

**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ДОСЛІДНА
СТАНЦІЯ НААН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МАРТКОПЛІШВІЛІ МАДЛЕНА МАЛХАЗІВНА

УДК: 631.84:633.15

**ДИСЕРТАЦІЯ
ОСОБЛИВОСТІ ЕМІСІЇ ХІМІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК АЗОТУ В
РОСЛИННИЦТВІ ПІВДЕННО-СТЕПОВОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ **М. М. Марткоплішвілі**

Науковий керівник:
доктор сільськогосподарських наук, професор
Кривенко Анна Іванівна

Біла Церква – 2021

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, ОДИНИЦЬ.....	4
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ЕМІСІЇ АЗОТУ В РОСЛИННИЦТВІ ПІВДЕННО-СТЕПОВОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	26
1.1. Хімічно активний азот та його вплив на навколишнє середовище.....	26
1.2 Заходи мінімізації емісії хімічно активного нітрогену в сільському господарстві.....	33
1.3 Особливості забезпечення кукурудзи азотом та іншими елементами живлення.....	41
 РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	 51
2.1. Погодні умови проведення досліджень.....	52
2.2 Ґрунтові умови проведення досліджень	65
2.3 Методика проведення досліджень.....	66
2.4 Характеристика препаратів використовуваних в досліді	69
 РОЗДІЛ 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОСТУПНОГО РОСЛИНАМ КУКУРУДЗИ АЗОТУ.....	 75
 РОЗДІЛ 4. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОСТУПНОГО РОСЛИНАМ КУКУРУДЗИ АЗОТУ.....	 106

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОСТУПНОГО РОСЛИНАМ КУКУРУДЗИ АЗОТУ....	118
ВИСНОВКИ.....	131
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	134
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	135
ДОДАТКИ.....	158

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, ОДИНИЦЬ

Агроекосистема –	штучно створена, нестабільна, взаємопов'язана сукупність біотичних і частково змінених абіотичних компонентів, характерною особливістю якої є відносно стійке функціонування в часі при наявності постійного вхідного потоку антропогенної енергії та існуюча для отримання заздалегідь визначеної кількості сільськогосподарської продукції. Має певний склад, структуру, режим, які підтримуються людиною. У разі відсутності контролю з боку людини поступово втрачає свої властивості;
Агроекологічний моніторинг (АЕМ) –	систематичний контроль за станом ґрунтів та поверхневих і підземних вод;
ГДК –	гранично допустима концентрація – кількість шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яка при постійному контакті або дії за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і не викликає негативних наслідків у її нащадків;
ГДС –	показник максимально допустимої за одиницю часу кількості (маси) речовини, що відводиться із зворотними водами, у поверхневі та морські води, який з урахуванням встановлених обмежень на скид цієї речовини від інших джерел забруднення гарантує дотримання норм її вмісту в заданих контрольних створах (пунктах) водного об'єкта;
ПГ –	парникові гази;
ГП –	Гетеборзький протокол;

Екосистема –	сукупність біотичних і абіотичних елементів, пов'язаних просторово та функціонально, в результаті взаємодії яких створюється система, де відбувається кругообіг та обмін енергією між живими та неживими частинами;
кг/га –	кілограм речовини, яка знаходиться на гектарі ріллі;
мг/кг –	міліграм речовини, яка міститься в кілограмі ґрунту;
МСП –	Міжнародна сумісна програма;
МГЕЗК –	Міжурядова група експертів зі зміни клімату;
мкг/кг –	мікрограм речовини, яка міститься в кілограмі ґрунту;
с/г –	сільське господарство;
Токсикант –	отруйна речовина;
Токсичність –	отруйність, здатність деяких хімічних елементів, сполук, біогенних речовин виявляти шкідливу дію на живі організми;
ЕМЕР –	Програма спостереження та оцінки розповсюдження забруднювачів повітря на великі відстані у Європі;
FAO –	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй);
NO _x –	оксиди азоту;
NH ₃ –	аміак;
NUE –	ефективність використання азоту;
TFEIP –	Цільова група з інвентаризації та прогнозу викидів; Task Force on Reactive Nitrogen (Цільова комісія з
TFRN –	хімічно активного азоту).

