

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – КМР. 1555 “С” 2023.09.15. 003 ПЗ

ГРУШКА ОЛЕКСАНДРА ВАСИЛЬОВИЧА

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НУБІП України

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

НУБІП України

Декан агробіологічного факультету

Завідувач кафедри

Завідувач кафедри агрохімії та
якості продукції рослинництва ім.
О.І. Душечкіна

НУБІП України

О.Л.Тонха

А.В. Бикін

(підпис)

(ПБ)

(підпис)

(ПБ)

« _____ » 2023 р.

« _____ » 2023 р.

УДК: 631.67/82:633.15

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО
ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА
ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗРОШЕННІ»

НУБІП України

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Магістерська програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Гарант освітньої програми

доктор с.-г.н., професор.

академик НААН України

Керівник магістерської роботи

К. с.-г.н., доцент

НУБІП України

Бикін А.В.

Семенко Л.О.

Виконав

Грушко О.В.

НУБІП України

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри агрохімії та якості
продукції рослинництва ім. О.І.Душечкіна,
доктор с-г наук, проф. Бикін А.В.

“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

ГРУШКУ ОЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬОВИЧУ

Спеціальність 201 «Агреномія»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Орієнтація освітньої програми «Освітньо-професійна»

Тема магістерської роботи «Агрохімічна оцінка диференційованого
використання мінеральних добрив за вирощування кукурудзи на зрошенні»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “15” вересня 2023р. №1555С

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи:

1. Літературні джерела
2. Польовий дослід
3. Дані господарства
4. Лабораторні дослідження
5. Ринкові ціни на зерно кукурудзи

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Початкове агрохімічне дослідження характеристик дослідної ділянки
2. Біометричні показники росту та розвитку рослин
3. А
4. Аналіз структури врожаю кукурудзи
5. Аналіз врожайності зерна кукурудзи

6. Економічна ефективність вирощування кукурудзи

Дата видачі завдання “ ” 2023 р.

Керівник магістерської роботи

Семенко Л.О.

Завдання прийняв до виконання

Грушко О.В.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: агрохімічна оцінка диференційованого використання мінеральних добрив за вирощування кукурудзи на зрошенні.

Об'єкт досліджень – вплив мінерального живлення та приріст врожаю, економічну ефективність та технології вирощування кукурудзи на зерно.

Предмет досліджень: динаміка накопичення азоту у темно-сірому опідзоленому ґрунті, біометричні показники росту і розвитку рослин, індекс NDVI, врожайність, структура врожаю, економічна ефективність.

Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків і списку використаної літератури. Диплом налічує 65 сторінок. У дипломі розміщено 14 таблиць і 15 рисунків.

У розділі 1 розкрито питання мінерального живлення рослин кукурудзи із застосуванням фертигації.

У розділі 2 описано ґрунтові умови проведення досліджень погодно-кліматичні умови, технологічні умови, методика проведення досліджень.

У розділі 3 представлені результати досліджень: агрохімічна характеристика ділянки, біометричні показники кукурудзи на зерно, аналіз індексу NDVI, врожайності і структури врожаю зерна кукурудзи, економічна ефективність вирощування цієї культури за зрошення.

У результаті проведених досліджень були отримані такі результати:

1. Перерозподіл мінерального азоту у темно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від нерівномірності рельєфу із підвищень у пониження і переміщення його у нижні шари. Вміст мінерального азоту у ґрунті у низині становив 57,47 мг/кг ґрунту.

2. Внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на височині композицією добрив: 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ за фертигації + Біокорн 15 + Біокорн 30 – позакоренево обумовлювала найбільш оптимальний ріст і розвиток рослин. За цих умов рослини досягали висоти 142 см у мікростадію ВВСН 33-36, відмічено інтенсивне наростання міжвузль 9,66 см, із діаметром стебла 2,93 мм.; формували 11-13 листків відповідно за макростадіями

ВВСН 13-16 і 33-36; площу листків розміром 12932-13579 см²/роsl.; листковий індекс становив 6,3-6,6 і найкраще розвинені за індексом NDVI

3. Фертигація рослин кукурудзи суттєвого впливу на формування елементів структури врожаю не чинила, проте у зоні 1 композицією добрив:

40 % CO(NH₂)₂ за фертигації + Біокорн 15 + Біокорн 30 – позакоренево обумовила отримання максимального рівня врожайності 8,23 т/га

4. Фертигація рослин кукурудзи на височині композицією добрив: 40 % CO(NH₂)₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30 обумовлювала максимальний рівень

прибутку 144116,09 грн. Окупність 1 гривні склала 1,38 грн.

Ключові слова: кукурудза, фертигація, індекс NDVI, урожайність, економічна ефективність вирощування, Crop Monitoring.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Розділ 1.....	10
ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ТА УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ФЕРТИГАЦІЇ (огляд літератури).....	10
1.1. Біологічні особливості кукурудзи на зерно.....	10
1.2 Застосування мінеральних добрив та зрошення в технологічному процесі вирощування кукурудзи.....	12
1.2.1. Застосування системи поливу та фертигації за вирощування кукурудзи на зерно.....	14
1.2.2. Вплив елементів живлення на кукурудзу на зерно.....	16
1.3 Наукові основи обробітку ґрунту.....	19
1.4 Ефективність зрошення при вирощуванні кукурудзи як окремого фактору, так і у взаємодії з удобренням.....	20
Розділ 2.....	24
МЕТОДИКА І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1 Ґрунтові умови проведення досліджень.....	24
2.2 Погодно-кліматичні умови території проведення досліджень.....	26
2.3 Технологічні умови проведення досліджень.....	30
2.4 Методика проведення досліджень.....	30
Розділ 3.....	33
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	33
3.1 Агрохімічна характеристика темно-сірого опідзоленого ґрунту.....	33
3.2 Біогеохімічні показники.....	38
3.2.1 Вплив фертигації кукурудзи на висоту рослин.....	38
3.2.2 Вплив фертигації на наростання надземної маси рослин кукурудзи.....	40
3.2.3 Розвиток стебла насіннєвої кукурудзи під впливом фертигації.....	42
3.2.4 Розвиток фотосинтетичної поверхні рослин кукурудзи залежно від фертигації.....	45
3.3 Аналіз карт індексу NDVI кукурудзи на дослідному полі.....	50
3.4 Вплив фертигації на урожайність і структуру врожаю кукурудзи.....	53
3.5 Економічна ефективність вирощування кукурудзи за фертигації.....	57
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Актуальність теми. Кукурудза є однією із пріоритетних культур аграрного сектору України. Посівні площі під цією культурою постійно зростають як в Україні так і у світі. Експорт зерна постійно зростає. Тож, аграрії потребують поліпшення як посівного матеріалу так і удосконалення технологій вирощування цієї культури на різноманітні ґрунти. Одним із шляхів вирішення цього питання ми розглядаємо внесення мінеральних добрив за умов фертигації на полях кукурудзи на зерно, як варіант диференційованого внесення добрив. Особливо актуально це питання постає в умовах зміни клімату, загострення питань волого-забезпечення рослин і вартості добрив.

Мета досліджень полягає у виведенні мінерального живлення як елемента диференційованого внесення добрив у системі вирощування кукурудзи за зрошення.

Завдання магістерської роботи полягало у дослідженні наступних питань:

1. Встановлення індексу посівів кукурудзи на даними супутникових знімків.
2. Встановлення агрохімічних показників темно сірого опідзоленого ґрунту на дослідній ділянці.
3. Залежність біометричних показників кукурудзи на зерно в залежності від способу внесення добрив.
4. Визначення урожайності та показників якості зерна кукурудзи.

Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно.

Об'єкт досліджень – вплив мінерального живлення за зрошення на врожайність і економічну ефективність вирощування кукурудзи на зерно.

Предмет досліджень: вміст основних елементів живлення у темно-сірому опідзоленому ґрунті, біометричні показники росту і розвитку рослин, індекс NDVI, врожайність, структура врожаю, економічна ефективність

НУБІП України

Методи досліджень: польовий, лабораторний, супутниковий моніторинг, розрахунковий.

Наукова новизна полягає у дослідженні диференційованого внесення добрив у вигляді мінерального живлення на посівах кукурудзи в умовах зрошення.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Участь у Міжнародній науково – практичній конференції «Актуальні проблеми науки, освіти і технології в сучасних умовах»

Положення, що виносяться на захист:

Зрошення із використанням фертигації сприяє оптимізації росту і розвитку рослин кукурудзи, зростанню врожайності зерна і економічної ефективності вирощування цієї культури.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 1

ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ТА УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ФЕРТИГАЦІЇ (огляд літератури)

1.1. Біологічні особливості кукурудзи на зерно

Кукурудза (*Zea mays*) - це однорічна рослина, що належить до родини тонконогових (Poaceae). Кукурудза – теплолюбна культура. Насіння проростає, за умов, що мінімальна температура ґрунту на глибині загортання становить 8-10°C. У випадку сівби в холодний ґрунт, коли температура ґрунту менша 8°C насіння проростає дуже повільно. Набуваючі насіння не сходять, знижується польова схожість [43,44]. У фазу ВВСН 12-13 витримує приморозки до -2°C. Проте, варто зазначити, що завдяки світовим провідним селекційним компаніям, зараз існують перспективні біотиби кукурудзи, що здатні проростати за температури 5-6°C [1].

Літом, коли відбувається основний ріст вегетативної частини, за температури 14-15°C органогенез сповільнюється, а за 10°C – повністю зупиняється. У фазах сходи – викидання волотей оптимальна температура – 20-23°C. До появи статевих органів підвищення температури до 25-30°C не шкодить кукурудзі. У фазі цвітіння збільшення температури понад 25°C має негативний вплив на запилення, адже відбувається абортация пилку, спостерігається череззерниця качанів. Максимальна температура, при якій припиняється ріст кукурудзи, становить 45-47°C. Сума активних температур, за яких досягають ранньостиглі гібриди, становить 2100-2200, середньоранні і середньостиглі – 2400-2600 а пізньостиглі – 2800-3200°C. Є кілька варіантів поділу гібридів за групою стиглості [1].

Кукурудза відноситься до стійких до посухи культури за рахунок сильно розвинутої кореневої системи, яка дозволяє їй використати вологу з більшої площі ґрунту та глибших ґрунтових горизонтів.

Таблиця 1

Характеристика груп стиглості рослин кукурудзи

Група стиглості	Сума активних температур	Сума ефективних температур	Число ФАО	Вегетаційний період, днів	Кількість листків
Дуже ранньостиглі	2100	850-900	100-149	80-90	10-12
Ранньостиглі	2200	900-1000	150-199	90-100	12-14
Середньоранні	2400	1100	200-299	100-115	14-16
Середньостиглі	2600	1150	300-399	115-120	17-18
Середньопізні	2800	1200	400-499	120-130	19-20
Пізньостиглі	2900-3000	1250-1300	500-599	135-140	21-23
Дуже пізньостиглі	Понад 3000	Понад 1350	Понад 600	Понад 140	Понад 23

Крім того, кукурудза може засвоювати атмосферну вологу за допомогою свого листового апарату [39]. У порівнянні з пшеницею, для утворення одиниці сухої речовини, кукурудза використовує води вдвічі менше, а її транспіраційний коефіцієнт становить 360. Проте висока врожайність зеленої маси та зерна стають причиною більшої водовитрати, в порівнянні з зерновими-колосовими культури. Упродовж вегетаційного періоду кукурудзи потрібно від 450 до 600 мм води. Кожен міліметр опадів дозволяє отримати 20 кг зерна на 1 гектар площі. Довготривала прив'язність листя пригнічує ростові процеси і погіршує утворення репродуктивних органів, чим опосередковано зумовлює втрати врожайності [40]

Кукурудза вимагає меншої кількості вологи в першій половині вегетації, і до формування 7-8-го листка ризик нестачі вологи для її росту практично не опостерігались. Найбільше вологи рослини потребують

приблизно за 10 днів до викидання волотей, коли відбувається інтенсивний ріст стебла (добовий приріст може досягати 10-14 см) і відбувається активне накопичення сухих речовин [42]. Протягом цього критичного періоду рослина споживає 40-70% загального обсягу води. Після викидання волотей потреба вологи зменшується.

Більше води кукурудза використовує під час наливу зерна, і вона ефективно використовує опади, які випадають у другій половині літа. Проте кукурудза погано реагує на надмірне зволоження, що може спричинити переущільнення та дефіцит кисню, через що сповільнюється надходження фосфору до коренів, що впливає на білковий обмін рослин [1].

Кукурудза – світлолюбна рослина короткого дня. Погано переносить затінення. У надміру загущених посівах затримується розвиток культури. Також недостача світла безпосередньо впливає на формування продуктивності зерна [1].

Високий потенціал врожайності в кукурудзі присутній за вирощування її на чистих, гарно аерованих ґрунтах, з глибоким гумусовим шаром. Середньо-вимоглива до природньої родючості ґрунту, проте за науково-обґрунтованого, правильного обробітку та удобрення добре росте на більшості типів ґрунтів. Оптимальна реакція ґрунтового розчину слабкокисла, наближена до нейтральної, чи нейтральна (рН 5,5-7,0) [1].

1.2 Застосування мінеральних добрив та зрошення в технологічному процесі вирощування кукурудзи

На теренах сучасної України все більш часто можна спостерігати інтенсифікацію землеробства, більш розумний підхід до ведення цього роду діяльності, направлений на економію, затримання та збагачення природніх ресурсів, в тому числі і вологи. Недостатня кількість природного надходження води в південних областях України у сукупності з високою забезпеченістю

тепловими ресурсами, сонячною радіацією та родючими ґрунтами зумовлює розвиток зрошення. Продуктивність зрошуваного гектара була в 2-2,5 рази вищою порівняно з неполивним. У роки, коли зрошення використовувалося у повному обсязі і на зрошуваних землях виробництво зерна становило 29 %, плодоовочевої продукції – 87, технічних культур – 26, кормових – 63, рису – 100% від загального обсягу виробництва [5].

Зараз спостерігається щорічна тенденція до збільшення рекордно високих температур влітку, та нерівномірності опадів, не тільки на Півдні, а й на усіх кліматичних зонах нашої держави [23,24].

Тому, внесення добрив з використанням фертигації має ряд важливих переваг:

- діючі речовини добрив та вода потрапляють безпосередньо до кореневої зони рослин, що покращує адсорбцію поживних речовин культурами;
- збалансована подача елементів живлення та ефективне забезпечення водою може призвести до підвищення врожайності культур на 25-50 %;
- фертигація дозволяє досягти ефективності використання добрив на рівнях 80-90 %, що веде до економії не менше 25 % добрив, які втрачаються при інших способах внесення;
- використання фертигації дозволяє зекономити, як добрива, так і водні ресурси, а також зменшити час, робочу силу та енергію, необхідну для виробництва однакової кількості продукції в порівнянні із традиційними методами внесення;
- зниження темпів ерозійних процесів, як вітрової так і водної;
- зниження забур'яненості, а отже і витрат на гербицидний захист;
- система фертигації забезпечує однорідний розподіл добрив та води на всій площі поля;
- запобігання ущільненню ґрунту і кращий розвиток кореневої системи;
- фертигація дозволяє внесення мінеральних добрив при будь-яких погодних умовах і в будь-який час;

Крім того, ефективно, локальне внесення добрив запобігає надмірному надходженню нітратів і фосфатів із добрив до об'єктів навколишнього середовища, що є, без сумніву, екологічною вигодою [6].

