

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра екології та ботаніки

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Екології та ботаніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим рівнем вищої освіти
НА ТЕМУ: «ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОВІДНИХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР»

Виконав: _____
(підпис)

Група:

Науковий керівник: _____
(підпис)

_____ Гавілей Є.В. _____
(Прізвище, ініціали)
_____ ЕКО 2301 м ВН _____

_____ Скляр В.Г. _____
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра екології та ботаніки

Освітній ступінь – «Магістр»

Спеціальність – 101 “Екологія”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедрою _____ Скляр В.Г.

“5 “ 06 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу студенту

Гавілею Євгену Володимировичу

1. **Тема роботи** «Екологізація елементів технології вирощування провідних сільськогосподарських культур»
2. **Затверджено наказом по університету** від “___” _____ 20__ р. №___
3. **Термін здачі** студентом закінченої роботи на кафедру __15.08.2024 р. _____
4. **Вихідні дані до роботи:** літературні дані про регіон досліджень та підприємство; результати вивчення впливу на стан посівів кукурудзи біопрепаратів
5. **Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:** в умовах СТОВ «Придніпровський край» (с. Почаївка Полтавської області Лубенського району) оцінити показники дихання ґрунту в посівах кукурудзи на тлі застосування біопрепаратів; вивчити вплив біопрепаратів на накопичення, динаміку в ґрунті провідних елементів мінерального живлення (азоту, фосфору та калію); вивчити вплив біопрепаратів на кількісні та якісні показники, що характеризують стан біоти ґрунту (грибів, патогенів та ін. мікроорганізмів); оцінити вплив біопрепаратів на врожайність кукурудзи; сформулювати пропозиції щодо використання біопрепаратів в системі заходів, спрямованих на екологізацію вирощування провідних сільськогосподарських культур

Керівник кваліфікаційної роботи _____ В.Г. Скляр

Завдання прийняв до виконання _____ С.В. Гавілей

Дата отримання завдання «5» червня 2023 р.

АНОТАЦІЯ

Гавілей Є.В. Екологізація елементів технології вирощування провідних сільськогосподарських культур. Кваліфікаційна робота освітнього рівня - магістр, на правах рукопису. Спеціальність - 101 Екологія. - Сумський національний аграрний університет. - Суми, 2024.

Метою роботи було визначено: в умовах в умовах СТОВ «Придніпровський край» вивчити вплив біопрепаратів на стан посівів кукурудзи як провідної сільськогосподарської культури регіону та оцінити доцільність та перспективність їхнього використання в системі заходів із екологізації її вирощування.

Кваліфікаційна робота викладена на 59 сторінках комп'ютерного тексту, включає 1 таблицю та 17 рисунків. Вона складається із вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, списку літератури, що включає 27 найменувань, а також додатків.

За результатами виконання роботи встановлено, що при застосуванні біопрепаратів в ґрунті посівів кукурудзи відбувається збільшення показників, що характеризують дихання ґрунту, що відповідно, є ознакою поліпшення його стану та активізації життєдіяльності біотичної складової педосфери. Найвищий показник активності дихання ґрунту від початку вегетації культури до кінця цвітіння зареєстровано у варіанті із використанням препаратів Граундфікс 0,75 л/га та Азотофіт 0,2 л/га, фаза 1-3 листка культури ($\text{CO}_2=0,318$ мг/г), фаза зірочки ($\text{CO}_2=0,334$ мг/г) та на другу половину цвітіння культури ($\text{CO}_2=0,103$). У порівнянні до контролю загальний приріст виділення CO_2 склав плюс 33-45 %.

Показано, що біопрепарати вплинули на процеси обміну азоту в ґрунті. У порівнянні до контролю (без внесення біопрепаратів) на варіанті із внесенням при сівбі в рядок біопрепарату Граундфікс 0,75 л/га + Азотофіт 0,2 л/га зареєстровано зменшення втрат потенційного закису азоту від 4 до 14 %. На тлі використання біопрепаратів зареєстровані зміни у динаміці вмісту у ґрунті провідних мінеральних елементів: азоту, фосфору та калію. При цьому

по рухомому фосфору в усіх варіантах дослідження зареєстровано підвищення його вмісту. У варіанті із внесенням при сівбі в рядок препарату Граундфікс та Граундфікс із Азотофітом даний показник досяг найвищих значень і складав 44 та 36 мг/кг ґрунту відповідно. В усіх варіантах досліду в ґрунті було зареєстроване підвищення вмісту гідролізованого азоту.

Бактеріальні препарати статистично достовірно вплинули на представленість грибів у ґрунті посівів кукурудзи. При внесенні Граундфікс 0,75 л/га показник кількості грибів був не лише найвищим, але й значно перевищував чисельність в осінній період: чисельність збільшилася із 111,6 до 178,3 тис. КУО/г. На варіанті Граундфікс + Азотофіт загальна кількість грибів в літній період була на високому рівні і склала 160 тис. КУО/г.

У процесі досліджень було оцінено вміст патогенів у ґрунті. Встановлено, що на варіантах із внесенням Граундфікс та Граундфікс + Азотофіт кількість патогенних грибів була найменшою 11 та 10 %, а на осінній період показники знизилися до 2 та 4 % відповідно.

У процесі досліджень в посівах кукурудзи було детально вивчений склад мікробіоти ґрунту. При цьому було виявлено різні фізіологічні групи мікроорганізмів. Встановлено, що представленість живих організмів, що репрезентують ці групи є дуже динамічною і значною мірою визначається впливом того чи іншого абіотичного чинника у кожний конкретний час.

За результатами оцінки співвідношення представленості в ґрунті посівів кукурудзи мікроорганізмів різних груп визначено величини чотирьох коефіцієнтів. Значення коефіцієнту мінералізації-іммобілізації коливалися в діапазоні від 0,58 до 0,88, що вказує на перевагу синтезу органічної речовини над її деструкцією в усіх досліджуваних варіантах. Величини коефіцієнту оліготрофності виявились найвищими у варіанті із внесенням препарату Граундфікс 0,75 л/га ($K_{ол}=1,42$). Показники коефіцієнту педотрофності були найменшими у контрольному варіанті ($K_{пед}=1,12$), що свідчить про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту. Найбільший коефіцієнт трансформації органічної речовини (безпосередне

гумусоутворення) зареєстровано наприкінці вегетації на еталонному варіанті ($K_{\text{top}} = 27,4$). У варіанті із внесенням Граундфікс в нормі 0,75 л/га відмічено зниження коефіцієнту із ($K_{\text{top}} = 18,3$ до $K_{\text{top}} = 11,1$). Тобто, на кінець вегетації у посівах ґрунту на тлі застосування біопрепаратів має місце поліпшення стану ґрунту за мікробіологічними показниками та зареєстровано тренд на відновлення ґрунту.

На тлі використання біопрепаратів було отримано прибавку врожаю, яка була найвищою за використання фосфор та калій мобілізатора Граундфікс 0,75 л/га і азотфіксатора Азотофіт 0,2 л/га і досягала 0,32 т/га.

Результати проведених досліджень обґрунтовано доводять доцільність та перспективність використання біопрепаратів в системі заходів, спрямованих на екологізацію вирощування кукурудзи.

При цьому рекомендовано в технологіях вирощуванні кукурудзи використовувати фосфор та калій мобілізатор Граундфікс 0,75 л/га і азотфіксатор Азотофіт 0,2 л/га, що може забезпечити суттєве поліпшення якісних (біолого-екологічних) характеристик ґрунту та приріст врожаю на 0,32 т/га. Можливим є й впровадження технологій із внесенням самого лише фосфор та калій мобілізатора Граундфікс в нормі 0,75 л/га, який також проявляє позитивний вплив на біолого-екологічні характеристики ґрунту та сприяє збільшенню врожайності кукурудзи на 0,25 т/га.

Ключові слова: екологізація агросфери, технологія вирощування, кукурудза, біопрепарати, стан ґрунту, мікробіота ґрунту

ANNOTATION

Haviley E.V. Greening of elements of the technology of cultivation of leading agricultural crops. Qualification work of the educational level - master's degree, with manuscript rights. Specialty - 101 Ecology. - Sumy National Agrarian University. - Sumy, 2024.

The purpose of the work was determined: in the conditions of the "Prydniprovsky Krai" STOV, to study the influence of biological preparations on the state of corn crops as the leading agricultural crop of the region and to evaluate the expediency and perspective of their use in the system of measures for the greening of its cultivation.

The qualification work is presented on 59 pages of computer text, includes 1 table and 17 figures. It consists of an introduction, 4 chapters, conclusions and proposals, a bibliography, which includes 27 titles, as well as 3 appendices.

According to the results of the work, it was established that when biological preparations are used in the soil of corn crops, there is an increase in the values of indicators characterizing soil respiration, which, accordingly, is a sign of improving its condition and activating the vital activity of the biotic component of the pedosphere. The highest rate of soil respiration activity from the beginning of crop vegetation to the end of flowering was registered in the variant using the preparations Groundfix 0.75 l/ha and Azotophyt 0.2 l/ha, phase 1-3 of the crop leaf ($\text{CO}_2=0.318$ mg/g), phase asterisks ($\text{CO}_2=0.334$ mg/g) and for the second half of the crop's flowering ($\text{CO}_2=0.103$). Compared to the control, the total increase in CO_2 release was plus 33-45%.

It was shown that biological preparations affected the processes of nitrogen exchange in the soil. Compared to the control (without the introduction of biological preparations) in the variant with the introduction of the biological preparation Groundfix 0.75 l/ha + Azotophyt 0.2 l/ha during sowing in the row, a decrease in potential nitrogen oxide losses from 4 to 14% was registered.

Against the background of the use of biological preparations, changes in the

dynamics of the content of leading mineral elements in the soil: nitrogen, phosphorus and potassium were registered. At the same time, an increase in mobile phosphorus content was registered in all variants of the study. In the variant with application of Groundfix and Groundfix with Azotophyt during sowing, this indicator reached the highest values and was 44 and 36 mg/kg of soil, respectively. In all versions of the experiment, an increase in the content of hydrolyzed nitrogen in the soil was registered.

Bacterial preparations had a statistically significant effect on the presence of fungi in the soil of corn crops. When applying Groundfix 0.75 l/ha, the indicator of the number of mushrooms was not only the highest, but also significantly exceeded the number in the autumn period: the number increased from 111.6 to 178.3 thousand CFU/g. On the option Groundfix + Azotophyt, the total number of mushrooms in the summer period was at a high level and amounted to 160 thousand CFU/g.

During the research, the content of pathogens in the soil was evaluated. It was established that the number of pathogenic fungi was the lowest on the variants with the introduction of Groundfix and Groundfix + Azotophyt at 11 and 10%, and in the autumn period the indicators decreased to 2 and 4%, respectively.

In the process of research, the composition of soil microbiota in corn crops was studied in detail. At the same time, various physiological groups of microorganisms were discovered. It was established that the representation of living organisms representing these groups is very dynamic and largely determined by the effect of one or another abiotic factor at any given time.

According to the results of the assessment of the ratio of the presence of microorganisms of different groups in the soil of corn crops, the values of four coefficients were determined. The values of the mineralization-immobilization coefficient ranged from 0,58 to 0,88, which indicates the advantage of the synthesis of organic matter over its destruction in all studied options. The values of the coefficient of oligotrophy turned out to be the highest in the variant with the introduction of the drug Groundfix 0,75 l/ha (Col=1,42). Indicators of the

pedotrophicity coefficient were the lowest in the control version ($K_{ped}=1.12$), which indicates an increase in the intensity of decomposition of soil organic matter. The highest transformation coefficient of organic matter (direct humus formation) was registered at the end of the growing season on the reference variant ($K_{tor} = 27.4$). In the variant with the introduction of Groundfix at the rate of 0.75 l/ha, a decrease in the coefficient was noted ($K_{tor} = 18,3$ to $K_{tor} = 11,1$). That is, at the end of the growing season, in soil crops against the background of the use of biological preparations, there is an improvement in the condition of the soil according to microbiological indicators, and a trend for soil recovery is registered.

Against the background of the use of biological preparations, the yield increase was obtained, which was the highest when using the phosphorus and potassium mobilizer Groundfix 0,75 l/ha and the nitrogen fixer Azotophyt 0,2 l/ha and reached 0,32 t/ha.

The results of the conducted studies reasonably prove the expediency and perspective of using biological preparations in the system of measures aimed at the environmentalization of corn cultivation.

At the same time, it is recommended to use phosphorus and potassium mobilizer Groundfix 0,75 l/ha and nitrogen fixer Azotophyt 0,2 l/ha in corn cultivation technologies, which can provide a significant improvement in the quality (biological and ecological) characteristics of the soil and an increase in yield by 0,32 t /Ha. It is also possible to implement technologies with the introduction of only phosphorus and potassium mobilizer Groundfix at the rate of 0,75 l/ha, which also has a positive effect on the biological and ecological characteristics of the soil and helps to increase the yield of corn by 0,25 t/ha.

Key words: greening of the agrosphere, cultivation technology, corn, biological preparations, soil condition, soil microbiota.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОВІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	14
1.1. Кукурудза: властивості та значення цієї культури	14
1.2. Екологізація сільськогосподарського виробництва та її сутність.....	16
1.3. Використання біопрепаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур.....	19
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА СТАН ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ СТОВ «ПРИДНІПРОВСЬКИЙ КРАЙ» (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ).....	40
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ	57

ВСТУП

Актуальність теми. Основний напрямок розвитку сільського господарства в європейських країнах полягає в екологізації та біологізації виробництва. Екологізація орієнтована на розширене відновлення природних ресурсів шляхом удосконалення технологій, організації матеріального виробництва та підвищення ефективності праці в екологічній сфері. Біологізація передбачає використання біологічних методів для поліпшення родючості ґрунту і отримання якісної продукції рослинництва, підвищення економічної ефективності та зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище. У випадку складних ґрунтово-кліматичних і погодних умов роль біологізації в технологіях вирощування культур стає особливо важливою. Згідно з «Зеленим курсом» ЄС до 2030 року планується переведення 25 % посівів на органічне землеробство та значне скорочення використання мінеральних добрив у традиційному агровиробництві. Україна також планує суттєве збільшення вирощування органічної продукції. В реалізації цих стратегій ефективним засобом є застосування біопрепаратів [1].

