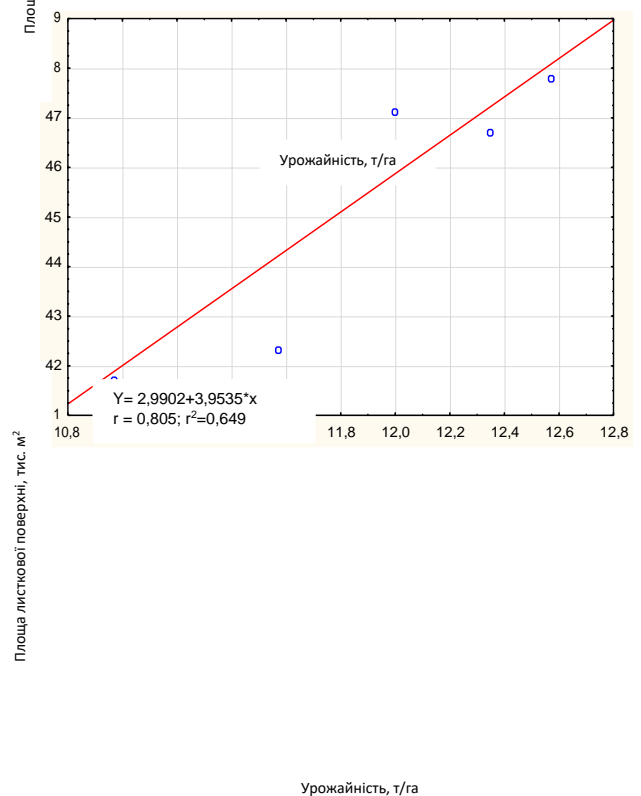
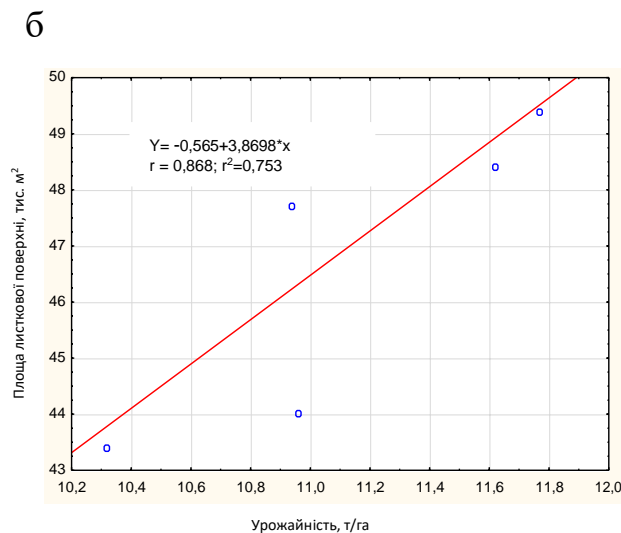
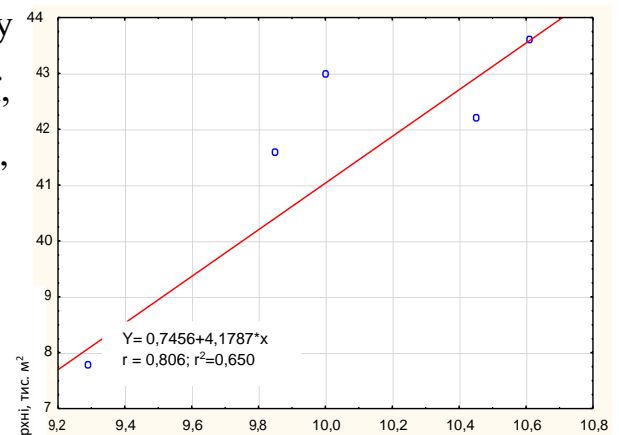
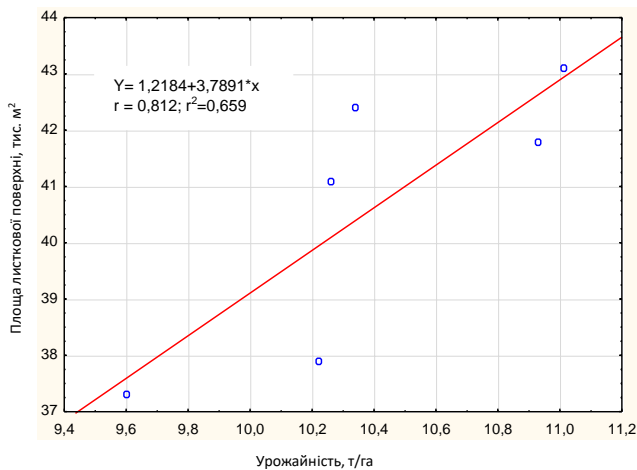
Середня врожайність зерна рослин кукурудзи гібриду Флагман за 2015 – 2017 рр. на контролі становила 10,32 т/га. На 0,62 т/га відносно контролю забезпечило збільшення середньої врожайності зерна застосування позакоренового підживлення рослин мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) та збільшення середньої врожайності зерна на 0,76 т/га відносно контролю отримали за комплексного застосування позакоренового підживлення мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту Стимпо.

При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин середня врожайність становила 10,96 т/га, що на 0,64 т/га більше контролю, а комплексне застосування Поліміксобактерину та препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечило збільшення середньої врожайності зерна до 11,77 т/га, що на 14,05 % більше за контроль [244].

На основі результатів проведеного кореляційно-регресійного аналізу було достовірно визначено залежність урожайності зерна гібридів кукурудзи від показників площі листової поверхні (рис. 4.1). Виявлено що існує сильний позитивний зв'язок, при цьому коефіцієнт кореляції для гібриду Арія становив $r = 0,812$, для гібриду Переяславський 230 СВ $r = 0,806$, для гібриду Діалог $r = 0,868$, для гібриду Флагман $r = 0,805$.

На основі проведеного математичного аналізу виявлено, що між елементами структури врожаю рослин гібридів кукурудзи та їх урожайністю наявний

позитивний зв'язок високої сили. Отже, між рівнем урожайності та вагою зерна з качана коефіцієнт кореляції для гібриду Арія становив $r = 0,999$, для гібриду Переяславський 230 СВ $r = 0,999$, для гібриду Діалог $r = 0,999$, для гібриду Флагман $r = 0,999$, при цьому скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно, $r^2 = 0,999$, $r^2 = 0,999$, $r^2 = 0,999$, $r^2 = 0,999$.



Примітка: а – для гібриду Арія; б – для гібриду Переяславський 230 СВ; в – для гібриду Діалог; г – для гібриду Флагман.

Рис. 5.1. Реакційна поверхня залежності урожайності зерна гібридів кукурудзи (Y) від показників площі листкової поверхні.

А між величиною урожайності і маси 1000 зерен гібридів кукурудзи, також був відмічений сильний кореляційний зв'язок і становив, $r = 0,970$, $r = 0,950$, $r = 0,959$, $r = 0,970$, а коефіцієнт детермінації, відповідно, $r^2 = 0,942$, $r^2 = 0,903$, $r^2 = 0,920$, $r^2 = 0,942$.

За результатами приведеного дисперсійного аналізу отриманих даних виявлено, що величина формування урожаю зерна кукурудзи на 66,7 % залежала від гібриду, на 13,6 % від передпосівної обробки насіння, на 17,0 % від позакореневого підживлення та на 2,7 % від інших неврахованих факторів (рис.4.2).



Рис. 5.2. Дольова частка впливу досліджуваних чинників у формуванні урожайності зерна гібридів кукурудзи (у середньому за 2015 – 2017 рр.).

Отже, на основі отриманих нами результатів найвища урожайність зерна кукурудзи як гібридів середньоранньої групи стиглості Арія 11,01 т/га, Переяславський 230 СВ 10,61 т/га, так і середньостиглих гібридів Діалог 12,57 т/га, Флагман 11,77 т/га була одержана за використання комплексної дії передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо, що відповідно у середньоранніх на 1,41 та 1,32 т/га, у середньостиглих гібридів на 1,60 та 1,45 т/га більше порівняно з контролем.

5.2. Структура врожаю гібридів кукурудзи

Структурні елементи урожайності є невід'ємною складовою продуктивності посівів всіх сільськогосподарських культур, в тому числі кукурудзи. Вплив будь якого агротехнічного заходу на урожайність і якість продукції безпосередньо проявляється на цих показниках.

Окремі елементи структури більше піддаються впливу технологічних операцій, а інша частина елементів змінюється менше. Вивчення закономірності зміни показників врожаю дозволить чітко оцінити ефективність того чи іншого агротехнічного заходу [240-249].

У середньому за роки досліджень детальний аналіз елементів структури врожаю гібридів кукурудзи різних груп стиглості показав, що застосування передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мало безпосередній вплив на основні елементи врожаю кукурудзи, а саме на довжину та діаметр качана та масу зерна з качана та масу 1000 зерен (табл. 5.2, табл. 5.3).

У рослин кукурудзи середньораннього гібриду Арія на контролі довжина та діаметр качана становили 16,2 см та 4,1 см відповідно, а маса зерна з качана становила 137,1 г, тоді як маса 1000 зерен становила 253,2 г.

При застосуванні позакореневого підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) довжина качана збільшилась до 16,5 см а діаметр до 4,4 см, маса зерна качана збільшилась до 146,6 г і також відбулось збільшення маси 1000 зерен до 259,9 г. А при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо відбулося збільшення довжини і діаметру качана до 17,1 см та 4,5 см відповідно, а маса зерна становила 147,7 г та 261,3 г відповідно маса 1000 зерен.

При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратами Поліміксобактерин довжина качана становила 16,2 см та 4,3 см становив діаметр качана, маса зерна качана становила 146,0 г і 257,2 г становила маса 1000 зерен.

При комплексному застосуванні передпосівної обробки препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо довжина качана збільшилась на 1,4 см відносно

контролю і збільшився діаметр качана на 0,5 см відносно контролю, а маса зерна качана зростає до 157,2 г, що на 20,1 г більше контролю, тоді як маса 1000 зерен стала 265,5 г, що на 12,3 г більше контролю.

Таблиця 5.3.

Структура врожаю середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
Арія	Без обробки	Без обробки	16,2	4,1	137,1	253,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	16,5	4,4	146,6	259,9
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17,1	4,5	147,7	261,3
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	16,2	4,3	146,0	257,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17,4	4,6	156,1	264,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17,6	4,6	157,2	265,5
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	17,3	4,4	132,7	274,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17,6	4,5	140,5	279,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17,8	4,5	142,9	282,2
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	17,6	4,3	140,8	277,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	18,0	4,6	149,3	282,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	18,2	4,7	151,6	285,6

У рослин кукурудзи середньораннього гібриду Переяславський 230 СВ на контролі довжина качана становила 17,3 см, а діаметр 4,4 см, а маса зерна качана становила 132,7 г і 274,3 г становила маса 1000 зерен. При застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо довжина качана збільшилась до 17,8 см, а діаметр до 4,5 см, тоді як маса зерна качана і маса 1000 зерен зросли до 142,9 г та 282,2 г відповідно.

При комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобривом та стимулятором росту діаметр качана зріс до 4,7 см, що на 0,3 см більше контролю, а довжина качана зростає до 18,2 см, що на 0,9 см більше контролю, при цьому маса зерен качана збільшилась до 151,6 г, що на 18,9 г більше за контроль а маса 1000 зерен становила 285,6 г, що на 11,3 г більше за контроль.

У рослин кукурудзи середньостиглого гібриду Діалог детальний структурний аналіз урожаю визначив, що довжина качана на контролі становила 17,8 см, а при застосуванні комплексу мікродобрива та біостимулятора росту при позакореновому підживленні збільшилася до 18,2 см.

При застосуванні передпосівної обробки насіння довжина качана становила 17,9 см. Найбільшого значання довжини качана яка становила 18,5 см було досягнуто завдяки комплексному застосуванню позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин.

Діаметр качана рослин кукурудзи гібриду Діалог на контролі становила 4,5 см. При застосуванні комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо діаметр качана зріс до 4,5 см, а комплексне застосування передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо збільшило діаметр качана до 4,7 см.

У рослин кукурудзи гібриду Діалог на контролі маса зерна з качана становила 182,8 г, а маса 1000 зерен 301,5 г. При застосуванні позакореневого

підживлення комплексу препаратів Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо маса зерна з качана зросла до 200,0 г , а маса 1000 зерен до 320,6 г.

Таблиця 5.4.

Структура врожаю середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
Діалог	Без обробки	Без обробки	17,8	4,4	182,8	301,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	18,1	4,5	193,3	319,9
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	18,2	4,5	200,0	320,6
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	17,9	4,5	192,8	310,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	18,3	4,7	205,8	329,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	18,5	4,7	209,8	330,3
Флагман	Без обробки	Без обробки	17,4	4,6	172,0	296,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17,7	4,7	182,3	310,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	18,0	4,8	184,6	311,8
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	17,8	4,8	182,6	304,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	18,1	5,0	193,6	318,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	18,3	5,0	196,1	320,4

Максимального значення маси зерна з качана та маси 1000 зерен які становили 209,9 г та 330,3 г відповідно було досягнуто завдяки комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореновому підживленні мікродобривом та біостимулятором росту.

Довжина та діаметр качана рослин кукурудзи гібриду Флагман на контролі становили 17,4 см та 4,6 см відповідно. При позакореновому підживленні рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо довжина та діаметр качана зросли до 18,0 см та 4,8 см відповідно.

При комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореновому підживленні рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо довжина та висота качана зросли до 18,3 см та 5,0 см відповідно.

У рослин кукурудзи гібриду Флагман на контролі маса зерна з качана та маса 1000 зерен становили 172,0 г та 296,4 г відповідно. При застосуванні позакоренового підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) маса зерна з качана становила 182,3 г і 310,2 г становила маса 1000 зерен, а при комплексному позакореновому підживленні мікродобривом та біостимулятором росту маса зерна з качана збільшилася до 184,6 г, тоді як маса 1000 зерен збільшилася до 311,8 г. Найбільшого значення маси зерна з качана та маси 1000 зерен які становили 196,1 г та 320,4 г відповідно було досягнуто завдяки комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Таким чином, на основі проведених трирічних досліджень встановлено, що за умови проведення передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином сумісно із позакореновим підживленням препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо, максимально реалізується генетичний потенціал в тому числі і структурні показники врожаю середньоранніх Арія, Переяславський 230 СВ та середньостиглих гібридів кукурудзи Діалог, Флагман.

5.3. Формування показників якості зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень

Ціни на зерно, а отже і рентабельність підприємств, значною мірою визначаються не лише врожайністю, а й показниками якості врожаю.

Якість продукції рослинництва залежить від сукупного поєднання багатьох погодно-кліматичних, ґрунтових та технологічних факторів. Для успішного регулювання та підвищення якості зернової продукції необхідно ретельно розібратися у процесах, які відбуваються у рослинах у різні фази їхнього росту й розвитку з метою подальшого їх регулювання.

Залежно від напряму використання зерна кукурудзи зумовлюються критерії його оцінки за показниками якості. Якщо розглядати виробництво біоетанолу то важливим показником є високий вміст крохмалю в зерні, на харчові та кормові цілі – вміст протеїну та жиру [240, 241].

Хімічний склад зерна кукурудзи відрізняється від інших зернових культур меншим вмістом протеїну, більшим вмістом жиру й помітно меншим – клітковини. За рахунок високого вмісту крохмалю, жиру і найменшої кількості клітковини зумовлюється найкраща перетравність усіх поживних речовин кукурудзи, особливо безазотистих екстрактивних речовин, що становлять основну масу зерна. У зерні кукурудзи міститься порівняно мало протеїну невисокої якості внаслідок незначного вмісту критичних амінокислот – лізину й триптофану. Дуже цінним енергетичним компонентом комбікормів для всіх видів тварин являється зерно кукурудзи. Зерно в одиниці маси містить найбільшу кількість обмінної енергії.

Його вводять у комбікорми в поєднанні з іншими компонентами, багатими на повноцінний протеїн, мінеральні речовини, вітаміни.

Якісні показники сільськогосподарської продукції залежить від багатьох факторів, гібридів і сортів, системи удобрення і захисту рослин від хвороб та шкідників та інших агротехнічних заходів. Мікродобрива та стимулятори росту рослин за результатами досліджень багатьох наукових установ України й інших країн при застосуванні їх в технологіях вирощування сільськогосподарських культур не тільки підвищують урожайність, але й покращують якісні показники

продукції. У цукрових буряках підвищувалася цукристість, у насінні соняшника вміст олії, в озимій пшениці – білка, покращувалися і якісні показники зерна кукурудзи [250, 251].

Таблиця 5.5.

Вміст крохмалю в зерні середньоранніх гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Вміст крохмалю, %	+ – до контролю	Вихід крохмалю, т/га	+ – до контролю
Арія	Без обробки	Без обробки	71,65	-	6,87	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	71,06	-0,59	7,29	+0,42
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	70,73	-0,92	7,31	+0,44
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	70,47	-1,18	7,20	+0,37
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	70,45	-1,20	7,70	+0,83
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	70,40	-1,25	7,75	+0,88
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	73,04	-	6,78	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	72,01	-1,03	7,09	+0,31
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	71,89	-1,15	7,18	+0,40
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	71,28	-1,76	7,02	+0,24
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	71,03	-2,01	7,42	+0,64
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	70,76	-2,28	7,50	+0,72

Примітка: з розрахунку на вологість 14 %.