Хоча фертигація є ефективною, оскільки азот вноситься саме тоді, коли цього потребує культура, але, кожна система має і певні недоліки, внесення добрив за рахунок фертигації не виняток, розчин азотних добрив, як правило, дорожчий за кілограм N, ніж безводний аміак або карбамід. Система зрошення повинна бути оснащена відповідними зворотними клапанами, нагнітаючими насосами та резервуарами для добрив. Оператор повинен бути сертифікований для хімічної обробки. Дошова погода може затримати потребу в зрошенні, таким чином затримуючи внесення N під час критичних стадій росту [2,3].

1.2.1. Застосування системи поливу та фертигації за вирощування кукурудзи на зерно

Фертигація є ефективним методом постачання частини азоту, необхідного для культури, через зрошувальну систему в момент максимального поглинання азоту та інших елементів живлення. На піщаних ґрунтах майже завжди присутній високий рівень втрат елементів живлення, насамперед азоту. З поєднанням таніння снігу, надлишку дощу та культури, яка ще не потребує багато води чи азоту, значна частина азоту, який ми вносимо, може вимиватися з профілю, саме тому вчені із університету Міннесоти радять розпочинати внесення азоту з фази BBCH-12, тобто від 2 листа культури [2].

Фертигаційне підживлення краще розділити на 3-4 внесення, починаючи від фази 2, закінчуючи фазою 12 листів культури [36,37]. Проте варто пам'ятати, що фертигація може бути не найкращим варіантом для раннього застосування, оскільки культурі може не знадобитися зрошувальна вода. Тим не менш, яким би способом ви не вирішили внести азот, мета

полягає в тому, щоб внести стільки, скільки потрібно для живлення культури приблизно до середини червня, а потім застосувати решту азоту, необхідного для культури. [25,26,29].

Перевагою застосування добрив фертигаційно є те, що окрім передбачених технологічною картою норм добрив, та частотою їх внесенням фертигація дозволяє вносити азот за потреби, залежно від статусу азоту. Вимірювач хлорофілу, космічні та аерознімки або датчики рослинного покриву можна використовувати для оцінки стану поля та врожаю в сезон [3,26].

Також, фертигація дозволяє вносити не лише елементи живлення, а й засоби захисту рослин, та інші пестициди [4].

Окрім доцільності використання елементів живлення, та їх норм, також важливим елементом технології є дотримання та розрахунок кількості води, якою ми проводимо зрошення. Адже при використанні надмірної кількості води відбувається втрата кількості діючої речовини, через промивання елементів живлення в ГВК. Високої ефективності застосування фертигації, забезпечується через рівномірний полив. Це забезпечує рівномірний тиск у системі труб, та компенсованих крапельниць [2,31].

При підготовці до несення мінеральних добрив потрібно проводити підготовку:

1. Провести ґрунтовий аналіз поля на вміст рухомих і обмінних форм макро-, мезо- та мікроелементів, слід приділити увагу: азоту, фосфору, сірці, цинку, магнію, марганцю, купрум та феруму.

Визначити механічний склад ґрунту, у зв'язку із тим, що на піщаних ґрунтах краще застосовувати лише фертигацію, а от на середньо-, легко- та важкосуглинкових за недостатньої забезпеченості рослин доступними елементами живлення можна суміщати основне внесення із подальшою фертигацією, і за високого чи середнього забезпечення застосовувати лише фертигацію;

2. Перевірити відповідність системи краплинного зрошення таким вимогам:

- тиск вприскуваного розчину має бути вищим за внутрішній тиск у герметичних системах;
- наявність фільтрів, що попереджають закупорення крапельниць твердими частинками з добрив;
- клапан попередження зворотного потоку;

3. Провести аналіз якості води, що буде використана для зрошення;

4. Перевірити розчинність добрив у зрошуваних водах, оскільки наявність у них підвищеної кількості різних катіонів і аніонів може призводити до утворення небажаних сполук.

5. врахувати рівень кислотності добрив, які плануються до внесення з метою досягнення найнижчої корозійності поливних вод, що дасть змогу пролонгувати роботу обладнання для фертигації;

6. розробити чітку схему внесення добрив, що має враховувати кліматичні показники, показники родючості та фізико-хімічні властивості ґрунтів, попередника, особливості культури щодо водоспоживання та забезпечення поживними елементами у різні фази росту та розвитку;

7. проаналізувати доступність вибраних добрив у певному регіоні та прорахувати план заміщення їх аналогами на випадок неможливості придбати в потрібні строки [4].

1.2.2. Вплив елементів живлення на кукурудзу на зерно

Доцільність та обґрунтованість застосування норм мінеральних добрив із фертигацією - на пряму залежать від внесених норм під основне, та припосівне внесення. Адже кукурудза, як і будь яка інша сільськогосподарська культура, має особливості удобрення, та винос елементів живлення. [25].

При живленні кукурудзи, та інших культур, важливо приділяти увагу кожному елементу живлення, як окремо, так і в комплексі, адже кожен елемент впливає на певну функцію, чи то структурну, мобілізаційну, транспортну,

генеративну, імунну, тощо, так в сукупності вони і являють собою рослину.

[24].

Нітроген. Важливість забезпечувати рослини протязом вегетації є вигідним, як з фінансових, так і з екологічних причин. Винос Азоту становить 18 кг/га для формування 1 т основної та побічної продукції [10]. Кукурудза може використовувати більше азоту з добрив, ніж ґрунту. Науково обґрунтоване внесення азоту є актуальним у зв'язку з потрапляння азоту в ґрунтові та поверхневі води. Рослини кукурудзи при дефіциті азоту спочатку набувають блідого, жовтувато-зеленого кольору. Листя часто жовтіють у формі перевернутої V, починаючи з кінчиків нижніх або старих листків. Якщо дефіцит посилюється, тканина листя може «згоріти», що призводить до скидання листя. Дослідження показують, що відбувається зменшення використання на 10-15 відсотків азоту, від рекомендованої норми внесення при вирощуванні на легких, піщаних ґрунтах. Норми внесення азоту при вирощуванні кукурудзи на півдні повістю базуються на цільовій врожайності кукурудзи, оскільки теплі вологі зими не дають азоту закріпитися в ґрунті [24, 26].

Фосфор насамперед важливий на початкових етапах органогенезу,

адже фосфорне живлення є важливим для розвитку кореневої системи та стебла, а також для передачі та зберігання енергії, та навіть дозрівання врожаю [37, 38]. Винос фосфору, для формування 1 т врожаю – 8,5 кг/га [10].

Зміна забарвлення на молодих рослинах кукурудзи є проявом дефіциту фосфору. Забарвлення спочатку з'являється на нижніх кінчиках листя, а потім просувається вздовж країв листя, поки весь лист не стане фіолетовим [9]. Проте це часто відбувається через зниження температури, ефект посилюється в низинах та ярках. Також фіолетове забарвлення часто буває біологічною особливістю гібриду. Фіолетовий колір зазвичай зникає до того, як рослини досягають 0,5-0,7 метрів у висоту, навіть якщо рівень фосфору в ґрунті низький рН ґрунту також може сприяти дефіциту фосфору. Низький рН ґрунту може серйозно обмежити засвоєння рослинами фосфору, викликаючи

симптоми дефіциту навіть там, де в ґрунті багато фосфору рН ґрунту менше 5,5 може зменшити доступність фосфору в ґрунтовому розчині більш ніж на 30 відсотків. Кислий ґрунт також зменшує ріст коренів, який необхідний для засвоєння фосфору [27,30].

Калій – по значущості елемент для кукурудзи, його винос становить 4,5 кг/га на формування 1 т врожаю [10,29].

Калій необхідний для формування міцних стебел, боротьби з хворобами та транспортом води всередині рослини [35]. Основним симптомом дефіциту калію є хлороз (пожовтіння) з подальшим некрозом (відмиранням тканин) уздовж нижніх країв листя, починаючи з кінчика листя [9,28].

Сірка та магній – мезоелементи, винос на 1 тону врожаю яких – 2,1-3 кг/га відповідно [10].

Дефіцит сірки та магнію найбільш вірогідний на піщаних ґрунтах із вмістом органічної речовини, особливо в прохолодних і вологих умовах. Крім того, дефіцит сірки став більш поширеним, оскільки кількість атмосферних опадів значно знизилась за останні три десятиліття [35]. Дефіцит сірки та магнію викликає жовтувато-білі міжжилкові смуги або загальне пожовтіння листя. Симптоми дефіциту сірки з'являються першими і більш виражені на верхніх або молодих листках, тоді як симптоми магнію з'являються на нижніх або старіших листках. [29].

Цинк – є найважливішим мікроелементом для кукурудзи. Він бере участь в синтезі хлорофілу, білків та вітамінів, входить до складу ферментів, регулює вуглеводневий обмін. При дефіциті цинку порушується азотний обмін та синтез білків. Також цинк покращує запилення та допомагає рослині пережити несприятливі фактори навколишнього середовища: приморозки, посуху, спеку [11,47]. Винос цинку становить всього 0,29 кг/га на 1 т продукції [10]. Дефіцит цинку найбільш поширений на піщаних ґрунтах з низьким вмістом органічної речовини, особливо в прохолодних і вологих умовах [46]. Високий рН і рівень фосфору збільшують ймовірність дефіциту. Симптоми дефіциту цинку зазвичай проявляються через кілька тижнів після появи сходів

у вигляді світлих міжжилкових смуг або білуватої смуги, що починається біля основи молодого листа. Щоб уникнути дефіциту цинку, дотримуйтесь результатів та рекомендацій аналізів ґрунту та рослин [9,29].

1.3 Наукові основи обробітку ґрунту

Кукурудза адаптована для вирощування на усіх типах ґрунтів, як на легких піщаних, так і на середніх та важких суглинках. Кукурудза потребує пухких ґрунтів, які забезпечують належну аерацію та дренаж і водночас підтримують достатню кількість води поблизу коренів. Занадто важкі або занадто піщані та погано дреновані ґрунти не забезпечують кореневу систему достатньою кількістю ґрунтового повітря. Загалом, рослина віддає перевагу рН вище 5,5. Зокрема, оптимальний рН для кукурудзи становить від 5,8 до 6,8.

Рівень рН, близький до 5, може зменшити виробництво до 35%. Кукурудза трохи чутлива до підвищеного рівня солоності [12].

Початок підготовки ґрунту відбувається під час збору попередника, надважливим фактором є забезпечення рівномірності розподілу рослинних решток [1].

Основним обробітком ґрунту може виступати, як і традиційна оранка так і глибоке розпушення. Глибина обробітку залежить від типу ґрунту та вологозабезпечення. За умов недостачі вологи, перевагу варто надати безполицевим обробіткам. Слід уникати ранньої оранки на ділянках із схилом понад 8%, оскільки це сприятиме різновидам ерозії ґрунту через зимові дощі та сильні вітри. Обробіток ранньою весною є дуже ефективним заходом боротьби з бур'янами. Водночас сприяє видаленню надлишку води з ґрунту, покращує аерацію ґрунту, сприяє прогріванню посівного ложа.

Залежно від складу ґрунту, варто обирати рекомендовані ґрунтообробні знаряддя

- Плуг (краще уникати на піщаних ґрунтах)

- Дискові плуги (корисно на сухих твердих ґрунтах, не рекомендовано на піщаних ґрунтах)
- Чизельні плуги (кращі результати на відносно сухих ґрунтах)
- Глибоко-розпушувачі (для руйнування плужної підшви)

Передпосівний обробіток проводять за декілька днів до посіву. Залишати проміжок часу від культивациєю та сівбою варто для того, щоб дещо підсушити верхній шар ґрунту, та дати можливість ґрунту дещо ущільнитись. Для передпосівного обробітку можна використовувати, культиватори, з стрілочними та списоподібними лапами, та дискові борони. Також, варто зазначити, що існують культиватори, споряджені аплікаторами для локального внесення агроресурсів [12].

На сухих піщаних ґрунтах варто уникати багаторазових ґрунтообробок, адже це порушує структуру ґрунту, що призводить до ерозії та втрати дорогоцінної вологи. Проте, у випадку провокаційної вологи безпосередньо перед сівбою кукурудзи, доцільно провести мілку культивацию, для знищення бур'янів у фазу «Білої нитки» [1].

1.4 Ефективність зрошення при вирощуванні кукурудзи як окремого фактору, так і у взаємодії з удобренням

Одним із найточніших, та найпоширеніших варіантах зрошення кукурудзи є краплинне зрошення.

Вирощування кукурудзи за допомогою крапельного зрошення набуло широкого розповсюдження в багатьох частинах світу вже понад 30 років. Крапельні системи зберігають певні унікальні характеристики, які роблять їх найкращою альтернативою зрошення для кукурудзи в багатьох технологіях вирощування.

Краплинне зрошення ідеально підходить для зрошення кукурудзи з обмеженим бюджетом води: краплинне зрошення підвищує ефективність

використання води, оскільки воно не створює випаровування на стікання, а вода точно спрямовується до кореневої зони. Краплинне зрошення підходить для будь-яких форм і розмірів ділянок: на відміну від центральних опор та інших методів зрошення, використання на нестандартних і невеликих полях.

Краплинним зрошенням досягається ідеальний розподіл води навіть на схилах: емітери з компенсацією тиску забезпечують рівномірний вилів води по всіх частинах ділянки, незалежно від нахилу, і, на відміну від інших методів зрошення, крапельне встановлення на схилах є звичайною практикою.

Внесення добрив через фертигацію ідеально підходить для дощових областей завдяки ефективному внесенню добрив: крапельне внесення добрив дозволяє щоденне внесення добрив, щоб добриво можна було розділити на невеликі порції, що призводить до менших втрат поживних речовин через вимивання.

Краплинне зрошення потребує найменшого споживання енергії: краплинне зрошення працює за низького тиску, тому воно може значно скоротити витрати на зрошення порівняно з іншими системами з високим тиском, у регіонах, де електроенергія дорога, чи у випадку її дефіциту. Краплинне зрошення ідеально підходить для рівномірного зрошення за вітряних умов: на краплинне зрошення не впливає вітер – на відміну від систем верхнього зрошення [13].

Сучасний розвиток зрошуваного землеробства включає декілька стратегічних напрямків для створення штучного зволоження, які включають три основні типи режимів зрошення:

8. Біооптимальний режим: цей режим спрямований на забезпечення рослин вологою протягом усього періоду вегетації з наданним досягненням максимального врожаю культури та забезпечення прибутку від зростання.