Основна роль біопрепаратів полягає в регуляції ґрунтової мікрофлори шляхом збільшення кількості корисних мікроорганізмів, що вирощені в лабораторії, і оптимізації їх взаємодії з рослинами в ґрунті. Мікробіологічні препарати містять живі мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності. Використання бактеріальних препаратів є важливим в умовах обмеженого застосування органічних добрив (через зменшення поголів'я тварин) і мінеральних добрив, а також для зменшення витрат на добрива. Біопрепарати не тільки дешевші за традиційні добрива, але й містять корисні для ґрунту мікроорганізми, які сприяють утворенню гумусу та забезпечують ґрунт малодоступними формами поживних речовин [1]. Чим більше корисних мікроорганізмів міститься в ґрунті, тим він родючіший. Ефективність родючості та продуктивність сільськогосподарських культур безпосередньо

залежать від активності цих мікроорганізмів у ґрунті [2].

Біопрепарати є органічними та безпечними, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу, людині, тваринам і комахам, включаючи бджіл. Їх використання сприяє досягненню високих врожаїв, забезпечує безпечну продукцію і допомагає охороняти довкілля. Крім того, біопрепарати вирішують ряд інших важливих проблем: покращують стан ґрунтів, очищаючи їх від грибкових і бактеріальних збудників хвороб, збільшують наявність доступних елементів живлення для рослин, підвищують їхню стійкість до посухи, захищають від шкідників і стресів, а також стимулюють їхній ріст і розвиток. Як результат, це забезпечує високий врожай і якісну екологічно чисту продукцію. Впровадження біопрепаратів у сучасні інтенсивні технології дозволяє зекономити близько 40 % азотних і приблизно 10 % фосфорних добрив.

З кожним роком біопрепарати все активніше застосовуються при вирощуванні різних сільськогосподарських культур, і кукурудза не є винятком. Ця культура є однією з найбільш поширених польових рослин в Україні та за її межами. За обсягами збору зерна кукурудза займає перше місце у світі, випереджаючи пшеницю і рис. Вона має високий потенціал продуктивності і є універсальною у використанні. Вирощування кукурудзи є важливою і досить прибутковою частиною сільськогосподарського виробництва. При вирощуванні кукурудзи за інтенсивними технологіями рістрегулюючі препарати стають ключовим елементом для підвищення врожайності та поліпшення якості продукції. Тому вдосконалення агротехніки вирощування кукурудзи на зерно через використання біопрепаратів є дуже актуальним питанням.

З врахуванням зазначеного, нами проведено дослідження, спрямовані на встановлення особливостей формування урожайності та якості зерна гібриду Р9241, залежно від застосування різних видів біопрепаратів для подальшого впровадження в інтенсивну технологію вирощування як одного з

елементів екологізації виробництва в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася згідно з планами науково-дослідної роботи кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету в межах виконання теми «Інвентаризація біорізноманіття та комплексний популяційний аналіз рослинного покриву Північно-Східної України» (номер держреєстрації 0121U113245)

Метою роботи було визначено: в умовах в умовах СТОВ «Придніпровський край» вивчити вплив біопрепаратів на стан посівів кукурудзи як провідної сільськогосподарської культури регіону та оцінити доцільність та перспективність їхнього використання в системі заходів із екологізації її вирощування.

Для реалізації поставленої мети було визначено наступні завдання:

1. Оцінити показники дихання ґрунту в посівах кукурудзи на тлі застосування біопрепаратів.
2. Вивчити вплив біопрепаратів на накопичення, динаміку в ґрунті провідних елементів мінерального живлення (азоту, фосфору та калію).
3. Вивчити вплив біопрепаратів на кількісні та якісні показники, що характеризують стан біоти ґрунту (грибів, патогенів та ін. мікроорганізмів)
4. Оцінити вплив біопрепаратів на врожайність кукурудзи
5. Сформулювати пропозиції щодо використання біопрепаратів в системі заходів, спрямованих на екологізацію вирощування кукурудзи.

Об'єкт дослідження – екологізація технології вирощування кукурудзи як провідної сільськогосподарської культури

Предмет дослідження - гібрид кукурудзи Р9241, біопрепарати, біолого-екологічні характеристики ґрунту, врожайність, екологічна ефективність технологій вирощування.

Методи дослідження: польовий - з метою вивчення впливу технологічних елементів на об'єкт досліджень; аналогії - при проведенні

порівняння між варіантами; ваговий - для визначення врожаю; лабораторний - для оцінки стану ґрунту та його мікробіоти; математичні та статистичні методи - для обробки результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Вивчення елементів екологізації технології вирощування гібриду кукурудзи Р9241 в умовах СТОВ «Придніпровський край» с. Почаївка Полтавської області Лубенського району проведено вперше.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть використані при впровадженні заходів із екологізації агросфери як у межах СТОВ «Придніпровський край» с. Почаївка Полтавської області Лубенського району, так і інших сільськогосподарських підприємств України.

Особистий внесок здобувача. Дослідження за темою дипломної роботи виконані самостійно. Були закладені польові досліди за передбаченою схемою. Аналіз результатів дослідження здійснювала сумісно з науковим керівником та консультантами по відповідним питанням.

Апробація роботи. Результати досліджень представлялися на науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опублікована 1 теза в науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.). (Додаток А).

Структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Вона викладена на 59 сторінках комп'ютерного тексту, містить додатки. Проілюстрована таблицями та рисунками.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОВІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Кукурудза: властивості та значення цієї культури

Виробництво зерна кукурудзи є ключовим елементом у зерновому господарстві України. Її сучасне економічне значення та роль у забезпеченні стабільного зернофуражного балансу є беззаперечними. Ця культура істотно впливає не лише на економічний стан тваринництва, але й на зернову галузь загалом [3].

Виробництвом кукурудзи також зацікавлені харчова, переробна, медична та мікробіологічна промисловість, а також паливно-енергетичний сектор. Зерно кукурудзи є високоякісною енергетичною сировиною для промислового виробництва біоетанолу та інших паливних матеріалів [4].

Останніми роками кукурудза все більше укріплює свої позиції на світовому ринку зерна. Природно-економічні умови України дозволяють не лише задовольняти внутрішні потреби у зерні кукурудзи, але й значно розширювати експортний потенціал цієї культури. Однак, на шляху до створення стабільного і сприятливого середовища, зокрема через розвиток ринкової інфраструктури, в практиці вирощування кукурудзи все ще існують численні труднощі як агротехнологічного, так і організаційно-економічного характеру [5].

Останнім часом спостерігається значне покращення динаміки виробництва зерна кукурудзи. Завдяки впровадженню високопродуктивних гібридів та активному розвитку інноваційних технологій вирощування, у 2011 році в Україні було досягнуто рекордного валового збору кукурудзи - понад 22 млн тонн. У 2013 році цей показник склав 30,9 млн тонн, а в 2014 та 2016 роках перевищив 28 млн тонн. Ці дані свідчать про реальні можливості

значного збільшення обсягів виробництва цієї важливої зернофуражної культури в Україні. Виходячи з цього, кукурудза відіграє ключову роль у стабілізації і забезпеченні виконання Державної національної цільової програми «Зерно України - 2016-2020». Результати наукових досліджень та передовий виробничий досвід підтверджують, що при прогнозованій урожайності на рівні 50,0 ц/га і розширенні посівних площ до 4,0-4,5 млн га, можна гарантовано досягти виробництва кукурудзи обсягом 23-25 млн тонн [6].

Кукурудза є однією з ключових сільськогосподарських культур у сучасному рослинництві по всьому світу завдяки своїй високій врожайності та широкому спектру застосувань [7]. Кукурудза на зерно переважно вирощується в країнах з теплим кліматом. Проте завдяки селекційним роботам, спрямованим на створення ранньостиглих гібридів, а також змінам кліматичних умов, вона також починає з'являтися в північних регіонах Європи [8].

Основним призначенням кукурудзи є вирощування зерна, яке використовується в харчуванні людини, для виготовлення кормів і для технічних потреб. Протягом останнього десятиліття попит на кукурудзяну зерно, зокрема як сировину для виробництва біоетанолу, значно зріс [9].

Високий потенціал врожайності та відносно невеликі витрати на вирощування сприяють її широкому розповсюдженню [10].

Згідно з прогнозами, зробленими в 1999 році, попит на зерно кукурудзи у 2020 році досягне 784 млн тонн. Міністерство сільського господарства США (USDA) передбачило, що у 2016-2017 маркетинговому році світове виробництво кукурудзи перевищить 1 млрд тонн, встановивши новий рекорд. Зростання виробництва буде обумовлене підвищенням врожайності на 2% і розширенням посівних площ на 2,7 млн га. Для задоволення потреб у зерні кукурудзи без розширення площ необхідно, щоб щорічний приріст врожайності складав 1,5%. Однак, з початку 80-х років ХХ століття приріст врожайності складав лише 1,2%, а в країнах, що розвиваються, - 1% [11].

1.2. Екологізація сільськогосподарського виробництва та її сутність

Екологізація виробництва передбачає інтеграцію екологічних вимог у всі аспекти розвитку науково-технічного прогресу. Тому управління господарством і його функціонування мають базуватися на раціональному природокористуванні та застосуванні нових технологій, прогресивної організації маловідходних і безвідходних виробництв.

Екологізація виробництва означає розширене відтворення природних ресурсів шляхом вдосконалення технологій, організації матеріального виробництва та підвищення ефективності праці в екологічній сфері.

Проте проблема екологізації в народному господарстві ще не досягла необхідного рівня вирішення. Тривають проблеми, такі як знищення зелених зон під час будівництва, скидання неочищених стоків у водоймища, інтенсивне забруднення повітря шкідливими викидами, а також використання застарілих технологій і техніки в промисловості, що сприяє забрудненню навколишнього середовища.

Екологізація народного господарства, промислових підприємств та агропромислового комплексу передбачає інтенсивний розвиток науково-технічного прогресу з акцентом на еколого-економічні, економіко-організаційні та еколого-технічні аспекти. Процес екологізації можна реалізувати через такі основні напрямки:

Впровадження організаційно-технічних рішень, енергозберігаючих та природоохоронних заходів без суттєвої перебудови основних виробничих фондів на підприємствах, що дозволяє продовжувати їхню роботу і зберігати обсяги продукції.

У процесі розширеного відтворення основних фондів народного господарства (нове будівництво, розширення, реконструкція, технічне переозброєння та капітальний ремонт) шляхом проектно-будівельних заходів [12].

Сьогодні екологізація означає процес поступового та системного впровадження технологічних, управлінських та інших рішень, які дозволяють

підвищити ефективність використання природних ресурсів і умов, водночас покращуючи або принаймні зберігаючи якість природного середовища [13].

Сьогодні екологізація розглядається як процес поступового та системного впровадження технологічних, управлінських та інших рішень, які дозволяють підвищити ефективність використання природних ресурсів і умов, при цьому покращуючи або, принаймні, зберігаючи якість природного середовища.

Це є однією з основних вимог сучасності в умовах глобальної екологічної кризи. В соціально-економічному аспекті екологізація повинна базуватися на переході до природозберігаючих методів ведення господарства, а в технічному - на екологізації технологій виробництва та природокористування.

Екологізація виробництва включає комплекс заходів, спрямованих на запобігання негативному впливу виробничих процесів на навколишнє середовище. Основні напрямки екологізації збігаються з ключовими завданнями екотехнологій:

Розробка ефективних методів очищення промислових, комунальних та тваринницьких стічних вод, а також промислових і транспортних викидів. Хоча ці заходи частково запобігають забрудненню довкілля, вони не здатні повністю його ліквідувати. Ефективність деяких очисних технологій досягає 99% - 99,9%, але їх висока вартість робить їх не завжди практичними для гармонізації взаємодії суспільства і природи. Основні види очищення включають механічні, хімічні, біологічні та електричні методи.

Зменшення або повна ліквідація шкідливих відходів, що забруднюють довкілля. Основним напрямком є перехід до замкнених технологій, які передбачають відсутність обміну речовин із зовнішнім середовищем. Це означає процес, в якому відсутні викиди твердих, рідких і газоподібних відходів. Важливе значення має розробка нових альтернативних технологій в енергетиці, використання нетрадиційних матеріалів і технологій на основі природних процесів.

Утилізація відходів, тобто повторне використання. Головний захід - регенерація первинних відходів, що передбачає їх повернення у виробничий процес для додаткової переробки. Існує три основні підходи:

1. Повернення відходів у той самий виробничий процес, з якого вони були отримані;
2. Використання відходів в інших виробничих процесах;
3. Використання відходів як сировини для інших виробництв.

Це дозволяє мінімізувати відходи, а в деяких випадках досягти їх повної ліквідації. Проте існують фінансові та кількісні обмеження, які слід враховувати. Найбільш перспективний напрямок - розробка нових екологічних (маловідходних) технологій та перехід до екологічно чистого виробництва.

Збалансування темпів експлуатації екосистем з інтенсивністю їх самовідтворення. Можливим майбутнім є "продаж забруднювачів", а також "продаж чистоти", що включатиме акумулювання забруднювачів і компенсацію за підтримку екологічного балансу.

Екологічна стандартизація та сертифікація технологій, техніки і продукції. Необхідно ввести екологічні стандарти, такі як "Зелений знак", що відзначатиме продукцію з високими екологічними показниками. Це дозволить фірмам досягати високого ринкового рейтингу та сприятиме екологізації виробництв.