АНОТАЦІЯ

Марткоплішвілі М.М. Особливості емісії хімічно активних сполук азоту в рослинництві південно-степового регіону України – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво (06 – Сільськогосподарські науки). – Біла Церква, 2021.

Актуальність теми. Серед переважної більшості культур, що активно використовують азот ґрунту та добрив, чинне місце належить кукурудзі. Для отримання високих врожаїв з належно сформованим та виповненим зерном рослини кукурудзи потребують 150–230 кг/га азоту. Причому вимоги до якості азотного живлення настільки великі, що починаючи від формування 6-ти листків і до викидання волоті (фактично за місяць) кукурудза поглинає близько 50-60 % загального азоту, що складає не менше чим 100-120 кг/га.

Сучасне сільське господарство є основним споживачем сполук азоту, а також джерело його втрат при виробництві рослинницької продукції. Лише частина азоту, що надходить у складі добрив засвоюється живими організмами, частина його просто втрачається – випаровується в атмосферу, або ж вимивається і потрапляє у водні джерела. Сполуки азоту переносяться атмосферними потоками на великі відстані, викликаючи при цьому негативні наслідки для навколишнього середовища і людини.

З точки зору агрономічних практик, втрата азоту з органічної складової призведе до істотного погіршення родючості ґрунтів та погіршення їх властивостей в ефективній взаємодії з рослинами. В той же час, втрата частки мінерального азоту добрив викликає зайві витрати на компенсацію нестачі цього елемента живлення рослинам, спричиняє недоотримання врожаю кукурудзи та інших культур.

Зважаючи на те, що ґрунти степової зони України характеризуються здебільшого недостатнім вмістом мінеральних сполук азоту, висока потреба рослин кукурудзи в цьому елементі живлення впродовж короткого часу призводить до істотного пришвидшення процесів мінералізації, погіршення родючості ґрунту й непродуктивного використання мінералізованої його частини.

Дослідженням щодо впливу елементів технології вирощування на урожайність кукурудзи присвячено багато наукових праць відомих вітчизняних вчених: Борисоник З. Б., Артюхов Й. К., Годулян І. С., Гетьманець А. Я., Коган Е. Р., Пабат І. А., Трегубенко М. Я., Таланов В. В., Дига П. П., Соколов Б. П., Задонцев А. І., Черенков А.В., Шевченко М.С. та ін. Їх роботами встановлено основні агротехнічні передумови формування високого рівня продуктивності досліджуваної культури. Однак комплексний підхід з впливу таких елементів технології вирощування як: деструктор рослинних решток, інгібітор уреаз (нітрифікації) та позакореневе підживлення мікродобривами, особливо в посушливій зоні Південно-степового регіону України вивчено недостатньо. Саме розв'язанню проблемних питань з вдосконалення елементів технології вирощування кукурудзи були спрямовані наші дослідження, які визначають актуальність дисертаційної роботи як в науковому, так і практичному змісті.

Наукова новизна одержаних результатів:

Уперше для умов Південно-степового регіону України встановлено в комплексі фактори збереження та раціонального використання азоту з добрив, їх вплив на формування врожайності та якості зерна кукурудзи залежно від застосування таких елементів технології вирощування як: деструктор рослинних решток, інгібітор уреаз (нітрифікації) та позакореневе підживлення мікродобривами.

Удосконалено технологію вирощування кукурудзи в умовах Південно-степового регіону України шляхом оптимізації елементів технології вирощування та агротехнічних заходів догляду.

Набули подальшого розвитку наукові положення з встановлення закономірностей росту й розвитку кукурудзи, виявлення особливостей формування листової поверхні та показників фотосинтетичної діяльності посівів; питання визначення економічної та біоенергетичної ефективності вирощування досліджуваної культури.

Практичне значення отриманих результатів. На основі проведених результатів польових досліджень та їх виробничої перевірки розроблено елементи науково обґрунтованої технології вирощування кукурудзи в умовах Південно-степового регіону України залежно від застосування деструктора рослинних решток, інгібітора уреаз (нітрифікації) та позакореневого підживлення мікродобривами. Оптиміальні технологічні параметри, розроблені автором, забезпечують формування максимальної урожайності зерна кукурудзи з високими якісними характеристиками.