Відомо, що хімічний склад зерна кукурудзи може значно змінюватися залежно від умов вирощування. При високих температурах накопичення білка

більш інтенсивне. Пізньостиглі форми в посушливі роки мають в зерні більшу його кількість, ніж у роки з достатньою вологозабезпеченістю. Однак, першочергова роль у підвищенні якості зерна кукурудзи належить саме селекції [252, 253, 254].

Проведеними нами дослідженнями в 2015-2017 роках встановлено, що передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин та позакореневе підживлення рослин кукурудзи під час вегетації мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту рослин «Стимпо», а також комплексна дія даних препаратів значно вплинула на якісні показники зерна кукурудзи (табл. 5.5 – 5.10).

У зерні кукурудзи гібриду Діалог на контролі вміст крохмалю становив 71,5 %, що в свою чергу забезпечило вихід крохмалю на рівні 7,84 т/га. При застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом та біостимулятором росту вміст та вихід крохмалю становив 70,79 % та 8,49 т/га відповідно.

А при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння рослин було зафіксоване найбільше значення виходу крохмалю, яке становило 8,72 т/га, що на 0,88 т/га більше за контроль. У зерні кукурудзи гібриду Флагман на контролі вміст крохмалю становив 71,46 % та 7,37 т/га становив вихід крохмалю. При застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід крохмалю становив 7,89 т/га і вміст крохмалю становив 71,26 %. При комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореновому підживленні мікродобривом та біостимулятором вихід крохмалю зріс до 8,23 т/га, що на 0,86 т/га більше за контроль.

Вміст сирого жиру у зерні кукурудзи гібриду Арія на контролі становив 5,18 %, при застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вміст сирого жиру становив 4,98 %, а при комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин вміст сирого жиру становив 4,68 %.

**Вміст крохмалю в зерні середньостиглих гібридів кукурудзи та його вихід
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вміст крохмалю, %	+ – до контролю	Вихід крохмалю, т/га	+ – до контролю
Діалог	Без обробки	Без обробки	71,50	-	7,84	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	71,20	-0,30	8,25	+0,41
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	70,79	-0,71	8,49	+0,65
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	70,17	-1,33	8,11	+0,27
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	69,8	-1,70	8,62	+0,78
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	69,39	-2,11	8,72	+0,88
Флагман	Без обробки	Без обробки	71,46	-	7,37	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	71,32	-0,14	7,80	+0,43
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	71,26	-0,20	7,89	+0,52
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	70,99	-0,47	7,78	+0,41
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	70,76	-0,70	8,22	+0,85
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	69,92	-1,54	8,23	+0,86

Примітка: з розрахунку на вологість 14 %

Із зерна кукурудзи гібриду Арія на контролі вихід сирого жиру становив 0,49 т/га, а при застосуванні позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід сирого жиру становив 0,48 т/га. При комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом

Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід сирого жиру становив 0,51 т/га.

Таблиця 5.7.

Вміст сирого жиру в зерні середньоранніх гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вміст сирого жиру, %	+ - до контролю	Вихід сирого жиру, т/га	+ - до контролю
Арія	Без обробки	Без обробки	5,18	-	0,49	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,75	-0,43	0,48	-0,01
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,98	-0,20	0,51	+0,02
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	4,71	-0,47	0,48	-0,01
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,79	-0,39	0,52	+0,03
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,68	-0,50	0,51	0,02
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	4,25	-	0,39	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,36	+0,11	0,42	+0,03
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,05	-0,20	0,40	+0,01
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	4,13	-0,12	0,40	+0,01
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,34	+0,09	0,45	+0,06
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,47	+0,22	0,47	+0,08

Примітка: з розрахунку на вологість 14 %

У зерні кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ на контролі вміст сирого жиру становив 4,25 %, а при застосуванні мікродобрива та біостимулятора росту вміст сирого жиру становив 4,05 %. При комплексному застосуванні передпосівної

обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореновому підживленню препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вміст сирого жиру становив 4,47 %.

Таблиця 5.8.

Вміст сирого жиру в зерні середньостиглих гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Вміст сирого жиру, %	+ - до контролю	Вихід сирого жиру, т/га	+ - до контролю
Діалог	Без обробки	Без обробки	5,28	-	0,57	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,93	-0,35	0,57	0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,67	-0,61	0,56	-0,01
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	4,95	-0,33	0,57	0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,87	-0,41	0,60	+0,03
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,97	0,31	0,62	+0,05
Флагман	Без обробки	Без обробки	5,2	-	0,53	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	5,37	+0,17	0,58	+0,05
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,65	-0,55	0,51	-0,02
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	5,08	-0,12	0,55	+0,02
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	5,19	-0,01	0,60	+0,07
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,86	-0,34	0,57	+0,04

Примітка: з розрахунку на вологість 14 %

Вихід сирого жиру із зерна кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ на контролі становив 0,39 т/га, а при застосуванні позакоренового підживлення

препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід сирого жиру зріс до 0,40 т/га. Найбільшого виходу сирого жиру який становив 0,47 т/га було досягнуто завдяки комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореновому підживленню препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

У зерні кукурудзи гібриду Діалог на контролі вміст сирого жиру становив 5,28 %, а при застосуванні позакоренового підживлення мікродобривом та біостимулятором росту вміст сирого жиру у зерні становив 4,67 %.

У зерні кукурудзи гібриду Діалог на контролі вміст сирого жиру становив 5,28 %, а при застосуванні позакоренового підживлення мікродобривом та біостимулятором росту вміст сирого жиру у зерні становив 4,67 %. При комплексному застосуванні позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин вміст сирого жиру становив 4,97 %.

У гібриду Діалог вихід сирого жиру з зерна на контролі становив 0,57 т/га, а при застосуванні позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід сирого жиру становив 0,56 т/га. Найбільший вихід сирого жиру з зерна який становив 0,62 т/га було досягнуто при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння та позакореновому підживленні рослин.

У рослин кукурудзи гібриду Флагман на контролі вміст та вихід сирого жиру з зерна становив 5,2 % та 0,53 т/га відповідно. При застосуванні позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід та вміст сирого жиру становив 0,51 т/га та 4,65 % відповідно. А при комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакоренового підживлення мікродобривом та біостимулятором росту вихід та вміст сирого жиру становив 0,57 т/га та 4,86 % відповідно.

Вміст сирого протеїну у зерні кукурудзи гібриду Арія на контролі становив 10,36 %, а вихід сирого протеїну становив 0,99 т/га. При застосуванні позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо

вміст сирого протеїну становив 10,41 %, а вихід сирого протеїну збільшився до 1,06 т/га. Найбільшого збільшення вмісту і виходу сирого протеїну які становили 11,92 % та 1,31 т/га, було досягнуто завдяки комплексному застосуванню позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин.

Таблиця 5.9.

Вміст сирого протеїну в зерні середньоранніх гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вміст сирого протеїну, %	+ - до контролю	Вихід сирого протеїну, т/га	+ - до контролю
Арія	Без обробки	Без обробки	10,36	-	0,99	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,41	+0,05	1,06	+0,07
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10,70	+0,34	1,10	+0,11
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	10,77	+0,41	1,10	+0,11
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	11,32	+0,96	1,23	+0,24
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	11,92	+1,56	1,31	+0,32
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	9,73	-	0,90	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,37	+0,64	1,02	+0,12
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10,55	+0,82	1,05	+0,15
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	10,87	+1,14	1,07	+0,17
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	11,03	+1,3	1,15	+0,25
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	11,27	+1,54	1,19	+0,29

Примітка: з розрахунку на вологість 14 %

У зерні кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ на контролі вміст сирого протеїну становив 9,73 %.

Таблиця 5.10.

Вміст сирого протеїну в зерні середньостиглих гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вміст сирого протеїну, %	+ – до контролю	Вихід сирого протеїну, т/га	+ – до контролю
Діалог	Без обробки	Без обробки	9,96	-	1,09	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,49	+0,53	1,21	+0,12
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10,68	+0,72	1,28	+0,29
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	11,73	+1,77	1,35	+0,26
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	12,19	+2,23	1,50	+0,51
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	12,59	+2,63	1,58	+0,59
Флагман	Без обробки	Без обробки	9,38	-	0,96	-
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9,44	+0,06	1,03	+0,07
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9,60	+0,22	1,06	+0,10
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	9,86	+0,48	1,08	+0,12
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,68	+1,30	1,24	+0,28
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	12,05	+2,67	1,41	+0,45

Примітка: з розрахунку на вологість 14 %

При застосуванні позакоренового підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вміст сирого протеїну у зерні зріс до 10,55 %, а комплексне застосування передпосівної обробки насіння препаратом

Поліміксобактерин та позакореневого підживлення рослин мікродобривом та біостимулятором росту забезпечило збільшення вмісту сирого протеїну у насінні до 11,27 %.

Вихід сирого протеїну у рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ на контролі становив 0,90 т/га, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід сирого протеїну становив 1,05 т/га, що на 0,15 т/га більше за контроль.

Найбільшого значення виходу сирого протеїну який становив 1,19 т/га було досягнуто завдяки комплексному застосуванні позакореневого підживлення рослин мікродобривом та біостимулятором росту і передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин.

У зерні кукурудзи гібриду Діалог на контролі вміст сирого протеїну у зерні становив 9,96 %, а при застосуванні мікродобрива і біостимулятора росту вміст сирого протеїну зріс до 10,68 %.

А комплексне використання передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневе підживлення рослин препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечило збільшення вмісту сирого протеїну до 12,59 %. Вихід сирого протеїну на контролі становив 1,09 т/га.

При застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід сирого протеїну зріс до 1,28 т/га, що на 0,29 т/га більше за контроль, а комплексне застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин забезпечило збільшення виходу сирого протеїну до 1,58 т/га, що на 0,59 т/га більше за контроль.

У зерні кукурудзи гібриду Флагман вміст та вихід сирого протеїну на контролі становили 9,38 % та 0,96 т/га відповідно. При застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вміст та вихід сирого протеїну зросли до 9,60 % та 1,06 т/га відповідно, а комплексне застосування передпосівної обробки насіння та

позакореневого підживлення дали збільшення вмісту та виходу сирого протеїну до 12,05 % та 1,41 т/га відповідно.

Проведення передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту Стимпо сприяє значному покращенню якісних показників зерна кукурудзи та виходу крохмалю, сирого жиру та сирого протеїну з одиниці площі [135].

Найбільшу урожайність кукурудзи різних груп стиглості гібриду Арія 11,01 т/га, гібриду Переяславський 230 СВ 10,61 т/га, гібриду Діалог 12,57 т/га та гібриду Флагман 11,77 т/га забезпечено за вирощування їх на варіантах досліду де застосовували передпосівну обробку насіння препаратом Поліміксобактерином в комплексі з позакореневим підживленням препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

За обробки насіння Поліміксобактерином в комплексі з позакореневим підживленням Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо отримано найвищі структурні показники врожаю у всіх досліджуваних гібридах.

Встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного протягом років досліджень поєднання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечує значне покращення якісних показників зерна кукурудзи та виходу крохмалю, виходу сирого жиру, виходу протеїну з одиниці площі як гібридів середньоранньої так і гібридів середньостиглої групи.

РОЗДІЛ 6

ВПЛИВ ОБРОБКИ НАСІННЯ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ ТА СТИМУЛЯТОРАМИ НА РОЗРАХУНКОВИЙ ВИХІД БІОЕТАНОЛУ З ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Інтенсивне зростання ринку відновлюваних джерел енергії має не лише економіко-енергетичний, а й екологічний аспект, тому отримання енергії з біомаси знаходить динамічний розвиток у багатьох країнах світу [255].

Такий стратегічний напрям використання енергії відповідає умовам сталого розвитку планети та стабільного економічного існування суспільства. У зв'язку із постійним дефіцитом моторних палив нафтового походження в енергетично залежних країнах зростає інтерес до використання заміників цих палив – продуктів переробки рослинної сировини. Не залишається осторонь від цього напрямку й Україна, для якої технології виробництва та використання різних видів біопалив (твердого біопалива, біодизелю, біоетанолу, біогазу та інших) набувають важливого економічного значення [256].

Питання важливості виробництва та споживання біологічних видів палива пов'язані з обмеженістю світових запасів викопних енергетичних ресурсів, а також забрудненням навколишнього середовища внаслідок їх використання. Дослідження показали, що основними факторами, які спонукають світову спільноту до виробництва біологічного палива, є ціновий та екологічний. Найважливішою і найціннішою особливістю біопалива є його відновлюваний характер, що створює можливості для аграрного сектора виступати їх виробником та споживачем.

Дослідження дають змогу стверджувати, що основними чинниками збільшення виробництва рідких видів біопалива є:

1. *Ціновий* – в останнє десятиріччя відбулося значне зростанням світових цін на нафту і нафтопродукти.

2. *Екологічний* – рідке біопаливо, навіть у разі використання його як добавки до звичайного бензину і дизельного палива, має очевидні екологічні

переваги порівняно з традиційними видами палива. Додавання біоетанолу до бензину забезпечує необхідне октанове число паливної суміші і дає змогу відмовитися від токсичних присадок, таких як тетраетил свинець, ароматичні вуглеводні, метанол.

Отже, потенціал України в плані виробництва біоенергоносіїв досить великий. По-перше, враховуючи зростання цін на нафту та інші енергоносії, і низький рівень життя населення в країні, попит на альтернативне й більш дешеве паливо серед населення буде досить високим. По-друге, враховуючи велику кількість «порожніх» орних земель, які цілком підійшли б для вирощування енергокультур, Україна володіє настільки дефіцитним у всьому іншому світі ресурсом – землею. Таким чином, є всі передумови для створення національного біоенергетичного комплексу.

Привабливі екологічні характеристики рідкого біопалива є основою для державної підтримки його виробництва і використання навіть в умовах низьких цін на нафтопродукти і біологічну сировину. Така підтримка необхідна, поки не буде забезпечено оптимальне співвідношення між витратами на вирощування і переробку вихідної біомаси і енергетичним складом цільової продукції. Важливе значення має і та обставина, що в багатьох випадках не вирішене питання щодо комерційної реалізації побічних продуктів переробки сільськогосподарської сировини (барди, шроту, гліцерину тощо), яка могла б суттєво підвищити економічність виробництва біопалива [257].

На сьогодні розрізняють біоетанол першого покоління, який виробляється із сільськогосподарських культур з високим вмістом цукру або крохмалю, зокрема, цукрова тростина, цукровий буряк, кукурудза, пшениця, що можуть також використовуватися як харчова сировина, та біоетанол другого покоління, який виробляється з нехарчової целюлозної сировини, наприклад, деревини, трав'янистих енергетичних культур, соломи, кукурудзиння тощо.

До основних переваг біоетанолу належать:

1. *Екологічність*. Це основна і найважливіша перевага. При використанні біоетанолу відбувається зменшення викидів парникових газів в атмосферу. Так,

при використанні бензину E10 (із вмістом біоетанолу 10%) викиди парникових газів зменшуються на 3,9%.

2. *Дешева сировина.* Біоетанол — виробляють з відновлюваної сировини, тому є можливість використання різних видів біомаси, зокрема, відходів сільського господарства.

3. *Технічні можливості.* Двигуни, розраховані виключно на таке джерело енергії, повинні бути аж ніяк не гірше нинішніх бензинових або дизельних — і в плані економічності, і в плані потужних характеристик.

4. *Безпека використання.* Біопаливо для автомобілів зовсім нетоксичне, не має різкого запаху, не може викликати отруєння. При його використанні істотно знижується небезпека забруднення ґрунту, адже розлите паливо, потрапивши в землю, швидко розкладається під впливом мікроорганізмів [258].

З метою організації виробництва біопалив необхідно підвищити ефективність вирощування сировини, а також її переробки після проведеного техніко-економічного обґрунтування та інвестиційної підтримки державою.

Найбільшу увагу заслуговує етиловий спирт або біоетанол. У світі біоетанол є найпоширенішим видом рідкого біопалива, використання якого в якості моторного палива дозволяє подолати енергетичну залежність і суттєво знижує негативний вплив на навколишнє середовище у порівнянні з традиційними паливами [259]. У теперішній час більша частина біоетанолу виготовляється з кукурудзи (США) і цукрової тростини (Бразилія). Сировиною для виробництва біоетанолу можуть бути різні сільськогосподарські культури з великим вмістом крохмалю або цукру: кукурудза, маніок, картопля, буряки цукрові, батат, ячмінь, цукрове сорго [260, 261, 262].

Слід відмітити, чим вищий вміст цукру та крохмалю в сировині – тим економічно вигіднішим є виробництво етанолу, передусім низькою собівартістю сировини [263].

Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання (27 млн. т.у.п./рік), тому вирощування кукурудзи для виробництва біоетанолу являється перспективним напрямком. На сучасному етапі перед

виробниками сільськогосподарської продукції в Україні стоїть завдання значного підвищення продуктивності зернової кукурудзи для потреб народного господарства та паливної промисловості, для виробництва біоетанолу та біогазу. Цієї мети можна досягти знижуючи витрати на виробництво кукурудзи, за рахунок обґрунтування та впровадженню сучасних інтенсивних технологій, використання трансгенних гібридів. Для переробки на біоетанол потрібно мати зерно з якомога вищим вмістом крохмалю. Гібриди, які використовуються як відновлювана біоенергетична сировина, повинні мати генетично обумовлений високий його вміст [260, 263, 265, 266].

Спільним між бензином, кукурудзою і біоетанолом є власне етанол або ж етиловий спирт, який міститься у всіх цих сполуках. Нині більше половини виробленого у світі етанолу використовується як добавка до пального для двигунів внутрішнього згоряння і лише 15 % – для виготовлення алкогольних напоїв.

Технологічний процес виробництва біопалива з кукурудзи умовно можна розділити на два етапи. На першому етапі технологічного процесу зерно кукурудзи очищають від домішок, подрібнюють та помел змішують із водою для приготування замісу. Використовується також фільтрат барди у кількості 30 % від об'єму води, що витрачається на цій стадії. Це скорочує об'єм стоків, знижує витрати води і сприяє інтенсифікації процесів приготування дріжджів та зброджування суслу. Виробництво біоетанолу складається з послідовного виконання процесів підготовки сировини, ферментації з дистиляцією, ректифікації та дегідратації етанолу.

Енергетичний вихід від виробництва 1 т біоетанолу з кукурудзи значною мірою залежить від середньої урожайності цієї культури з 1 га земельної площі. Американські експерти підрахували, що якщо етанол виробляти з кукурудзи, то при його спалюванні виділяється на третину більше енергії, ніж було витрачено на вирощування, збирання та переробку цієї культури. Бензин же повертає лише 80 % енергії, витраченої на його виробництво. Енергетичний баланс переробки кукурудзи на біоетанол при врахуванні супутніх продуктів становить 1,67 [267, 268].

Наявність в Україні значних сировинних ресурсів для виробництва біопалив і найбільшої серед інших держав Європи кількості родючої землі та наукових розробок, потужностей для виробництва біопалив, а також залежність України від імпорту енергетичних ресурсів – усе це дає підстави стверджувати, що виробництво біопалив з відновлюваної сировини в Україні має бути одним із стратегічних напрямів державної політики [266, 267].

Отримані нами результати показали, що розрахунковий вихід біоетанолу та вихід енергії з біоетанолу залежав від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень та від досліджуваних гібридів кукурудзи (табл. 6.1, табл. 6.2).

Із зерна кукурудзи середньораннього гібриду Арія на контролі розрахунковий вихід біоетанолу становив 3,46 т/га та 86,5 ГДж/га становив вихід енергії з біоетанолу. При застосуванні позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід біоетанолу становив 3,69 т/га та 92,25 ГДж/га вихід енергії з біоетанолу. А комплексне застосування передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечило вихід біоетанолу на рівні 3,91 т/га та 97,75 ГДж/га вихід енергії з біоетанолу.

На контролі вихід біоетанолу з зерна кукурудзи середньораннього гібриду Переяславський 230 СВ становив 3,42 т/га та 85,5 ГДж/га становив вихід енергії з біоетанолу. При застосуванні позакоренового підживлення мікродобривом та біостимулятором росту вихід біоетанолу становив 3,62 т/га та 90,5 ГДж/га становив вихід енергії з біоетанолу.

Вихід біоетанолу та вихід енергії з біоетанолу на рівні 3,78 т/га та 94,5 ГДж/га відповідно, було досягнуто завдяки комплексному застосуванню позакоренового підживлення мікродобривом та біостимулятором росту та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин.

Вихід біоетанолу з зерна кукурудзи середньостиглого гібриду Діалог на контролі становив 3,95 т/га та 98,75 ГДж/га вихід енергії з біоетанолу. Застосування мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятора росту

Стимпо забезпечило збільшення виходу біоетанолу до 4,28 т/га та 107,0 ГДж/га виходу енергії з біоетанолу.

Таблиця 6.1

Розрахунковий вихід біоетанолу і вихід енергії з біоетанолу залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення середньоранніх гібридів кукурудзи

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вихід біоетанолу, т/га	Вихід енергії з біоетанолу, ГДж/га
Арія	Без обробки	Без обробки	3,46	86,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	3,68	92,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,69	92,25
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	3,63	90,75
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	3,88	97,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,91	97,75
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	3,42	85,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	3,57	89,25
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,62	90,5
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	3,54	88,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	3,74	93,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,78	94,5

А при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо вихід біоетанолу з зерна кукурудзи становив 4,40 т/га та 110,0 ГДж/га становив вихід енергії з біоетанолу.

Із зерна кукурудзи середньостиглого гібриду Флагман на контролі вихід біоетанолу становив 3,72 т/га та 93,0 ГДж/га вихід енергії з біоетанолу, а при застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс

(кукурудза) + Стимпо вихід біоетанолу становив 3,98 т/га та 99,5 ГДж/га становив вихід енергії з біоетанолу.

Таблиця 6.2

Розрахунковий вихід біоетанолу і вихід енергії з біоетанолу залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення середньостиглих гібридів кукурудзи

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вихід біоетанолу, т/га	Вихід енергії з біоетанолу, ГДж/га
Діалог	Без обробки	Без обробки	3,95	98,75
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,16	104,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,28	107,0
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	4,09	102,25
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,35	108,75
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,40	110,0
Флагман	Без обробки	Без обробки	3,72	93,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	3,93	98,25
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	3,98	99,5
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	3,92	98,0
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,15	103,75
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,16	104,0

Максимального збільшення виходу біоетанолу та виходу енергії з біоетанолу які становили 4,16 т/га та 104,0 ГДж/га відповідно, було досягнуто завдяки комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

Застосування передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором Стимпо позитивно впливало на вихід енергії з біоетанолу. Поєднання передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) +Стимпо підвищило вихід біоетанолу до 3,78-4,40 т/га, та вихід енергії 94,5-110,0 ГДж/га.

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

7.1. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно

Основним завданням сільськогосподарського виробництва в Україні є отримання максимальної продукції з одиниці площі при мінімальних матеріально-технічних затратах. Поняття економічної ефективності будь-якого матеріального виробництва полягає в порівнянні витрат матеріальних ресурсів і затрат праці з досягнутим ефектом [269, 270, 271, 272].

Для підвищення економічної ефективності виробництва кукурудзи на зерно необхідна розробка, обґрунтування і запровадження ресурсозберігаючих низькозатратних технологій таких як застосування бактеріальних препаратів, стимуляторів росту рослин та мікродобрив.

Перспективними є мікроелементні добрива, асортимент яких щорічно зростає. Ефективність їх у технологіях вирощування сільськогосподарських культур досить висока незалежно від способу їх використання (обробка насіння чи листкове підживлення). Це обґрунтовано цілою низкою наукових досліджень та обумовлено тим, що приріст урожайності і покращання якості продукції значно вищі порівняно зі зростанням виробничих витрат на 1 га посіву. Так, економічна окупність кожної додатково витраченої гривні на використання мікродобрив залежно від культури коливається в межах від 4,5 до 9 гривень та найвищу окупність забезпечує кукурудза (9 грн) [273].

Високу економічну ефективність вирощування різностиглих гібридів кукурудзи згідно проведених нами досліджень впродовж 2015 – 2017 рр. забезпечує як комплексне застосування бактеріального препарату, біостимулятора росту рослин та мікродобрива, так і їх самостійне використання (табл. 7.1, табл. 7.2).

У рослин кукурудзи гібриду Арія на контролі виробничі витрати на 1 га становили 17814 грн, а вартість вирощеної продукції 33600 грн, тоді як умовно чистий прибуток становив 15786 грн.

Таблиця 7.1.

Економічна ефективність вирощування середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Виробничі витрати, грн./га	Вартість вирощеної продукції, грн./га	Умовно чистий прибуток, грн./га	Собівартість 1 т насіння, грн	Рівень рентабельності, %
Арія	Без обробки	Без обробки	17814	33600	15786	1856	89
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17929	35910	17981	1747	100
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17987	36190	18203	1740	101
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	17832	35770	17938	1745	101
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17947	38255	20308	1642	113
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	18005	38535	20530	1635	114
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	17785	32515	14730	1914	83
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17899	34475	16576	1817	93
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17957	35000	17043	1796	95
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	17803	34510	16707	1805	94
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17917	36575	18658	1715	104
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17976	37135	19159	1694	107

Примітка: цінові значення калькуляції взято за 2017 р.

Собівартість 1 т насіння та рівень рентабельності на контролі становили 1856 грн та 89 % відповідно. При застосуванні мікродобрива виробничі витрати становили 17929 грн/га, а вартість вирощеної продукції 35910 грн/га. Умовно

чистий прибуток зріс до 17981 грн/га, тоді як собівартість 1 т насіння зменшилася до 1747 грн, а рівень рентабельності зріс до 100 %. А при застосуванні позакореневого підживлення мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту Стимпо виробничі витрати становили 17987 грн/га. Вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток зросли до 36190 грн/га та 18203 грн/га відповідно. В свою чергу собівартість 1 т насіння зменшилась до 1740 грн, а рівень рентабельності зріс до 101 %. При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин виробничі витрати становили 17832 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 35770 грн/га та 17938 грн/га відповідно. Рівень рентабельності становив 101 % тоді як собівартість 1 т насіння зменшилась до 1745 грн. При застосуванні позакореневого підживлення мікродобрином та передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин виробничі витрати становили 17947 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток зросли до 38255 грн/га та 20308 грн/га відповідно. При цьому собівартість 1 т насіння зменшилась до 1642 грн, а рівень рентабельності зріс до 113 %. А при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо виробничі витрати становили 18005 грн/га, тоді як вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 38535 грн/га та 20530 грн/га відповідно. В цей час собівартість 1 т насіння зменшилась до 1635 грн, а рівень рентабельності становив 114 %.

У рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ на контролі виробничі витрати становили 17785 грн/га, тоді як вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 32515 грн/га та 14730 грн/га відповідно. Рівень рентабельності та собівартість 1 т насіння на контролі становили 83 % та 1914 грн відповідно. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) виробничі витрати зросли до 17899 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток зросли до 34475 грн/га та 16576 грн/га відповідно. В цей час собівартість 1 т насіння зменшилась на 97 грн

відносно контролю, а рівень рентабельності зріс на 10 % відносно контролю. При застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо виробничі витрати зросли до 17957 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток зросли до 35000 грн/га та 17043 грн/га відповідно. Тоді як собівартість 1 т насіння зменшилась на 118 грн/га відносно контролю, а рівень рентабельності зріс на 12 % відносно контролю.

При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин виробничі витрати становили 17803 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 34510 грн/га та 16707 грн/га відповідно. А рівень рентабельності зріс на 11 % відносно контролю і на 109 грн відносно контролю зменшилась собівартість т насіння. При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобрином виробничі витрати становили 17917 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 36575 грн/га та 18658 грн/га відповідно. Тоді як собівартість 1 т насіння відносно контролю зменшилась на 199 грн і на 21 % відносно контролю зріс рівень рентабельності. А при комплексному застосуванню передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікродобрином та біостимулятором росту виробничі витрати становили 17976 грн/га і вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 37135 грн/га та 19159 грн/га відповідно. А собівартість 1 т насіння зменшилась на 220 грн відносно контролю та на 24 % відносно контролю збільшився рівень рентабельності.

У рослин кукурудзи гібриду Діалог на контролі виробничі витрати становили 17701 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 38395 грн/га та 20694 грн/га відповідно. Рівень рентабельності на контролі становив 117 % та 1614 грн становила собівартість 1 т насіння.

Після застосування позакореневого підживлення мікродобрином виробничі витрати становили 17815 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток зросли до 40600 грн/га та 22785 грн/га відповідно. Тоді як собівартість 1 т насіння зменшилась до 1535 грн і збільшився рівень рентабельності до 128 %.

При застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом та біостимулятором росту виробничі витрати становили 17874 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток зросли до 42000 грн/га та 24126 грн/га відповідно.

Таблиця 7.2.

Економічна ефективність вирощування середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренеve підживлення (фактор С)	Виробничі витрати, грн	Вартість вирощеної продукції, грн	Умовно чистий прибуток, грн	Собівартість 1 т насіння, грн	Рівень рентабельності, %
Діалог	Без обробки	Без обробки	17701	38395	20694	1614	117
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17815	40600	22785	1535	128
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17874	42000	24126	1490	135
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	17719	40495	22776	1531	129
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17833	43225	25392	1444	142
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17892	43995	26103	1423	146
Флагман	Без обробки	Без обробки	17710	36120	18410	1716	104
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17825	38290	20465	1629	115
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17883	38780	20897	1614	117
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	17728	38360	20632	1617	116
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	17843	40670	22827	1536	128
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	17901	41195	23294	1521	130

Примітка: цінові значення калькуляції взято за 2017 р.

При цьому рівень рентабельності зріс до 135 %, а собівартість 1 т насіння зменшилась до 1490 грн.

При передпосівній обробці насіння препаратом Поліміксобактерин виробничі витрати становили 17719 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 40495 грн/га та 22776 грн/га відповідно. В цей час рівень рентабельності становив 129 % і собівартість 1 т насіння становила 1531 грн. При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореновому підживленні препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) виробничі витрати становили 17833 грн/га, а вартість вирощеної продукції становила 43225 грн/га, тоді як умовно чистий прибуток становив 25392 грн/га. При цьому рівень рентабельності зріс до 142 %, а собівартість 1 т насіння зменшилась до 1444 грн. А при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо виробничі витрати становили 17892 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 43995 грн/га та 26103 грн/га відповідно. В той час рівень рентабельності зріс до 146 % і зменшилась собівартість 1 т насіння до 1423 грн.

У рослин кукурудзи гібриду Флагман на контролі виробничі витрати становили 17710 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 36120 грн/га та 18410 грн/га відповідно. На контролі собівартість 1 т насіння становила 1716 грн, а рівень рентабельності становив 104 %. При застосуванні позакоренового підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) виробничі витрати становили 17825 грн/га, а вартість вирощеної продукції і умовно чистий прибуток зросли до 38290 грн/га та 20465 грн/га відповідно. При цьому рівень рентабельності зріс до 115 %, а собівартість 1 т насіння зменшилась до 1629 грн. А при застосуванні позакоренового підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту Стимпо виробничі витрати становили 17883 грн/га, а вартість вирощеної продукції зросла до 38780 грн/га, тоді як умовно чистий прибуток зріс до 20897 грн. Собівартість 1 т

насіння зменшилась до 1614 грн/га, а рівень рентабельності зріс до 117 %. При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин виробничі витрати становили 17728 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток становили 38360 грн та 20632 грн/га відповідно. При цьому рівень рентабельності становив 116 %, а собівартість 1 т насіння становила 1617 грн.

При застосуванні передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікродобривом виробничі витрати становили 17843 грн/га, а вартість вирощеної продукції і умовно чистий прибуток зросли до 40670 грн/га та 22827 грн/га відповідно. В цей час рівень рентабельності зріс до 128 %, а собівартість 1 т зерна зменшилася до 1536 грн. А при комплексному застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо виробничі витрати становили 17901 грн/га, а вартість вирощеної продукції та умовно чистий прибуток зросли до 41195 грн та 23294 грн/га відповідно. А рівень рентабельності зріс до 130 %, тоді як собівартість 1 т зерна зменшилась до 1521 грн.

Таким чином, максимальний умовно чистий прибуток у межах 19159 – 26103 грн/га, та найвищий рівень рентабельності, відповідно, 107 – 146 % отримано за технології вирощування кукурудзи гібридів Арія, Переяславський 230 СВ, Флагман та Діалог, яка передбачає поєднання передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза).

7.2 Енергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно

Однією з найважливіших передумов зростання виробництва сільськогосподарської технології є раціональне використання енергетичних ресурсів. Для оцінки ефективності того чи іншого технологічного заходу не можна обмежуватись лише економічною ефективністю, яка значною мірою визначається кон'юнктурою ринку. Більш об'ємною і об'єктивною оцінкою ефективності

виробництва є визначення затрат сукупної енергії і отримання її з урожаєм. Практика останніх років та закордонний досвід свідчать, що інтенсивна технологія буде прогресивною при умовах, коли кожна технологічна операція застосовується з урахуванням особливостей конкретного року, поля, сівозміни, особливостей сорту або гібриду та інших факторів [274, 275]. Одним зі шляхів підвищення ефективності енерговикористання при виробництві продукції рослинництва є оптимізація технологічних прийомів та збільшення виходу продукції з одиниці площі. Енергетичний аналіз, який є концентрованим вираженням закону збереження та перетворення енергії, дозволяє зробити порівняння енерговитрат та вмісту (приходу) енергії в одержаному врожаї [276].

На основі проведеного детального аналізу вирощування гібридів кукурудзи на зерно різних груп стиглості виявлено, що чинники які досліджувалися, а саме передпосівна обробка та позакореневі підживлення мали безпосередній вплив на показники енергетичної ефективності (табл. 7.3, табл. 7.4).