9. Водозберігаючий режим: основна мета цього режиму - мінімізувати витрати поливної води для досягнення певного рівня врожайності. Він забезпечує оптимальний розподіл поливів протягом різних стадій вегетації сільськогосподарських культур.

10. Обґрунтовано-захисний режим: цей режим використовується в умовах незадовільного екологічного стану земель та включає в себе ряд агро меліоративних заходів, спрямованих на збереження та підвищення родючості ґрунту. Це досягається шляхом зниження мінімальних та стандартних норм поливу і розподілу поливів на кількох етапах.

Наукові дослідження та практичний досвід у галузі зрошувального землеробства підтверджують, що головним елементом успішного планування та використання штучного зволоження є правильне визначення потреб води для досягнення високої врожайності та високої якості продукції в конкретних умовах. Кукурудза, завдяки своїм біологічним особливостям, є ідеальною культурою для вирощування, що підтверджується результатами наукових досліджень [13].

Кукурудза відмінна від інших ярих зернових культур своєю здатністю берегти ґрунтову вологу для створення органічної маси. Транспіраційний коефіцієнт для кукурудзи становить 280-350, тоді як для ярої пшениці ця цифра становить 400-500, для ячменю - 280-400, а для вівса - 340-500. Протягом вегетаційного періоду кукурудза створює значну органічну масу і, отже, випаровує велику кількість води. Під час інтенсивного росту одна доросла рослина кукурудзи випаровує від 2 до 4 літрів води [17]. У неволинних умовах найбільший середньодобовий приріст речовин відбувається в період від формування 5-7 листків до цвітіння, а при збільшенні - від фази викидання волотей до молочної стиглості зерна. Багато науковців переконані в тому, що в посушливих зонах зрошування змінює важливу роль у збільшенні площі листового апарату кукурудзи та збереженні його на більш тривалий період. Рослини кукурудзи, що піддаються поливу, формують листовий апарат, який перевищує площу листків проти неполивних рослин на 50-65%. У початковій фазі росту середньодобові витрати води у посівах кукурудзи становлять в середньому від 15 до 30 м³/га, а в період від викидання волоті до молочної стиглості зерна і за високої температури повітря - від 80 до 100 м³/га. У посушливих регіонах кукурудза може давати високий врожай, якщо є достатні

весняні запаси вологи. Приріст сухих речовин у кукурудзи за період від цвітіння до повної стиглості зерна при зрошенні у три рази більше, ніж на незрошуваних землях (177,5 та 42,0 ц/га відповідно) [16].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 2

МЕТОДИКА І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтові умови проведення досліджень

НУБІП України

Полеві дослідження були закладені у ТОВ «Біотех ЛРД» у Київській області, Бориспільському районі, селі Городище.

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений грубопилуватий

легкосуглинковий ґрунт на лесі, що характеризується такими агрохімічними показниками (табл. 2.1).

НУБІП України

Таблиця 2.1

Опис профілю темно-сірого опідзоленого грубопилуватого легкосуглинкового ґрунту на лесі

Горизонт	Глибина, см	Характеристика
HE	до 30-35	темно-сірий, але з помітною "сивиною" від кремнезему SiO ₂ , пухкий, помітно грудкуватий зі слабою пластинчатою структурою, перехід добре помітний за структурою і зложенням
HI	до 50-60	верхня гумусована частина ілювіального горизонту, темно-бурій, ущільнений, з чіткою горіхуватою структурою, грані горіхів припудрені SiO ₂ , поступово переходить у нижню, негумусовану частину ілювіального горизонту червонобурого забарвлення, дуже щільну, призматичної структури, по гранях призм – колоїдна лагіровка.
PI	від 90-95	жовто-палевий з темно-бурими натіками колоїдів по гранях призмovidних окремоостей, менш щільний.
Pk	від 100-130	різкий перехід по лінії залягання карбонатів.

Грунти характеризуються слабким вираженням ознак опідзолення і посиленням акумуляції гумусу. Мають добре виражену гумусовану частину і безгумусну нижню частину профілю, значний перерозподіл мулу по профілю і збагачення фракціями пилу.

Дослідна ділянка характеризується такими агрохімічними показниками (табл. 2.2). Було встановлено, що орний шар ґрунту дослідної ділянки характеризується низьким вмістом гумусу, слабо-кислою реакцією ґрунтового розчину (10,5 мг/кг), низькою забезпеченістю мінеральним азотом, високою – рухомими сполуками фосфору і підвищеною – рухомими сполуками калію.

Таблиця 2.2

Агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту, 2023 р.

Показник	Глибина відбору зразків, см		
	0–20	20–40	
pH KCl	5,30	5,15	
Вміст гумусу, %	1,85	1,76	
Ємність катіонного обміну, мг-екв./100 г	11,4	24,3	
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г	2,11	2,59	
Ступінь насичення основами, %	82,5	90,2	
N мін, мг/кг	10,5	8,7	
Вміст	P ₂ O ₅ , мг/кг	265	203
	K ₂ O, мг/кг	272	145

Проаналізувавши агрохімічні характеристики ґрунту дослідної ділянки, можна зробити висновок, що він є придатним для вирощування сільськогосподарських культур, та при високому рівні агротехнічної

забезпеченості можливо отримати високі і сталі врожаї сільськогосподарських культур.

2.2 Погодно-кліматичні умови території проведення досліджень

Клімат Бориспільського району – помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням, що є сприятливим для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить $+7,2^{\circ}\text{C}$. Пересічна температура найтеплішого місяця (липня) $+19,5^{\circ}\text{C}$, а найхолоднішого (січня) -6°C . Опадів випадає в середньому 500-600 мм за рік, найбільша їх кількість припадає на червень-липень. Осінь характеризується теплом і посухою. Для літа характерна велика кількість сонячних днів і тривалий вегетаційний період.

Негативним показником є нестійке зволоження внаслідок чергування вологих і посушливих років.

Температура повітря у зоні проведення досліджень за даними метеостанції ІМЕТОС ТОВ «Біотех ЛТД» представлена у таблиці 2.3 і на діаграмі 2.1. За даними метеостанції зима була досить теплою. Мінімальна температура у грудні і січні сягала лише -10°C , у лютому – -16°C за мінімальними значеннями. Середні значення температур за зимові місяці становили близько 1°C , при чому спостерігалось підняття температури до $+10-12^{\circ}\text{C}$. У березні температурні показники показували мінімум лише до -6°C , при чому максимум сягав вже $+20^{\circ}\text{C}$. Це вже сигналізувало про можливі швидкі втрати ґрунтом вологи, хоча середня температура за місяць була $+5^{\circ}\text{C}$. Квітень характеризувався мінімальними показниками ґрунту $+2^{\circ}\text{C}$ і максимальними – $+24^{\circ}\text{C}$, середня температура за місяць була до $+10^{\circ}\text{C}$. Що знову ж таки турбувало щодо наявності необхідного рівня вологи у ґрунті на період посіву кукурудзи на зерно без фертигації.

Травень і червень характеризувалися вже значними температурними максимумами $+30^{\circ}\text{C}$ і $+34^{\circ}\text{C}$ за значних і мінімумів – $+1^{\circ}\text{C}$ і $+3^{\circ}\text{C}$ за середньої

температури $+16^{\circ}\text{C}$ і $+20^{\circ}\text{C}$ хоч середньомісячна температура і була сприятливою для росту і розвитку рослин кукурудзи на цих стадіях органогенезу, та значні температурні перепади між максимальними і мінімальними температурами гальмували ріст і розвиток рослин, що потребувало необхідних утручань у цей процес.

Таблиця 2.3

Температура повітря за даними метеостанції IMETOS

ТОВ «Біотех ЛТД», 2023.

Дата/час	Температура повітря [$^{\circ}\text{C}$]			Опади
	середнє значення	максимум	мінімум	Сума
листопад 2022	2,84	13,38	-4,01	64,6
грудень 2022	-0,99	10,7	-10,01	60
січень 2023	-0,48	12,84	-10,08	6,6
лютий 2023	-0,84	10,18	-15,62	24,8
березень 2023	4,64	20,33	-5,3	35,6
квітень 2023	9,51	24,43	2,15	85,8
травень 2023	15,69	30,86	0,54	2,2
червень 2023	19,83	34,37	3,39	47,8
липень 2023	21,31	37,06	10,07	101
серпень 2023	23,34	38,44	11,11	1,2
вересень 2023	18,47	30,59	4,49	2

Середньомісячні температури для липня і серпня теж були досить сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи $+21^{\circ}\text{C}$ і 23°C . Проте, слід зазначити, що максимальні температури у ці місяці вже сягали $+37^{\circ}\text{C}$ і $+38^{\circ}\text{C}$, що негативно впливає на розвиток волотей, початків, фертильність пилку, тощо. І знову зберігалися значні перепади до мінімальних температур

до $+10^{\circ}\text{C}$ і $+11^{\circ}\text{C}$. Це негативно позначалося на формуванні майбутнього врожаю, на формування насіння, його виповненість, а це веде за собою зниження врожаю і показників якості зерна. Адже, оптимальною для кукурудзи у період формування волоті-молочна стиглість є температура у межах $+20$ - $+24^{\circ}\text{C}$.

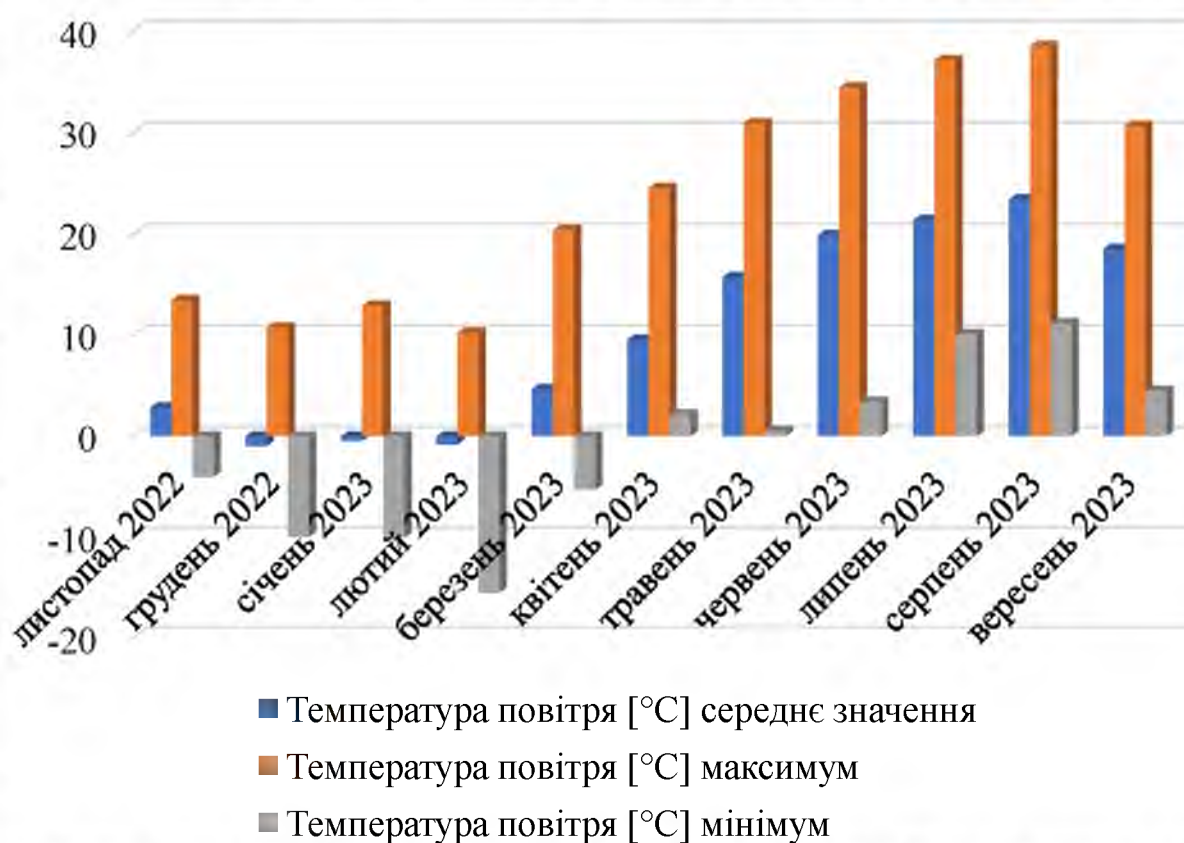


Рис. 2.1. Динаміка температури повітря протягом 2023 р.

У вересні середньомісячна температура трималася у межах $+18^{\circ}\text{C}$ при зниженнях до $+4^{\circ}\text{C}$ і максимумах до $+30^{\circ}\text{C}$, що є нетиповим для потреб кукурудзи у період досягання і збирання врожаю. Хоча для досягнення необхідної вологості для збирання врожаю ця температура є сприятливою.

Листопад і грудень характеризувалися достатньою кількістю опадів, яка формувала запаси води у ґрунті навесні (табл. 2.2, рис. 2.2.). Проте, за січень випало лише 2,2 мм опадів, що не давало збільшити весняні запаси у ґрунті. Лютий і березень характеризувалися помірною кількістю опадів. Значні опади

спостерігали у квітні. Надійшло 85,8 мм., що ускладнювало проводити обробітку ґрунту, загрозувало виникненню надмірної щільності ґрунту через його пересихання у наступні періоди

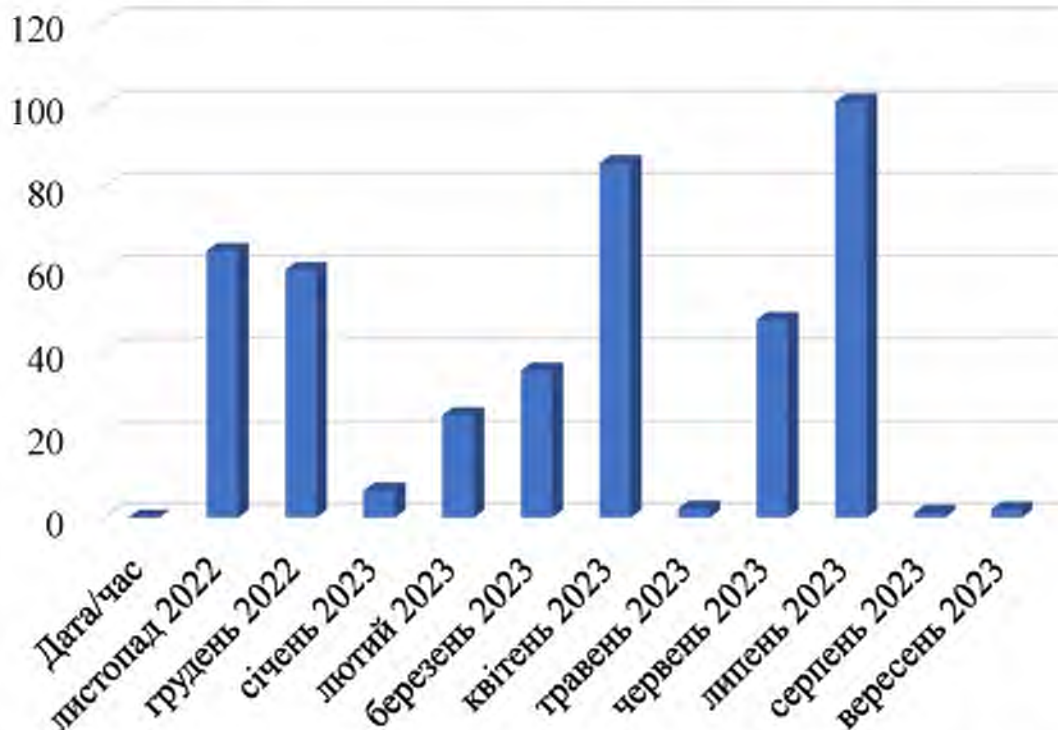


Рис. 2.2. Динаміка опадів на полях ТОВ «Біотех ЛТД», 2023.