Економія енергії та перехід на екологічно чисті джерела енергії, а також ресурсозбереження - це основні ознаки екологізації виробництва. Екологічні нововведення в промисловості реалізуються через очищення викидів і стоків, удосконалення технологій, а також розвиток екологічного виробництва. Виробництво очищувального обладнання та екологічно чистих технологій має стати пріоритетом у промисловості розвинутих країн [14].

Природозберігаючі технології можна класифікувати на п'ять основних типів:

Безвідходні (маловідходні) технології - спрямовані на мінімізацію обсягів твердих, рідких, газоподібних і теплових відходів та викидів. Хоча досягти абсолютної безвідходності неможливо через закони термодинаміки, такі технології прагнуть забезпечити теоретично можливий мінімум відходів.

Реутилізаційні (рециркуляційні) технології передбачають використання відходів одного виробництва як сировини для іншого, що реалізується через технології замкнутих циклів.

Ресурсозберігаючі технології - спрямовані на виготовлення і реалізацію продукції з максимальною економією ресурсів і енергії на всіх етапах виробничого процесу, з мінімальним впливом на здоров'я людей і природні екосистеми.

Біотехнології - включають методи і техніки для отримання корисних продуктів і явищ за допомогою біологічних агентів, таких як біофільтри та біореактори.

Екологічні (геотехнології) - базуються на процесах, характерних для природних систем, або є їх прямими продовженнями, наприклад, контурне землеробство чи безвідвальна обробка ґрунту [15].

1.3. Використання біопрепаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур

Нещодавно технології вирощування кукурудзи за допомогою різних біологічно активних препаратів здобули значну популярність. У сучасному землеробстві настав час застосувати науковий підхід до планування продуктивності посівів, враховуючи потенціал рослин. Цей підхід, зі своїми принципами та методами, незабаром стане частиною наукових знань і виробничої практики. Для цього необхідно ефективно використовувати всі доступні засоби управління процесом формування врожаїв. Існує ряд внутрішніх факторів, таких як генотип рослин, їх забезпеченість поживними речовинами, структура посівів та інші, на які господар може впливати, щоб максимізувати врожайність [16,17].

Виробництво зерна кукурудзи є ключовим і досить прибутковим аспектом сільськогосподарської діяльності в Україні. Для підвищення продуктивності кукурудзи використовуються селекційно-генетичні методи, точний підбір норм мінерального живлення та ефективні системи захисту посівів. В даний час застосування регуляторів росту рослин, включаючи новітні аграрні інновації, такі як мікоризоутворюючі біопрепарати, стає невід'ємною частиною інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур [18].

Вирощування кукурудзи за інтенсивними технологіями передбачає обов'язкове використання рістрегулюючих препаратів для підвищення врожайності та поліпшення якості продукції. Тому важливим аспектом удосконалення агротехніки для вирощування кукурудзи є застосування біопрепаратів.

Площа листової поверхні рослин є одним з найзначніших показників при вирощуванні кукурудзи. Формування високого врожаю кукурудзи залежить від фотосинтезу, під час якого з простих речовин утворюються складні органічні сполуки, багаті енергією. Інтенсивність накопичення органічних речовин залежить від розміру листової поверхні, що визначається біометричними параметрами рослин та режимом їх живлення. Також важливими є тривалість активної діяльності листя та потужність асиміляційного апарату, оскільки вони безпосередньо впливають на продуктивність фотосинтезу і, відповідно, на кількісні та якісні показники врожаю [19].

Одним з ключових стратегічних напрямків сучасного рослинництва є його біологізація. Це передбачає використання біологічних засобів для відновлення родючості ґрунтів, покращення якості рослинної продукції, підвищення економічної ефективності та зменшення негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Це включає зменшення забруднення ґрунтів, вод і продукції залишками хімічних речовин та нітратів [20].

Широке впровадження біологічних факторів в інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва має не лише екологічні, а й переважно економічні переваги. В умовах складних ґрунтово-кліматичних та погодних умов роль біологізації технологій вирощування культур стає ще важливішою [21]. Основна роль бактеріальних препаратів полягає у регуляції ґрунтової мікрофлори шляхом збільшення кількості корисних відселекційованих мікроорганізмів та оптимізації їх взаємодії з рослинами в ґрунті [19].

Мікробіологічні препарати включають живі мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності [21]. Використання бактеріальних препаратів стає важливим через зменшення застосування органічних (через скорочення поголів'я тварин) і мінеральних добрив, а також з метою мінімізації витрат на добрива. Біопрепарати є не лише значно дешевшими за добрива, але й містять корисні мікроорганізми, які збагачують ґрунт гумусом і малодоступними формами поживних речовин [22].

У біологізації сучасних агротехнологій особливе значення мають ґрунтові мікроорганізми. Збільшення кількості корисних мікроорганізмів у ґрунті підвищує його родючість. Активність цих мікроорганізмів безпосередньо впливає на ефективність родючості та продуктивність сільськогосподарських культур [22].

Ґрунтова біота, яка живиться вуглеводними сполуками з кореневої системи рослин, виділяє поживні мінеральні елементи, антибіотики, стимулятори росту та інші важливі сполуки для живлення і розвитку рослин. Збільшення кількості корисних мікроорганізмів у ґрунті стимулює розвиток ґрунтової мікрофлори і таким чином підвищує родючість ґрунтів [22].

У ґрунті, тісно взаємодіючи з рослинами, перебуває безліч мікроорганізмів, які рослини можуть використовувати по-різному протягом вегетаційного періоду. Чимало з цих мікроорганізмів мають властивості, що допомагають контролювати гриби, бактерії, круглі черви, комахи та бур'яни [22].

Останнім часом мікоризальні гриби набирають популярності у вирощуванні сільськогосподарських культур. Мікориза представляє собою симбіоз між рослинами та грибницею. У цьому процесі рослина надає грибниці цукри, які вона отримує через фотосинтез, а взамін гіфна мережа грибів покращує здатність рослин поглинати воду та поживні речовини [23].

Мікориза розширює площу кореневої системи, що сприяє ефективнішому поглинанню живильних речовин з ґрунту, зокрема фосфору та інших мікроелементів, через гіфи гриба, які транспортують ці речовини до рослинних клітин. Близько 90% сільськогосподарських культур взаємодіють з мікоризними грибами, переважно з арбускулярними видами (АМ), які утворюють везикули і арбускули. Мікориза представляє собою випадок мутуалістичного симбіозу, де гриб і рослина об'єднуються для взаємної вигоди. Термін «мікориза» походить від грецьких слів "mykós" (гриб) і "rhiza" (корінь) і був вперше описаний у 1885 році [24].

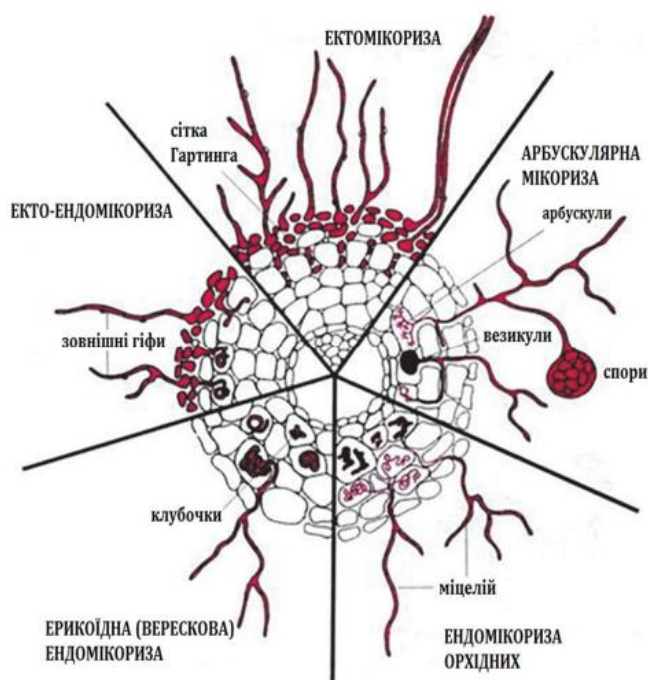


Рис 1.1. Види мікориз

Окрім фосфору, мікоризний симбіоз може сприяти надходженню до рослин азоту та мікроелементів, таких як кальцій, цинк, мідь і залізо. Наукові дослідження підтверджують, що арбускулярний мікоризний симбіоз не тільки покращує поглинання поживних елементів рослинами, але й може підвищувати їх стійкість до несприятливих природних умов, таких як забруднення ґрунтів важкими металами, посухи і засолення. Ще однією важливою функцією мікоризи є захист кореневої системи від патогенних грибів та бактерій, а також вплив на склад ризосферних організмів. Захисний ефект мікоризи забезпечується щільною сіткою гіфів,

Окрім фосфору, мікоризний симбіоз може сприяти надходженню до рослин азоту та мікроелементів, таких як кальцій, цинк, мідь і залізо. Наукові дослідження підтверджують, що арбускулярний мікоризний симбіоз не тільки покращує поглинання поживних елементів рослинами, але й може підвищувати їх стійкість до несприятливих природних умов,

яка перешкоджає проникненню хвороботворних агентів у корені. Гриби, що утворюють мікоризу, виділяють у прикореневу зону спеціальні речовини, які позбавляють патогенів необхідної енергії, використовуючи вуглеводи, що надходять з коренів. Крім того, гриби-мікоризоутворювачі позитивно впливають на водний баланс рослин завдяки своїй здатності поглинати воду з відносно сухого ґрунту [23].

Мікоризи спочатку класифікували на два основні типи: ектотрофну та ендотрофну. Проте, сьогодні вчені виділяють ще сім різних симбіозів. Для сільськогосподарського виробництва особливе значення мають ендотрофна (везикулярно-арбускулярна) мікориза та ектотрофна (чохликова) мікориза.

Ендотрофна мікориза характеризується проникненням гіф гриба всередину клітин кореневої кори, де формуються везикули (пухирці) та арбускули (деревоподібні розгалуження). Цей тип мікоризи є найбільш поширеним як у наших широтах, так і в тропіках, і становить 84,4% від загальної кількості мікоризних рослин. Основні види арбускулярної мікоризи включають *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Acaulospora*, *Entrophosphora* та *Sclerocystis* [23].

Ектотрофна мікориза розвивається на молодих, ще не здерев'янілих коренях, де утворюється захисний чохол з гіфів мікоризних грибів, що покриває їх поверхню. Гіфи проникають між клітинами кореневої кори, але не входять всередину клітин. Вони також розширюються з чохла в ґрунт, формуючи щільний міцелій, з якого можуть виникати плодові тіла. Цей тип мікоризи зустрічається значно рідше - в Україні лише 11,4% від усіх вивчених мікоризних рослин утворюють чохликову мікоризу [23]. До цієї категорії належать численні види їстівних грибів, такі як білий гриб, підберезовик, рижик та інші. Ектомікориза і ендомікориза мають подібну функціональність, оскільки обидва типи мікоризи забезпечують взаємовигідне співіснування між грибом і рослиною. Гриби, що утворюють ці мікоризи, не здатні використовувати целюлозу та лігнін як джерела енергії, натомість отримують вуглеводи від рослин. Вони також отримують

від рослин вітаміни, такі як тіамін, піридоксин і іноді біотин. Існує думка, що мікориза значно підвищує стійкість і ефективність системи вирощування сільськогосподарських культур, дозволяючи збільшити врожайність і зменшити витрати на виробництво [25]. На VII-й Міжнародній конференції по мікоризі в Нью-Делі (2013 рік) було представлено дані, що свідчать про значне зростання врожайності культур завдяки використанню мікоризи в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Зокрема, для сої врожайність збільшилася від 15 до 40%, для кукурудзи - від 20 до 70%, для зернових колосових культур – від 15 до 30%, а для овочів - від 30 до 200%.

Основною проблемою фосфорного живлення рослин є те, що, хоча загальні запаси фосфору в ґрунтах зазвичай великі, на багатьох орних землях продуктивність зернових культур обмежується дефіцитом рухомих форм фосфору. Коефіцієнт засвоєння фосфору з мінеральних добрив, навіть при достатньому їх внесенні, становить лише 10-20%, у порівнянні з азотом (до 50%) і калієм (до 70%). Рухомі форми фосфатів мають критичне значення для формування врожайності культур, особливо на початкових стадіях росту і розвитку рослин. Однак ці форми фосфатів у ґрунті присутні у незначних кількостях, оскільки фосфор знаходиться в слаборозчинних мінеральних і недоступних рослинам органічних формах, що обмежує подальше зростання продуктивності сільськогосподарських культур [26].

Згідно з Е. Расселом, вміст рухомого фосфору в ґрунті та його доступність для рослин залежать від двох основних факторів. По-перше, від розміру кореневої системи рослини, яка визначає обсяг ґрунту, з якого культура може витягувати фосфор. По-друге, від здатності кореневої системи рослин використовувати менш доступні форми фосфору завдяки виділенню органічних кислот і активності ґрунтової біоти.

Ф. В. Чириков у своїх дослідженнях встановив, що майже всі сільськогосподарські культури, за винятком таких, як гречка, люпин, горох та інші, у яких співвідношення $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ перевищує 1 до 3, здатні поглинати фосфор шляхом розчинення фосфатів своїми ексудатами або вивільняючи

фосфор через інтенсивне поглинання катіонів кальцію з ґрунтового розчину. Зернові колосові культури, кукурудза і соняшник поглинають тільки рухому форму фосфору, оскільки в цих культурах співвідношення $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ значно менше 1 до 3. Тому вони добре реагують на внесення легкорозчинних форм фосфорних добрив та позакореневе підживлення, активно вбираючи фосфор і менше кальцій. Для росту і розвитку сільськогосподарських культур критичними є не лише вміст рухомих фосфатів у ґрунті, а й їхня рухомість.

На сьогодні можливість поліпшення забезпечення рослин рухомими сполуками фосфору можна досягти шляхом впровадження у технологію вирощування таких заходів, як внесення фосфатмобілізуєчих бактеріальних препаратів та проведення позакореневого підживлення рослин у критичні фази їхнього розвитку [26].