У рослин кукурудзи гібриду Арія на контролі затрати енергії становили 51,35 ГДж/га, а вихід валової енергії становив 145,2 ГДж/га, тоді як чистий енергетичний прибуток становив 93,8 ГДж/га і енергетичний коефіцієнт становив 2,83. При застосуванні позакореневого підживлення мікродобрином затрати енергії та вихід валової продукції зросли до 53,06 ГДж/га та 155,2 ГДж/га відповідно. В цей час чистий енергетичний прибуток зріс до 102,2 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,93. При застосуванні позакореневого підживлення рослин мікродобрином та біостимулятором росту затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,19 ГДж/га та 156,8 ГДж/га відповідно.

При цьому чистий енергетичний прибуток зріс до 103,6 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,95.

При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії становили 51,41 ГДж/га та 154,6 ГДж/га відповідно, а чистий енергетичний прибуток становив 103,2 ГДж/га і 3,01 становив енергетичний коефіцієнт.

При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобривом затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,13 ГДж/га та 165,6 ГДж/га відповідно. Тоді як чистий енергетичний прибуток зріс до 112,5 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 3,12.

Таблиця 7.3.

Енергетична ефективність технології вирощування середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренеve підживлення (фактор С)	Урожайність, т/га	Затрати енергії, ГДж/га/га	Вихід валової енергії, ГДж/га/га	Чистий енергетичний прибуток, ГДж/га/га	Енергетичний коефіцієнт
Арія	Без обробки	Без обробки	9,60	51,35	145,2	93,8	2,83
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,26	53,06	155,2	102,2	2,93
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10,34	53,19	156,8	103,6	2,95
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	10,22	51,41	154,6	103,2	3,01
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,93	53,13	165,6	112,5	3,12
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	11,01	53,26	167,5	114,2	3,14
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	9,29	51,39	139,9	88,5	2,72
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9,85	53,12	149,3	96,2	2,81
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10,00	53,23	152,0	98,8	2,86
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	9,86	51,45	149,7	98,2	2,91
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,45	53,21	158,8	105,6	2,99
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10,61	53,34	161,6	108,3	3,03

При комплексному застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом та біостимулятором росту та передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,26 ГДж/га та 167,5 ГДж/га відповідно.

В цей час чистий енергетичний прибуток зріс до 114,2 ГДж/га, тоді як енергетичний коефіцієнт зріс до 3,14.

У рослин кукурудзи гібриду Арія на контролі затрати енергії становили 51,35 ГДж/га, а вихід валової енергії становив 145,2 ГДж/га, тоді як чистий енергетичний прибуток становив 93,8 ГДж/га і енергетичний коефіцієнт становив 2,83. При застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом затрати енергії та вихід валової продукції зросли до 53,06 ГДж/га та 155,2 ГДж/га відповідно. В цей час чистий енергетичний прибуток зріс до 102,2 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,93. При застосуванні позакореневого підживлення рослин мікродобривом та біостимулятором росту затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,19 ГДж/га та 156,8 ГДж/га відповідно. При цьому чистий енергетичний прибуток зріс до 103,6 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,95.

При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії становили 51,41 ГДж/га та 154,6 ГДж/га відповідно, а чистий енергетичний прибуток становив 103,2 ГДж/га і 3,01 становив енергетичний коефіцієнт. При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобривом затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,13 ГДж/га та 165,6 ГДж/га відповідно. Тоді як чистий енергетичний прибуток зріс до 112,5 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 3,12. При комплексному застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом та біостимулятором росту та передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,26 ГДж/га та 167,5 ГДж/га відповідно. В цей час чистий енергетичний прибуток зріс до 114,2 ГДж/га, тоді як енергетичний коефіцієнт зріс до 3,14.

У рослин кукурудзи гібриду Переяславський 230 СВ на контролі затрати енергії та вихід валової енергії становили 51,39 ГДж/га та 139,9 ГДж/га відповідно. А чистий енергетичний прибуток та енергетичний коефіцієнт становили 88,5 ГДж/га та 2,72 відповідно. При застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,12 ГДж/га та 149,3 ГДж/га відповідно. При цьому чистий енергетичний прибуток зріс до 96,2 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,81. При застосуванні позакореневого підживлення рослин мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту Стимпо затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,23 ГДж/га та 152,0 ГДж/га відповідно. При цьому чистий енергетичний прибуток зріс до 98,8 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,86.

При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії становили 51,45 ГДж/га та 149,7 ГДж/га відповідно, а чистий енергетичний прибуток становив 98,2 ГДж/га і 2,91 становив енергетичний коефіцієнт. При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,21 ГДж/га та 158,8 ГДж/га відповідно. Тоді як чистий енергетичний прибуток зріс до 105,6 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,99.

При комплексному застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом та біостимулятором росту та передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,34 ГДж/га та 161,6 ГДж/га відповідно. В цей час чистий енергетичний прибуток зріс до 108,3 ГДж/га, тоді як енергетичний коефіцієнт зріс до 3,03.

У рослин кукурудзи гібриду Діалог на контролі затрати енергії становили 51,07 ГДж/га, а вихід валової енергії становив 168,39 ГДж/га. При цьому чистий енергетичний прибуток становив 117,3 ГДж/га і 3,3 становив енергетичний коефіцієнт. При застосуванні позакореневого підживлення препаратом Мікро-

Мінераліс (кукурудза) затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 52,69 ГДж/га та 178,52 ГДж/га відповідно.

Таблиця 7.4.

Енергетична ефективність технології вирощування середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Урожайність, т/га	Затрати енергії ГДж/га/га	Вихід валової енергії, ГДж/га/га	Чистий енергетичний прибуток, ГДж/га/га	Енергетичний коефіцієнт
Діалог	Без обробки	Без обробки	10,97	51,07	168,39	117,3	3,30
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	11,60	52,69	178,52	125,8	3,39
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	12,00	52,76	185,52	132,8	3,52
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	11,57	51,16	178,76	127,6	3,49
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	12,35	52,92	191,18	138,3	3,61
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	12,57	52,98	194,71	141,7	3,68
Флагман	Без обробки	Без обробки	10,32	51,09	154,80	103,7	3,03
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10,94	52,88	169,57	116,7	3,21
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	11,08	52,97	171,85	118,9	3,24
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	10,96	51,15	169,77	118,6	3,32
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	11,62	52,94	180,34	127,4	3,41
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	11,77	53,11	183,14	130,0	3,45

В цей час чистий енергетичний прибуток становив 125,8 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 3,39. При застосуванні позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо затрати енергії

та вихід валової енергії зросли до 52,76 ГДж/га та 185,52 ГДж/га відповідно. А чистий енергетичний прибуток становив 132,8 ГДж/га і 3,52 становив енергетичний коефіцієнт.

При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії становили 51,16 ГДж/га та 178,76 ГДж/га відповідно. Тоді як чистий енергетичний прибуток становив 127,6 ГДж/га та 3,49 становив енергетичний коефіцієнт. При застосуванні передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс (кукурудза) затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 52,92 ГДж/га та 191,18 ГДж/га відповідно. В цей час чистий енергетичний прибуток збільшився до 138,3 ГДж/га і енергетичний коефіцієнт збільшився до 3,61. При комплексному застосуванні позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо та передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 52,98 ГДж/га та 194,71 ГДж/га відповідно. А чистий енергетичний прибуток зріс до 141,7 ГДж/га і до 3,68 зріс енергетичний коефіцієнт.

У рослин кукурудзи гібриду Флагман на контролі затрати енергії та вихід валової енергії становили 51,09 ГДж/га та 154,8 ГДж/га відповідно. А чистий енергетичний прибуток та енергетичний коефіцієнт становили 103,7 ГДж/га та 3,03 відповідно. При застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 52,88 ГДж/га та 169,57 ГДж/га відповідно. При цьому чистий енергетичний прибуток зріс до 116,7 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 3,21. При застосуванні позакореневого підживлення рослин мікродобривом та біостимулятором росту затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 52,97 ГДж/га та 171,85 ГДж/га відповідно. При цьому чистий енергетичний прибуток зріс до 118,9 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 3,24. При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії становили 51,15 ГДж/га

та 169,77 ГДж/га відповідно, а чистий енергетичний прибуток становив 118,6 ГДж/га і 3,32 становив енергетичний коефіцієнт.

При застосуванні передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобривом затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 52,94 ГДж/га та 180,34 ГДж/га відповідно. Тоді як чистий енергетичний прибуток зріс до 127,4 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 3,41.

При комплексному застосуванні позакореневого підживлення мікродобривом та біостимулятором росту та передпосівної обробки насіння рослин препаратом Поліміксобактерин затрати енергії та вихід валової енергії зросли до 53,11 ГДж/га та 183,14 ГДж/га відповідно. В цей час чистий енергетичний прибуток зріс до 130,0 ГДж/га, тоді як енергетичний коефіцієнт зріс до 3,45.

Отже, найвищий показник енергетичного коефіцієнту у межах 3,03 – 3,68 отримано за технології вирощування кукурудзи гібридів Арія, Переяславський 230 СВ, Флагман та Діалог, яка передбачає поєднання передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза).

Найбільш ефективною з економічної точки є модель технології вирощування кукурудзи для гібридів Арія, Переяславський 230 СВ, Флагман та Діалог, яка передбачає поєднання передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза), що забезпечує максимальний умовно чистий прибуток у межах 19159 – 26103 грн/га, та найвищий рівень рентабельності, відповідно, 107 – 146 %.

2) Найбільш ефективною з енергетичної точки є модель технології вирощування кукурудзи для гібридів Арія, Переяславський 230 СВ, Флагман та Діалог, яка передбачає поєднання передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза), що забезпечує одержання найвищого показника енергетичного коефіцієнту у межах 3,03 – 3,68.

ВИСНОВКИ

У монографії експериментально досліджено та теоретично обґрунтовано формування продуктивності та якості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості, за застосування бактеріального препарату, мікродобрива та біостимулятора росту рослин в умовах Лісостепу правобережного.

1. Найбільш сприятливі умови для росту, розвитку та кращого проходження міжфазних періодів та досягнення максимальної висоти рослин кукурудзи різних груп стиглості 218 см гібриду Арія, 232 см гібриду Переяславський 230 СВ, 221 см гібриду Діалог та 229 см гібриду Флагман складались за вирощування їх на варіантах досліді де використовувалась передпосівна обробка насіння препаратом Поліміксобактерин в комплексі з позакореневим підживленням препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

2. Встановлено, що за обробки насіння Поліміксобактерином в комплексі з позакореневим підживленням Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо отримано найбільший приріст сирої маси у всіх досліджуваних гібридах. Також у цьому варіанті у фазу воскової стиглості накопичення сухої маси у гібридів середньоранньої групи стиглості коливалась в середньому 23,95 – 25,31 т/га, середньостиглої групи – 23,18 – 23,69 т/га.

3. Досліджено, що в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах поєднання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо створює найсприятливіші умови для максимальної реалізації фотосинтетичної продуктивності, як гібридів середньоранньої так і гібридів середньостиглої групи.

4. Застосування лише передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин, або позакореневого підживлення мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза), або Мікро-Мінераліс (кукурудза) + біостимулятор росту рослин Стимпо забезпечується збільшення усіх показників, а максимальна реалізації біологічного потенціалу гібридів усіх груп

стиглості спостерігається за використання комплексу вище зазначених препаратів.

5. В середньому за роки досліджень найбільшу урожайність кукурудзи різних груп стиглості гібриду Арія 11,01 т/га, гібриду Переяславський 230 СВ 10,61 т/га, гібриду Діалог 12,57 т/га та гібриду Флагман 11,77 т/га склались за вирощування їх на варіантах досліду де використовувалась передпосівна обробка насіння препаратом Поліміксобактерином в комплексі з позакореневим підживленням препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо.

6. За умов обробки насіння Поліміксобактерином в комплексі з позакореневим підживленням Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо отримано найвищі структурні показники врожаю у всіх досліджуваних гібридах.

7. Встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного поєднання обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо забезпечує значне покращення якісних показників зерна кукурудзи таких як вихід крохмалю, сирого жиру та вихід протеїну з одиниці площі, як гібридів середньоранньої так і гібридів середньостиглої групи.

8. Застосування передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором Стимпо позитивно впливало на вихід енергії з біоетанолу. Поєднання передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо підвищило вихід біоетанолу до 3,78 – 4,40 т/га, та вихід енергії 94,5 – 110,0 ГДж/га.

9. Найбільш ефективною за результатами економічної оцінки є модель технології вирощування кукурудзи для гібридів Арія, Переяславський 230 СВ, Флагман та Діалог, яка передбачає поєднання передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза), що забезпечує максимальний умовно чистий прибуток у межах

19159 – 26103 грн/га, та найвищий рівень рентабельності, відповідно, 107 – 146 %.

10. Високоєфективною з енергетичної точки є запропонована технологія вирощування кукурудзи для гібридів Арія, Переяславський 230 СВ, Флагман та Діалог, яка передбачає поєднання передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза), що забезпечує одержання найвищого показника енергетичного коефіцієнту у межах 3,03 – 3,68.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Томашевський Д. Ф. Кукурудза. Київ : Урожай, 2005. 364 с.
2. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2022. 376 с.
3. Рослинництво / Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Вінниця : ТОВ «Друк», 2020. 352 с.
4. Морфологічні ознаки кукурудзи : веб-сайт. URL: <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/morfologichni-oznaki-kukurudzi>
5. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с.
6. Маслак О. Збільшуємо виробництво кукурудзи. Agroexpert: практичний посібник аграрія. 202. № 4 (45). С. 18–20.
7. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза. Селекція та вирощування гібридів. Монографія. Вінниця, 2009 р. 199 с.
8. Циков В. С. Кукурудза: технологія, гібриди, насіння. Дніпропетровськ : Зоря, 2003. 296 с.
9. Паламарчук В.Д. Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. №1. С. 38–42.
10. Ринок кукурудзи врожаю 2016 року. *Агробізнес сьогодні* : веб-сайт. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agro/item/7945-rynok-kukurudzy-vrozhaiu-2016-roku.html>.
11. Світовий ринок кукурудзи 2021 і українські реалії: від глобального до локального. *Кукурудза. Огляд світового та українського ринку* : веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/analytics/27-svtovij-rinok-kukurudzi-2021--ukransk-real-vd-globalnogo-do-lokalnogo>.

12. Виробництво кукурудзи у 2021/22 МР. *Топ-10 країн виробників кукурудзи в 2021/22 МР* : веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-kukurudzi-2021-22-mr>.
13. Mazur, V.A., Pansyryeva, H.V., Mazur, K.V., Didur, I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research*. 2019. 17 (1). P. 206–219.
14. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України/редкол. : М. В. Зубець та ін. Київ : Аграр. наука. 2004. 844 с.
15. Лебідь Л. Повернення королеви полів. *Аграрний тиждень*. 2013. № 14–15. С. 22.
16. Алімов Д.М. Технологія виробництва продукції рослинництва. К. : «Вища школа», 2005. 271с.
17. Шевчук О.А. Ботаніка. Морфологія рослин. Вінниця, 2019. 164 с.
18. Калетнік Г.М., Паламарчук В.Д., Гончарук І.В., Ємчик Т.В. Телекало Н.В. Перспективи використання висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2021. 260 с.
19. Ковальчук І. Високопродуктивні гібриди кукурудзи «Сингента» для різних ґрунтово-кліматичних зон України. *Агроном*. 2015. № 4 (50). С. 86–87.
20. Колісник О.М., Мазур К.В. Efficacy of herbicides application in growing sorghum in the forest steppe of Ukraine. *Сільське господарство та лісівництво* 2021. №4 (23). С.216-225.
21. Bennetzen J. L., Hake Sarah C. Handbook of Corn: Its Biology. *Springer Science – Business Media*. 2009. 146 p.
22. 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.
23. Обробіток кукурудзи на зерно та силос: веб-сайт. URL: <http://agrosbornik.ru/sovremennye-resursosberegayushhietexnologii/1140-vozdelyvanie-kukuruzy-na-zerno-i-silos.html>.

24. Штукін М. О., Оничко В. І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Агрономія і біологія*. 2013. Вип. 11. С. 212–217.
25. Які гібриди кукурудзи вигідніше вирощувати в умовах зони Степу України/В. С. Рибка та ін. *Агроном*. 2007. № 4. С. 50–54.
26. Дмитро О. Ш. (2018). Продуктивність кукурудзи за різних систем захисту і беззмінного вирощування у Лівобережному Лісостепі України. *Агроекологічний журнал*. 2018 №3. С. 82-88.
27. Танчик С., Центило Л., Бабенко А. Строки сівби та продуктивність кукурудзи. *Пропозиція* : веб-сайт. URL: <http://propozitsiya.com/ua/stroki-sivbi-ta-produktivnist-kukurudzi>.
28. Біологічне рослинництво / Зінченко О. І. та ін. Київ : Вищ. Шк, 2006. 239 с.
29. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2003. 591 с.
30. Рослинництво з основами програмування врожаю / Жатов О. Г. та ін. Київ : Урожай. 20055. 256 с.
31. Циков В. С., Пащенко Ю. М., Костенко Ю. В. Строки сівби та продуктивність гібридів кукурудзи. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН*. Дніпропетровськ. 2006. № 1. С. 63–68.
32. 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.
33. 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. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 86–89.
34. Тараріко Ю. О. Агроресурсний потенціал маловитратних технологій у землеробстві. *Меліорація і водне господарство*. 2014. Вип. 101. С. 60–70.
35. Надь Янош. Кукурудза. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.