Травень характеризувався значною посухою, що впливало на енергію проростання насіння кукурудзи після посіву. Посів відбувся 19 травня. У червні спостерігали 47,8 мм. опадів, що є типовим. У липні були зливи і надійшло 101 мм. опадів, що характеризувалося як надлишок для рослин кукурудзи і були загрози розвитку корневих хвороб. Серпень і вересень знову характеризувалися значними посухами, що не сприяло оптимальному метаболізму рослин і накопиченню асимілянтів.

Тож, температурний режим у зоні проведення досліджень характеризувався помірно теплою зимою, значними перепадами між максимальними і мінімальними температурами протягом сезону, а також періодами злив і значних засух, що обумовлює введення у агротехніку вирощування кукурудзи системи фертигації.

2.3 Технологічні умови проведення досліджень

Обробіток ґрунту після попередника розпочали із осіннього щільовання на глибину 35-37 см. Локально внесли карбамід у кількості 150 г/га. на глибину 10-12 см. Весною провели дискування для закриття і збереження вологи на глибину 15-18 см. Висівали батьківські лінії кукурудзи 17 травня із нормою 80 тис. нас./га. на глибину 5 см. Одночасно внесли РКД у дозі 100 кг/га (N_8P_{24}).

Для захисту посівів кукурудзи від бур'янів застосували Примекстра TZ GOLD у дозі 4,5 л/га, страховий гербіцид Лаудіс 0,5 кг/га із додаванням прилипача Меро 2 л/га.

У фазу 8-9 справжніх листків провели підживлення карбамідом у нормі 100 кг/га. За досягнення рослин стадії BBCH 15 і BBCH 30 провели підживлення добривами компанії «Біотех ЛТД» Біокорн 15 і Біокорн 30 відповідно. У варіантах із фертигацією вносили 40% розчин Карбаміду (100 кг/га), Біокорн 15 і Біокорн 30.

Наступна система захисту передбачала застосування інсектицидів Кораген і Белт у дозі 0,18 і 0,15 кг/га.

2.4 Методика проведення досліджень

Дослідження із встановлення ефективності фертигації у системі вирощування кукурудзи проводились у межах науково-дослідної роботи кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України на полях ТОВ «Біотех ЛТД».

Фонове внесення добрив на всіх ділянках становило $N_{78}P_{24}$. Залежно від рельєфу дослідну ділянку проаналізувати на вміст мінерального азоту у

пониженні і на підвищенні. Далі розділили кожну ділянку на дві частини, одна із якої вислужила контрольною до варіантів із фертигацією.

Схема досліду мала наступний вигляд:

1. Контроль
2. Фон – низина (К1).
3. Фон – височина (К2).
4. Фон – низина + фертигація 40% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30.
5. Фон – височина + фертигація 40% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30.

Добрива, які вносилися у досліді, мають наступну характеристику:

Карбамід містить 46% азоту у амідній формі. Склад добрив Біокорн 15 і Біокорн 30 представлені на рисунку 2.3.



Рис. 2.3. Хімічна характеристика добрив Біокорн 15 і Біокорн 30

Загальна площа дослідної ділянки становила: 100 м на 300 м. Розміщення ділянок залежно від нерівномірності розподілу на полі вмісту амонійного азоту у ґрунті.

Зразки ґрунту відібрали для встановлення схеми досліду. Ґрунт був проаналізований на вміст амонійного азоту фотометрично із гіпохлоритом натрію, на вміст нітратного азоту – потенціометрично із використанням іон-селективного електроду на нітрати, фосфати, кислотність.

Протягом вегетації рослин визначали інтенсивність формування біометричних показників, висоту рослин, кількість листків, довжину міжвузля, діаметр стебла біометрично, масу надземної частини рослин ваговим методом, площі листової поверхні – розрахунковим методом.

У зв'язку з розвитком супутникового моніторингу в нашій роботі було проаналізовано. Карти NDVI які було отримано із програми Crop Monitoring.

Для оцінки карт використали наступну шкалу:

NDVI		
0.95 – 1.00	Краще застосувати NDRE	0 га
0.90 – 0.95	Густа рослинність	0 га
0.85 – 0.90	Густа рослинність	0 га
0.80 – 0.85	Густа рослинність	0 га
0.75 – 0.80	Густа рослинність	0 га
0.70 – 0.75	Густа рослинність	0.01 га
0.65 – 0.70	Густа рослинність	0.03 га
0.60 – 0.65	Густа рослинність	0.07 га
0.55 – 0.60	Помірна рослинність	0.12 га
0.50 – 0.55	Помірна рослинність	0.08 га
0.45 – 0.50	Помірна рослинність	0.26 га
0.40 – 0.45	Помірна рослинність	0.33 га
0.35 – 0.40	Розріджена рослинність	0.63 га
0.30 – 0.35	Розріджена рослинність	1.51 га
0.25 – 0.30	Розріджена рослинність	10.91 га
0.20 – 0.25	Розріджена рослинність	24.59 га
0.15 – 0.20	Відкритий ґрунт	0 га
0.10 – 0.15	Відкритий ґрунт	0 га
0.05 – 0.10	Відкритий ґрунт	0 га
-1.00 – 0.05	Відкритий ґрунт	0 га

У кінці вегетації визначили структуру врожаю і врожайність кукурудзи.

НУБІП України

Розділ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Агрохімічна характеристика темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Кукурудза є культурою азотного типу живлення. Вона потребує велику кількість азоту для формування потужної надземної і підземної своєї частини. Азот має визначальне значення у формуванні рівня врожайності і показників якості цієї культури.

До того ж, азот – це елемент який піддається різноманітним процесам трансформації у ґрунті. Це амоніфікація, нітрифікація, денітрифікація, іммобілізація, випаровування аміаку за несприятливих умов і переусищення, промивання нітратів по профілю ґрунту, тощо. Частина із цих процесів обумовлюють непродуктивні втрати азоту із ґрунту і з внесених добрив під цю культуру. Оскільки цей елемент найбільше трансформується у ґрунті і втрачається із нього, ми вирішили дослідити нашу дослідну ділянку на вміст мінерального азоту і його перерозподіл на пониженнях і підвищеннях поля.

Отримані результати свідчать (табл. 3.1), що залежно від нерівності поля амонійний азот у меншій кількості містився на підвищеннях, що можна пояснити рухом цієї форми азоту разом із ґрунтовим розчином у пониження.

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.1

**Вміст амонійного азоту на темно-сірому опідзоленому
легкосуглинковому ґрунті, мг/кг, 2023**

Ділянка	Вміст амонійного азоту, мг/кг					
	0-20			20-40		
	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87
Контроль	21	14,5	9,8	17	15,9	15,1
Фон – низина (К1)	19,4	13,1	7,0	23,3	20,8	19,6
Фон – височина (К2)	17,2	12,0	6,4	23,1	22,4	20,7
Фон – низина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	23,6	19,1	14,3	19,4	17,1	16,6
Фон – височина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	21,4	15,3	12,7	18,3	16,1	15,9

У той же час, у низині спостерігали накопичення амонійного азоту у глибшому шарі, що обумовлено локальним внесенням карбаміду на глибину 10-12 см і наступним вертикальним рухом цієї форми азоту у ґрунтовому масовому потоці. На умовному контролі спостерігали середні значення.

Розподіл вмісту нітратів у ґрунті залежно від нерівномірності ґрунтового покриву мав наступні тенденції, представлені у таблиці 3.2.

Так найвищі показники були отримані на варіанті із Фон – низина + фертигація 40 % CO(NH₂)₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30 і становили в фазу ВВСН 14-19 23,6 мг/кг, ВВСН 33-36 19,1 мг/кг, а в фазу ВВСН 87 14,3 мг/кг. Що в порівнянні з іншими варіантами був найвищим але це пояснюється переходом культури у фазу технічної стиглості та зменшенням поглинання елементів живлення з ґрунту. На варіанті з оптимальним забезпеченням елементів живлення але без внесення мінерального живлення ці показники становили на рівні варіанту з низьким забезпеченням але внесенням Фон – височина +

фертигація 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30 та становили відповідно 21,4 мг/кг, 15,3 мг/кг та 12,7 мг/кг.

Таблиця 3.2

Вміст нітратного азоту на пониженні і підвищенні дослідної ділянки, мг/кг, 2023

Ділянка	Вміст нітратного азоту, мг/кг					
	0-20			20-40		
	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87
Контроль	7,3	6,4	6,1	6,59	5,41	5,1
Фон – низина (К1)	8,1	7,2	6,6	7,4	7,12	7
Фон – височина (К2)	6,6	5,8	5,57	7,3	7,0	6,57
Фон – низина + фертигація 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30	6,77	6,3	5,7	7,7	7,5	7,1
Фон – височина + фертигація 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30	6,51	5,8	5,3	7,6	7,1	6,7

На підвищенні спостерігали зниження вмісту нітратів у темно-сірому опідзоленому ґрунті до 6,55 мг/кг у шарі 0-20 см, хоча порівняно із контролем суттєвої різниці не було. У пониженні у цьому шарі кількість нітратів не суттєво зростала до 6,77 мг/кг ґрунту. У шарі 20-40 см концентрація нітратів була більшою у всіх частинах поля незалежно від рельєфу, хоча у низині різниця між верхнім і нижнім шаром була значно меншою (0,05 мг/кг ґрунту), а на підвищенні найбільшою (0,46 мг/кг ґрунту).

Відповідно до наведеного вище перерозподілу амонійної і нітратної форми азоту у ґрунті на полі залежно від рельєфу маємо наступний перерозподіл мінерального азоту (табл. 3.3.).

На оптимальній зоні контроль вміст мінерального азоту у шарі 0-20 см становив 27,6 мг/кг ґрунту. На підвищенні його вміст знижувався до 16,6 мг/кг, а у низині – до 13,8 мг/кг. На контроль вміст мінерального азоту був незначно вищим у верхньому шарі, на височині у нижньому, у пониженні ця різниця була суттєва. Височина характеризувалася меншими показниками за рахунок переміщення мінерального азоту у пониження.

Таблиця 3.3

Вміст мінерального азоту на пониженні і підвищенні дослідної ділянки, мг/кг, 2023

Ділянка	Вміст мінерального азоту, мг/кг					
	0-20			20-40		
	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87
Контроль	28,3	20,9	15,9	23,59	25,81	27,1
Фон – низина (К1)	27,5	20,3	13,6	30,7	27,92	26,6
Фон – височина (К2)	23,8	17,8	11,97	30,4	29,4	27,27
Фон – низина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	30,37	25,4	20	27,1	24,6	23,7
Фон – височина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	27,91	21,1	18	25,9	23,2	22,6

Тож, у результаті досліджень дослідної ділянки щодо вмісту мінерального азоту у ґрунті залежно від рельєфу встановили перерозподіл цієї форми азоту із підвищень у пониження, що властиво цьому елементу.

Таблиця 3.4

**Вміст рухомих сполук фосфору темно-сірого опідзеленого ґрунту,
мг/кг, 2023**

Ділянка	Вміст рухомого фосфору, мг/кг					
	0-20			20-40		
	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 87
Контроль	149,2	131,1	110,2	89,7	88,3	84,1
Фон – низина (К1)	128	118,4	110,6	80,2	78,4	76,1
Фон – височина (К2)	137,2	127,6	105,6	86,4	82,3	80,0
Фон – низина – фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	147,2	134,4	117,2	87,7	85,2	83,1
Фон – височина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	154,8	143,6	112,8	89,8	84,4	82

Вміст фосфору в ґрунті сильно варіювався, і в цілому на всіх ділянках був на середньому рівні. Найвищий рівень рухомих сполук фосфору на глибині 0-20 спостерігався на височині із фертигаційним внесенням CO(NH₂)₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30 позакоренево, і становив 154,8 мг/кг в фазу ВВСН 14-19. Звертаючи увагу на фазу ВВСН кукурудзи 87, на глибині 0-20 вміст рухомих сполук фосфору становив 112,8 мг/кг ґрунту. Ця тенденція спостерігається в усіх варіантах. На глибині 20-40 з найкращим забезпеченням фосфору був варіант на височині із фертигаційним внесенням CO(NH₂)₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30 позакоренево, і становив 89,8 мг/кг ґрунту, а в кінці вегетації становив 82 мг/кг.

3.2 Біометричні показники

3.2.1 Вплив фертигації кукурудзи на висоту рослин

Висоті рослин слід приділити увагу. Адже, це не тільки морфологічна частина рослини. Стебло має свою частку участі у фотосинтезі, хоча вона і менша від участі листків. Звичайно, що висота рослин є генетично обумовленою величиною. Проте, зовнішні фактори зумовлюють значний вплив на неї.

Тож, розглянемо результати досліджень впливу фертигації на висоту рослин кукурудзи залежно від неоднорідності рельєфу (табл. 3.3, рис. 3.1). У результаті проведених нами досліджень встановлено, що фертигація на полі із кукурудзою впливала на висоту рослин. У пониженнях висота рослин зростала на 1,7 см за фертигації, на підвищеннях – на 5 см за настання макростадії ВВСН 14-19. Фертигація сприяла зростанню висоти рослин за рахунок надходження додаткової вологи і добрив у кореневу зону рослин.