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження - екологізація технології вирощування кукурудзи як провідної сільськогосподарської культури.

Предмет дослідження - гібрид кукурудзи Р9241, біопрепарати, біолого-екологічні характеристики ґрунту, врожайність, екологічна ефективність технологій вирощування.

Метеорологічні умови цього року по регіону с. Почаївка Полтавської області можна вважати екстремальними як по температурі так і по опадам в порівнянні з попередніми роками (рис. 2.1., 2.2).

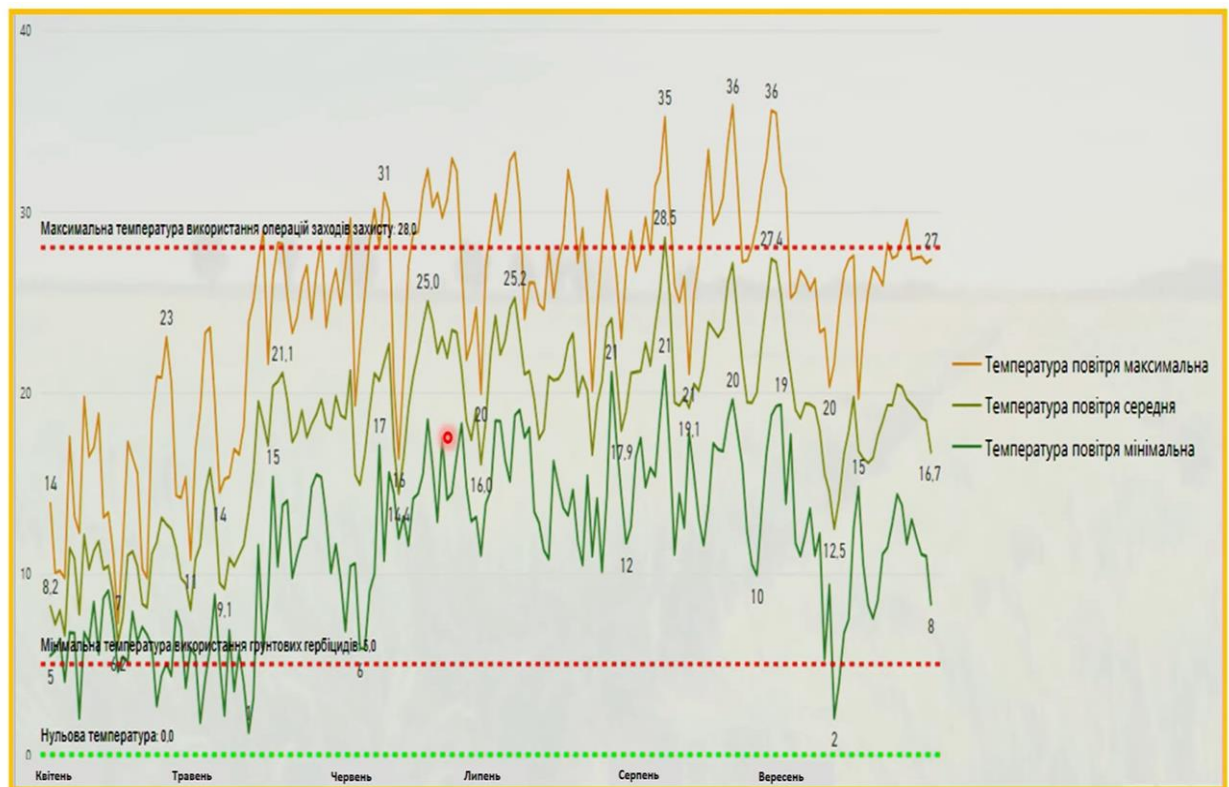


Рис. 2.1. Температура повітря за період проведення досліджень

Ґрунт поля №32.16.18.04.04.40 СТОВ «Придніпровський край» с. Почаївка Полтавської області Лубенського району - чорнозем глибокий малогумусний (слабоструктурний) вилугований пілувато-суглинистий на лесових породах, орний шар якого характеризується наступними основними показниками:

1. рН в діапазоні: слабокислий - близький до нейтрального;
2. вміст рухомих форм фосфору від підвищеного 126 до дуже високого - 200 мг/кг ґрунту;
3. обмінного калію від середнього до підвищеного - 61-100 мг/ кг ґрунту;
4. сполук азоту середній - 41-60 мг/ кг ґрунту. Рівень забезпеченості ґрунту елементами живлення зображено на малюнках (2.3-2.6).

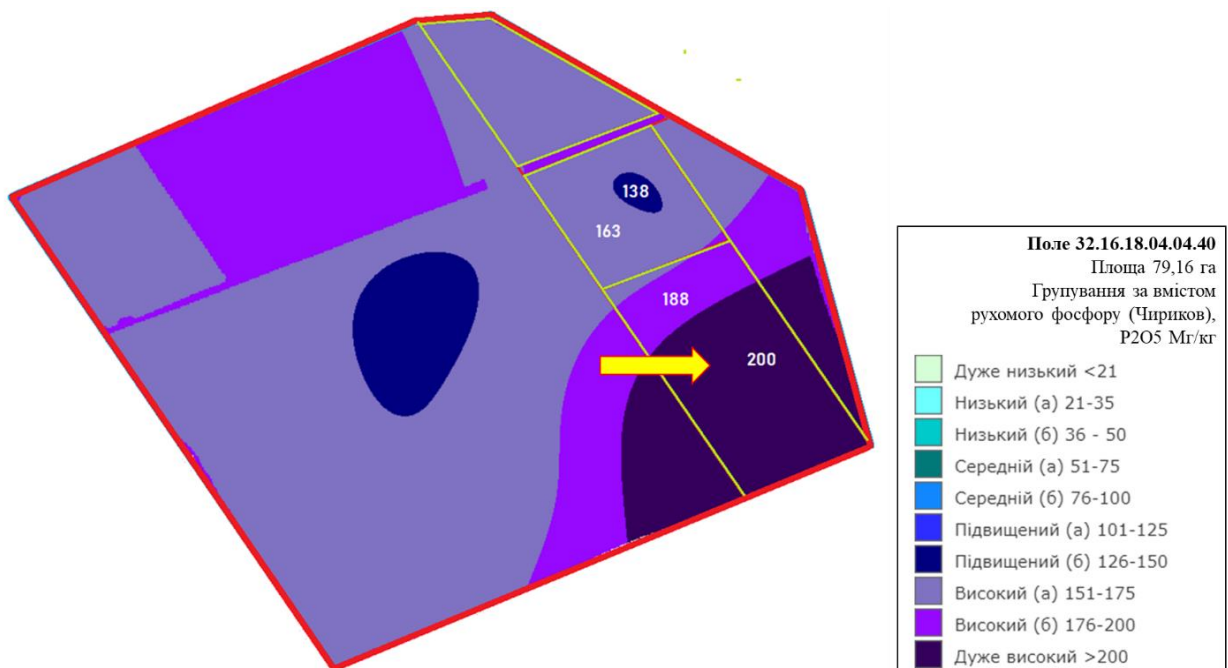


Рис. 2.3. Вміст рухомого фосфору, поле № 32.16.18.04.04.40

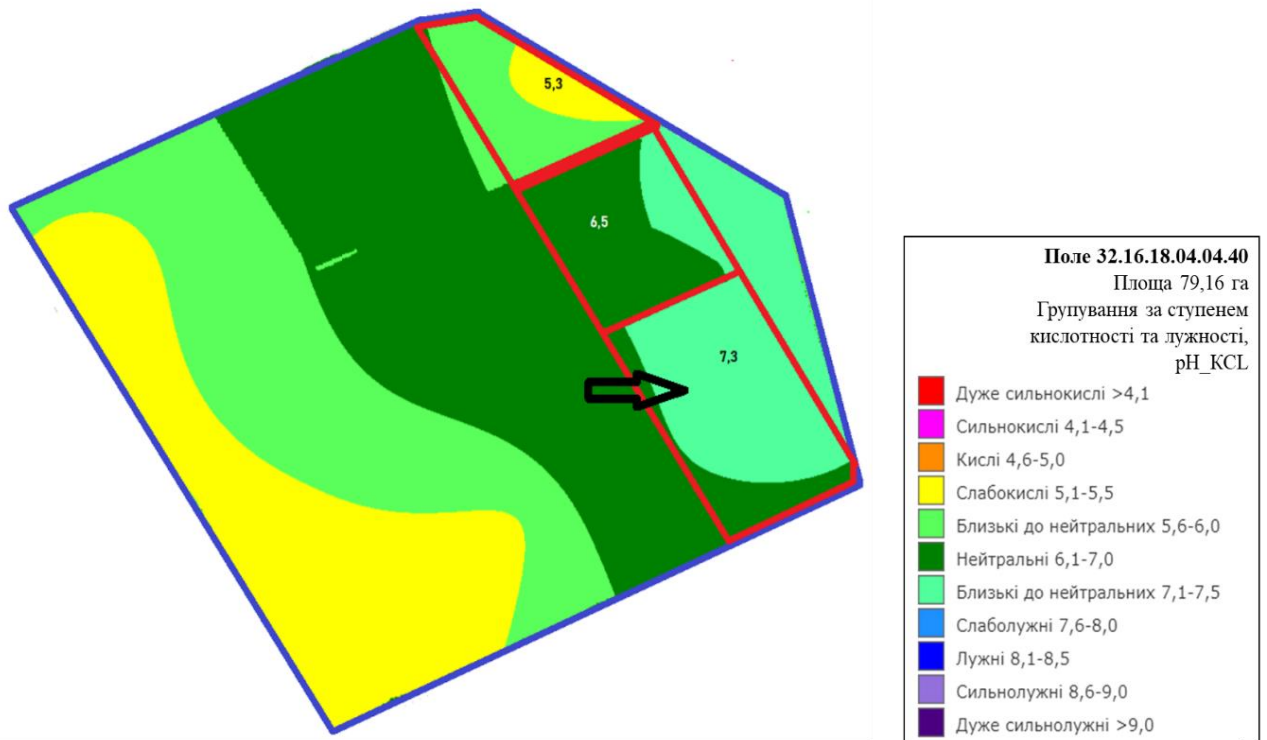


Рис. 2.4. Групування за ступенем кислотності та лужності, поле № 32.16.18.04.04.40



Рис. 2.5. Вміст сполук азоту, що легко гідролізуються поле № 32.16.18.04.04.40

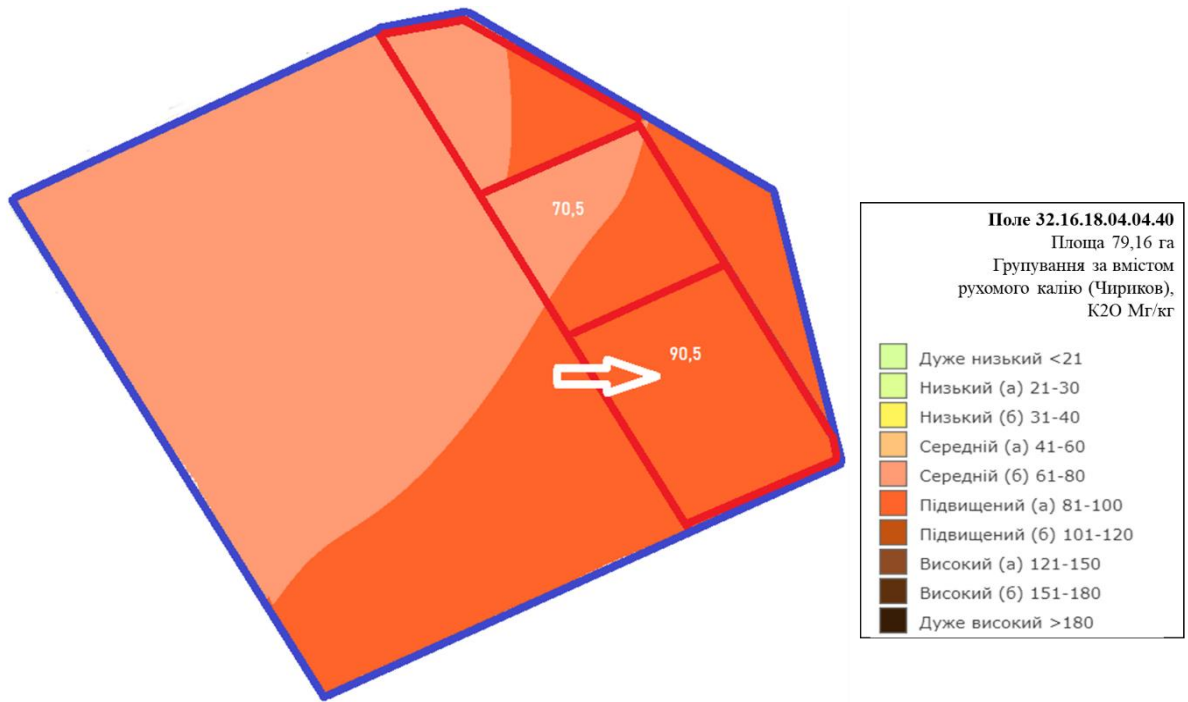


Рис. 2.6. Групування полів за вмістом рухомого калію на полі № 32.16.18.04.04.40

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились за схемою однофакторного досліду. Польові досліди закладались і виконувались згідно методики польових дослідів [27]. Супутні аналізи зразків рослинного матеріалу проводили за загальноприйнятими методами.

Агротехніка кукурудзи - загальноприйнята для зони Лісостепу. Обробіток ґрунту передбачав проведення восени глибокого рихлення глибокорозпушувачем ГРС-3. Весною проводили закриття вологи (McFarLane-21) та передпосівну культивуацію (АГКС КРОНОС-6). Кукурудзу висівали 3 травня, залежно від умов року. Розмір облікової ділянки 5 га.