36. Слухай С. І. Водний режим і мінеральне удобрення кукурудзи. Київ : Наук. думка, 1974. 246 с.
37. Сусідко П. І., Циков В. С. Кукурудза. Київ : Урожай. 2008. 296 с.
38. 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. Миколаїв : МДАУ. 2009. С. 119–122.
39. Система удобрення кукурудзи. *Аграрний сектор України* : веб-сайт. URL: <http://admin@agrosience.com.ua>.
40. Афонін Н. М. Особливості вирощування кукурудзи на зерно.. *Кукурудза і сорго*. 2002. № 3. С. 2–4.
41. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Коренева система гібридів кукурудзи на ранніх стадіях розвитку залежно від норм добрив та густоти стояння рослин в умовах Правобережного Лісостепу України. *Агрономія*. 2017. № 269. С. 10-17.
42. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. Київ : Урожай, 2005. 220 с.
43. Jordan-Meille, L., Pellerin, S. (2004). Leaf establishment of a maize (*Zea mays*) field crop under postassium deficiency. *Plant and Soil*. Vol. 265. P. 75–92.
44. 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.
45. Годулян І. С. Попередники кукурудзи на Україні. Київ, 2007. С. 157.
46. Мокрієнко В. А. Строки сівби, як елемент ресурсо-та енергозбереження в технології вирощування кукурудзи. *Modern Problems and ways of their solution in science, transport, production and education*. 2013. №18-29). С1–5.
47. Паламарчук, В. Д., Демчук, Б. С. Роль позакоренових підживлень у сучасних технологіях вирощування зернової кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20. С. 60–76.

48. Паламарчук, В. Д., Коваленко, О. А. (2021). Вплив позакореневих підживлень на площу прикачанного листка у кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 9. С. 81-91.
49. Forster J., Freier K. Verkommen P-mobilisierender mikroorganismen in Boden der DDR und Prufung ihrer leistungsfoihgkeit. *Acad. Landwirtschaftswiss. DDR*. 2008. Vol. 1. P. 295–299.
50. Цигура Г. О., Сальник В. П., Усмажиш Т. О. Ефективність фосформобілізуючих 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.
51. Цигура Г. О., Погорілько М. Я. Застосування біопрепаратів фосформобілізуючих бактерій для обробки насіння сільськогосподарських культур. *Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіології*. 2000. № 6. С. 59–60.
52. Філіп'єв І. Д., Міхєєв Є. К. Лінійна залежність врожаю зерна озимої пшениці та кукурудзи від співвідношень мінеральних добрив. *Зрошуване землеробство*. Київ : Урожай. 2009. Вип. 26. С. 31–34.
53. Волкогон В. В. Мікробні препарати у землеробстві : монографія. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.
54. 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.-практ. конф., (Чернігів, 2004 р.). Харків. 2004. С. 20–29.
55. Агрохімія / Городній М. М. та ін. : Алефа, 2003. 775 с.
56. Носко Б. С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. Київ : Аграрна наука, 2009. 111 с.
57. Соколов В. М. Ефективність ЕМ-технології при вирощуванні кукурудзи при вирощуванні кукурузи. *Надії планети*. 2006. № 3. С. 11–12.

58. Продуктивність цукрових буряків при обробці насіння бактеріальними добривами і вегетуючих рослин регулятором росту : веб-сайт. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2005_8_70.
59. Ященко Л. А. Продуктивність ячменю ярого за використання препарату поліміксобактерин. *Молодий вчений*. 2015. № 7(1). С. 30–32.
60. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив : підручник. Київ : Вищ. Шк, 2002. 317 с.
61. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. С. 271–326.
62. 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.
63. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник/за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 249–265.
64. Агротехнологічні особливості вирощування озимих та ярих культур у посушливих умовах Південного Степу : наук.-метод. рек. Херсон : Айлант. 2012. С. 15–18.
65. Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 74–75.
66. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика) : монографія. Вінниця: Друкарня ТОВ «Друк», 2002. 392 с.
67. Shevchenko N., Yakovets L. Influence of technological methods of growing on the leaf surface of corn. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 4 (23). P. 226-233.
68. Коваленко О., Ковбель А. Елементи живлення та стреси польових культур. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 78–79.

69. 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.
70. Mazur V. Kolisnyk O., Yakovets L. Dialial analysis of the combination capacity of resistance to diseases and pests of the source selection corn material. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 2 (21). P. 233–244.
71. Артюшин А. М., Державин Л. М. Краткий справочник по удобрениям. 2-е изд. перераб. и доп. Харків : Колос. 2004. 208 с.
72. Городний Н. М. Агрохимия. Київ : Вищ. шк., 2000. 275 с.
73. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур/Дмитренко П. О. та ін. ; за ред. П. О. Дмитренко. 4-е вид. перероб. і допов. Київ : Урожай, 2007. 208 с.
74. Коваленко О.А., Ковбель А.І. Вплив елементів живлення на стресовий стан польових культур. *Агроном*. 2013. № 2 (40). С. 24–27.
75. Колісник О.М. Стійкість самозапилених ліній та гібридів кукурудзи до основних хвороб та шкідників в Умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2019. С. 41–43.
76. 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.
77. 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.
78. Лебедев С. И. Физиология растений. 3-е изд., перераб. и доп. Харків : Агропромиздат. 1998. 544 с.
79. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України : довідник/Карпусь М. М. та ін. ; за ред. О. О. Созінова. Київ : Аграрна наука, 2005. 348 с.

80. Паламарчук В.Д. Створення та вирощування гібридів кукурудзи для інтенсивних технологій. *Зірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2012. Ч. 1. Агрономія, Вип. 80. С. 68–74.
81. Ефективність мікробних препаратів та макро- й мікродобрих при вирощуванні зернових культур в умовах ризикованого землеробства/В. В. Савранчук, І. М. Семеняка, В. О. Курцев, Л. В. Сало. *Вісн. ЦНЗ АПВ Харків. обл.* 2011. Вип. 11. С. 153–163.
82. Ткаліч Ю. І., Ткаліч О. В., Кохан А. В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування кукурудзи при використанні стимуляторів росту і мікродобрих. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту*. 2016. С. 26–31.
83. Позакоренеve підживлення кукурудзи: необхідність чи альтернатива? *Пропозиція* : веб-сайт. URL: <http://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-pidzhivlennya-neobhidnist-chi-alternativa>.
84. Продуктивність нових гібридів кукурудзи ФАО 310-430 за впливу регуляторів росту та мікродобрих в умовах зрошення на Півдні України / Ю. О. Лавриненко та ін. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 66. С. 27–30.
85. Ткачук С. О., Олійник О. О. Вплив застосування мікродобрива «Оракул мультикомплекс» та «Оракул насіння» на врожайність кукурудзи на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту*. 2012. № 4. С. 157–160.
86. 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.
87. Мерленко І. М., Зінчук М. І., Штань С. С. Застосування стимуляторів росту рослин та біопрепаратів як один з факторів біологізації сільськогосподарського виробництва. Охорона родючості ґрунтів: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ. 2004. Вип. 1. С. 105–114.
88. Результати наукових досліджень з селекції зернобобових культур в інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН / В. В. Кириченко та ін. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 3–13.

89. Цибулько В. С., Попов С. І. Насінна продуктивність гороху та сої залежно від дії регуляторів росту. *Селекція і насінництво*. 2003. Вип. 75. С. 57–61.
90. 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.
91. Регулятори росту рослин. *Агробізнес сьогодні* : веб-сайт. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/296-regulatory-rosturoslin.html>.
92. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. Київ, 2004 162 с.
93. Довідник по добривах. Харків : Колос, 2005. С. 93–122.
94. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України : рек. Київ : ДІА, 2011. 576 с.
95. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. Г., Леонтюк І. Б. Київ : НІЧЛАВА, 2008. 352 с.
96. Сатановська І. П. Тривалість вегетаційного періоду різностиглих гібридів кукурудзи залежно від біологічних препаратів та погодних умов. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. Вип. 6. С. 148–152.
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.
98. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 64–65.
99. Буряни в кукурудзі і методи боротьби з ними. *Агрохімія* : веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/hvoroby-nasinnya-kukurudzy>.
100. Хвороби кукурудзи – захист та заходи боротьби : веб-сайт. URL: <https://lnzweb.com/blog/hvorobi-kukurudzi-ta-zahodi-borotbi>.

101. Які шкідники кукурудзи можуть нанести відчутний збиток врожайності, ефективні способи захисту в 2023 : веб-сайт. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/kakie-vrediteli-kukuruzy-mogut-nanesti-oshchutimyy-ubytok-urozhaynosti>.

102. Яковець Л.А. Токсико-екологічна безпека зернової продукції залежно від інтенсивності хімізації виробництва в умовах Лісостепу правобережного : дис. ... к-та с.-г. наук : 03.00.16 / Вінницький національний аграрний університет. Вінниця, 2019, 185 с.

103. Kolisnyk O.M, Kolisnyk O.O, Vatamaniuk O.V, Butenko A.O. Analysis of strategies for combining productivity with disease and pest resistance in the genotype of base breeding lines of maize in the system of diallele crosses. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14. P. 49–55.

104. Новожилова Є. В., С. Денарт. Безпека продуктів харчування, відстеження та відповідальність у харчовому ланцюзі. К.: НАУ, 2006. 48 с.

105. Boyer, C.D., Hannah, L.C. Kernel mutants of corn. Chapter 1. In: AR Hallauer, ed. Specialty corns. CRC Press Inc Boca Raton, USA. 2004. P. 1-28.

106. James, M.G., Denyer, K., Myers, A.M. Starch synthesis in the cereal endosperm. *Current Opinion in Plant Biology*. 2013. P.215-222.

107. Ufaz, S., Galili, G. (2008). Improving the content of essential amino acids in crop plants: goals and opportunities. *Plant Physiology*. 2008. P. 954-961.

108. Dudley, J.W. (2007). From means to QTL: The Illinois long-term selection experiment as a case study in quantitative genetics. *Crop Science* 47 (S3): S20-S31.

109. Sammon, A.M., Iputo, J.E. (2006). Maize meal predisposes to endemic squamous cancer of the oesophagus in Africa: Breakdown of esterified linoleic acid to the free form in stored meal leads to increased intragastric PGE2 production and a low-acid reflux. *Medical Hypotheses* 6: 1431-1436.

110. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Грунтознавство. Чернівці: Книги 21 століття, 2004. 400 с.

111. Дегодюк Е. Г., Мамонтов В. Т., Гамалей В. І. Екологічні основи використання добрив К.: Урожай, 2008. 232 с.

112. Ткачук О. П., Яковець Л. А. Вміст нітратів у зерні злакових культур в умовах змін клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції за участю ФАО (Київ, 13–14 березня 2018 р.). Київ, 2018. С.120–122.
113. Смоляр В. І., Циганенко О. І., Петрашенко І. Нітрати, нітрити та нітросоаміни у харчових продуктах і раціонах. *Проблеми харчування*. 2007. № 3. С. 15–23.
114. Ткачук О. П. Ботаніко-морфологічні особливості бобових багаторічних трав залежно від екологічних умов безпокритої сівби. *Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 240. С. 10–13.
115. Ткачук О. П. Використання багаторічних бобових трав для зниження вмісту важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 138–140.
116. Мазур В. А., Врадій О. І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 16–24.
117. Ткачук О. П., Яковець Л. А., Ватаманюк О. В. Інтенсивність зниження концентрації нітратів у зерні злакових культур залежно від періоду зберігання. *Збалансоване природокористування*. Київ : ТОВ «ДІА». 2018. №. 1. С. 173–175.
118. Дорогунцов С. І., Коценко К. Ф., Хвесик М. А. Екологія. Київ : КНЕУ, 2005. 371 с.
119. Разанов С. Ф., Чернова А. О. Особливості накопичення нітратів у рослинах та їх продукції. *Збалансоване природокористування – перспектива розвитку суспільства*. 2016. С. 55–56.

120. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Динаміка виробництва зерна та внесення мінеральних добрив під зернові культури у Вінницькій. *Сільське господарство та лісівництво*. № 6 (том 1). 2017. С. 141–148.
121. Interactions between toxic and essential trace metals in cattle from a region with low levels of pollution. M. L. Alonso, J.L. Benedito, M. Miranda [et al.]. *Arch environ contam toxicol*. 2002. Nov. 42 (2). P. 165–172.
122. Мислива Т. М. Мідь у ґрунтах Житомирського Полісся. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. *Науково-теоретичний збірник*. 2010. № 2 (27). С. 30–45.
123. Надточій П. П., Герасимчук Л. О. Міграція Cu, Zn, Pb, Cd в дерново-підзолистому ґрунті при різних рівнях імпактного поліметалічного забруднення. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. *Науково-теоретичний збірник*. 2011. № 2 (29). Том 1. С. 21–37.
124. Єгорова Т. М. Еколого-геохімічні процеси міграції цинку в агроландшафтах України. К.: *Агроєкологічний журнал*. 2014. № 3. С. 14–22.
125. Cunningham S. D. Promises and prospects of phytoremediation. S. D. Cunningham, D. W. Ow. *Plant Physiology*. Vol. 110. № 3. 1996. P. 715–719.
126. Рейн Мортон. К. Шарн. Сільське господарство України. Посібник для виробника. К.: Наукова думка, 2004. 284 с.
127. Даниленко Ю. Ю. Взаємозв'язок показників стану зрошеного агроландшафту. Еколого-збалансоване управління меліорованими ландшафтами: збірник матеріалів Міжнар. Науково-практ. конф. молодих вчених. Херсон: РВВ «Колос», 2010. С. 62–63.
128. Монарх В. В. Оцінка екологічних ризиків забруднення пестицидами компонентів агроєкосистеми. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 1. С. 1–2.
129. Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): Ubidity, Persistence, and Risks. Vladimir Turusov, Valery Rakitsky and Lorenzo Tomatis. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 110, № 2, Feb., 2002. P. 125–128.

130. Reductive dechlorination of HCH isomers in soil under anaerobic conditions. P. J. Middeldorp, W. Doesburg, G. Schraa [and oth.]. Biodegradation. 2005. № 16. P. 283–290.

131. Viroj Wiwanitkit. Malaria research in Southeast Asia. New York: Nova Science Publishers, Inc. 2007. 178 p.

132. Кашпаров В. О., Поліщук С. В., Отрешко Л. М. Радіологічні проблеми ведення сільськогосподарського виробництва на забрудненій в результаті Чорнобильської катастрофи території України. Чорнобильський науковий вісник, бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. К.: Чорнобильінтерінформ, 2011. № 2 (38). С. 13–30.

133. Kashparov V. A., Lundin S. M., Khomutinin Yu. V. et al. Soil contamination with ⁹⁰Sr in the near zone of the Chernobyl accident. Journal of Environment Ra–dioactivity. 2001. Vol. 56. P. 285–298.

134. Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Присяжний Ю.І., Пілярська О.О. Вплив умов вологозабезпеченості фону мінерального живлення та густоти стояння рослин на урожайність ділянок гібридизації кукурудзи в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2011. №. 56. С. 20–25.

135. Мазур В.А. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №6 (Том 1). С. 7–13.

136. Вологість зерна кукурудзи під час збирання: формування, облік, значення : веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vologist-zerna-kukurudzy-pid-chaszbyrannya-formuvannya-oblik-znachennya>.

137. Станкевич, Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна. К.: Либідь, 2007. 320 с.

138. Станкевич, Г.М. Оперативне зерносушіння. The Ukrainian Farmer. 2011. № 3. С. 18–20.

139. Балюк С.А., Медведєв В.В. Підсумки діяльності українського товариства Ґрунтознавців та агрохіміків у 2010– 2014 рр. І актуальні завдання

на перспективу. Спец. випуск до ІХ з'їзду УТГА. Кн. 1. 30 червня – 4 липня 2014 року, м. Миколаїв. Харків, 2014. С.

140. Детоксикація важких металів у ґрунтовій екосистемі. Методичні рекомендації. Укладачі: Фатєєв А.І., Самохвалова В.Л. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 70 с.

141. Singh O.V., Labana S., Pandey G. Phytoremediation: an overview of metallic ion decontamination from soil. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2003. 61. P. 405–412.

142. Greger M. Metal Availability and Bioconcentration in Plants. In: Prasad M.N.V., Hagemeyer J. eds. Heavy metal stress in plants. From molecules to ecosystems. Berlin: Springer, 2009. P. 1–27.

143. Линдман А.В. Процеси міграції свинцю і кадмію в системі «ґрунт-рослина». Київ, 2009. 138 с.

144. Яковець Л.А. Зміна вмісту важких металів при досушці зерна кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво.* 2018. № 4 (11). С. 152–161.

145. Запольський А. К., Українець А. Екологізація харчових виробництв. Київ : Вища школа, 2005. 428 с.

146. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця : Данилюк В.Г., 2011. 431 с.

147. Дубініна А. А., Малюк Л. П., Селютіна Г. А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення. Київ : ВД «Професіонал», 2007. 384 с.

148. Смоляр В. І., Циганенко О. І., Петрашенко І. Нітрати, нітроти та нітросоаміни у харчових продуктах і раціонах. *Проблеми харчування.* 2007. № 3. С. 15–23.