Таблиця 3.5

Вплив фертигації на висоту рослин кукурудзи залежно від макростадії на темно-сірому опідзоленому ґрунті, см, 2023

Варіант дослідження	Макростадія ВВСН	
	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36
Контроль	58,3	112
Фон – низина (К1)	55,3	107
Фон – височина (К2)	97,0	139
Фон – низина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	57,0	108
Фон – височина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	102	142

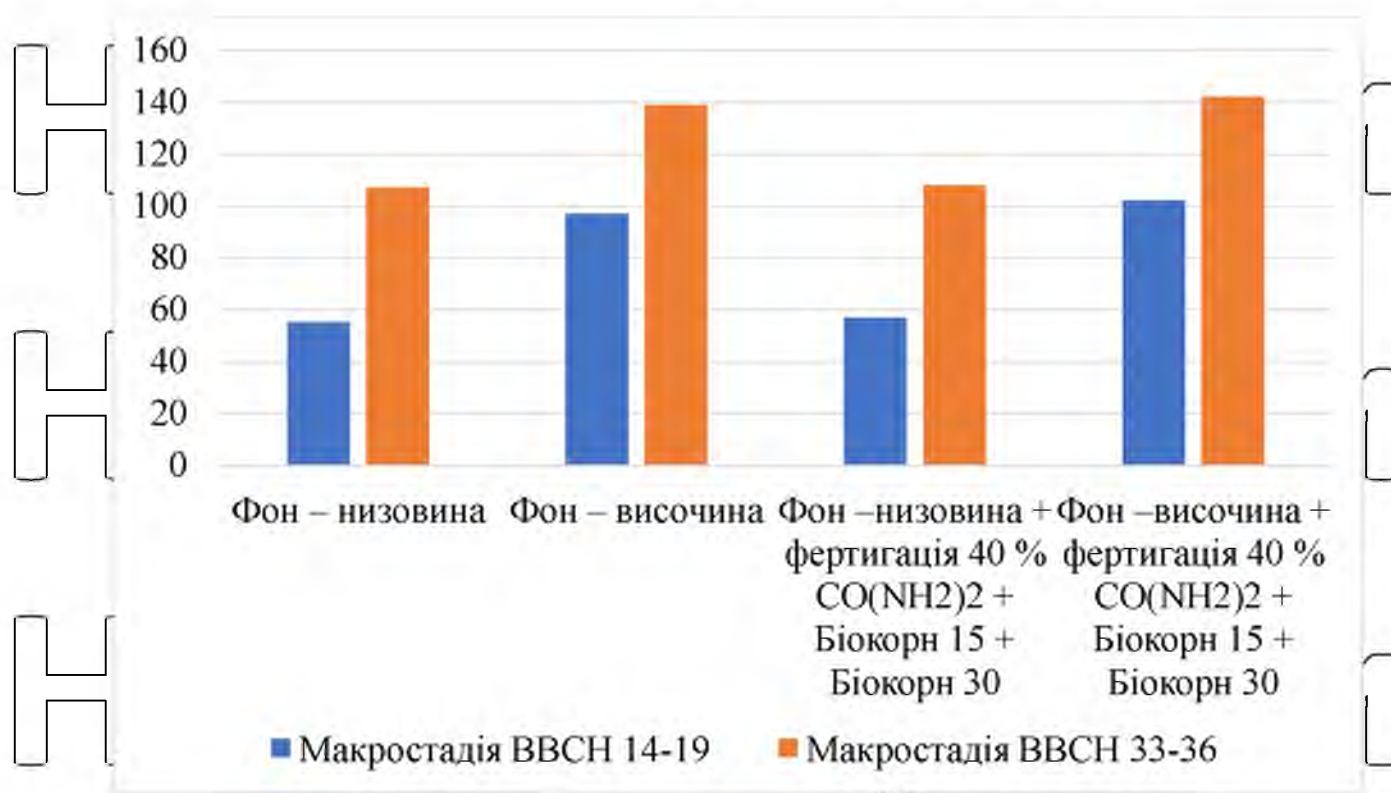


Рис. 3.1 Вплив фертигації на висоту рослин кукурудзи залежно від макростадії, см, 2023

На підвищеннях рослини були значно вищими у варіантах як із фертигацією, так і без неї, порівняно із рослинами на пониженнях. Різниця у висоті рослин за фертигації становила 45 см, без фертигації – 41,7 см.

За досягнення рослин насінневої кукурудзи макростадії ВВСН 33-36 висота рослин на пониженні без фертигації досягла 107 см, а на підвищенні – до 139 см. У цю макростадію вплив фертигації не був так помітний як на попередній макростадії. На підвищенні висота рослин становила 142 см, а на пониженні – 108 см. Вищими були рослини кукурудзи на підвищенні, що обумовлено формуванням оптимальніших умов водного і відповідно поживного режиму ґрунту у цих місцях залежно від неоднорідності рельєфу.

Тож, фертигація впливала на висоту рослин на ранніх макростадіях розвитку рослин насінневої кукурудзи, на більш пізніх стадіях рослини вирівнювалися у висоті. Оптимальнішими формувалися умови для росту рослин у висоту на підвищених ділянках поля. Максимальної висоти рослини

насінневої кукурудзи досягли у варіанті із фертигацією 40% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30, яка становила 142 см

3.2.2 Вплив фертигації на наростання надземної маси рослин кукурудзи

Вегетативна маса рослин включає в себе листову масу і стеблову масу. Це важливий показник розвитку рослин кукурудзи. Адже, накопичення надземної маси рослин кукурудзи свідчить про наростання маси стебел і маси листків, що, у свою чергу, говорить про збільшення фотосинтетичної поверхні, як листків, так стебел, оскільки стебла теж беруть участь у фотосинтезі, хоча їх частка значно менша порівняно із листками. Крім того, наростання стеблової маси можна робити висновки про загальний розвиток стебла і його можливості щодо міцності.

Результати досліджень наростання надземної частини рослин насінневої кукурудзи представлені у таблиці 3.6. і на рисунку 3.2.

Таблиця 3.6

Вплив фертигації на наростання надземної маси рослин кукурудзи

залежно від макростадії, г/рослина, 2023

Варіант досліджу	Макростадія ВВСН	
	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36
Контроль	145	322
Фон – низина (К1)	22,7	170
Фон – височина (К2)	133	322
Фон – низина + фертигація 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30	25,3	175
Фон – височина + фертигація 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30	146	327

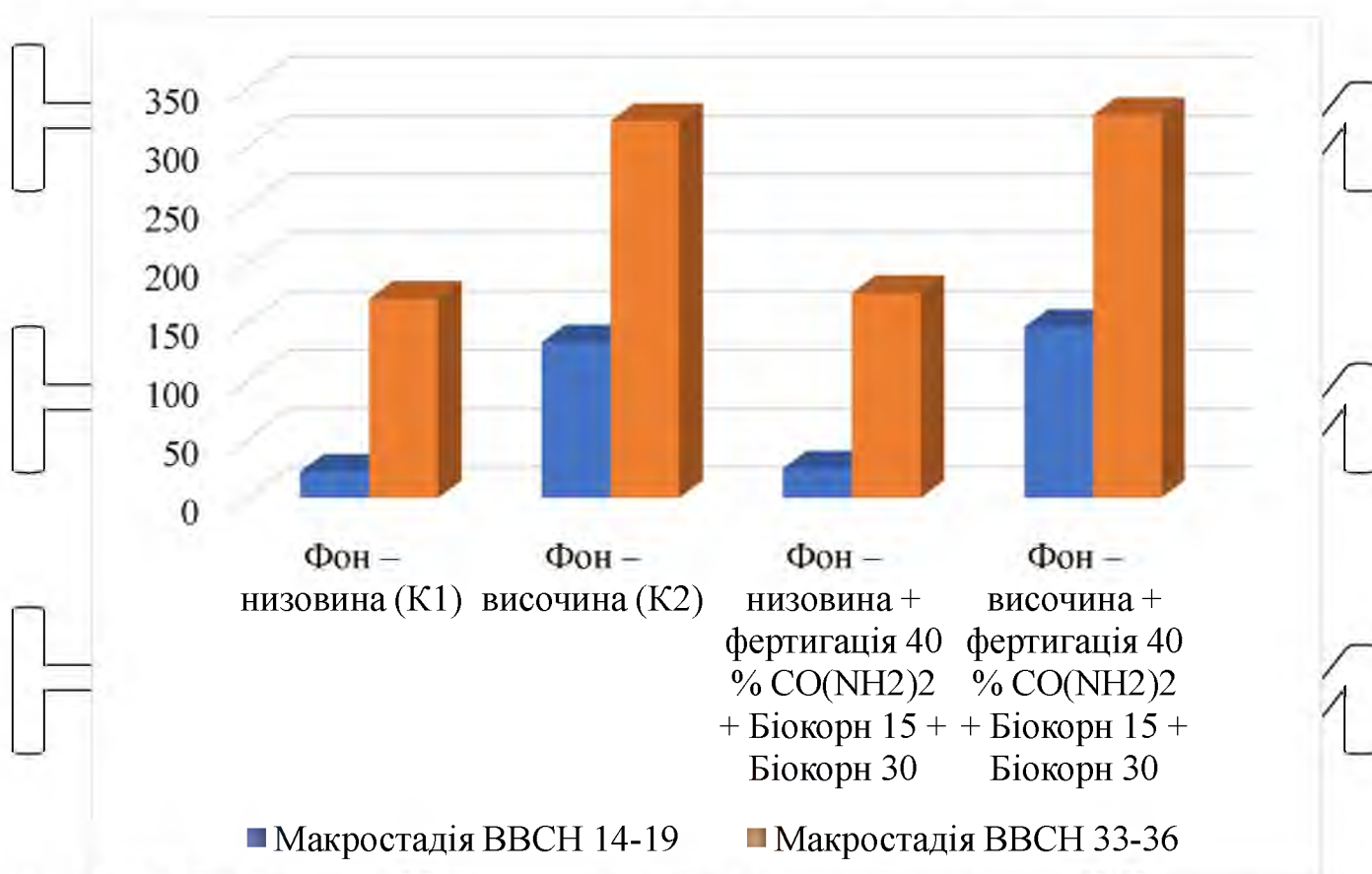


Рис. 3.2 Вплив фертигації на наростання надземної маси рослин кукурудзи, г/рослина, 2023.

За результатами нашого дослідження встановлено, що за настання макростадії BBCH 14-19 у низовині одна рослина сформувала 22,7 г надземної маси. У варіанті із фертигацією у низовині рослина сформувала 25,3 г, що на 2,6 г більше від контролю. На височині без фертигації рослини були більш розвиненими і 1 рослина формувала 133 г. За фертигації у таких же умовах 1 рослина формувала 146 г., що свідчить про більшу ефективність добрив, що вносилися у системі фертигації на підвищеннях. Приріст надземної біомаси становив 13 г на 1 рослину.

У наступну стадію BBCH 33-36 рослини накопичили значно більшу надземну біомасу. У низині без фертигації 1 рослина формувала 170 г, що значно перевищувало показник попередньої макростадії. Це обумовлено морфологічним розвитком рослин. На височині 1 рослина сформувала на 150 г більше порівняно з рослиною у низині.

За фертигації у низині 1 рослина формувала на 5 г більшу надземну біомасу порівняно із контрольним варіантом до цієї ділянки, на височині – також приріст був аналогічний. Показники накопичення біомаси були наступними: 175 і 327 г.

Тож, слід зазначити, що рослини накопичували більшу надземну біомасу на височині як у варіанті із фертигацією так і без неї. Максимальний приріст надземної біомаси було отримано у варіанті із фертигацією 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30, де 1 рослина накопичувала 327 г.

3.2.3 Розвиток стебла насіннєвої кукурудзи під впливом фертигації

При оцінці росту і розвитку рослин кукурудзи мають важливе значення показники розвитку стебла. Серед таких довжина міжвузль і діаметр стебла.

Крім того, вченими встановлені залежності між діаметром стебла і його вразливістю до збудників хвороб. Тож, цікавим було дослідити використання фертигації на ці параметри стебла. Наші результати представлені у таблиці 3.7 і проілюстровані на рисунку 3.3.

НУБІП України

Таблиця 3.7

Вплив фертигації на характеристики стебла рослин кукурудзи залежно від макростадії на темно-сірому опідзоленому ґрунті, г/рослина, 2023р.

Варіант дослідження	Характеристика стебла			
	Довжина міжвузля, см		Діаметр стебла, мм	
	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 14-19	ВВСН 33-36
Контроль	8,96	10,5	2,59	2,87
Фон – низина (К1)	7,33	10,3	1,60	2,76
Фон – височина (К2)	9,66	11,3	2,53	2,93
Фон – низина + фертигація 40 %	7,33	10,3	1,63	2,86
CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	9,66	11,3	2,66	2,90
Фон – височина + фертигація 40 %	9,66	11,3	2,66	2,90
CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	9,66	11,3	2,66	2,90

Як свідчать наші результати, рослини мали різну довжину міжвузля у низині і на височині як за фертигації так і без неї. У обидві досліджувані макростадії. Різниця у макростадію ВВСН 14-19 у довжині міжвузля без фертигації становила 2,33 см, за фертигації аналогічно. У макростадію ВВСН 33-36 різниця збільшилась до 1,3 см. Це обумовлено впливом фертигації на ріст у висоту рослин у низині і на височині. Вплив фертигації на довжину міжвузля рослин кукурудзи не було встановлено у межах нашого дослідження.