Закладання досліду проводили в 4-х кратній повторності. Розміщення ділянок систематичне. Мінеральні добрива застосовували у вигляді Діамофоски (10:26:26) - вносили одночасно із глибоким рихленням восени та КАС (32 %) - вносили під передпосівну культивуацію. Для захисту посівів від бур'янів використовували: ґрунтовий гербіцид Преміум Голд 4,5 л/га, у фазу ВВСН 14 вносили гербіцид Прима Форте 0,4 л/га та у фазу ВВСН 17 підчистили посів сумішшю препаратів Оріон 0,012 кг/га + Ніка Плюс 0,055 кг/га + ПАР Тренд 0,2 л/га за допомогою обприскувача Bargam Mec Poli 800. Попередником кукурудзи була також кукурудза на зерно.

Збирання врожаю проводили поділяночно прямим комбайнуванням та попереднім відбиранням пробних рослин для розрахунку біологічної врожайності кукурудзи та структури врожаю.

Загалом технологічна карта вирощування кукурудзи включала проведення технологічних операцій, які зазвичай використовуються при вирощуванні кукурудзи, так і заходів, передбачених схемою досліду, який проводився (рис. 3.1).

Обробіток ґрунту:

- 1 23.11.2022; Глибоке рихлення на глибину 26-30 см; CASE IH Magnum 340 + Horsch Tiger 4 MT FLEXY COIL
- 2 21.11.2022; Дискування на глибину 6-8 см; Case 310 + Cronos 6
- 3 30.04.2023; Передпосівна культивуація, Case 310 + Cronos 6

Живлення:

- 1 23.11.2022; Локальне внесення добрив на глибину 12-15 см; CASE IH Magnum 340 + Horsch Tiger 4 MT FLEXY COIL, **АРВІ НПК 7:20:28 80 кг/га;**
- 2 23.04.2023; CASE 3310, **КАС 32 300 кг/га + Тіосульфат Амонію 27 кг/га**
- 3 03.05.2023; **ВВСН 00**, John Deer 6130d + Kuhn Planter, **РҚД по варіантам**
- 4 27.05.2023; **ВВСН 13-14**, МТЗ 1025 + **Bargam Mec Poli 800**, **Органік Баланс та Хелп Рост Цинк по варіантам**

Посів:

- 1 03.05.2023; John Deer 6130d + Kuhn Planter, **Гібрид Р9241 80 тис. шт/га**

Система захисту:

- 1 05.05.2023; **ВВСН 00**, CASE 3310, **Преміум Голд 4,5 л/га**
- 2 23.05.2023; **ВВСН 13**, МТЗ 1025 + **Bargam Mec Poli 800**, **Крейцер 0,1 кг/га**
- 3 09.06.2022; **ВВСН 17**, CASE 3310, **Елюміс 1,75 л/га**

Рис. 3.1. Технологічна карта вирощування кукурудзи в СТОВ «Придніпровський край»

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

Вивчення особливостей росту та розвитку рослин проводилися згідно «Методики Держсортвипробовування сільськогосподарських культур» (2002) і «Методики проведення досліджень в кормовиробництві» (1998), «Настанови гідрометеорологічним станціям та постам».

Для визначення показника дихання ґрунту використовували метод інфрачервоного газового аналізу (IRGA), який використовується для

вимірювання концентрації різних газів у зразках, включаючи повітря, воду, а також ґрунт. Основний принцип методу полягає в тому, що різні гази поглинають і випромінюють інфрачервоне (IR) випромінювання при певних довжинах хвиль. Метод IRGA є широко використовуваним у наукових дослідженнях та практиці, оскільки він дозволяє точно виміряти обмін газів у ґрунті і оцінювати активність мікробної діяльності, що є важливим для розуміння кругообігу вуглецю та інших процесів у ґрунті.

Основні етапи методу IRGA для вимірювання вуглекислого газу (CO₂) в ґрунті включають:

1. Збір зразків ґрунту - зразки ґрунту збираються за допомогою спеціальних інструментів, зазвичай це пробірки або камери, які дозволяють взяти зразок без зміни його фізичних умов.

2. Підготовка зразків - зібрані зразки зазвичай переносять у лабораторію, де їх готують до аналізу. Наприклад, можуть розібрати на більш дрібні фракції для забезпечення однорідності та точності вимірювань.

3. Аналіз у замкнутій камері - після підготовки зразка ґрунту його поміщають у спеціальну замкнуту камеру, яка з'єднана з інфрачервоним аналізатором газів. Камера може бути з'єднана з контрольованим середовищем, що дозволяє регулювати температуру, вологість та інші умови, які впливають на обмін газів в ґрунті.

4. Вимірювання і аналіз - інфрачервоний аналізатор газів (IRGA) вимірює концентрацію CO₂ в зразку ґрунту, використовуючи властивості поглинання інфрачервоного випромінювання CO₂. Результати можуть бути записані автоматично і аналізовані програмним забезпеченням для обробки даних.

Визначення **потенційної денітрифікації** є важливим методом для оцінки потенціалу ґрунтових мікроорганізмів у відновленні азоту з нітратів до азоту в атмосфері.

Основні етапи методики включають наступне:

1. **Збір ґрунтових зразків** - зразки ґрунту збираються з необхідної глибини та місця, що вивчається. Зазвичай це зразки з верхнього шару ґрунту (до 15-20 см глибини), де активність мікроорганізмів найбільша.

2. **Підготовка ґрунтових зразків** - зразки ґрунту ретельно перемішуються, щоб забезпечити рівномірність розподілу мікроорганізмів та поживних речовин.

3. **Інкубація зразків** - зразки ґрунту поміщають у спеціальні контейнери або флакони, які можуть бути герметично закриті, і додають нітрати (наприклад, амонійний або калієвий нітрат) до зразків. Це стимулює процес денітрифікації, оскільки мікроорганізми в ґрунті починають перетворювати нітрати в азотний газ (N_2).

4. **Вимірювання викидів азоту** - протягом інкубаційного періоду зразки періодично вимірюють на вміст азоту, зокрема NO_3^- (нітратів) та N_2O (оксиду азоту), які є проміжними продуктами денітрифікації. Вимірювання може проводитися за допомогою газових хроматографів або інших аналітичних методів, здатних визначати вміст газів в пробах.

5. **Розрахунок потенційної денітрифікації** - потенційна денітрифікація розраховується як кількість азоту (у вигляді N_2O або N_2), що виділяється з ґрунту за певний час (зазвичай за годину або декілька годин) на одиницю ґрунту (наприклад, мікрограм азоту на грам сухої маси ґрунту за годину).

Цей підхід дозволяє оцінити потенційну активність мікроорганізмів у здатності зменшувати нітрати до азоту в атмосфері, що є важливим для управління азотним режимом в ґрунтах у сільському господарстві та екологічних дослідженнях.

Визначення приросту доступних форм азоту, фосфору та калію в ґрунті є важливим для оцінки доступності цих поживних речовин для рослин. Основні методики включають:

1. Визначення доступного азоту (NH₄⁺, NO₃⁻):

Методика визначення амонію (NH₄⁺):

1. Екстракція - зразки ґрунту змішуються з водним розчинником, який містить амонійний хлорид. Після екстракції відбувається фільтрація для видалення твердих частинок.
2. **Аналіз** - концентрація амонію визначається за допомогою спектрофотометра або іонної хроматографії.

Методика визначення нітратів (NO₃⁻):

1. **Екстракція** - зразки ґрунту екстрагуються водним розчинником, який містить сульфат натрію або кальцію для вилучення нітратів.
2. **Аналіз** - концентрація нітратів визначається також спектрофотометрією або іонною хроматографією.

2. Визначення доступного фосфору (P):

Методика визначення фосфору:

1. Екстракція - використовуються різні хімічні розчинники для екстрагування доступного фосфору з ґрунту, такі як розчини буферного хлориду або розчини ацетату.
2. **Аналіз** - концентрація фосфору в екстракті вимірюється зазвичай за допомогою колориметричного методу або флюориметричного аналізу.

3. Визначення доступного калію (K):

Методика визначення калію:

1. **Екстракція** - використовуються розчини ацетату або нітрату амонію для екстрагування доступного калію з ґрунту.
2. **Аналіз** - концентрація калію в екстракті визначається зазвичай за допомогою фотометричного аналізу.

Особливості визначення:

• **Методи стандартизовані:** Багато з цих методик мають стандартизовані протоколи, що дозволяє забезпечити точність і порівнюваність результатів.

• **Характеристика ґрунту:** Важливо враховувати особливості ґрунту (такі як рН, текстура та структура), які можуть впливати на доступність поживних речовин і вибір методики.

Ці методи дозволяють оцінити активність поживних речовин у ґрунті і є важливими для ведення агрономічного планування та управління рослинним живленням.

Визначення загальної кількості грибів у ґрунті є складним завданням через їхню різноманітність і розподіл у різних шарах та типах ґрунту. Однак існують деякі загальні методики для цього, які можуть використовуватися у наукових дослідженнях:

1. Методика загальної кількості грибів за допомогою культурного аналізу включає такі етапи:

1. **Збір проб** - зразки ґрунту збираються з різних місць досліджуваної території. Зазвичай це зразки з верхніх шарів ґрунту (0-10 см), де активність грибів найбільша.

2. **Ізоляція грибів** - зразки ґрунту використовують для висіву на спеціальні середовища для культивування грибів. Це може бути поживний агар, який стимулює ріст і розвиток грибів.

3. **Інкубація** - проби інкубують при оптимальних температурах і умовах для росту грибів протягом декількох днів або тижнів.

4. **Ідентифікація та підрахунок** - після інкубації гриби ідентифікуються та підраховуються за допомогою мікроскопічного аналізу. Кількість грибів визначається шляхом підрахунку колоній або клітин на квадратному сантиметрі поверхні агару.

Дана методика дозволяє отримати інформацію про загальну кількість грибів у ґрунті, що є важливим для розуміння біорізноманіття і екосистемних процесів.

Визначення коефіцієнтів іммобілізації, оліготрофності, педотрофності та трансформації органічної речовини в ґрунті є важливими для оцінки його

біологічної активності та взаємодії з органічними речовинами. Основні методики для цих оцінок можуть включати:

1. Визначення коефіцієнта іммобілізації

Коефіцієнт іммобілізації визначається як співвідношення кількості доданого азоту або інших поживних речовин, які поглинаються мікроорганізмами і стають недоступними для рослин. Основні методи включають:

1. **Інкубація з маркерованими речовинами** - зразки ґрунту обробляються індикаторними речовинами, наприклад, 15N-маркованими солями амонію або нітрату. Після інкубації визначають, яка частина маркованого азоту залишилася в біомасі мікроорганізмів.

2. **Біохімічні методи** - вимірювання активності ферментів, які залучені до іммобілізації азоту, таких як глутаміназа, амідаса та інші, які можуть служити показниками іммобілізації азоту в ґрунті.

2. Визначення оліготрофності

Оліготрофність оцінюється за рівнем поживних речовин (зокрема азоту і фосфору) у ґрунті, що є доступними для рослин. Методи включають:

1. **Хімічний аналіз ґрунту** - визначення загального та доступного азоту та фосфору у ґрунті за допомогою екстракційних методів і аналітичної хроматографії.

2. **Визначення показників здатності до росту рослин** - тестування росту рослин на різних ґрунтових субстратах або додаток стандартних добрив для визначення реакції рослин на доступність поживних речовин.

3. Визначення педотрофності

Педотрофність оцінюється за здатністю ґрунту підтримувати фізіологічні процеси рослин. Методи включають:

1. **Агрохімічний аналіз** - визначення рН, змісту органічного вуглецю та мінеральних поживних речовин у ґрунті.

2. **Фізичні властивості ґрунту** - оцінка структури, текстури і гідрологічних властивостей ґрунту.

4. Визначення трансформації органічної речовини

Трансформація органічної речовини в ґрунті оцінюється за її розкладом та утворенням вторинних продуктів. Методи включають:

1. **Кінетичні виміри** - вимірювання швидкості викидання CO₂ з ґрунту, що є показником активності мікроорганізмів, що розкладають органічні речовини.

2. **Хімічний аналіз** - визначення змін концентрації органічних речовин і їх продуктів розкладу за допомогою хроматографічних та спектральних методів.

Ці методики використовуються для глибшого розуміння біохімічних процесів у ґрунті та їхнього впливу на продуктивність ґрунтової системи та екосистемні функції.

Біологічну врожайність кукурудзи (рис. 3.2) визначали підрахунком кількості рослин на 14,3 м, брали 5 рослин по 5 повторень на ділянці, всього 25 рослин, потім підраховували кількість зерен в качані. За показниками густоти рослин на 14,3 м, середній масі 1000 насінин в перерахунку на стандартну вологість обраховували біологічну врожайність.



Рис. 3.2. Визначення вологості зерна кукурудзи на етапах оцінки її врожайності

Облік урожаю проводили методом суцільного збирання та зважування бункерної маси за допомогою перевантажувача зерна ПБН-20 з кожної ділянки з послідуочим перерахунком на стандартну вологість та засміченість згідно ДСТУ 2240-93 у двократній повторності.

Математично - статистичне обрахування даних проводили за допомогою програмно-інформаційного комплексу „Agrostat”. За допомогою ПК „Agrostat” можна виконувати дисперсійний аналіз однофакторних, двофакторних, трифакторних, чотирифакторних, п’ятифакторних дослідів закладених методами розщеплених ділянок та рендомізованих розщеплених блоків.

РОЗДІЛ 4
ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА СТАН ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ В
УМОВАХ СТОВ «ПРИДНІПРОВСЬКИЙ КРАЙ»
(РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)

У процесі проведення досліджень оцінювався загальний стан посівів кукурудзи (рис. 4.1) та протікання у них мікробіологічних процесів.