149. Halpin, C. and Hides, S. Agriculture Notes - Nitrate and nitrite poisoning of livestock. Report No. AG0701, State of Victoria, Department of Primary Industries (2002).

150. Ткачук О. П., Яковець Л. А., Ватаманюк О. В. Інтенсивність зниження концентрації нітратів у зерні злакових культур залежно від періоду зберігання. *Збалансоване природокористування*. Київ: ТОВ «ДІА», 2018. №. 1. С. 173–175.

151. Designed to work: technical analysis, and recommendations for maximizing ghg reduction targets for the gasoline and diesel fuel pools within the clean fuel standard: веб-сайт. URL: <http://ricanada.org/wp-content/uploads/2018/12/RIC-Designed-to-Work.pdf>.

152. Overview for Renewable Fuel Standard : веб-сайт. URL: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>.

153. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance) : веб-сайт. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/28/oj>.

154. Nguyen, K.H.; Kakinaka, M. Renewable energy consumption, carbon emissions, and development stages: Some evidence from panel cointegration analysis. *Renew. Energy* 2019, Vol. 132, P.1049–1057.

155. BP. Statistical Review of World Energy : веб-сайт. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html>.

156. Технологія виробництва продукції рослинництва / Мельник С.І. та ін. К : Аграрна освіта, 2010. 282 с.

157. World Oil Final Consumption by Sector : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-oil-final-consumption-by-sector-2018>.

158. Fossil Fuel Consumption : веб-сайт. URL: <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>.

159. Statista. Global Biofuel Production from 2000 to 2018 : веб-сайт. URL: <https://www.statista.com/statistics/274163/globalbiofuel-production-in-oil-equivalent/>.

160. Alaswad, A.; Dassisti, M.; Prescott, T.; Olabi, A.G. Technologies and developments of third generation biofuel production. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015, Vol. 51. P. 1446–1460.
161. Saladini, F.; Patrizi, N.; Pulselli, F.M.; Marchettini, N.; Bastianoni, S. Guidelines for energy evaluation of first, second and third generation biofuels. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016. Vol. 66. P. 221–227.
162. Schulte, L.A.; Ontl, T.A.; Larsen, G.L. Biofuels and biodiversity, wildlife habitat restoration. In *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press: Waltham, MA, USA. 2013. P. 540–551.
163. Cruz C.H.; Souza G.M.; Cortez L.A.. Biofuels for Transport. In *Future Energy*. 2014. P. 215–244.
164. Ruan R.; Zhang Y.; Chen P.; Liu S. Introduction. In *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous Biofuels*. Waltham, MA, USA. 2019. P. 3–43.
165. Janampelli S.; Darbha S. Hydrodeoxygenation of vegetable oils and fatty acids over different group VIII metal catalysts for producing biofuels. *Catal. Surv. Asia* 2019. Vol. 23. P. 90–101.
166. Bai X.; Liu W.; Lin S.; Luo, L. Non-negligible stack emissions of non-criteria air pollutants from coal-fired power plants in China: Condensable particulate matter and sulfur trioxide. *Environ. Sci. Technol.* 2020. Vol. 54. P. 6540–6550.
167. Appavu P.; Ramanan M.; Jayaraman, J.; Venu, H. Nox emission reduction techniques in biodiesel-fuelled CI engine: A review. *Aust. J. Mech. Eng.* 2021. Vol.18. P. 210–220.
168. Navas M.; Ruggera J.; Lick I. A sustainable process for biodiesel production using Zn/Mg oxidic species as active, selective and reusable heterogeneous catalysts. *Bioresour. Bioprocess.* 2020. Vol.7. P 4.
169. Pugazhendhi A.; Alagumalai A.; Mathimani T. Optimization, kinetic and thermodynamic studies on sustainable biodiesel production from waste cooking oil: An Indian perspective. *Fuel* 2020. Vol. 273. P 117–725.

170. Yaghoubi J.; Yazdanpanah M.; Komendantova N. Iranian agriculture advisors' perception and intention toward biofuel: Green way toward energy security, rural development and climate change mitigation. *Renew. Energy* 2019. Vol .130 P. 452–459.
171. Szabó, Z. Can biofuel policies reduce uncertainty and increase agricultural yields through stimulating investments? *Biofuels Bioprod. Biorefining* 2019. Vol. 13. P. 1224–1233.
172. Chintala V. Coal versus biofuels: A social and economic assessment. In *Second and Third Generation of Feedstocks*. Elsevier: London UK 2019. P. 513–529.
173. Oyewole S.; Ishola B.; Oyewole A. Socioeconomic issues associated with campaign for large scale jatropha production to meet the anticipated biofuel demand. *Int. J. For. Plant* 2019. Vol. 2. P. 19–25.
174. Topcu M.; Tugcu C. The impact of renewable energy consumption on income inequality: Evidence from developed countries. *Renew. Energy* 2020. Vol. 151. P. 1134–1140.
175. Schuenemann F.; Kerr W. European union non-tariff barriers to imports of African biofuels. *Agrekon* 2019. Vol. 58. P. 407–425.
176. Mattioda R.; Tavares D.; Casela J.; Junior O. Social life cycle assessment of biofuel production. In *Biofuels for a More Sustainable Future*. Elsevier: London. 2020. P. 255–271.
177. Siddiqui M.; Miranda A.; Mouradov A. Microalgae as bio-converters of wastewater into biofuel and food. In *Water Scarcity and Ways to Reduce the Impact*. Springer: New York. 2019. P. 75–94.
178. Ingle A.; Ingle P.; Gupta I.; Rai M. Socioeconomic impacts of biofuel production from lignocellulosic biomass. In *Sustainable Bioenergy*. Elsevier: London. 2019. P. 347–366.
179. Vassilev S.; Vassileva C. Composition, properties and challenges of algae biomass for biofuel application: An overview. *Fuel* 2016. Vol. 181. P. 1–33.
180. Islas J.; Manzini F.; Masera O.; Vargas V. Solid biomass to heat and power. In *The Role of Bioenergy in the Bioeconomy*. Elsevier: London. 2019. P. 145–177.

181. Carrasco-Diaz G.; Perez-Verdin G.; Escobar-Flores J. A technical and socioeconomic approach to estimate forest residues as a feedstock for bioenergy in northern Mexico. *Ecosyst* 2019. Vol. 6. P. 45.
182. Rupp S.; Ribic C. Second-generation feedstocks from dedicated energy crops. In *Renewable Energy and Wildlife Conservation*. Baltimore University Press: Baltimore, MD, USA. 2019. P 64–66.
183. Guo, W. A mini review on renewable sources for biofuel. *Bioresour. Technol.* 2014. Vol. 169 P. 742–749.
184. Furimsky E. Hydroprocessing challenges in biofuels production. *Furimsky. Catal. Today.* 2013. № 217. P. 13–56.
185. Bothast R. Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2005. № 67. P. 19–25.
186. Quintero, J., Montoya O., Sánchez O. Giraldo Fuel ethanol production from sugar cane and corn: comparative analysis for a Colombian case. *Energy.* 2008. № 33. P. 385–399.
187. Goldemberg J., Coelho S.T. Guardabassi P. The sustainability of ethanol production from sugar cane. *Energy Policy.* 2008. № 36. P. 2086-2097.
188. Dias, M. Modesto M., Ensinas A. Improving bioethanol production from sugar cane: evaluation of distillation. thermal integration and cogeneration systems. *Energy.* 2011. № 36. P. 3691-3703.
189. Bolla Biofuels Annual 2018 : веб-сайт. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Bi ofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_7-3-2018.pdf.
190. Bolla Biofuels Annual 2019: веб-сайт. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Bi ofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_7-15-2019.pdf
191. The pros and cons of ethanol fuel : веб-сайт. URL: <https://www.thoughtco.com/the-pros-and-cons-of-ethanol-fuel-1203777>.

192. Lopez Granados M., Zafra Poves M., Alonso D. , Mariscal R. Fierro Biodiesel from sunflower oil by using activated calcium oxide. *Appl. Catal. B.* 2007. № 73. P. 317–326.
193. Zheng S., Kates Dube M. Acid-catalyzed production of biodiesel from waste frying oil. *Biomass Bioenergy.* 2006. № 30. P. 267–272.
194. Leung D. A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Appl. Energy.* 2010. № 87. P. 1083–1095.
195. Monthly Biodiesel Production Report. Energy Information Administration : веб-сайт. URL: <https://www.eia.gov/biofuels/biodiesel/production/>
196. Кирпа М.Я. Стасів О.Ф. Базілева Ю.С. Колісник О.М. Способи зберігання зерна кукурудзи в сховищах різного типу. *Сільське господарство та лісівництво* 2021. №1 (20). С. 155–169.
197. Doshi A.; Pascoe S.; Coglán L.; Rainey, T.J. Economic and policy issues in the production of algae-based biofuels: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016. № 64. P. 329–337.
198. Hwang, K.R.; Kim, C.; Kim, J.R.; Lee, J.S. Recent developments and key barriers to advanced biofuels: A short review. *Bioresour. Technol.* 2018. № 257. P. 320–333.
199. Zabed H.; Sahu, J.; Suely A.; Boyce A. Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2017. № 71. P. 475–501.
200. Palamarchuk V.D. Kolisnyk O. O., Stalk lodging resistance of corn hybrids depending on the planting date. *Сільське господарство та лісівництво* 2019. №4 (15). С.94–110.
201. Senatore A.; Dalena F.; Sola A.; Marino A. First-generation feedstock for bioenergy production. In *Second and Third Generation of Feedstocks*. Elsevier: London, UK, 2019. P 35–57.
202. Aditiya H.B.; Mahlia T.M.I.; Chong W.T.; Sebayang, A.H. Second generation bioethanol production: A critical review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016. № 66. P. 631–653.

203. Aditiya H.B.; Mahlia T.M.I.; Chong W.T.; Sebayang, A.H. Second generation bioethanol production: A critical review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016. № 66. P. 631–653.
204. Binod, P.; Gnansounou, E.; Sindhu, R.; Pandey, A. Enzymes for second generation biofuels: Recent developments and future perspectives. *Bioresour. Technol. Rep.* 2019. № 5. P. 317–325.
205. Гаврилюк М.М. Насінництво й насіннесзнавство польових культур. К. : Аграрна наука, 2007. 216 с.
206. Кирпа М.Я. Визначення якості насіння кукурудзи та його підготовка до сівби. *Сучасні аграрні технології.* 2013. № 3. С. 18–22.
207. Mathimani T.; Pugazhendhi A. Utilization of algae for biofuel, bio-products and bio-remediation. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 2019. № 17. С. 326–330.
208. Rajak R.; Jacob S.; Kim B. A holistic zero waste biorefinery approach for macroalgal biomass utilization: A review. *Sci. Total Environ.* 2020. № 716. P. 137–145.
209. Шабанов Е. Зернова кукурудза на крапельному. *Farmer.* 2013. № 1. С. 47–48.
210. Танчик С, Бабенко А., Шпирка О. Захист посівів кукурудзи від бур'янів. *Пропозиція.* 2012. № 6. С. 80–81.
211. Здольник Н., Гопчак В. Рослини кукурудзи потребують захисту. *Дім, сад, город.* 2005. № 6. С. 6–7.
212. Калетнік Г.М., Скорук О.П., Токарчук Д.М. Організація і економіка використання біоресурсів: підручник. Вінниця: ВНАУ, 2018. 297 с.
213. Кирпа М. Енергоощадний кукурудзяний комплекс. *Пропозиція.* 2010. № 9. С. 96–99.
214. Gao J. Thermodynamic analysis of ethanol synthesis from hydration of ethylene coupled with a sequential reaction. *Frontiers of Chemical Science and Engineering.* 2019. Vol. 14. –P. 847–856.
215. Барчукова А, Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція.* 2013. № 5. С. 74-75.

216. Sharma B., Larroche C. Comprehensive assessment of 2G bioethanol production. *Bioresource Technology*. 2020. Vol. 313. P. 123-130.
217. Saladini F.; Patrizi N.; Pulselli F.; Marchettini N. Guidelines for emergy evaluation of first, second and third generation biofuels. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016. № 66. P. 221–227.
218. Азуркін В.О., Поліщук І.С., Мазур В.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стоянни для виробництва біоетанолу. *Сільськогосподарські науки*. 2011. Вип. 8 (48). С. 27–30.
219. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. *Зерно-виробництво*. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
220. Марченко О. Ранній посів кукурудзи – можливі ризики. *Зерно*. 2014. № 3 (96). С. 88-89.
221. Лавриненко Ю. О. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України: монографія. Херсон : Айлант, 2011. 468 с.
222. Шевченко Н. В. Тривалість міжфазних періодів рослин гібридів кукурудзи залежно від обробки та позакоренових підживлень. *Збалансоване природокористування*. Київ. 2018. Вип. 1. С. 73–76.
223. Маслак О. Прогноз ринку найрентабельніших культур нового сезону. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 7. С. 10–12.
224. Каменщук Б.Д. Оцінка гібридів кукурудзи на придатність до виробництва біоетанолу. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 26–28.
225. Сатановська І. П. Вплив обробки насіння та позакоренових підживлень на біометричні показники рослин кукурудзи. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 62–67.
226. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 65. С. 128–131.
227. Скринник Я. Т. Особливості застосування комплексних рідких добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах північного Степу України. *Бюл. ін-ту зернового господарства*. 2010. № 39. С. 103–106.

228. Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2018. № 8. С. 5–13.
229. Мацко П. В., Мелашич А. В., Димов О. М. Грунтозахисна технологія вирощування сої і кукурудзи в зрошуваній сівоzmіні. *Тавр. наук. вісн.*. Херсон, 2009. Вип. 11. ч. 1. С. 61–64.
230. Пащенко О. І. Формування асиміляційної листкової поверхні сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення. *Бюл. ін-ту зерн. госп-ва УААН*. Дніпропетровськ, 2009. № 37.
231. Ничипорович А. А. О фотосинтезе растений. Харків : Правда. 2008. 31 с.
232. Рихлівський І. П., Вахняк В. С., Бурдига В. М. Вплив скоростиглості гібридів кукурудзи на морфологічні показники і продуктивність в умовах НВЦ «Поділля». *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26. С. 157–174.
233. Кефели В. І. ріст рослин. Харків : Колос. 2004. 175 с.
234. Пащенко Ю. М., Кордін О. І. Вплив інкрустації насіння і строків сівби на формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Бюл. ін-ту зерн. госп-ва УААН*. Дніпропетровськ. 2005. № 26–27. С. 78–82.
235. Танчик С. П., Мокрієнко В. А. Формування оптимальної площі асиміляційної поверхні – запорука високих врожаїв зерна кукурудзи. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2008. № 4. С. 12.
236. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від груп стиглості та строків сівби/І. В. Михаленко, В. Г. Найдьонов, В. М. Нижеголенко, В. О. Ярмач. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 39–43.
237. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. Київ. 2018. Том 10, № 1, 2. С. 108–114.
238. Колісник О.М., Бутенко А.О., Малинка Л.В., Масік І.М., Онучко В.І., Онучко Т.О., Кріучко Л.В., Кобзев О.М Adaptive properties of maize forms for

improvement in the ecological status of fields. *Ukrainian Journal of Ecology* 2019 №9 (2) С.33–37.

239. Гамбург К. З., Кулаєва О. Н., Муромцев Г. С. Регулятори росту рослин. Харків : Колос. 2009. 246 с.

240. Трибель С., Стригун О. Ризики для кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2012 № 3 (226). С. 22–23.

241. Дерменко О. Сажкові хвороби кукурудзи. *Пропозиція*. 2012. № 8. С 76–78.

242. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів «Вермистим», «Вермистим-К», «Вермибіомаг» у сільськогосподарському виробництві. Івано-Франківськ : Фоліант. 2008. С. 21.

243. Гуляк Н.В. Стебловий кукурудзяний метелик. Карантин і захист рослин. 2013. № 1. С. 1-3.

244. Шевченко Н. В. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень//Наукові доповіді НУБіП України: електронне наук. фахове вид. 2018. Вип. 3 (73).

245. Пащенко Ю. М., Пащенко Ю. М. Влияние приёмов сортовой агротехники на распространение вредителей и болезней кукурузы. *Бюл. ин-та кукурузы УААН*. Днепропетровск. 2003. № 77. С. 71.

246. Шпаар Д., Гриб С. Зерновые культуры. Киев. 2005. 385 с.

247. Mac Ed. by J. Hormonal regulation of development of plants. Berlin ; Milan : Springer. 2010. 681 p.

248. Thimann K. Hormone action in the whole life of plants. *Amherst: University Massach. Press*. 2007. 448 p.

249. Venis M. Hormone binding sites in plants. London ; New York : Springer. 2005. 191 p.

250. Климчук О. В. Ефективність комплексного використання кукурудзи в біоенергетиці. *Наукові пр. Ін-ту біоенергет. культур і цукрових буряків НААН* : зб. наук. пр. Київ. 2013. Вип. 19. С. 150–154.

251. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений. 4-е изд., доп. и перераб. Харків : Колос. 2009. 495 с.
252. Лихочвар В. В. Рослинництво. Київ : Центр навч. літ. 2004. 210 с.
253. Шпаар Д., Гінапп К., Каленська С. Кукурудза. Київ : Альфа-ставія ЛТД. 2009. 396 с.
254. Голда Д. М. Генетика з основами селекції. Київ : Фітосоціоцентр. 2000. 292 с.
255. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України/Забарний Г. М., Кудря С. О., Кондратюк Г. Г., Четверик Г. О. Київ : Ін-т відновлюваної енергетики НАН України. 2006. 226 с.
256. Климчук О. В. Виробництво біологічних видів палива з біомаси сільськогосподарських культур. *Хранение и переработка зерна* : науч.-практ. журн. 2012. № 9 (159). С. 38–40.
257. Гуцаленко Л.В., Фабіянська В.Ю. Стан та основні чинники розвитку виробництва біологічного палива в Україні та світі. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 168–174.
258. Навано ключові переваги використання біоетанолу в якості палива : веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/9354-nazvano-klyuchovi-perevagi-vikoristannya-bioetanolu-v-yakosti-paliva>.
259. Калетнік Г. М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. Київ : Хай-Тек Прес. 2010. 516 с.
260. Калетнік Г. М. Виробництво та використання біопалив : підруч. Вінниця : Консоль. 2015. 416 с.
261. Кизюн Г. О., Міщенко О. С., Толстопятов О. М. Особливості застосування біоетанолу в Україні. *Цукор України*. 2012. № 9 (81). С. 35–36.
262. Кравченко І. Й. Аспекти розвитку виробництва сільськогосподарської продукції та проміжних продуктів цукрового виробництва як сировини для переробки на біопаливо. *Інноваційна економіка* : наук.-виробн. жур. 2014. № 5 (54). С. 107–110.

263. Дейнеко Л. В., Загний О. Г. Проблеми виробництва та використання біопалива в Україні. *Вісн. Сум. держ. ун-ту. Економіка*. 2006. № 1 (85). С. 49–54.
264. Мазур В. А., Азуркін В. О., Поліщук І. С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння для виробництва біоетанолу. *Зб. наук. пр. ВНАУ*. 2011. С. 27–30.
265. Блюм Я. Б. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива : монографія. Київ : Аграр Медіа Груп, 2010. 408 с.
266. Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. Біопалива (технологія, машини і обладнання). К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація». 2004. 256 с.
267. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Нітрати: зниження забруднення зернової та зернобобової продукції : монографія. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 168 с.
268. Zagorulko A.M., Zagorulko A.M., Kasabova K.M., Chuiko L.V., Yakovets L.A., Pugach A.M., Varabolia O.V., Lavruk V.V. Improving the production technology of functional paste-like fruit-and-berry semi-finished products. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*. 2022. № 4/11 (118). С. 43–52.
269. Гавриш В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика : монографія. Миколаїв : МДАУ. 2007. 283 с.
270. Патица В. П., Шерстобоева О. В., Харитонов М. М. Ефективне застосування біопрепаратів при вирощуванні овочевих і баштанних культур. Київ : Ін-т агроекології та біотехнології. 2005. 12 с.
271. Якунін О. П., Румбах М. Ю. Економічна і біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту*. 2010. № 1. С. 25–27.
272. Якунін О. П., Пащенко Ю. М., Рибка В. С. Ефективність вирощування гібридів кукурудзи в різних технологічних системах. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту*. 2005. № 1. С. 7–11.

273. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2016. № 4. С. 63–65.

274. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельського хазайства. Харків, 2005. 47 с.

275. Пащенко Ю. М., Кордін О. І., Скринник Я. Т. Ефективність застосування комплексних мікро- та макродобрих в технології вирощування кукурудзи. Гуминовыє кислоти и фитогормоны в растениеводстве: сб. материалов междунар. конф. Київ : Экспоцентр Украины. 2007. С. 16–18.

276. Тараріко Ю. О. Системи біоенергетичного аграрного виробництва. Київ : ДІА. 2009. 16 с.

ДОДАТКИ

Додаток А. 1

Таблиця А.1.1

Тривалість міжфазних періодів рослин середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2015 р.), діб

Гібрид (фактор А)	Передпосів- на обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Сівба- сходи	Періоди вегетації від повних сходів до			Тривалість вегетацій- ного періоду
				12 листіків	цвітіння	молочної стигlosti	
Арія	Без обробки	Без обробки	10	46	68	94	108
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10	45	69	95	110
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10	46	68	96	112
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	9	46	65	97	111
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9	45	64	99	112
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9	46	65	100	114
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	10	43	68	96	111
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10	43	69	97	114
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10	44	68	100	114
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	8	42	69	99	113
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	43	69	102	115
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	43	68	102	118

Додаток А. 2

Таблиця А.2.1

**Тривалість міжфазних періодів рослин середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2015 р.), діб**

Гібрид (фактор А)	Передпосів- на обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Сівба- сходи	Періоди вегетації від повних сходів до			Тривалість вегетацій- ного періоду
				12 листіків	цвітіння	молочної стигlosti	
Діалог	Без обробки	Без обробки	11	53	70	99	118
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	11	53	69	101	120
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	11	52	69	102	120
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	9	50	66	103	119
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9	49	66	104	121
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9	50	66	104	121
Флагман	Без обробки	Без обробки	10	54	70	102	123
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10	54	71	103	125
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10	53	70	105	125
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	10	51	67	106	126
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10	50	66	106	127
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10	51	68	108	129

Додаток А. 3

Таблиця А.3.1

Тривалість міжфазних періодів рослин середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2016 р.), діб

Гібрид (фактор А)	Передпосів- на обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Сівба- сходи	Періоди вегетації від повних сходів до			Тривалість вегетацій- ного періоду
				12 листіків	цвітіння	молочної стигlosti	
Арія	Без обробки	Без обробки	8	45	64	91	107
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	44	64	92	109
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	44	65	94	109
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	8	44	63	96	109
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	44	63	96	111
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	45	61	97	111
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	8	41	65	94	110
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	41	64	96	111
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	42	66	97	113
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	7	41	65	98	111
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	7	42	65	99	114
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	7	41	66	100	115

Додаток А. 4

Таблиця А.4.1

**Тривалість міжфазних періодів рослин середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2016 р.), діб**

Гібрид (фактор А)	Передпосів- на обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Сівба- сходи	Періоди вегетації від повних сходів до			Тривалість вегетацій- ного періоду
				12 листіків	цвітіння	молочної стиглості	
Диалог	Без обробки	Без обробки	10	51	67	98	115
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	10	52	67	99	119
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10	51	68	101	119
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	8	48	65	100	117
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	48	64	103	119
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	49	63	103	120
Флагман	Без обробки	Без обробки	9	52	69	100	121
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9	53	68	102	124
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9	52	69	103	124
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	8	49	65	103	123
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	49	65	105	125
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	50	65	106	126

Додаток А. 5

Таблиця А.5.1

Тривалість міжфазних періодів рослин середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2017 р.), діб

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Сівбасходи	Періоди вегетації від повних сходів до			Тривалість вегетаційного періоду
				12 листків	цвітіння	молочної стиглості	
Арія	Без обробки	Без обробки	9	45	66	93	107
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9	45	66	95	109
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9	45	66	95	110
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	8	45	61	96	110
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	45	62	98	111
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	45	62	99	112
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	9	42	67	95	110
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	9	41	67	96	112
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9	43	67	98	113
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	8	42	67	98	112
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	8	43	68	100	114
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	8	42	68	101	116

Додаток А. 6

Таблиця А.6.1

**Тривалість міжфазних періодів рослин середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2017 р.), діб**

Гібрид (фактор А)	Передпосів- на обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Сівба- сходи	Періоди вегетації від повних сходів до			Тривалість вегетацій- ного періоду
				12 листіків	цвітіння	молочної стиглості	
Діалог	Без обробки	Без обробки	10	52	68	98	116
		Мікро- Мінераліс (кукурудза)	10	52	68	100	119
		Мікро- Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10	52	68	101	120
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	9	49	65	101	118
		Мікро- Мінераліс (кукурудза)	9	49	65	103	120
		Мікро- Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9	49	65	104	121
Флагман	Без обробки	Без обробки	10	53	69	101	122
		Мікро- Мінераліс (кукурудза)	10	53	69	103	124
		Мікро- Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	10	53	69	104	125
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	9	50	66	104	124
		Мікро- Мінераліс (кукурудза)	9	50	66	106	126
		Мікро- Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	9	50	66	107	127

Додаток Б. 1

Таблиця Б.1.1

Висота рослин за фазами розвитку середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2015р.), см

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	121	192	201
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	123	202	206
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	122	203	207
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	121	200	207
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	125	205	208
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	129	205	211
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	128	210	216
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	129	214	223
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	129	215	223
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	131	213	219
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	132	216	225
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	133	220	225

Додаток Б. 2

Таблиця Б.2.1

**Висота рослин за фазами розвитку середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2015р.), см**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Діалог	Без обробки	Без обробки	118	199	206
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	121	204	209
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	124	206	210
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	122	203	209
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	124	205	211
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	127	207	213
Флагман	Без обробки	Без обробки	127	210	213
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	128	212	217
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	129	215	220
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	128	211	219
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	132	217	221
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	134	220	223

Додаток Б. 3

Таблиця Б.3.1

Висота рослин за фазами розвитку середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2016р.), см

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	132	215	215
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	134	214	219
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	138	215	222
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	134	216	217
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	138	220	224
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	136	222	225
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	141	222	230
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	143	230	232
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	148	231	235
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	142	225	235
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	145	231	235
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	146	232	240

Додаток Б. 4

Таблиця Б.4.1

**Висота рослин за фазами розвитку середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2016р.), см**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Діалог	Без обробки	Без обробки	134	215	217
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	140	219	223
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	141	220	224
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	139	218	220
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	141	223	226
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	143	224	227
Флагман	Без обробки	Без обробки	135	220	223
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	139	224	229
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	140	226	231
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	139	223	228
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	143	229	231
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	144	231	234

Додаток Б. 5

Таблиця Б.5.1

Висота рослин за фазами розвитку середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2017р.), см

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Арія	Без обробки	Без обробки	126	203	208
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	128	208	212
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	130	209	214
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	128	208	212
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	131	212	216
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	133	213	218
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	134	216	223
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	136	222	228
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	138	223	229
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	137	219	227
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	139	224	231
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	140	226	232

Додаток Б. 6

Таблиця Б.6.1

**Висота рослин за фазами розвитку середньостиглих гібридів кукурудзи
залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, (2017р.), см**

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин		
			12 листків	цвітіння	молочна стиглість
Діалог	Без обробки	Без обробки	127	207	213
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	129	213	219
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	128	213	220
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	132	209	216
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	134	217	220
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	135	217	223
Флагман	Без обробки	Без обробки	131	212	221
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	135	218	223
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	136	222	224
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	135	220	225
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	139	226	229
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	139	227	230

Додаток В. 1

Таблиця В.1.1

Наростання сухої маси середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2015р.), т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Арія	Без обробки	Без обробки	3,41	8,82	14,42	17,85
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,11	10,41	17,09	21,22
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,18	11	18,36	22,74
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,48	9,01	16,05	19,42
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,09	10,69	18,86	22,84
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,22	11,89	20,28	24,84
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	3,42	9,01	14,45	17,98
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,01	10,12	16,08	20,14
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,25	10,63	17,52	21,61
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,37	9,12	14,98	18,42
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,21	10,56	17,65	21,43
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,42	11,45	19,03	23,27
НІР _{0,5}		А=0,261, В=0,261, С=0,319, АВ=0,369, АС=0,451, ВС=0,451, АВС=0,638.				

Додаток В. 2

Таблиця В.2.1

Наростання сухої маси середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2015р.), т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	3,42	8,93	13,86	16,88
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,01	10,11	15,71	19,86
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,55	10,83	17,24	21,43
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,62	9,41	15,84	18,99
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,09	10,29	17,83	21,83
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,48	11,01	18,97	23,21
Флагман	Без обробки	Без обробки	3,71	9,06	14,01	17,11
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	3,91	10,07	15,88	19,56
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,26	10,74	16,98	21,02
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,72	9,23	15,38	18,53
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,12	10,21	17,22	21,13
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,56	10,91	18,77	22,74
НІР _{0,5}		А=0,317, В=0,317, С=0,388, АВ=0,449, АС=0,549, ВС=0,549, АВС=0,777				

Додаток В. 3

Таблиця В.3.1

Наростання сухої маси середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2016р.), т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Арія	Без обробки	Без обробки	3,89	9,81	15,23	18,76
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,42	11,23	18,16	22,34
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,77	11,55	19,21	23,87
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,98	10,12	17,23	20,47
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,66	11,56	19,86	23,78
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,85	12,21	21,74	25,87
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	3,96	9,74	15,46	18,74
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,43	10,97	17,45	21,23
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,63	11,34	18,34	22,77
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,99	9,96	15,87	19,22
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,56	11,56	18,56	22,75
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,81	11,94	20,13	24,72
НІР _{0,5}			A=0,365, B=0,365, C=0,447, AB=0,516, AC=0,632, BC=0,632, ABC=0,894			

Додаток В. 4

Таблиця В.4.1

Наростання сухої маси середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (за 2016р.), т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	4,23	9,53	14,43	17,83
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,73	10,68	16,79	20,67
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	5,03	11,59	17,89	22,26
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	4,21	9,96	16,41	19,87
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,69	11,02	18,46	22,31
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	5,03	11,60	19,62	24,03
Флагман	Без обробки	Без обробки	4,16	9,68	14,63	17,96
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,62	10,53	16,56	20,36
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	5,03	11,47	17,72	21,73
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	4,24	9,92	15,92	19,41
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,63	10,77	17,82	21,86
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,97	11,45	19,23	23,61
НІР _{0,5}		А=0,199, В=0,199, С=0,243, АВ=0,281, АС=0,344, ВС=0,344, АВС=0,486				

Додаток В. 5

Таблиця В.5.1

Наростання сухої маси середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2017р.), т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Арія	Без обробки	Без обробки	3,74	9,12	14,81	18,08
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,22	10,73	17,55	21,72
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,43	11,26	18,62	23,11
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,64	9,31	16,4	19,78
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,18	11,05	19,09	23,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,67	12,02	20,86	25,22
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	3,75	9,21	14,76	18,36
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,28	10,29	16,45	20,82
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,5	10,97	17,96	21,89
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,86	9,66	15,26	18,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,34	10,94	17,94	21,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,66	11,62	19,31	23,86
НІР _{0,5}		А=0,202, В=0,202, С=0,247, АВ=0,286, АС=0,350, ВС=0,350, АВС=0,495				

Додаток В. 6

Таблиця В.6.1

Наростання сухої маси середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2017р.), т/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	3,78	9,14	14,07	17,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,19	10,17	16,04	20,07
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,73	11,06	17,49	21,89
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,87	9,67	15,96	19,37
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,45	10,58	18,25	22,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,65	11,11	19,25	23,83
Флагман	Без обробки	Без обробки	3,8	9,25	14,17	17,46
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,37	10,18	15,95	19,81
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,69	11,03	17,47	21,48
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	3,92	9,53	15,71	19,03
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	4,42	10,43	17,43	21,54
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	4,69	11,12	18,82	23,19
НІР _{0,5}		А=0,238, В=0,238, С=0,291, АВ=0,336, АС=0,412, ВС=0,412, АВС=0,582				

Додаток Д. 1

Таблиця Д.1.1

Наростання площі листкової поверхні середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, (2015р.), тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листоків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Арія	Без обробки	Без обробки	22,5	36,5	35,9	30,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	26,4	39,7	40,2	34,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	27,5	41,4	41,5	35,8
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	23,1	36,8	35,7	30,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,1	41,2	40,3	35,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,1	41,6	41,6	36,4
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	22,9	36,9	35,8	31,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	26,8	41,2	40,2	32,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28	41,4	41,2	37,2
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	23,5	37,7	35,9	31,8
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	26,9	41,6	40,1	34,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,4	42,7	41,7	36,1
НІР _{0,5}			А=0,167, В=0,167, С=0,205, АВ=0,237, АС=0,290, ВС=0,290, АВС=0,410			

Додаток Д. 2

Таблиця Д.2.1

Наростання площі листкової поверхні середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2015р.), тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	24,8	40,9	39,6	34,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,7	45,6	44,6	39,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,8	47,1	45,8	40,8
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	25,8	42,1	41,2	35,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,5	46,2	43,9	39,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	30,2	48,1	45,2	40,6
Флагман	Без обробки	Без обробки	24,9	43,8	41,5	36,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,6	46,7	46,1	39,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,2	49,2	47	40,4
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	25,4	44,9	42,2	36,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28	48,2	46,7	41,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,9	49,8	47,8	41,4
НІР _{0,5}			А=0,240, В=0,240, С=0,294, АВ=0,339, АС=0,416, ВС=0,416, АВС=0,588			

Додаток Д. 3

Таблиця Д.3.1

Наростання площі листкової поверхні середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2016р.), тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Арія	Без обробки	Без обробки	24,40	38,80	38,20	34,10
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,60	42,80	42,80	38,00
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,80	44,10	43,50	38,50
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	24,70	39,20	39,50	34,80
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,30	42,70	43,40	38,60
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,70	44,90	45,20	39,30
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	24,70	39,70	39,40	35,60
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,30	43,70	44,00	35,60
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,60	44,90	44,60	41,10
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	25,10	39,80	40,10	35,20
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,40	44,20	43,90	37,90
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,60	45,80	44,90	40,20
НІР _{0,5}		А=0,385, В=0,385, С=0,471, АВ=0,544, АС=0,666, ВС=0,666, АВС=0,942				