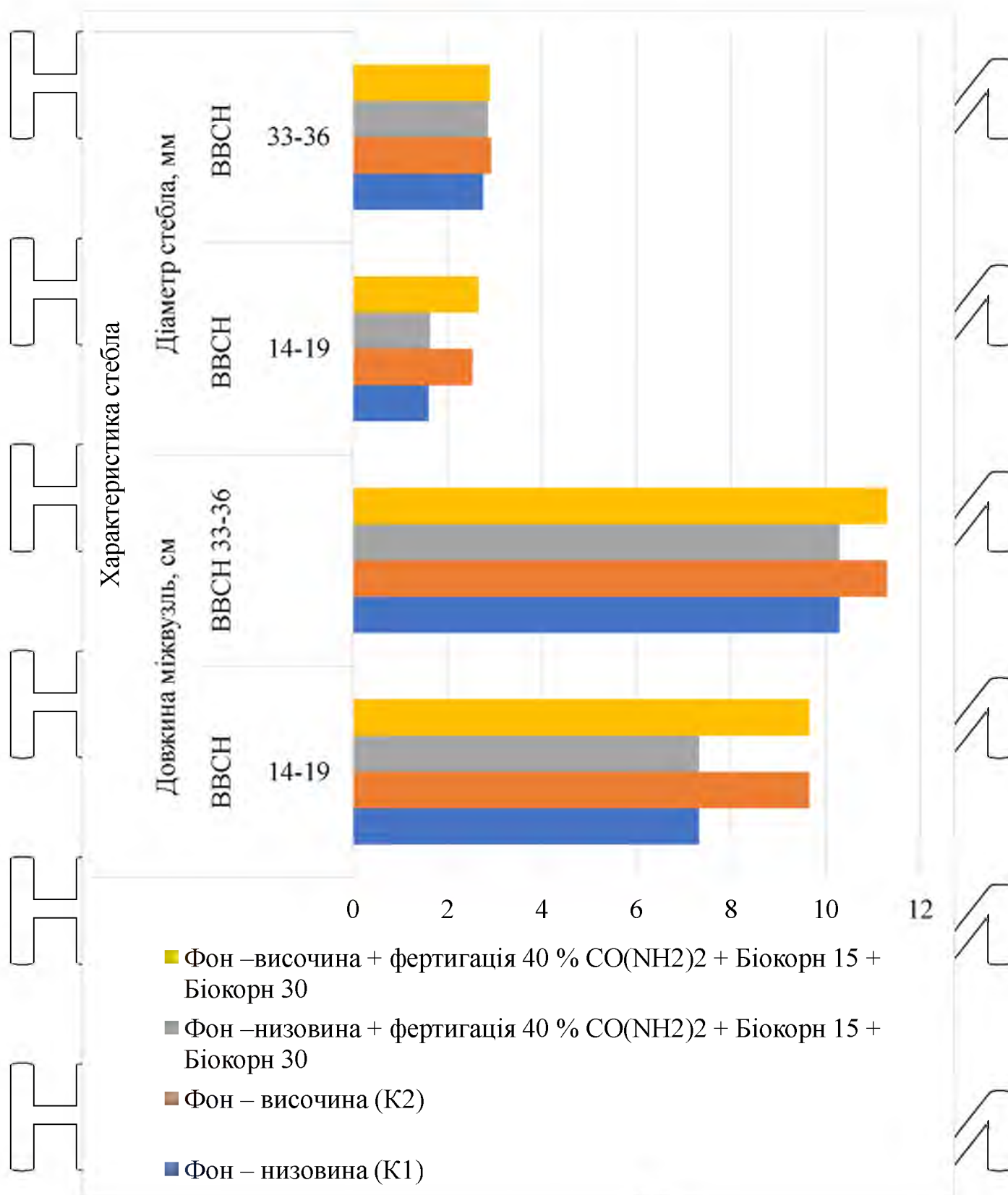


Рис 3.3 Вплив фертигації на характеристики стебла рослин

кукурудзи залежно від макростадії, г/рослина, 2023

Діаметр стебла змінювався залежно від розвитку рослин у низині чи на височині (табл. 3.7, рис. 3.3). На височині стебла рослин кукурудзи мали

більший діаметр порівняно із рослинами, які росли у низині. Діаметр стебла був 2,86 мм без фертигації порівняно до 2,76 мм. у низині. За фертигації у низині діаметр стебел рослин кукурудзи збільшився на 0,17 мм, на височині навпаки простежили зменшення діаметру за фертигації рослин на 0,03 мм.

Тож, на височині рослини насінневої кукурудзи розвивали найбільшу довжину міжвузль, яка становила 9,66 см. Вплив фертигації на цей показник не був встановлений. На збільшення діаметра стебла вплив фертигації спостерігали у рослин кукурудзи, які росли у низині, де показник був максимальним і складав 2,93 мм.

3.2.4 Розвиток фотосинтетичної поверхні рослин кукурудзи залежно від фертигації

У формуванні врожайності кукурудзи найважливіше значення має листок. Саме у ньому відбувається процес фотосинтезу, продуктом якого є різноманітні асимілянти, які і визначають рівень врожайності сільськогосподарських культур. У процесі фотосинтезу синтезуються різні речовини, які перерозподіляються у тілі рослини, транспортуються у генеративні органи і накопичуються там. Інтенсивність акумуляційних процесів залежить від кількісних характеристик розвитку листків, їх кількості, площі фотосинтетичної поверхні, тощо [34].

Нами було досліджено вплив фертигації на кількість листків на рослинах кукурудзи залежно від нерівномірності рельєфу. У результаті ми встановили (табл. 3.5, рис. 3.4), що у макростадію ВВСН 14-19 у низині рослини формували по 8 листків як за фертигації, так і без неї. Вплив фертигації за цих умов не було встановлено. На височині рослини були краще розвиненими порівняно із варіантами у низині. У варіанті без фертигації на підвищенні рослини формували по 10 листків, тоді як за фертигації у цих умовах рослини формували на 1 листок більше. Тобто, були найкраще розвиненими.

Таблиця 3.8

Характеристики листкового апарату рослин кукурудзи, 2023

Варіант досліджу	Кількість листків, шт /росл.		Площа листків, см ² /росл		Листовий індекс	
	ВВСН	ВВСН	ВВСН	ВВСН	ВВСН	ВВСН
	14-19	33-36	14-19	33-36	14-19	33-36
Фон низина (К1)	8	10	-	-	-	-
Фон височина (К2)	10	12	-	-	-	-
Фон низина	8	11	3554	8811	2,5	4,3
фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30						
Фон височина фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	11	13	12932	13579	6,3	6,6

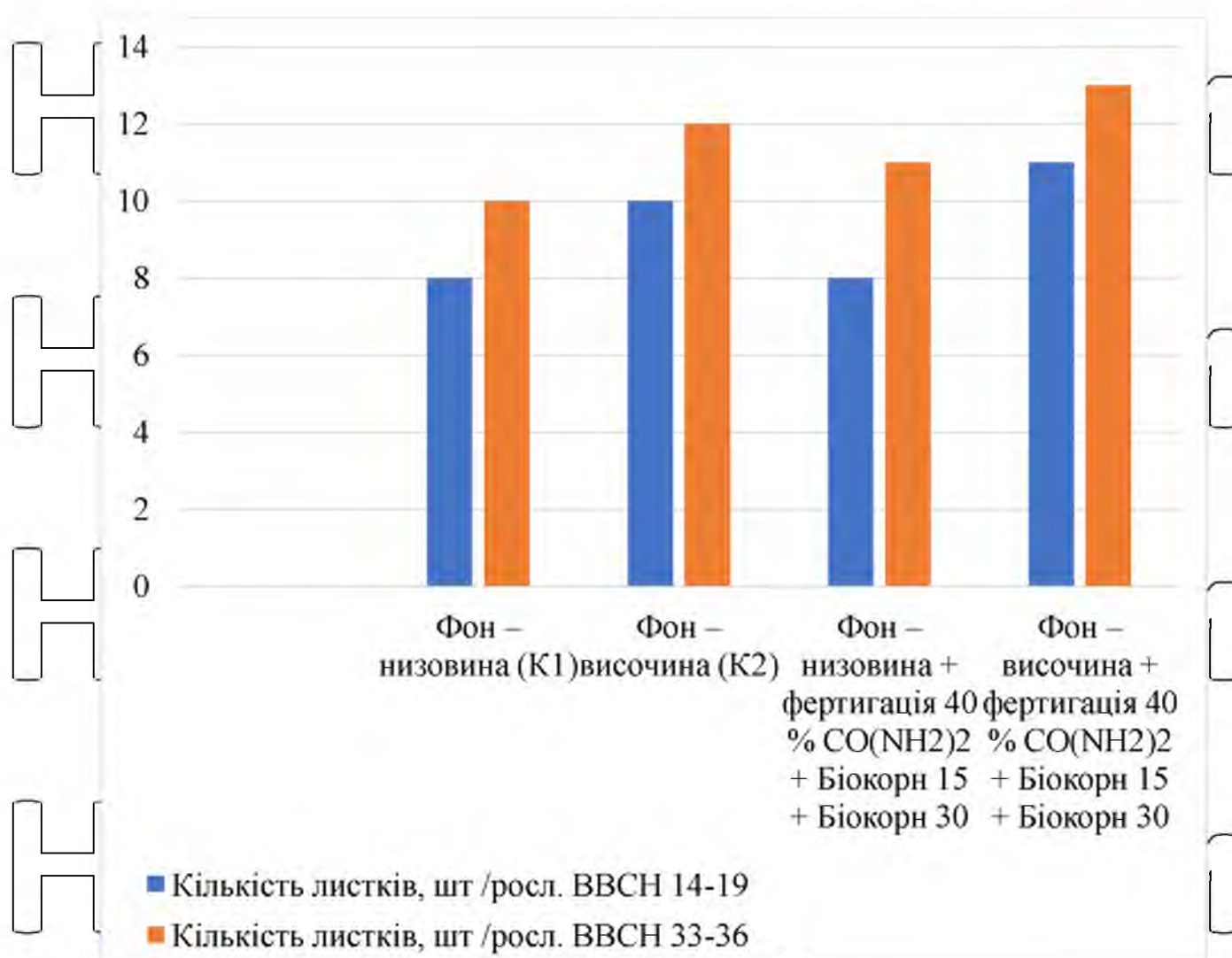


Рис. 3.4 Вплив фертигації на кількість листків на рослинах

кукурудзи, шт/росл., 2023

За настання макростадії VVCH 33-36 у низині на рослині було налічено вже по 10 листків у варіанті без фертигації. За проведення фертигації у подібних умовах рослини вже формували по 11 листків, тобто були більш розвиненими. На височині без фертигації рослини формували по 12 листків, а за фертигації - 13 листків.

Нами було досліджено наростання площі листкової поверхні у рослин кукурудзи. У результаті нами були встановлені наступні тенденції, що представлені у таблиці 3.8 і на рисунку 3.5.

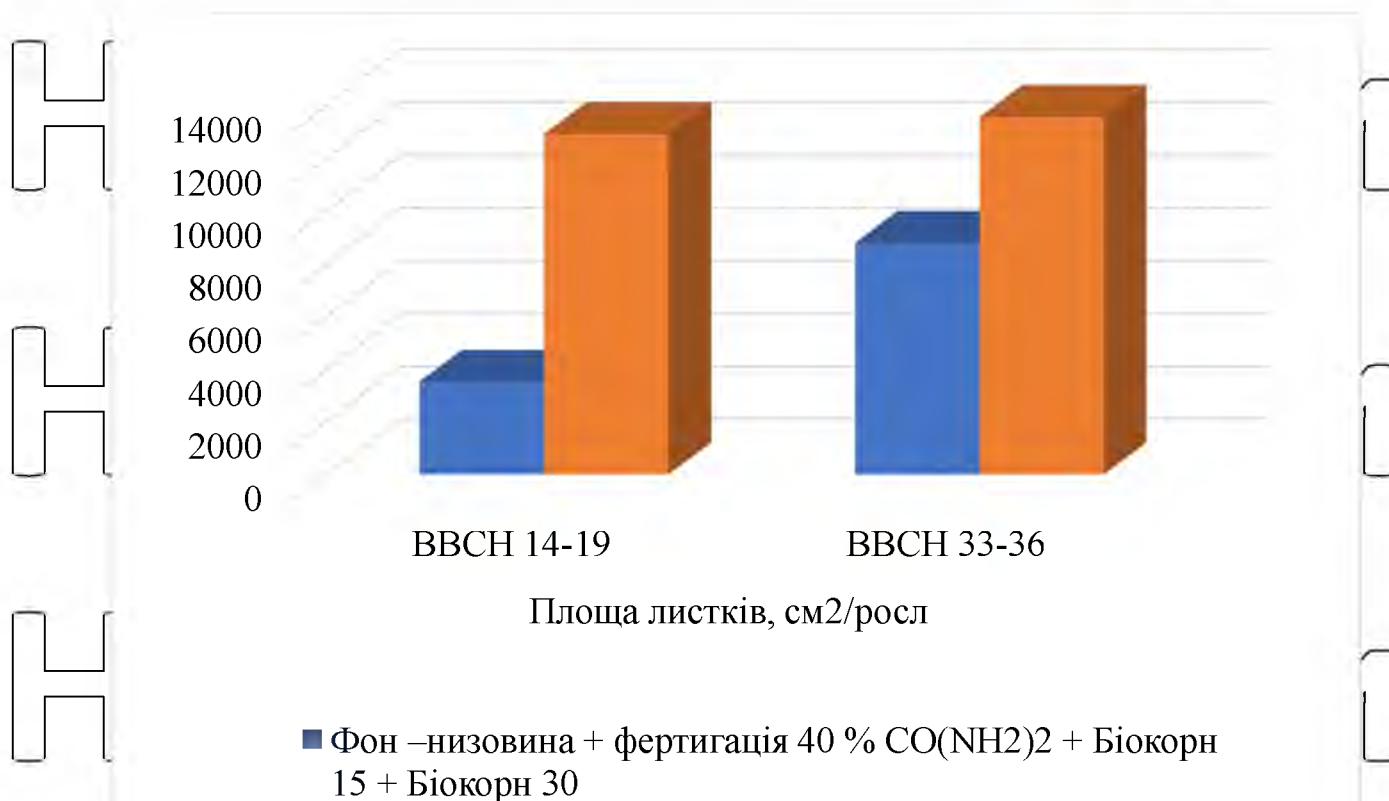


Рис. 3.5 Вплив фертигації на площу листків рослини кукурудзи, см²/росл., 2023

Рослини кукурудзи формували більшу площу листків ті, які перебували в умовах, які створилися на височині за фертигації рослин. У макростадію BBCH 14-16 рослини формували листкову поверхню розміром 3554 см² на рослині за умов фертигації у низині і 12932 см² на рослині на височині. У наступну макростадію BBCH 33-36 у низині рослини формували асиміляційну поверхню розміром 8811 см² на рослині, а на височині – 13579 см² на 1 рослині, що було максимальним значенням у межах нашого досліджу.

Крім того, нами був розрахований листковий індекс для рослин кукурудзи. Наші результати цього дослідження представлені у таблиці 3.5 і на рисунку 3.6.