Рис. 4.1. Досліджувані посіви кукурудзи та рослини дослідних ділянок (фото Є.В. Гавілея)

Задля вивчення мікробіологічних показників із зони кореневої системи були відібрані відповідні зразки ґрунту. На рис. 4.2 у динаміці по різних фазах розвитку культури відображено показник активності дихання ґрунту. Його оцінювали за кількістю CO_2 , що виділяється усіма живими організмами (дошовими черв'яками, бактеріями, грибами тощо), які представлені та функціонують у педосфері. Показник дихання може використовуватися як біоіндикатор якісного стану ґрунту, і, насамперед, збалансованості та ефективності протікання у ньому біолого-екологічних взаємодій та перетворень.

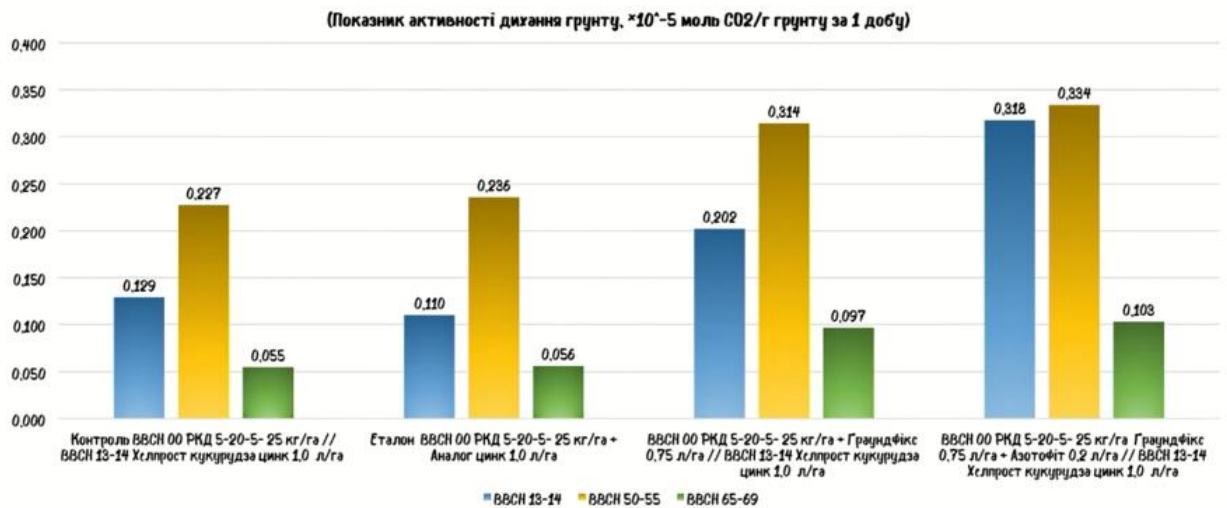


Рис. 4.2. Показники активності дихання ґрунту в посівах кукурудзи

За цією ознакою найменшими показниками характеризувалися контрольний та еталонний варіант: даний показник склав: ВВСН 13-14 0,129 та 0,110 мг/г ґрунту; ВВСН 50-55 0,227 та 0,236 мг/г ґрунту; ВВСН 65-69 0,055 та 0,056 мг/г ґрунту за одну добу. Найвищий показник активності дихання ґрунту від початку вегетації культури до кінця цвітіння спостерігали на варіанті із використанням препаратів Граундфікс 0,75 л/га та Азотофіт 0,2 л/га, фаза 1-3 листка культури ($\text{CO}_2 = 0,318$ мг/г), фаза зірочки ($\text{CO}_2 = 0,334$ мг/г) та на другу половину цвітіння культури ($\text{CO}_2 = 0,103$). В порівнянні до контролю загальний приріст виділення CO_2 склав 33-45 %. Це свідчить про те, що саме у даному варіанті маємо найбільшу інтенсивність

процесу дихання, а й отже ґрунт (педосферу) із вищими якісними (біологічно-екологічними) характеристиками.

На рис. 4.3 представлені результати оцінки потенційної денітрифікації ґрунту: процесу відновлення нітратів і нітритів до закису, окису та вільного азоту завдяки ферментам нітрат та нітрит-редуктаза, які є в бактеріальних клітинах. При цьому, у порівнянні до контролю (без внесення біопрепаратів), на варіанті із внесенням при сівбі в рядок препарату Граундфікс 0,75 л/га + Азотофіт 0,2 л/га зареєстровано зменшення втрат потенційного закису азоту від 4 до 14 %.

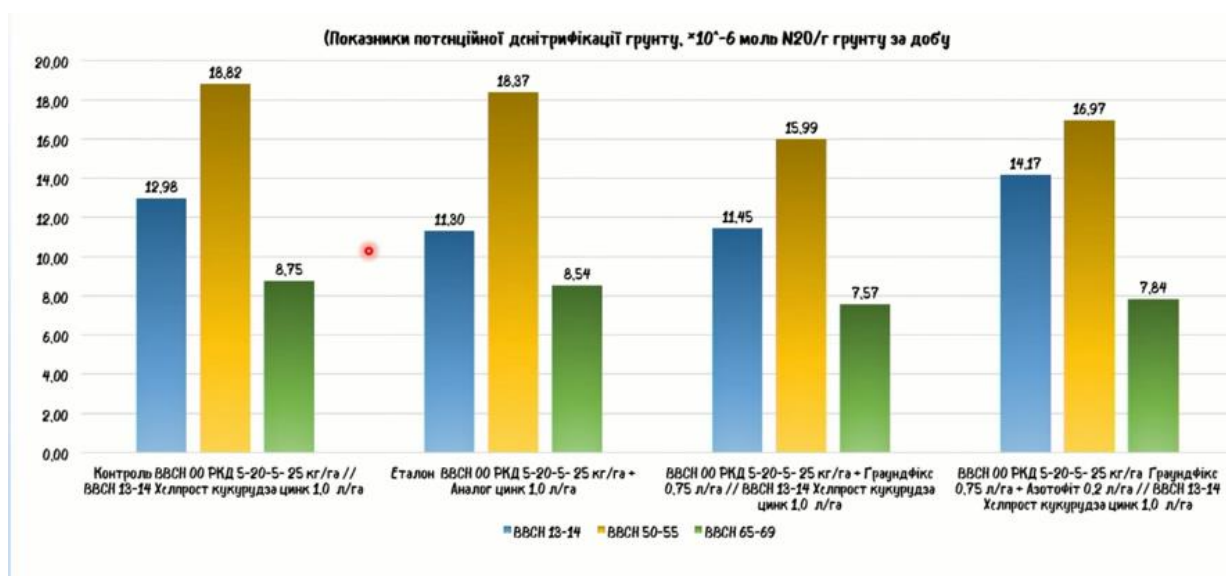
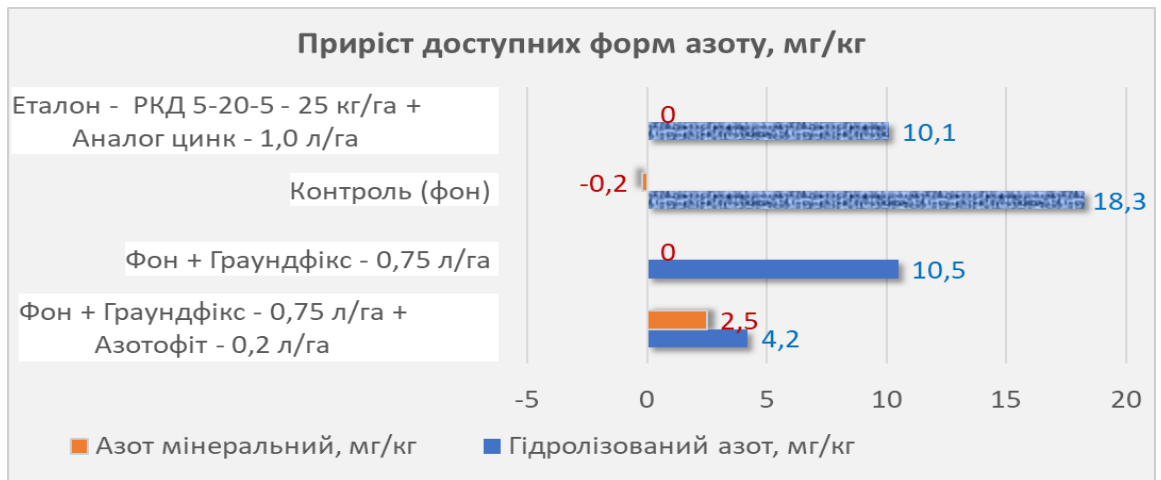


Рис. 4.3. Показники потенційної денітрифікації ґрунту в посівах кукурудзи

Оскільки в ґрунт вносяться азот, фосфор та калій-мобілізатори, то, відповідно, це має наслідком зміну його характеристик в аспекті обміну цих мінеральних елементів. Тому важливо оцінювати як стан самого ґрунту, так і процеси, що в ньому відбуваються. На рис. 4.4 (А, Б) наведені дані про динаміку вмісту провідних мінеральних елементів в ґрунті за варіантами дослідів.

А

Контроль – ФОН – РКД 5-20-5 - 25 кг/га + Хелппрост цинк -1,0 л/га
(ВВСН 13-14)



Б

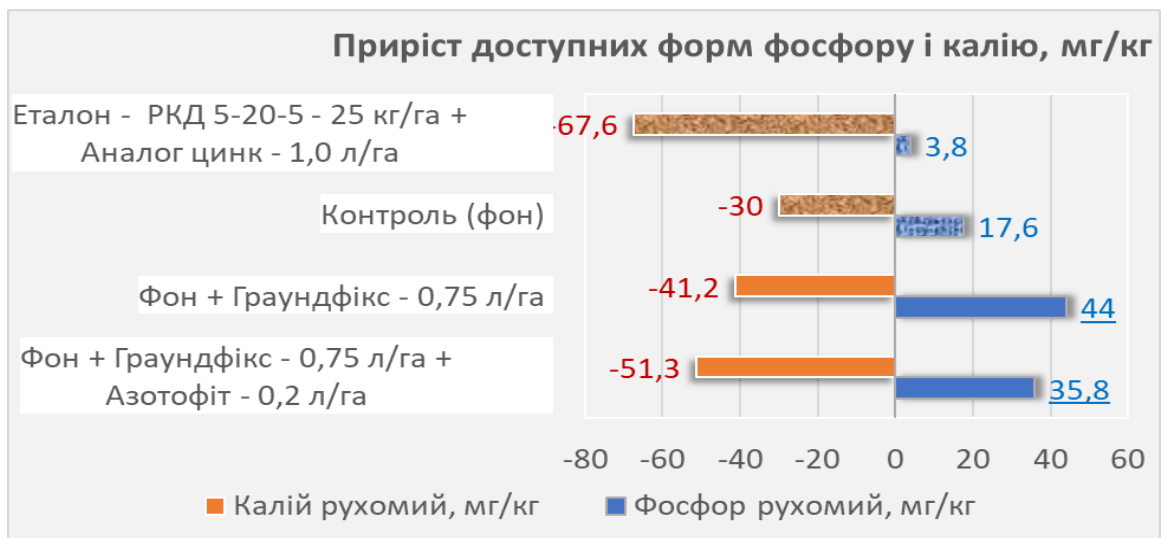


Рис. 4.4 (А, Б). Приріст доступних форм азоту, фосфору і калію у ґрунті у посівах кукурудзи

Результати проведених досліджень свідчать про втрату певної кількості калію. Однак оскільки в технології вирощування кукурудзи передбачено повернення побічної продукції, то більша частина даного елемента все ж таки повернеться до ґрунту з пожнивними рештками.

По рухомому фосфору в усіх варіантах дослідження зареєстровано підвищення його вмісту. У варіанті із внесенням при сівбі в рядок препарату Граундфікс та Граундфікс із Азотофітом даний показник досяг найвищих значень і склав 44 та 36 мг/кг ґрунту відповідно.

Мінеральний азот був практично весь використаний на формування врожаю по усіх досліджуваних варіантах. На варіанті із застосуванням Азотофіту спостерігаємо незначне підвищення в межах похибки, яке складає 2,5 мг/кг.

Підвищення вмісту гідролізованого азоту було зареєстровано в усіх варіантах. Даний азот є не відразу доступний для рослини, але поступово він переходить в доступну форму.

На рис. 4.5 представлено результати вивчення поширення в ґрунті грибів. Встановлено, що у варіант контроль та із використанням Еталону загальна кількість грибів лишалася майже незмінною: влітку на кінець вегетації культури і складала в межах 105-116 тис. КУО/г ґрунту.