Виробничу перевірку оптимізованої технології вирощування кукурудзи здійснено в Державному підприємстві «Дослідне господарство «Андріївське» Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України на площах 20,0 га і 40,0 га, де отримано додаткового прибутку, відповідно, 186,0 тис. грн і 330,2 тис. грн; Державному підприємстві «Дослідне господарство Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН» на площі 20 га – 186,0 тис. грн.

Основні результати досліджень. Визначено, що досліджувані фактори збереження азоту в ґрунті не впливали на показники схожості насіння та густоти рослин кукурудзи. Це ймовірніше за все пов'язано з низькими потребами рослин в азоті на початкових етапах розвитку та в випадку гострої нестачі азоту в ґрунті реакцією, що проявляється винятково в сповільненні росту рослин.

Встановлено, що загалом по досліді, за 2018-2020 роки досліджень вегетаційний період кукурудзи становив 112-113 діб. За умови застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномакс з розрахунку 1 л/га

або Айдамін комплексний з розрахунку 2 л/га нами не було визначено відмінностей в тривалості фенологічних фаз викликаних дією даних препаратів.

З початком активного росту рослин кукурудзи (9-15 листок) дещо вищі рослини були сформовано на варіантах застосування позакореневого підживлення з використанням Амінотакс 1 л/га або Айдамін комплексний 2 л/га. У більш пізні фази розвитку: цвітіння-достигання кукурудзи кращі показники висоти рослин отримано за комплексного впливу факторів: деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс та Айдамін комплексний, що в фазу молочної стиглості були 235,4 см та 235,5 см порівняно з контролем – 233,1 см.

Досліджено, що площа листя в фазу цвітіння качана кукурудзи була максимальною по фазах росту та розвитку і становила в середньому 37,35 тис. м²/га, а кращі показники були за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс – 39,52 тис. м²/га та Айдамін комплексний – 40,23 тис. м²/га.

Досліджено, що на формування сухої речовини впливали фактори досліду. так, в цілому за вегетаційний період кукурудзи за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотакс 1 л/га накопичено 9,79 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 10,11 т/га сухої речовини за 7,51 т/га на контрольному варіанті.

Визначено, що максимальний фотосинтетичний потенціал по досліді ідентифікований в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качана. Встановлено, що кращі значення ФП були на варіантах використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотакс 1 л/га – 0,99 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 1,00 тис. м²/га.

Активізація ростових процесів викликана застосуванням позакореневого підживлення сприяла формуванню кращих показників чистої продуктивності фотосинтезу в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качанів. У фазу від молочної стиглості до повної стиглості зерна кукурудзи на фоні кращих значень сформованих за дії фактору застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) знівелювався вплив позакореневого підживлення.

Досліджено, що в середньому по досліді в вегетативній масі кукурудзи фіксується азоту 47,13 кг/га, фосфору 14,36 кг/га, калію 96,8 кг/га. Із зерном виноситься значно більші кількості біогенних елементів: азоту 74,47 кг/га, фосфору 28,72 кг/га, калію 20,48 кг/га. Відповідно сумарний винос елементів потребує ефективних систем удобрення кукурудзи та збереження їх доступності рослинам впродовж вегетації, адже азоту виноситься 121,60 кг/га, фосфору 43,08 кг/га та калію 117,25 кг/га.

Визначено, що на ґрунтах з низьким рівнем забезпечення легкодоступними формами азоту рослини максимально повно намагаються використовувати його. А тому розрахований нами баланс елементів живлення показує, що доступного рослинам азоту після формування врожаю залишилось в ґрунті на рівні 1,1-17,7 кг/га. В той же час як баланс фосфору становить 96,4-109,3 кг/га, а калію відповідно 218,6-252,2 кг/га.

За результатами досліджень визначено, що застосовувані фактори збереження та підтримання доступності рослинам кукурудзи азоту позитивно позначились на формуванні її урожайності навіть в умовах екстремального 2020 року. По варіантах досліді визначено, що за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та використання підживлення Амінотак 1 л/га отримано урожайність на рівні 5,45 т/га, а от за аналогічних варіантів досліді та внесення підживлення Айдамін комплексний 2 л/га формувалася рівень урожайності в середньому за роки – 5,63 т/га відповідно.