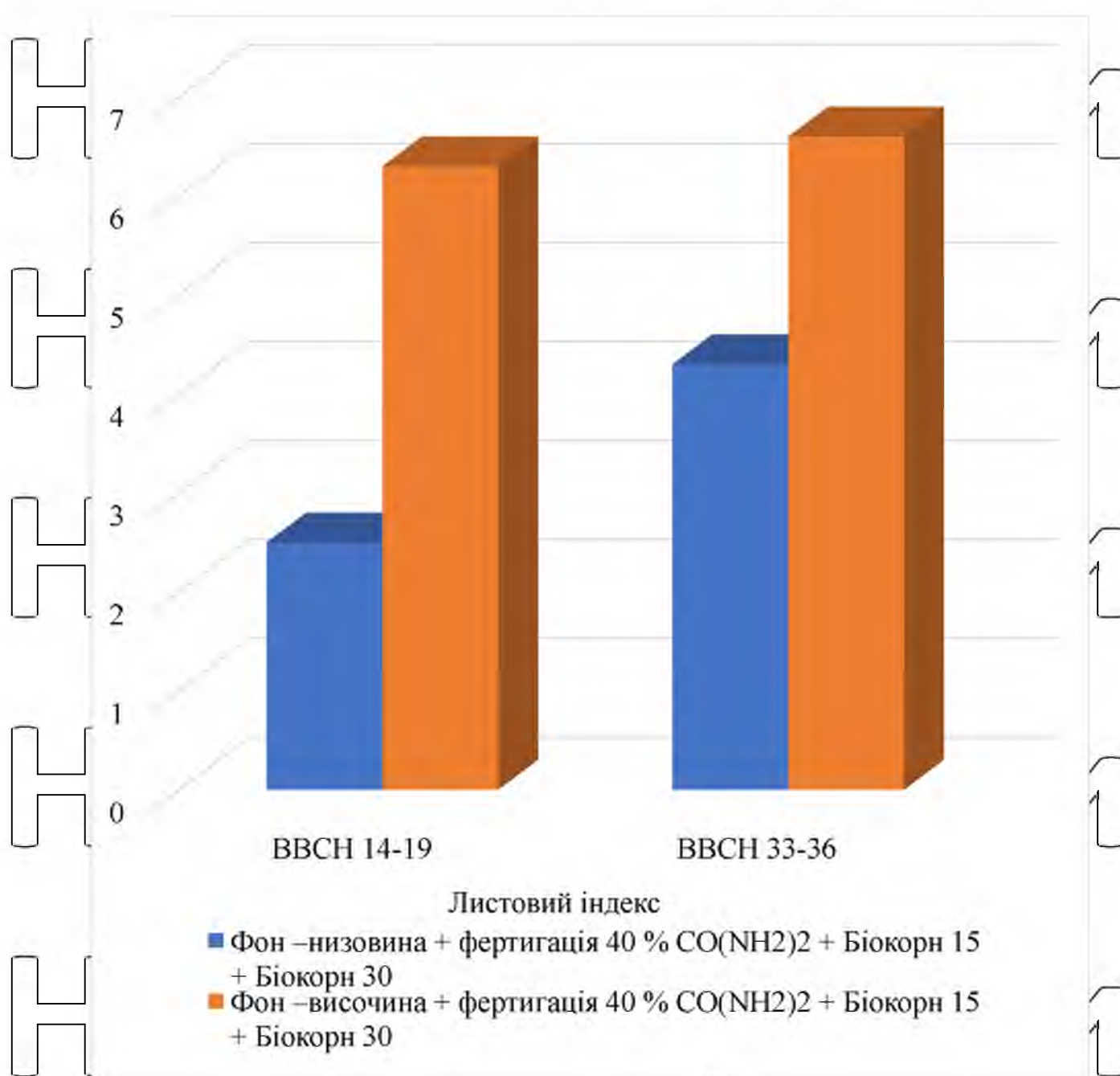


Рис. 3.6 Вплив фертигації на листовий індекс рослин кукурудзи,

2023

Аналіз листкового індексу показав, що листовий індекс був вищим у рослин кукурудзи, які зростали на височині в умовах фертигації. У макростадію BBCH 14-16 у низині цей показник склав 2,5 одиниць, а на височині – 6,3, що практично у 2,5 рази більше. За досягнення рослинами макростадії BBCH 33-36 листовий індекс збільшився до 4,3 для рослин, розташованих у низині, і до 6,6 для рослин, які росли на височині. Листковий

індекс рослин, які росли на височині, мав максимальне значення у межах досліді і перевищував у 1,7 рази показник для рослин, що росли у низині.

Тож, найкращого розвитку листки досягали на рослинах кукурудзи, що росли на височині за умов фертигації: рослини формували 11-13 листків відповідно за макростадіями ВВСН 13-16 і 33-36; площу листків розміром 12932-13579 см²/росл.; листковий індекс становив 6,3-6,6.

3.3 Аналіз карт індексу NDVI кукурудзи на дослідному полі

Індекс NDVI – нормалізований вегетаційний індекс. Його трактують як показник здоров'я рослини залежно від того, як рослина поглинає і відбиває різні світлові хвилі [17, 18]. Цей індекс розвитку біомаси рослин є одним із найрозповсюджених у використанні. Він має свої плюси і свої мінуси. Широка

популярність саме цього індексу обумовило те, що карти із ним мають досить хорошу роздільну здатність навіть при отриманні їх із супутника. Це плюс [33]. Серед мінусів слід зазначити, що цей індекс втрачає чутливість за бурхливого розвитку рослин. Він не розрізнятиме у таких умовах аномально зелені рослини від нормально зелених рослин. До того ж на нього впливає

наявність чи відсутність хмар [17,45], і наприклад, він не розрізняє чи то культурна рослина росте на полі, чи бур'яни.

Як узагальнюючий параметр розвитку надземної частини рослин кукурудзи ми проаналізували карти NDVI, які представлені на рисунках 3.7, 3.8, 3.9, 3.10. Для поліпшення аналізу карт використали карту висот дослідного поля. Яка представлена на рисунку 3.11.

Аналізуючи карти розвитку вегетативної маси у макростадію ВВСН 14-16 можна стверджувати, що рослини у низині характеризувалися я помірно розвиненими, тоді як на височині як розріджені (рис. 3.7). значення індексу

були в межах 0,25-0,40. У наступну макростадію ВВСН 17-18 (рис.3.8) рослини набули розвитку, проте все ще характеризувалися як помірно

розвинуті як на височині так і у низині, проте все ж краще розвиненим були на височині, що і відображає колір картогами (рис. 3.10). Значення 0,40-0,50.



Рис. 3.7 Карта розподілу вегетативної маси рослин кукурудзи за індексом NDVI у макростадію BBCH 14-16, 2023.

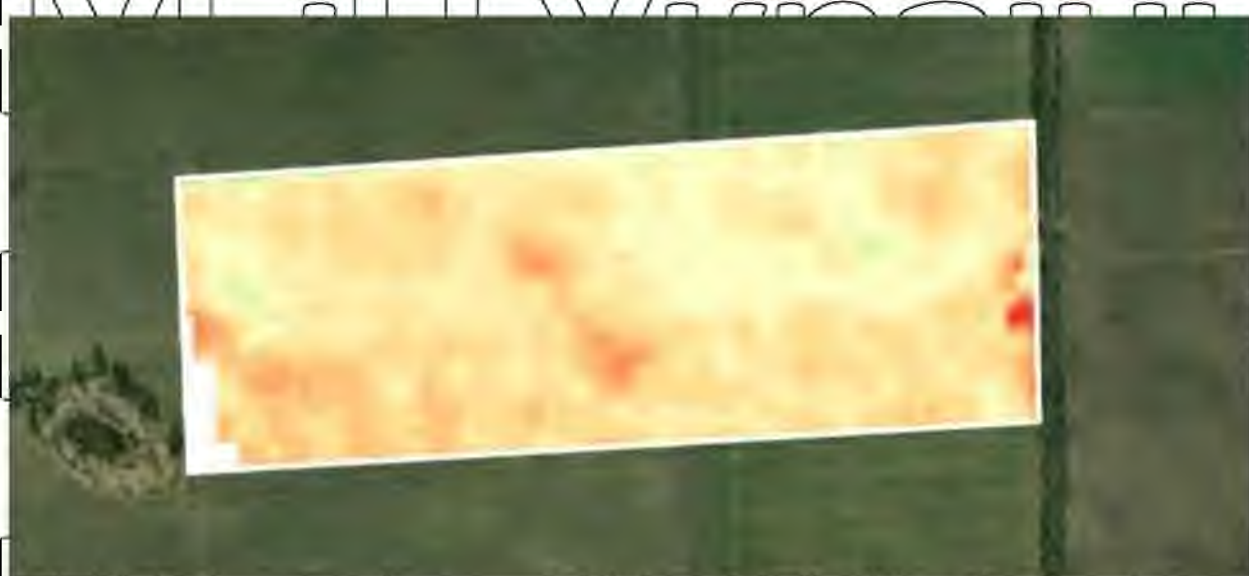


Рис. 3.8 Карта розподілу вегетативної маси рослин кукурудзи за індексом NDVI у макростадію BBCH 17-18, 2023.

Аналіз індексу NDVI за досягнення рослинами кукурудзи макростадії BBCH 47-48 свідчить, що рослини набули значного розвитку і перейшли за характеристикою у поняття «густа рослинність», хоча значна частина рослин

були помірно розвиненими (рис. 3.9). краще розвиненими були рослини ті, які росли на височині. Значення індексу у межах 0,45-0,70.

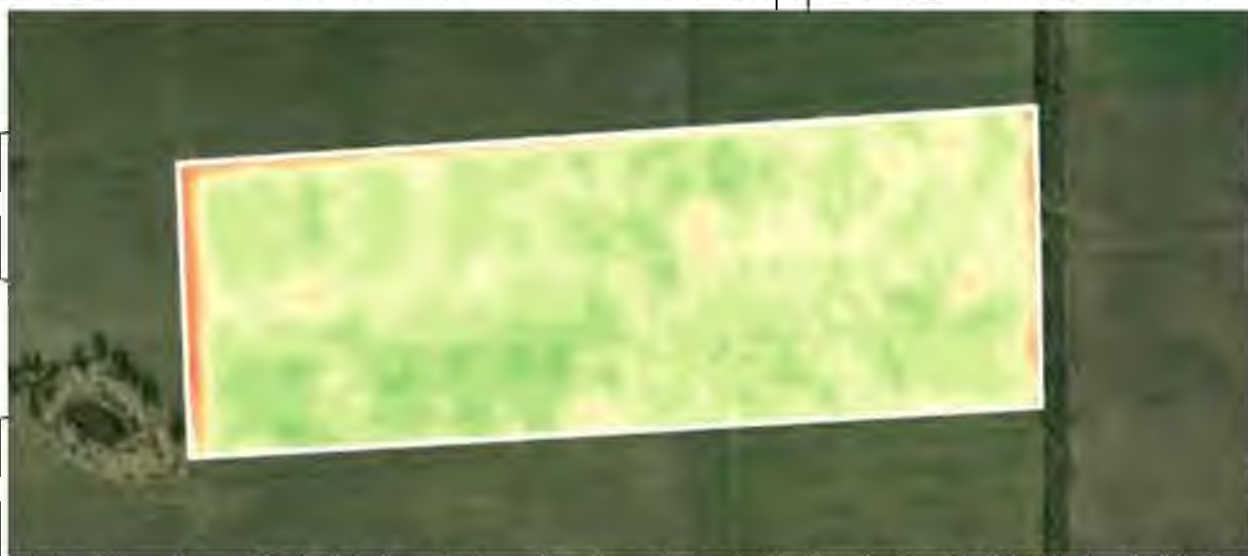


Рис. 3.9 Карта розподілу вегетативної маси рослин кукурудзи за індексом NDVI у макростадію BBCH 47-48, 2023.

Аналізуючи індекс розподілу вегетативної маси рослин за картою індексу NDVI у макростадію рослин BBCH 85 (рис.3.10), слід зазначити, що рослини характеризувалися як густа рослинність із високими значеннями індекса від 0,70 до 0,95.



Рис. 3.10 Карта розподілу вегетативної маси рослин кукурудзи за індексом NDVI у макростадію BBCH 85, 2023.



Рис. 3.11 Карта висот дослідної ділянки, 2023.

Тож, на височині рослини були краще розвиненими за індексом NDVI.

3.4 Вплив фертигації на урожайність і структуру врожаю кукурудзи

Оптимальна врожайність кукурудзи формується за рахунок оптимального співвідношення елементів структури врожаю [19]. Розвиток кожного структурного елементу врожаю залежить від умов середовища. Регулюючи умови росту і розвитку рослин, індивідуальною продуктивністю кожного структурного елементу врожаю ми скорочуємо розбіжність між реальною і потенційною врожайністю [40,46,47].

Тож, ми вважали за необхідне дослідити вплив фертигації на структуру врожаю зерна кукурудзи.

Результати наших досліджень представлені у таблиці 3.6. У результаті досліджень встановлено, що на кожній рослині незалежно від змін рельєфу і умов водозабезпечення і живлення рослини формували по 1 початку на одній рослині. Кількість рядів практично не відрізнялася і становила 14 у всіх варіантах за винятком варіанту із фертигацією рослин на височині, де цей

показник складав 16 рядів у початку. Рослини, які росли на височині без фертизації формували на 2 насінини у ряді більше ніж ті, що росли у низині.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.9

Вплив фертигації на структуру врожаю кукурудзи, 2023

Варіант досліджу	Кількість початків на 1 рослину	Початок			Маса 1000 зерен, г	Вологість, %
		Кількість рядів	Кількість зерен в ряді	Маса зерна, г		
Фон – низина (К1)	1	14	32	132	273	14
Фон – височина (К2)	1	14	34	125	279	14
Фон – низина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	1	14	33	137	280	14
Фон – височина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	1	16	35	134	279	14

Фертигація зумовлювала закладання на 1 насінину більше в умовах зростання рослин у низині і на 2 насінини більше в ряду в умовах височини.

Максимального показника було досягнуто за фертигації рослин кукурудзи на височині, де кількість насінин у ряду була 35 штук.

Мінімальною маса зерна із початку була сформована у рослин, які росли без фертигації на височині, і вона складала 125 г. у низині рослини формували насіння масою 132 г без фертигації. Фертигація сприяла накопиченню асимілянтів у насінні, у наслідок чого маса насіння із одного початку зроста.

На височині вона складала 134 г, у низині 137 г.

НУБІП УКРАЇНИ

Різкої розбіжності у масі 1000 насінин за варіантами досліду не спостерігали. Мінімальною вона була у варіанті зростання рослин у низині без фертигації і становила 273 г, на височині за цих же умов вона була 279.

Аналогічний показник ми отримали в умовах вирощування кукурудзи на височині за фертигації рослин. максимального ж значення вдалось досягти в низині із фертигацією рослин кукурудзи 280 г, вологість зерна була 14 % у всіх варіантах досліду

Такий розвиток структурних елементів обумовлював наступний рівень врожайності зерна кукурудзи у досліді, який представлений на рисунку 3.12.