Додаток Д. 4

Таблиця Д.4.1

Наростання площі листкової поверхні середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2016р.), тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	26,60	44,90	43,80	38,10
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	29,60	48,20	47,60	42,10
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	31,80	49,20	48,20	43,60
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	27,20	46,00	43,60	38,90
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	30,20	49,10	48,60	42,60
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	32,40	51,20	49,60	43,80
Флагман	Без обробки	Без обробки	27,10	46,60	44,90	40,10
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	29,80	50,10	49,50	42,90
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	31,90	52,10	50,20	44,80
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	27,50	47,60	46,50	39,90
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	30,30	51,20	50,10	45,20
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	32,20	53,20	51,10	45,30
НІР _{0,5}			А=0,243, В=0,243, С=0,297, АВ=0,343, АС=0,421, ВС=0,421, АВС=0,595			

Додаток Д. 5

Таблиця Д.5.1

Наростання площі листкової поверхні середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2017р.), тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Арія	Без обробки	Без обробки	23,9	37,5	37,8	33,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,3	42	40,3	37,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,6	43,2	42,2	37,3
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	24,2	38,3	38,5	33,5
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,4	42,4	41,7	37,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,6	44	42,5	37,7
Переяславський 230 СВ	Без обробки	Без обробки	24,4	38	38,2	34,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	27,4	42	40,6	34,9
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	28,5	44,8	43,2	39,6
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	24,3	39,5	38,9	33,8
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,1	43,8	42,6	36,6
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,3	45,3	44,2	39,5
НІР _{0,5}		А=0,246, В=0,246, С=0,301, АВ=0,348, АС=0,426, ВС=0,426, АВС=0,603				

Додаток Д. 6

Таблиця Д.6.1

Наростання площі листової поверхні середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень, (2017р.), тис. м²/га

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Фази розвитку рослин			
			12 листіків	цвітін- ня	молочна стиглість	воскова стиг- лість
Діалог	Без обробки	Без обробки	26,3	43,8	41,7	37,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,8	46,3	45,8	40
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	29,6	48,6	47,3	41,6
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	26,5	44,8	42,1	37,3
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	29,5	48,4	47,6	40,7
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	30,7	49,2	48,6	42,5
Флагман	Без обробки	Без обробки	26,6	45,8	43,8	38,4
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	28,7	49	47,5	41,9
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	30,4	49,6	48,9	42,9
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	26,9	46,4	43,3	39,1
		Мікро-Мінераліс (кукурудза)	29	49,4	48,4	43,2
		Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо	30,9	50,9	49,3	44,4
НІР _{0,5}			A=0,364, B=0,364, C=0,446, AB=0,515, AC=0,631, BC=0,631, ABC=0,892			

Додаток Ж. 1

СТИМПО

Біостимулятор росту Стимпо – новітній композиційний препарат біологічного походження, в основу дії якого покладений синергійний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і продуктів життєдіяльності бактерій *Streptomyces Avermetilis* - аверсектину. До складу препарату входить біопрепарат з антипаразитарною дією. Стимпо сприяє прискореному діленню рослинних клітин, розвитку потужної кореневої системи, збільшенню площі листової поверхні і вмісту хлорофілу, знижує фітотоксичну дію пестицидів, має антимуtagenний ефект, покращує якість вирощеної продукції, підвищує врожайність, стійкість рослин до хвороб і несприятливих факторів довкілля (переохолодження, перегрівання, браку або надлишку світла і вологи).

До складу Стимпо входять ненасичені кислоти C₁₄ – C₂₈, вуглеводи (глюкоза, рибоза, галактоза), близько 15 амінокислот, мікроелементи - іони К, Mn, Mg, Fe, Cu, аналоги натуральних фітогормонів типу Цитокінін і Ауксин, біогенні мікроелементи, поліненасичені жирні кислоти, відповідальні за утворення фітонцидів і фітоалексинів, а також аверсектин [122].

Додаток Ж. 2

МІКРО-МІНЕРАЛІС (КУКУРУДЗА)

Мікро-Мінераліс (кукурудза) – це рідке комплексне мікродобриво, яке містить мікро- та макро- елементи, що відповідають всім фізіологічним вимогам кукурудзи і є найбільш необхідними для її росту та розвитку. Склад мікродобрива наведено в таблиці Ж.2.1

Таблиця Ж.2.1

Склад мікродобрива «Мікро-Мінераліс» (кукурудза), амонійно-карбоксилатних комплексонів, %

Елементи	%
Азот (N)	5,0
Магній (MgO)	4,0
Марганець (Mn)	1,0
Мідь (Cu)	0,8
Цинк (Zn)	1,5
Залізо (Fe)	0,5
Бор (B)	0,5

Переваги даного препарату:

- поверхневий електричний заряд активних частинок металів забезпечує відмінне прилипання до поверхонь і швидке проникнення їх у клітини рослин;
- до складу мікродобрива Мікро-Мінераліс (Кукурудза) входить комплекс мікроелементів без сторонніх домішок, які не створюють фітотоксичного впливу на рослину та повністю нею засвоюються;
- позакоренева обробка кукурудзи мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) забезпечить її збалансоване живлення, зменшить наслідки стресу після обробки ЗЗР, підвищить врожайність культури на 10-20 % та покращить його якісні характеристики.

Додаток Ж. 3

АРІЯ

У Реєстрі сортів рослин України з 2014 року, заявник – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення.

Господарські та біологічні характеристики: середньоранній простий модифікований (ФАО 280); вегетаційний період складає 110-112 днів; високопродуктивний. Характеризується груповою стійкістю до інфекційних хвороб; стійкий до ламкості і вилягання стебла; високотехнологічний при товарному виробництві і у насінництві. *Апробаційні ознаки:* висота рослин 200-220 см, висота прикріплення качанів 70-80 см. Листків на головному стеблі 15-16. Качани великі (220 - 240 г), слабо конусоподібної форми, кількість рядів зерен 16-18. Стрижні качанів забарвлені. Зерно жовтого кольору, зубоподібної форми. Маса 1000 зерен 253 г. *Агротехнічні вимоги:* рекомендований для вирощування на зерно силос у зоні Степу та Лісостепу. Гібрид не вибагливий до умов вирощування і вирізняється високою екологічною пластичністю. Добре реагує на оптимальні дози мінеральних добрив. *Переваги:* один з небагатьох гібридів, який вирізняється високою екологічною стабільністю і дає високі врожаї зерна в зонах Степу і Лісостепу.

Додаток Ж. 4

ПЕРЕЯСЛАВСЬКИЙ 230 СВ

У Реєстрі сортів рослин України з 2008 року, заявник – Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. *Господарські та біологічні характеристики:* трилінійний модифікований гібрид (ТМГ), середньоранній гібрид (ФАО 230). Вегетаційний період від сходів до повної стиглості в зонах Степу — 114, Лісостепу — 117, на Поліссі — 120 днів. Стійкий до вилягання і враження хворобами. Стійкий до посухи. Один з кращих універсальних гібридів що формує високий урожай сухого зерна як на півночі, так і на півдні країни. *Апробаційні ознаки:* висота рослин — 220-250 см, надземних вузлів на головному стеблі — 10-12, листків — 16. Качан циліндричної форми, формується на висоті 70-80 см, довжина — 17-20 см, маса — 210-240 г, рядів зерен — 16, верхівка озернена добре, качан повністю вкритий обгортками, стрижень червоний. Зерно кременисто-зубоподібне, жовтого кольору. Вихід зерна з качана при обмолоті — 76-79 %, маса 1000 зерен — 290-300 г. *Агротехнічні вимоги:* рекомендований для вирощування на зерно і силос в зонах Лісостепу, Степу і Полісся. *Переваги:* високостійкій проти стеблових гнилей, пухирчастої сажки, іржі, гельмінтоспоріозу.

Додаток Ж. 5

ДІАЛОГ

У Реєстрі сортів рослин України з 2008 року, заявник – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення. *Господарські та біологічні характеристики:* простий модифікований, середньостиглий (ФАО 360), вегетаційний період 117-119 днів; помірно жаро-посухостійкий (8 балів); стійкий до ламкості стебла та вилягання (8-9 балів); високотехнологічний у насінництві та товарному виробництві. *Апробаційні ознаки:* висота рослин 225-230 см, висота прикріплення качанів 75-80 см. Листків на головному стеблі 16-17. Качани великі (240-290 г), конусо-циліндричної форми, кількість рядів зерен 16-18. Стрижні качанів червоні. Зерно жовтого кольору, зубоподібної форми. Маса 1000 зерен 270-280 г. *Агротехнічні вимоги:* рекомендований для вирощування на зерно і силос у зоні Степу та Лісостепу України. Забезпечує високу віддачу при внесенні оптимальних доз мінеральних добрив. *Переваги:* Діалог – це високо адаптивний гібрид з потенціалом продуктивності до 120-125 ц/га зерна з гектару, забезпечує сталі врожаї у сприятливих і несприятливих умовах. Зоною переважного вирощування є Лісостеп.

Додаток Ж. 5

ФЛАГМАН

У Реєстрі сортів рослин України з 2008 року, заявник – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення. *Господарські та біологічні характеристики:* потрійний міжлінійний, середньостиглий (ФАО 370), вегетаційний період 125-127 днів; високоврожайний, високо посухостійкий (8,9 бали); вирізняється груповою стійкістю до основних хвороб (9,0 балів) та вилягання (9,0 балів). *Апробаційні ознаки:* висота рослин у сприятливих умовах 220-225 см, висота прикріплення качанів 80-85 см. Листків на головному стеблі 16-17. Качани великі (200-220 г), конусо-циліндричної форми, кількість рядів зерен 16-18. Стрижні качанів червоні. Зерно жовтого кольору, зубоподібної форми. Маса 1000 зерен 290-300 г. *Агротехнічні вимоги:* рекомендований для вирощування на зерно і силос у зоні Степу та Лісостепу. Максимальний урожай формує у Лісостеповій зоні при вирощуванні за інтенсивною технологією із внесенням оптимальних доз добрив. *Переваги:* Один з найкращих гібридів за продуктивністю, посухостійкістю та екологічною стабільністю. Вирізняється високою комплексною стійкістю до хвороб і вилягання та високорентабельним насінництвом. На товарних посівах при збиранні врожаю листя гібриду довго залишаються зеленими, тому він може вигідно використовуватися для посівів на зерно та силос. Потенційна врожайність 110-115 ц/га.

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ

Мазур Віктор Анатолійович – кандидат сільськогосподарських наук, професор, ректор Вінницького національного аграрного університету. Бібліографічні дані: у 1988 р. закінчив з відзнакою агрономічний факультет Вінницького філіалу Української сільськогосподарської академії і отримав кваліфікацію вченого агронома за спеціальністю «Агрономія». Віктор Мазур працює у Вінницькому національному аграрному університеті з 1992 р.



У 1989-1992 рр. – навчався в аспірантурі Української сільськогосподарської академії за спеціальністю «Селекція і насінництво», у 1994 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему: «Вихідний матеріал для селекції гібридів кукурудзи, вирощуваних по екологічно чистих технологіях» та здобув науковий ступінь кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 05.03.05 – селекція і насінництво.

Тривалий час очолював агрономічний факультет та був проректором з науково-педагогічної та навчальної роботи. Основними напрямками наукової діяльності є розробка сучасних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур.

Мазур В.А. має 191 публікацій, з них 111 наукового та 80 навчально-методичного характеру, у тому числі 79 наукові праці, опубліковані у вітчизняних фахових і міжнародних рецензованих виданнях. Є співавтором 4 навчальних посібників, 8 монографій, 1 методичного посібника, 1 підручника, 1 електронного посібника, 2 колективних монографій, а також є співавтором 4 патентів на корисну модель. Під керівництвом професора захищено 5 кандидатських дисертацій.

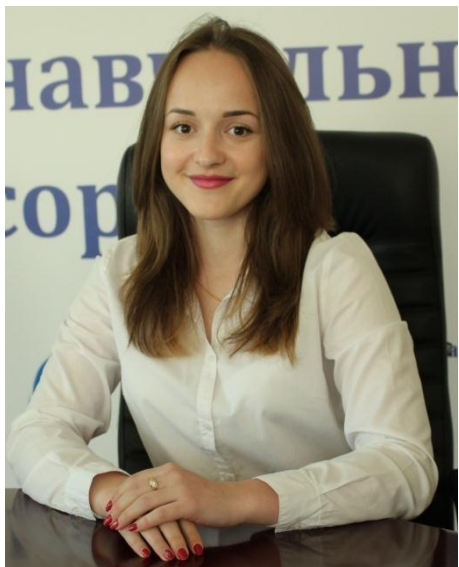
Наукова діяльність вченого направлена на агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур та екологізації

технологій. Є членом Науково-методичної комісії з «Агрономії» при Міністерстві аграрної політики та продовольства України, входить до складу експертів ДАК МОН України. Плідна багаторічна науково-педагогічна діяльність професора відзначена трудовою відзнакою «Знак пошани» та знаком «Відмінник аграрної освіти та науки» другого ступеня, Почесною грамотою Міністерства аграрної політики та продовольства України та Вінницької обласної державної адміністрації та обласної ради. У 2015 р. – нагороджений Грамотою Верховної Ради України.

Віктор Мазур приймав участь у міжнародних наукових заходах – у січні 2016 р. у міжнародній конференції (м. Братислава, Словаччина), у травні 2016 р. в конгресі Мережі університетів Чорноморського регіону 12-й конференції ректорів (м. Тбілісі, Грузія), у вересні 2016 р. у зборах учасників Вишеградської асоціації університетів (м. Геделле, Угорщина), у жовтні 2017 р. у церемоніях з нагоди 65-річчя Словацького аграрного університету (м. Нітра, Словаччина), у грудні 2017 р. в конференції у Технічному університеті м. Зволен (Словаччина), у 17 травні 2018 р. у міжнародному форумі (м. Яси, Румунія), у червні 2018 р. у конгресі (м. Салоніки, Греція), у вересні 2018 р. у конференції (м. Краків, Польща) та жовтні 2019 р. в конференції (м. Бухаресті, Румунія). Проходив міжнародне науково-педагогічне стажування (серпень 2019, Польща).

Мазур В.А. є керівником прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрих, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034.

Читає дисципліни: «Технічні культури», «Технологія виробництва продукції рослинництва», «Вступ до фаху».



Шевченко Наталія Василівна – к. с.-г наук, старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету

Закінчила у 2013 році Вінницький національний аграрний університет і отримала базову вищу освіту за напрямом підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» та здобула кваліфікацію бакалавра екології (2009-2013 рр.). Закінчила у 2014 році Вінницький національний аграрний університет і отримала повну вищу освіту за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища» та здобула кваліфікацію еколога, викладача вищих навчальних закладів (2013-2014 рр.). Закінчила у 2015 році Центр післядипломної освіти та дорадництва Вінницького національного аграрного університету та здобула кваліфікацію спеціаліст з менеджменту організацій і адміністрування (2013-2015 рр.). Закінчила аспірантуру Вінницького національного аграрного університету (2014-2017 рр.) за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. Захистила кандидатську дисертацію за темою «Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного», 28 грудня 2018 року під керівництвом к. с.-г. наук, професора Мазура В.А.

Працювала з 2014 року по 2015 рік у Вінницькому національному аграрному університеті на посаді старшого лаборанта кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин, агрономічного факультету, з 2015 року працювала асистентом кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур факультету агрономії та лісівництва, з 2021 року по теперішній час працюю старшим викладачем кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.

Наталія Шевченко є автором близько 10 наукових праць. Наукова діяльність присвячена розробці технологічних прийомів вирощування біоенергетичних культур. Результати своїх наукових розробок Наталія Шевченко неодноразово презентувала на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. За трудові здобутки нагороджена грамотами та подяками факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Читає дисципліни: «Рослинництво», «Технологія виробництва і переробки продукції рослинництва», «Технічні культури» та ін.



Яковець Людмила Анатоліївна – к. с.-г наук, старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету. Трудова кар'єра розпочата у 2004 році з посади бухгалтера ПП «Вінницьке бюро експертиз «Ніка». Наукова діяльність вченого розпочата з 2015 року в аспірантурі Вінницького національного аграрного університету, а педагогічна у 2016 році з посади асистента кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Людмила Яковець є автором понад 26 наукових праць. Результати своїх наукових розробок Людмила Яковець неодноразово презентувала на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях.

Науковий напрямок: екологічна безпека зернової та зернобобової продукції, залежно від інтенсивності хімізації виробництва.

За трудові здобутки Л. Яковець нагороджена грамотами та подяками факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету.

Читає дисципліни: «Біологія», «Ботаніка».

Підписано до друку 15.09.2023
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.
Гарнітура Times new roman.
Умовних друкованих аркушів 16,74
Наклад 100 прим. За. № 1509/23
Видавець ТОВ "Друк"

Реєстраційне свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців серія ДК № 5909 від 18.09.2017 р.

Віддруковано з оригіналу макету замовника в
ТОВ «Друк», м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25, 21027.