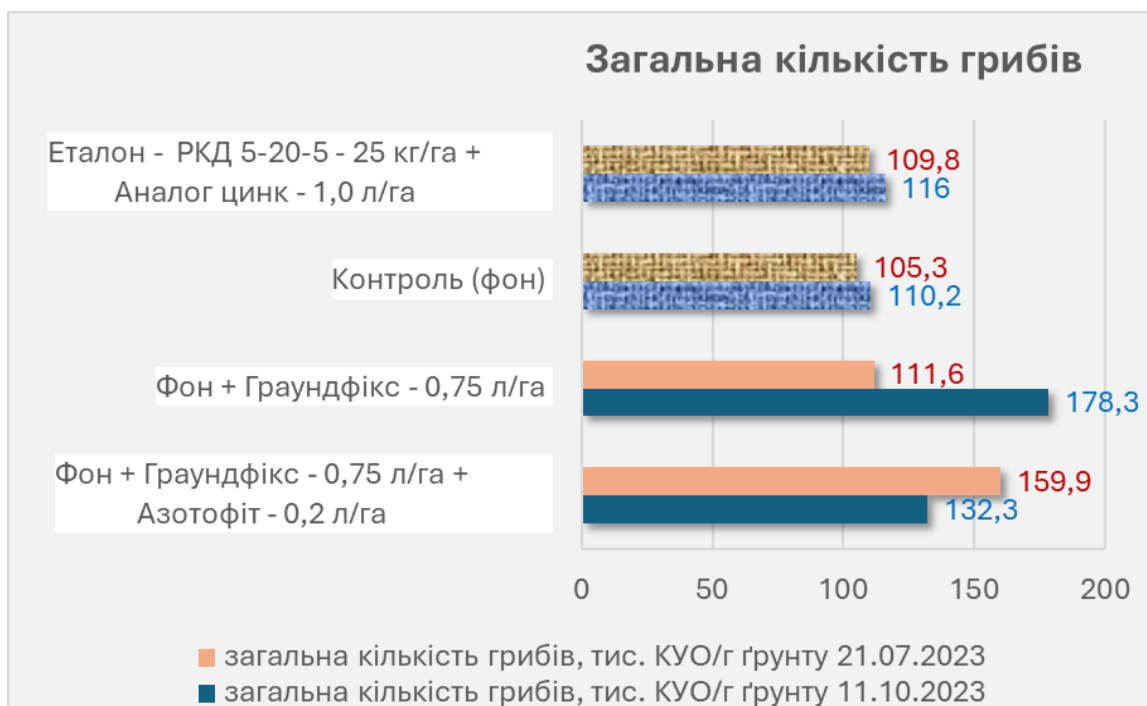


Рис. 4.5. Динаміка загальної кількості грибів у ґрунт у посівах кукурудзи

(Контроль – ФОН – РКД 5-20-5 - 25 кг/га + Хелпрост цинк -1,0 л/га (ВВСН 13-14))

На ділянці із внесенням Граундфікс 0,75 л/га показник кількості грибів був не лише найвищим, але й значно перевищував чисельність в осінній період: чисельність збільшилася із 111,6 до 178,3 тис. КУО/г. На варіанті Граундфікс + Азотофіт загальна кількість грибів в літній період була на

високому рівні і склала 160 тис. КУО/г. На кінець вегетації по даному варіанту спостерігаємо зниження чисельності на 27,6 тис. КУО/г. Усі зареєстровані зміни є статистично достовірними (при $p=0,01$ та нижче).

У процесі досліджень було й оцінено вміст патогенів у ґрунті (рис. 4.6). Встановлено, що у варіантах із внесенням Граундфікс та Граундфікс + Азотофіт кількість патогенних грибів була найменшою 11 та 10 %, а на осінній період показники знизилися до 2 та 4 % відповідно. Якщо згадаємо агрохімічний аналіз ґрунту на вміст рухомих фосфатів, то на цих двох варіантах показник був найвищим. Це свідчить про те, що продукти життєдіяльності організмів м'яко впливають на ґрунт і переводять фосфор в доступну форму та утримують його, запобігаючи деградації.

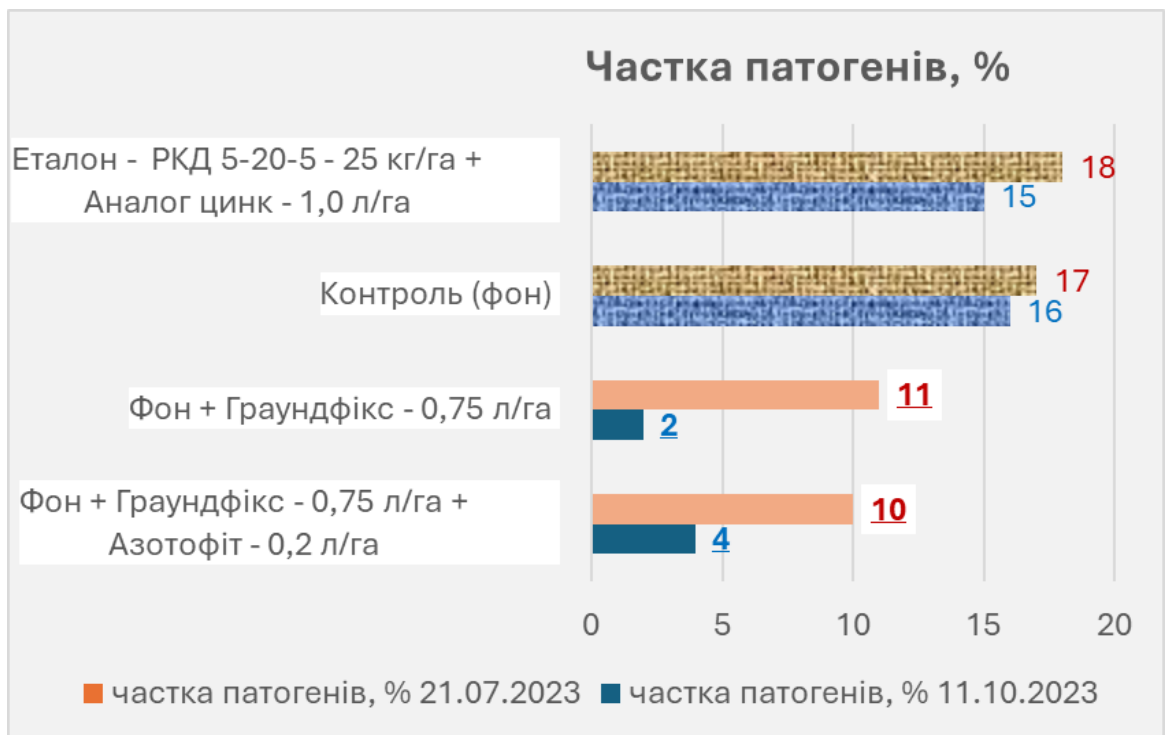


Рис. 4.6. Динаміка представленості патогенів у ґрунті в посівах кукурудзи

(Контроль – ФОН – РКД 5-20-5 - 25 кг/га + Хелпрост цинк -1,0 л/га (ВВСН 13-14)

У процесі досліджень було детально вивчений склад мікробіоти ґрунту в посівах кукурудзи. При цьому за результатами роботи у мікробіологічній лабораторії було виявлено різні фізіологічні групи мікроорганізмів, зокрема:

Фотосинтезуючі бактерії (здатні фіксувати атмосферний азот і сприяти його доступності для рослин); Денітрифікуючі бактерії: (здатні зменшувати нітрати до азоту в атмосфері, що має значення для регулювання азотного режиму ґрунту); Метанотрофні бактерії (за умов низького рівня кисню ці бактерії можуть сприяти процесам метаногенезу або метаноксиду); Мікоризні гриби (утворюють симбіотичні відносини з коренями рослин, поліпшуючи їх поглинання води та поживних речовин); Ризосферні гриби (знаходяться в зоні навколо коренів рослин і можуть впливати на їхній здоров'я та життєздатність); Віруси ґрунту (можуть впливати на біорізноманіття та активність мікробіоти); Протисти (ці організми можуть бути активними у розкладі органічних залишків та утворенні ґрунтової структури).

Кожна з цих груп мікроорганізмів виконує важливі функції у підтриманні ґрунтової продуктивності та здоров'я рослин, що є критичним для вирощування кукурудзи та інших сільськогосподарських культур.

Встановлено, що представленість живих організмів, що репрезентують ці групи є дуже динамічною і значною мірою визначається впливом того чи іншого абіотичного чинника у кожний конкретний час. Разом з тим, співвідношення у представленості мікроорганізмів різних груп – це більш стабільна та інформативна характеристика. За результатами такого аналізу було визначено величини чотирьох коефіцієнтів (табл. 4.1):

1) коефіцієнт мінералізації-імобілізації: визначається за співвідношенням мікроорганізмів, які живляться мінеральним азотом, до тих, які споживають органічний азот. Він показує інтенсивність саме процесів мінералізації, а також засвоєння азотних сполук у ґрунті. Даний показник на кінець вегетації на усіх дослідних варіантах коливався в діапазоні від 0,58 до 0,88, що в загальному менше 1. Це свідчить про те, що в усіх досліджуваних варіантах визначено перевагу саме синтезу органічної речовини над її деструкцією.

2) коефіцієнт оліготрофності: показує забезпечення ґрунту легкозасвоюваними поживними речовинами. У нашому досліді найбільший показник вмісту поживних речовин в ґрунті спостерігався на варіанті із внесенням препарату Граундфікс 0,75 л/га ($K_{ол} = 1,42$).

3) коефіцієнт педотрофності: свідчить про активність мікроорганізмів в перетворенні гумусових речовин, коли за одних умов це гумусоутворення, а за інших умов це мінералізація гумусу. На кінець вегетації ґрунт в контрольному варіанті мав менший показник педотрофності ($K_{пед} = 1,12$), що свідчить про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту, в тому числі й гумусових сполук.

4) коефіцієнт трансформації органічної речовини (безпосереднє гумусоутворення). Порівнюючи показник від фази цвітіння культури до кінця вегетації маємо або незначне зростання органічної речовини, або ж ці показники близькі до попередніх. Найбільший коефіцієнт спостерігається під кінець вегетації на еталонному варіанті ($K_{тор} = 27,4$). На варіанті із внесенням Граундфікс в нормі 0,75 л/га відмічено зниження коефіцієнту із ($K_{тор} = 18,3$ до $K_{тор} = 11,1$).

Отже, на кінець вегетації у посівах на тлі застосування біопрепаратів має місце поліпшення стану ґрунту за мікробіологічними показниками та зареєстровано тренд на відновлення ґрунту.

Таблиця 4.1

Значення узагальнюючих коефіцієнтів, які характеризують мікробіоту та мікробіологічні процеси в ґрунті у посівах кукурудзи

Варіанти дослідів	Узагальнюючі коефіцієнти							
	іммобілізації, (Км-і)		оліготрофності (К _о)		педотрофності (К _п)		трансформації орг речовини (К _{тор})	
	21.07.2023	11.10.2023	21.07.2023	11.10.2023	21.07.2023	11.10.2023	21.07.2023	11.10.2023
Еталон - РКД 5-20-5 - 25 кг/га + Аналог цинк - 1,0 л/га	1,75	0,66	4,08	1,2	2,3	1,76	16	27,4
Контроль (фон)	1,69	0,58	2,65	1,2	1,93	1,12	15,3	22,1
Фон + Граундфікс - 0,75 л/га	1,51	0,88	2,68	1,42	2,02	1,83	18,3	11,1
Фон + Граундфікс - 0,75 л/га + Азотофіт - 0,2 л/га	1,96	0,63	3,67	1,2	2,45	1,59	11,8	14,6

Дуже важливим показником доцільності внесення біопрепаратів є також показник урожайності досліджуваної культури (рис. 4.7, 4.8).



Рис.4.7. Визначення урожайності кукурудзи

За використання фосфор та калій мобілізатора Граундфікс 0,75 л/га і азотфіксатора Азотофіт 0,2 л/га, у порівнянні до контролю, було отримано прибавку врожаю в розмірі 0,32 т/га. Цей показник був найвищим в досліджуваній схемі. На другому місці за величиною приросту врожаю знаходиться варіант із внесенням самого лише фосфор та калій мобілізатора Граундфікс в нормі 0,75 л/га: приріст врожаю склав 0,25 т/га. Обидва варіанти показали позитивний приріст врожаю, що перевершує показник найменшої суттєвої різниці ($НСР_{05}=0,17$ т/га).

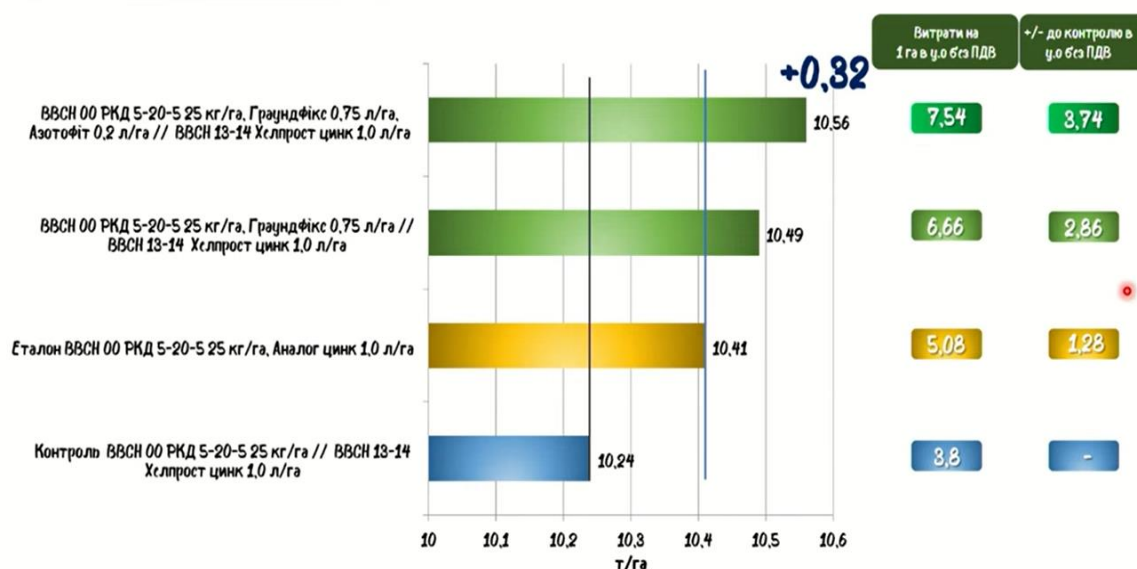


Рис. 4.8. Урожайність та приріст врожаю у посівах кукурудзи

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. При застосуванні біопрепаратів в ґрунті посівів кукурудзи зареєстроване збільшення показників, що характеризують дихання ґрунту, що відповідно, є ознакою поліпшення його стану та активізації життєдіяльності біотичної складової педосфери.
2. Найвищий показник активності дихання ґрунту від початку вегетації культури до кінця цвітіння зареєстровано у варіанті із використанням препаратів Граундфікс 0,75 л/га та Азотофіт 0,2 л/га, фаза 1-3 листка культури ($\text{CO}_2=0,318$ мг/г), фаза зірочки ($\text{CO}_2=0,334$ мг/г) та на другу половину цвітіння культури ($\text{CO}_2=0,103$). У порівнянні до контролю загальний приріст виділення CO_2 склав плюс 33-45 %.
3. Біопрепарати вплинули на процеси обміну азоту в ґрунті. У порівнянні до контролю (без внесення біопрепаратів) на варіанті із внесенням при сівбі в рядок біопрепарату Граундфікс 0,75 л/га + Азотофіт 0,2 л/га зареєстровано зменшення втрат потенційного закису азоту від 4 до 14 %.
4. На тлі використання біопрепаратів зареєстровані зміни у динаміці вмісту у ґрунті провідних мінеральних елементів: азоту, фосфору та калію. При цьому по рухомому фосфору в усіх варіантах дослідження зареєстровано підвищення його вмісту. У варіанті із внесенням при сівбі в рядок препарату Граундфікс та Граундфікс із Азотофітом даний показник досяг найвищих значень і складав 44 та 36 мг/кг ґрунту відповідно. В усіх варіантах дослідження в ґрунті було зареєстроване підвищення вмісту гідролізованого азоту.
5. Бактеріальні препарати статистично достовірно вплинули на представленість у ґрунті посівів кукурудзи грибів. При внесенні Граундфікс 0,75 л/га показник кількості грибів був не лише найвищим, але й значно перевищував чисельність в осінній період: чисельність збільшилася із 111,6 до 178,3 тис. КУО/г. На варіанті Граундфікс + Азотофіт загальна кількість грибів в літній період була на високому рівні і склала 160 тис. КУО/г.