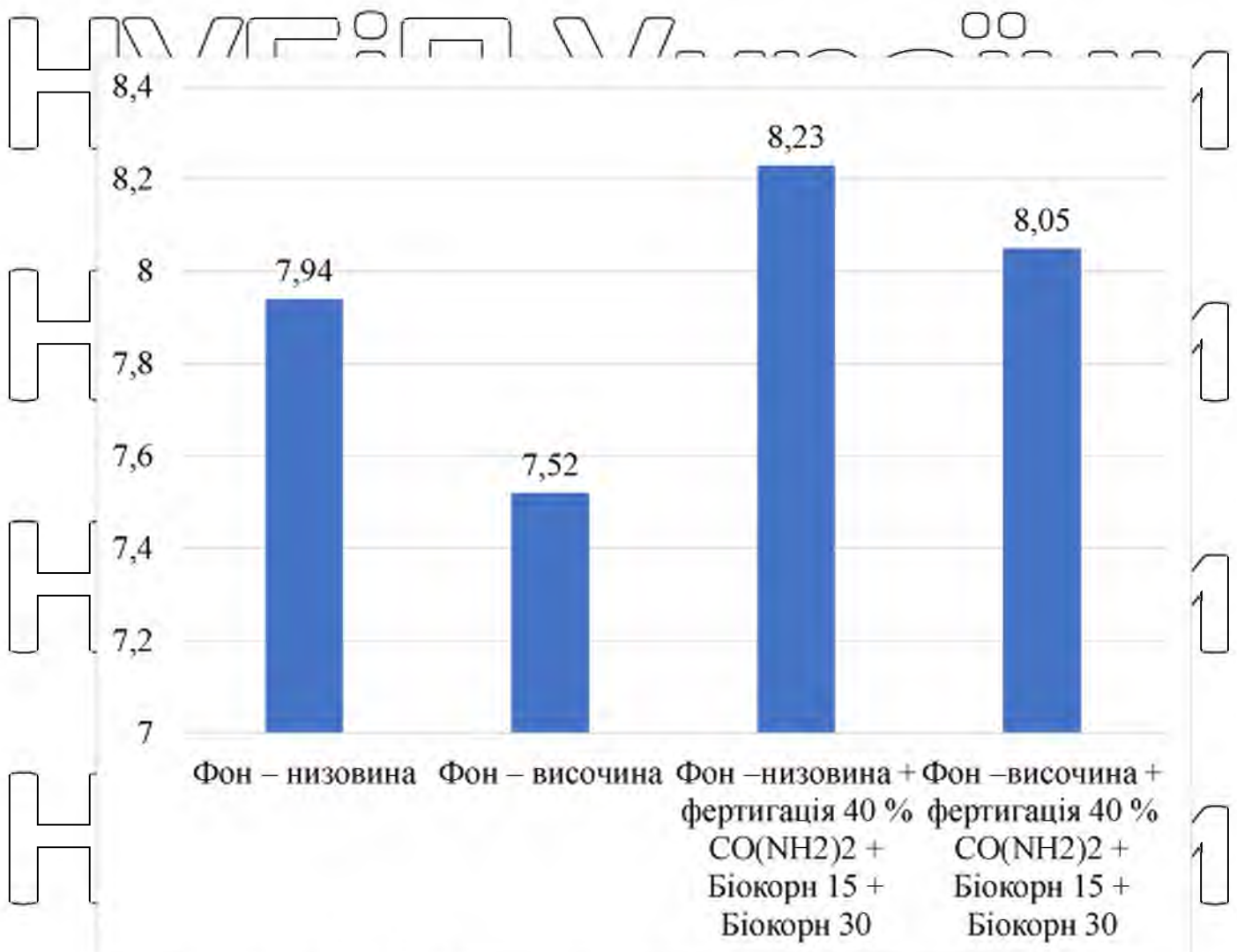


Рис. 3.12 Врожайність зерна кукурудзи, т/га, 2023.

У результаті проведених досліджень ми отримали мінімальний рівень врожайності у варіанті без фертигації рослин кукурудзи на височині, де вона

становила 7,52 т/га. Рослини, які росли у низині без фертигації, сформували рівень врожайності на 0,42 т/га. За умов фертигації рослин кукурудзи на височині нам вдалося отримати рівень врожайності на 0,47 т/га більше за аналогічних умов без фертигації. Максимального значення рівень врожаю вдалось отримати у варіанті зі фертигацією рослин кукурудзи у низині, де показник склав 8,23 т/га.

Тож, фертигація рослин кукурудзи суттєвого впливу на формування елементів структури врожаю не чинила, проте у низині композицією добрив: 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30 обумовила отримання максимального рівня врожайності 8,23 т/га.

3.5 Економічна ефективність вирощування кукурудзи за фертигації

Кукурудза є однією із пріоритетних культур у структурі економіки агросектору України, тому ми потребуємо якісного посадкового матеріалу. Площі під кукурудзою постійно збільшуються. Обсяги її використання у світі постійно зростають [21]. Тож, необхідно приділити увагу і вивчити всі можливі шляхи підвищення економічної ефективності вирощування цієї культури.

Основними чинниками приросту врожайності є ґрунтові умови, погодні умови, технологічні умови. Найбільш критичним виступають умови зволоження і доступність елементів живлення для рослин за цих умов.

Прибуток є основним показником економічної ефективності вирощування кукурудзи. Цей показник встановлюють у результаті проведення досліджень для різних чинників впливу [22]. Прибуток визначають у дослідних умовах для різних господарств із подібними ґрунтово-кліматичними умовами. При розрахунку економічної ефективності визначаються загальні витрати на вирощування і відділяється вартість досліджуваного елемента системи живлення і удобрення рослин, продукцію, отриману у дослідженні, оцінюють за цінами її реалізації.

Нами була проведена оцінка економічної ефективності вирощування кукурудзи за її фертигачії. Результати представлені у таблиці 3.7.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.10

Економічна ефективність вирощування кукурудзи за фертигації, 2023

Варіант	Врожайність, т/га	Вартість урожаю, грн	Загальні витрати, грн	Вартість фертигації, грн	Вартість добрива, грн	Дохід, грн	Окупність, грн/грн
Фон – низина (К1)	7,94	181572,5	77432	-	-	104140,5	1,34
Фон – височина (К2)	7,52	172098,8	77432	-	-	94666,8	1,22
Фон – низина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	8,23	188293,09	78997	1565	1475	109296,09	1,38
Фон – височина + фертигація 40 % CO(NH ₂) ₂ + Біокорн 15 + Біокорн 30	8,05	184317,3	78997	1565	1475	105320,3	1,33

У результаті аналізу економічної ефективності вирощування кукурудзи за фертигації нами було встановлено, що вартість врожаю змінювалася відповідно до тенденцій змін врожайності культури за варіантами досліджень.

Максимальна вартість врожаю була отримана у варіанті із фертигацією композицією добрив 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30 у низині. Вона становила 188293 грн. Вартість фертигації була 1565 грн за рахунок максимальної вартості врожаю у цьому ж варіанті вдалося отримати максимальний прибуток 109296,09 грн. Окупність 1 гривні склала 1,38 грн.

Тож, з економічної точки зору економічно ефективним є впровадження у виробництво варіанту вирощування кукурудзи із фертигацією композицією добрив 40 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30 у низькій забезпеченості.

НУБІП України

ВИСНОВКИ

У результаті агрохімічної оцінки диференційованого внесення

мінеральних добрив за вирощування кукурудзи на зерно було встановлено:

1. Перерозподіл мінерального азоту у темно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від нерівномірності рельєфу із підвищень у пониження і переміщення його у нижні шари. Вміст мінерального азоту у ґрунті у низині становив 57,47 мг/кг ґрунту.

2. Фертигація рослин кукурудзи на височині композицією добрив: 40 %

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30 обумовлювала найоптимальніший ріст і розвиток рослин. За цих умов рослини досягали висоти 142 см у мікростадіо ВВСН 33-36; розвивали найбільшу довжину міжвузля 9,66 см.

із діаметром стебла 2,93 мм.; формували 11-13 листків відповідно за макростадіями ВВСН 13-16 і 33-36; площу листків розміром 12932-13579 см²/роsl.; листковий індекс становив 6,3-6,6 і найкраще розвинені за індексом NDVI.

3. Фертигація рослин кукурудзи суттєвого впливу на формування елементів структури врожаю не чинила, проте у низині композицією добрив: 40 %

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30 обумовила отримання максимального рівня врожайності 8,23 т/га.

4. Фертигація рослин кукурудзи на височині композицією добрив: 40 %

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + Біокорн 15 + Біокорн 30 обумовлювала максимальний рівень прибутку 144116,09 грн. Окупність 1 гривні склала 1,38 грн.

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: під-ручник. - 5-те вид., виправ., доповн. - Львів: НВФ «Українські техноло-гії», 2020. - 806 с. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В.
2. <https://blog-crop-news.extension.umn.edu/2018/05/corn-fertigation-how-much-and-when.html>
3. <https://cropwatch.unl.edu/using-fertigation-efficient-nitrogen-application>
4. <https://www.agronom.com.ua/fertygatsiya-innovatsiinyi-pidhid-do-udobrennya-kultur/>
5. http://www.tnv-agro.ksau-niv.ks.ua/archives/96_2016/4.pdf
6. <https://www.agronom.com.ua/fertygatsiya-innovatsiinyi-pidhid-do-udobrennya-kultur/>
7. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UIRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=vddau_2012_2_8
8. <http://www.extension.msstate.edu/publications/corn-fertilization>
9. <https://www.yara.ua/crop-nutrition/maize/>
10. <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/kukurudza/novyny/tsvnyk-na-kukurudzi-shcho-i-koly-vnosyty/>
11. <https://wikifarmer.com/maize-soil-preparation-soil-requirements-and-seeding-requirements/>
12. <https://www.netafim.africa/blog/drip-irrigation-for-corn--increasing-and-stabilizing-yields-while-saving-water/>
13. <https://irrigationvalducci.com/en/corn-irrigation-which-is-the-best-method>
14. <https://cropwatch.unl.edu/presentations-extension-deficit-irrigation-workshop-now-online>

15. Лінійна залежність врожаю зерна озимої пшениці та кукурудзи від дози співвідношень мінеральних добрив. І.Д. Філіп'єв, Є.К. Міхєєв. Зрошуваче землеробство. 1981.

16. Удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи на ділянках гібридизації при зрошенні. Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Присяжний Ю.І., Власенко О.О. Зрошуваче землеробство: збірник наукових праць. Херсон, 2010.

17. Індекс NDVI: як він робить життя агронома простішим. Агроном. 2023. <https://www.agronom.com.ua/indeks-ndvi-vak-vin-robyt-zhyttva-agronoma-prostishym/>

18. <https://www.soft-farm.uk/crop-husbandry/ndvi>

19. Структура врожаю гібридів кукурудзи різних груп фаз залежно від способів зрошення в умовах південного степу України. Репілевський Д.Е. Іванів М.О. Таврійський науковий вісник № 119. С. 99-111.

20. Формування елементів структури врожаю кукурудзи під впливом технології вирощування в Лісостепу. Асанішвілі Н. М., Юла В. М. Збірник наукових праць Уманського НУС. Випуск 96 Частина 1. 2020. 14 с.

21. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно. Рудзяк І.П., Чипак О.В. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Скрипського. Т.12. №2, 2010.

22. Lira MA, Carvalho HWL, Chagas MGM, Bristot G, Dantas JA and Lima JMP. 2011. Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino. EMPARN, Natal. 40 p.

23. Заверська, І. І., & Грунчак, В. М. (2018). Вплив диференційованого внесення мінеральних добрив на урожайність і якість зерна кукурудзи. Науковий вісник Національного аграрного університету, (1), 35-41.

24. Мельниченко, В. В., & Петрова, І. С. (2016). Оцінка ефективності диференційованого внесення мінеральних добрив під кукурудзу за даними ґрунтового аналізу. Агрохімічний бюлетень, (83), 90-98.

25. Степаненко, І. П., & Дубровіна, Т. М. (2015). Оптимізація схеми внесення мінеральних добрив для вирощування кукурудзи на зерно. Аграрна наука, (1), 53–58.

26. Шелудько, Г. С., & Ковальчук, О. І. (2017). Вплив доз і співвідношень азотних добрив на урожайність кукурудзи при диференційованому внесенні. Аграрна наука, (2), 29–34.

27. Іванов, В. П., & Козак, М. О. (2019). Оцінка впливу різних способів внесення фосфорних добрив на якість зерна кукурудзи. Агрохімія та ґрунтознавство, (4), 42–49.

28. Москаленко, Л. О., & Потапенко, В. С. (2018). Дослідження впливу калійних добрив на формування врожаю та якість зерна кукурудзи при диференційованому внесенні. Аграрний вісник Причорномор'я, (1), 77–83.

29. Гордієнко, О. С., & Троценко, Л. М. (2016). Оптимізація диференційованого внесення мінеральних добрив під кукурудзу в умовах різних типів ґрунту. Вісник аграрної науки, (9), 51–56.

30. Шапошник, В. С., & Мельничук, Т. О. (2017). Вивчення ефективності різних способів диференційованого внесення азотних добрив під посів кукурудзи. Агроєкологічний журнал, (2), 41–47.

31. Чернов, О. П., & Савченко, Н. В. (2019). Вплив диференційованого внесення мінеральних добрив на активність ферментів ґрунту та агрохімічні показники ґрунту під кукурудзою. Аграрний вісник Причорномор'я, (3), 61–68.

32. Р.А. Авраменко, Г.В. Кірсанова. Визначення біологічного врожаю основних сільськогосподарських культур: Навчальний посібник /Дніпропетр. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 2004. – 84с.

33. Wang, R., Cherkauer, K., & Bowling, L. (2016). Corn response to climate stress detected with satellite-based NDVI time series. Remote Sensing, 8(4), 269

34. Harder, H. J., Carlson, R. E., & Shaw, R. H. (1982). Corn Grain Yield and Nutrient Response to Foliar Fertilizer Applied during Grain Fill 1. Agronomy Journal, 74(1), 106–110

35. Stewart, Z. P., Paparozzi, E. T., Wortmann, C. S., Jha, P. K., & Shapiro, C. A. (2021). Effect of foliar micronutrients (B, Mn, Fe, Zn) on maize grain yield, micronutrient recovery, uptake, and partitioning. *Plants*, 10(3), 528

36. Bender, R. R., Haegele, J. W., Ruffo, M. L., & Below, F. E. (2013). Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, 105(1), 161-170

37. Stewart, Z. P., Paparozzi, E. T., Wortmann, C. S., Jha, P. K., & Shapiro, C. A. (2020). Foliar micronutrient application for high-yield maize. *Agronomy*, 10(12), 1946

38. Sharifi, R., Mohammadi, K., & Rokhzadi, A. (2016). Effect of seed priming and foliar application with micronutrients on quality of forage corn (*Zea mays*). *Environmental & Experimental Biology*, 14(4).

39. Bender, R. R., Haegele, J. W., Ruffo, M. L., & Below, F. E. (2013). Modern corn hybrids' nutrient uptake patterns. *Better crops*, 97(1), 7-10.

40. Below, F. E., Haegele, J. W., & Ruffo, M. L. Illinois Fertilizer Conference Proceedings.

41. Enakiev, Y. I., Bahitova, A. R., & Lapushkin, V. M. (2018). Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow sod-podzolic soil profile. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(2), 285-289.

42. Fageria, N. K., Filho, M. B., Moreira, A., & Guimarães, C. M. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of plant nutrition*, 32(6), 1044-1064

43. Yin, X., Hayes, R. M., McClure, M. A., & Savoy, H. J. (2012). Assessment of plant biomass and nitrogen nutrition with plant height in early-to mid-season corn. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(13), 2611-2617.

44. Tellaeche, A., BurgosArtizzu, X. P., Pajares, G., Ribeiro, A., & Fernández-Quintanilla, C. (2008). A new vision-based approach to differential spraying in precision agriculture. *computers and electronics in agriculture*, 60(2), 144-155.

45. Uribe-ecbarria, A., Castellón, A., & Aizpurua, A. (2022). A first approach to determine if it is possible to delineate in-season n fertilization maps for wheat using NDVI derived from sentinel-2. *Remote Sensing*, 14(12), 2872.

46. Stewart, Z.P. Micronutrient Foliar Analysis and Supplementation in Nutrient Management for High Yield Maize (*Zea mays* L.). Doctoral Dissertation, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE, USA, 2016.

47. Fernández, V.; Ebert, G. Foliar iron fertilization: A critical review. *J. Plant Nutr.* 2005, 28, 2113–2124

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України