6. У процесі досліджень було оцінено вміст патогенів у ґрунті. Встановлено, що на варіантах із внесенням Граундфікс та Граундфікс + Азотофіт кількість патогенних грибів була найменшою 11 та 10 %, а на осінній період показники знизилися до 2 та 4 % відповідно.

6. У процесі досліджень було детально вивчений склад мікробіоти ґрунту в посівах кукурудзи. При цьому було виявлено різні фізіологічні групи мікроорганізмів. Встановлено, що представленість живих організмів, що репрезентують ці групи є дуже динамічною і значною мірою визначається впливом того чи іншого абіотичного чинника у кожний конкретний час.

7. За результатами оцінки співвідношення представленості в ґрунті посівів кукурудзи мікроорганізмів різних груп визначено величини чотирьох коефіцієнтів. Значення коефіцієнту мінералізації-іммобілізації коливалися в діапазоні від 0,58 до 0,88, що вказує на перевагу синтезу органічної речовини над її деструкцією в усіх досліджуваних варіантах. Величини коефіцієнту оліготрофності виявились найвищими у варіанті із внесенням препарату Граундфікс 0,75 л/га ($K_{ол}=1,42$). Показники коефіцієнту педотрофності були найменшими у контрольному варіанті ($K_{пед}=1,12$), що свідчить про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту. Найбільший коефіцієнт трансформації органічної речовини (безпосереднє гумусоутворення) зареєстровано наприкінці вегетації на еталонному варіанті ($K_{тор} = 27,4$). У варіанті із внесенням Граундфікс в нормі 0,75 л/га відмічено зниження коефіцієнту із ($K_{тор} = 18,3$ до $K_{тор} = 11,1$). Тобто, на кінець вегетації у посівах ґрунту на тлі застосування біопрепаратів має місце поліпшення стану ґрунту за мікробіологічними показниками та зареєстровано тренд на відновлення ґрунту.

8. На тлі використання біопрепаратів було отримано прибавку врожаю, яка при була найвищою за використання фосфор та калій мобілізатора Граундфікс 0,75 л/га і азотфіксатора Азотофіт 0,2 л/га і досягала 0,32 т/га.

ПРОПОЗИЦІЇ

Результати проведених досліджень обґрунтовано доводять доцільність та перспективність використання біопрепаратів в системі заходів, спрямованих на екологізацію вирощування кукурудзи.

При цьому рекомендуємо в технологіях вирощуванні кукурудзи використовувати фосфор та калій мобілізатор Граундфікс 0,75 л/га і азотфіксатор Азотофіт 0,2 л/га, що може забезпечити суттєве поліпшення якісних (біолого-екологічних) характеристик ґрунту та приріст врожаю на 0,32 т/га. Можливим є й впровадження технологій із внесенням самого лише фосфор та калій мобілізатора Граундфікс в нормі 0,75 л/га, який також проявляє позитивний вплив на біолого-екологічні характеристики ґрунту та сприяє збільшенню врожайності кукурудзи на 0,25 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О. В. Корнійчук / За ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. - 3-є вид., виправ., допов. - НВФ "Українські технології", 2010. - 1088 с.
2. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: навч. посіб. / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, О.М. Венедіктов. - Вінниця: Данилюк В.Г., 2011. - 431 с.
3. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Продуктивність кукурудзи на силос залежно від густоти стояння рослин. Агробіологія. 2015. № 2. С. 77-82.
4. Бухало В. Я., Сухова Г. І. Вплив стимуляторів росту на врожайність кукурудзи на зерно в умовах східного лісостепу. Вісник ЖНАЕУ. 2014. № 2 (42) (Том 1). С. 284–290).
5. Музафаров, Н. М.; Манько, К. М.; Музафаров, І. М Урожайність сучасних гібридів кукурудзи залежно від застосування засобів захисту рослин та регулятору росту. Селекція і насінництво. 2016. № 102. р. С.178-185.
6. Рибка В., Ляшенко Н., Дудка М., Вирощування кукурудзи в Україні. Яка перспектива? Агробізнес. URL:
7. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11994-vyroshchuvanniakukurudzy-v-ukraini-yaka-perspektyva.html>), (дата звернення: 06.11.2018 р.).
8. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України / М. І . Федорчук, С. В. Коковіхін, С. М. Каленська, Д. Б. Рахметов, В. Г. Федорчук, І. М. Філіпова, С. Д. Рахметов. Херсон, 2017. 129 с.
9. Hatfield J., Boote K., Kimball B. A., Izaurralde R., Ort D., Thomson A., Wolfe D. Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production. *Agronom. J.* 2011. Vol. 103. P. 351–370.
10. Зернові культури - продовольча та енергетична безпека людства. Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив / С.М. Каленська, Н. В.

- Новицька, В. П. Черній, Ю.В. Ташева. Міжнар. наук. конф. Ботанічного саду ім. Гришка, 9-11 вересня 2014. Київ, 2014. С. 18-21.
11. Expansion of biodiversity of field crops in Ukraine for climate change /. Kalenska S., Kalenskiy V., Kovalenko R., Novytska N., Taran V. International Workshop Crop Production, Anhalt University of Applied Sciences, Bernburg (Saale) Germany, 11 June 2018 year: thesis. Bernburg, 2018. P. 12.
 12. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.fao.org> (дата звернення: 30.07.2018).
 13. Аксьонов І. Я. Транспорт: історія, сучасність, перспективи, проблеми. М.: Наука, 1985. С. 284-290.
 14. Боков В. А. Луцик А. В. Основи екологічної безпеки. – С.: Сонат, 1998. - 224с.
 15. Глуховський І. В. та ін. Сучасні методи знешкодження, утилізації і захоронення токсичних відходів промисловості: Навчальний посібник. - К. : ГППК Мінекобезпеки України, 1996. - 100с.
 16. Дорст фон Бернд. Стійкий розвиток: Охорона природи і розвиток - дві сторони однієї медалі // Кур'єр ЮНЕСКО. - 1987. - Листопад. С. 5-8.
 17. Деревенець К. А. Ураженість кукурудзи хворобами та пошкодженість шкідниками за різних строків сівби / К.А. Деревенець // Агроном. - 2012. - № 4. - С. 102-103.
 18. Ринок кукурудзи: основні тренди Агробізнес сьогодні: веб-сайт. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/11796-rynokkukurudzy-osnovni-trendy.html> (дата звернення: 17.10.2018).
 19. Ничипорович А. А. Методичні вказівки по обліку та контролю найважливіших показників процесів фотосинтетичної діяльності рослин в посівах / А. А. Ничипорович, З. Е. Кульмін, Л. Я. Полозова. - М., 1969. - 93 с.
 20. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / В. К. Яворська, І. В. Драговоз, Л. О. Крючкова, [та ін.] - К.: Логос, 2006. - 176 с.

21. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур / [Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поліщук І. С., та ін.]. - Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. - 636 с.
22. Дідур І.М. Динамічна оцінка гумусового стану ґрунтів Вінниччини / І.М. Дідур, В.А. Мазур., Я.Г. Цицюра, Л. В. Пелех // Вісник Львівського Національного аграрного університету. - Серія Агрономія. - № 18. - 2014 - С. 80 - 86.
23. Що таке арбускулярна мікориза? веб-сайт. URL: <https://www.mycofix.com.ua/chto-takoe-mykoryza-arbuskulyarnaya-mykoryza/>.
24. Про мікоризу https веб-сайт. URL: <https://www.mycofix.com.ua/promikoryzu>.
25. Ефективність мікоризних препаратів під час вирощування зернових культур на прикладі кукурудзи // Агробізнес сьогодні: веб-сайт. URL: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/10141-efektyvnist-mikoryznykhpreparativ-pid-chas-vyroshchuvannia-zernovykh-kultur-na-prykladi-kukurudzy> (дата звернення: 29.09.2017).
26. Ефективність застосування біопрепаратів за різних систем удобрення кукурудзи на зерно і соняшнику кукурудзи // Агробізнес сьогодні: веб-сайт. URL <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/8868-efektyvnist-zastosuvannia-biopreparativ-za-riznykh-system-udobrennia-kukurudzy-na-zerno-i-soniashnyku.html> (дата звернення: 08.05.2017).
27. Доспехов Б.А. Методика польового дослідження (с основами статистичної обробки результатів дослідів). - Видавництво. 5-те доп. і перероб. / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромвидавн, 1985. - 351 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОВІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Гавілей Є. В., студ. 2 м курсу ФАТП, спец. 101 «Екологія»
Скляр В. Г., д.б.н., професор
Сумський НАУ

Головний напрям розвитку сільського господарства в Європейських країнах - екологізація та біологізація виробництва. Екологізація спрямована на розширене відтворення природних ресурсів шляхом вдосконалення технології, організації матеріального виробництва, підвищення ефективності праці в екологічній сфері. Біологізація передбачає використання біологічних засобів для формування родючості ґрунту і отримання якісної продукції рослинництва, підвищення економічної ефективності та зниження антропогенного навантаження на довкілля. Чим складніші ґрунтово-кліматичні і погодні умови, тим важливіша роль біологізації в технологіях вирощування культур.

«Зеленим курсом» ЄС заплановано до 2030 року переведення 25% посівів під органічне землеробство і різке скорочення застосування мінеральних добрив в традиційному аграрному виробництві. Україна також планує суттєво збільшувати вирощування органічної продукції. У реалізації зазначених стратегій ефективним засобом стає застосування біопрепаратів [1].

Основна функція біопрепаратів - регуляція ґрунтової мікрофлори завдяки збільшенню кількості корисних відселекційованих форм мікроорганізмів й оптимізації їх взаємодії з рослинами у ґрунті. Мікробіологічні препарати складаються із живих мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності [1]. Застосування бактеріальних препаратів актуальне в умовах обмеженого використання органічних (через скорочення поголів'я тварин) і мінеральних добрив та мінімізації витрат на добрива. Біопрепарати не лише значно дешевші за добрива, вони ще й насичені корисними для ґрунту мікроорганізмами, що забезпечує його гумусом і малодоступними формами поживних речовин [2]. Чим більше в ґрунті корисних мікроорганізмів, тим родючішим він є. Від активної діяльності мікроорганізмів в ґрунті залежить як ефективна родючість так і продуктивність сільськогосподарських культур [3].

Біопрепарати є органічними та безпечними. Вони не шкодять довкіллю, організму людини, тваринам і комахам, зокрема бджолам. Їхнє застосування сприяє отриманню високого врожаю, безпечної продукції, збереженню довкілля. Окрім того використання біопрепаратів допомагає розв'язувати низку інших важливих проблем - оздоровлення ґрунтів від збудників грибних і бактеріальних хвороб, нагромадження в ґрунті доступних елементів живлення для рослин, підвищення посухостійкості рослин, захисту від шкідників і стресів, живлення й стимуляція росту та розвитку рослин. І, як наслідок, - забезпечення високого врожаю, якісної екологічно безпечної продукції. Використовуючи біопрепарати в сучасних інтенсивних технологіях, можна економити близько 40 % азотних та близько 10 % фосфорних добрив.

Біопрепарати з кожним роком усе активніше використовуються при вирощуванні різноманітних сільськогосподарських культур. У зазначеному аспекті не є винятком й кукурудза. Це одна з найбільш поширених польових культур в Україні та за її межами. За валовими зборами зерна кукурудза займає перше місце в світі, випереджаючи пшеницю й рис. Культура має високий потенціал продуктивності та є універсальною у використанні. Виробництво зерна кукурудзи є важливою та достатньо прибутковою складовою сільськогосподарських підприємств.

При вирощуванні кукурудзи за інтенсивними технологіями використання рістрегулюючих препаратів стає невід'ємним елементом підвищення врожайності та покращення якості отриманої продукції. Тому актуальним питанням щодо удосконалення елементів агротехніки вирощування кукурудзи на зерно є використання біопрепаратів.

З врахуванням зазначеного, нами проведено дослідження, спрямовані на встановлення особливостей формування урожайності та якості зерна гібриду Р9241, залежно від застосування різних видів біопрепаратів для подальшого впровадження в інтенсивну технологію вирощування як одного з елементів екологізації виробництва в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Вивчення здійснювалось в умовах СТОВ «Придніпровський край» с. Почаївка Полтавської області Лубенського району. Дослідження проводились за схемою однофакторного досліду у 4-х кратній повторності.

Список використаних джерел

1. Яворська В.К., Драгозов І.В., Крючкова Л.О. [та ін.] Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві. К.: Логос, 2006. 176 с.
2. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / За ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. - 3-є вид., виправ., допов. - НВФ "Українські технології", 2010. 1088 с.
3. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: Данилюк В.Г., 2011. 431 с.