Використання елементів досліду також позначилось на закономірностях формування вмісту протеїну в зерні. Так, вивчено, що за позакореневого підживлення рослин кукурудзи карбамідом 14 кг/га + Аminoмах 1 л/га вміст протеїну в зерні кукурудзи становив 10,0-10,4 %. А у випадку позакореневого підживлення рослин карбамідом 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га вміст протеїну в зерні кукурудзи становив 10,2-10,8 %. В той же час встановлено, що застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) істотно не вплинуло на формування вмісту протеїну.

За вивчення вмісту крохмалю в зерні кукурудзи доведено, що дана ознака в більшій мірі залежить від особливостей застосування факторів досліду. Так, визначено, що максимальні значення вмісту крохмалю були за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) в поєднанні з Аminoмах або Айдамін комплексний. Так, встановлено, що в випадку з позакореневим підживленням Аminoмах 1 л/га вміст крохмалю становив 73,8 %, а за умови використання Айдамін комплексний 2 л/га – 74,0 % відповідно.

Досліджено, що варіанти застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також разом з основним удобренням інгібітора уреазі Стабілурен (Stabiluren 30) та разом з позакореневим підживлення Аminoмах сприяли формуванню прибутку 17163 грн./га за собівартості однієї тони зерна - 4848 грн., в той же час варіант комбінованого застосування Айдамін комплексний забезпечив кращі в досліді значення прибутку та собівартості отриманої продукції: 18803 грн./га та 4661 грн. відповідно.

Розраховані нами значення окупності азоту показали, що за застосування в поєднанні наступних заходів збереження: «СтимОрганік», Стабілурен (Stabiluren 30) та Аminoмах можна отримати гарантовану прибавку прибутку на 8443 грн./га, а в варіанті поєднання «СтимОрганік», Стабілурен (Stabiluren 30) з Айдамін комплексний – 10083 грн./га. Отже, при незмінності інших факторів можна стверджувати що даний рівень прибутку забезпечено власне створенням

умов в досліді для кращого збереження його в ґрунті та відповідно використання рослинами кукурудзи для формування високого рівня продуктивності.

Аналіз енергетичної ефективності показав нам, що на варіанті застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також інгібітора уреазу Стабілурен (Stabiluren 30) з позакореневим підживленням Аміномах отримано енергії 80,76 ГДж/га з врожаєм, а коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,04, а за умови внесення Айдамін комплексний відповідно накопичено з врожаєм 83,51 ГДж/га та КЕЕ був 2,09, що відповідало кращим показникам досліду.

***Ключові слова:** кукурудза, забезпечення азотом, урожайність, якість, деструктор стерні, інгібітор уреазу, позакореневе підживлення*

SUMMARY

Martkoplshvili M.M. Peculiarities of emission of chemically active nitrogen compounds in crop production of the southern steppe region of Ukraine – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of agricultural sciences (doctor of philosophy) on a specialty 06.01.09 – crop production (06 – Agricultural sciences). – Bila Tserkva, 2021.

Actuality of theme. Among the vast majority of crops that actively use soil nitrogen and fertilizers, corn belongs to a prominent place. After all, in order to obtain high yields with properly formed and filled with grain, corn plants need 150-230 kg / ha of nitrogen. Moreover, the requirements for the quality of nitrogen nutrition are so strong that starting from the formation of 6 leaves and the ejection of panicles (actually in a month), corn absorbs about 50-60% of total nitrogen, which is not less than 100-120 kg / ha.

Accordingly, agriculture is the main consumer of nitrogen compounds, as well as the source of its losses in the production of crop products. After all, only part of the nitrogen that enters the fertilizer is absorbed by living organisms, part of it is simply lost - evaporates into the atmosphere, or is washed away and enters water sources. Nitrogen compounds are transported by atmospheric flows over long distances, causing negative consequences for the environment and humans.

And from the point of view of agronomic practices, the loss of nitrogen from the organic component leads to a significant deterioration of soil fertility and loss of their properties of effective interaction with plants. At the same time, the loss of part of the mineral nitrogen of fertilizers causes unnecessary costs to compensate for the lack of this nutrient in plants and causes a shortage of corn.

Due to the fact that domestic soils are relatively poor in mineral nitrogen compounds, the high need of corn plants for nutrients in a short time clearly leads to a significant acceleration of mineralization and loss of soil fertility and unproductive use of mineralized parts.

Many scientific works of well-known scientists have been devoted to research on the influence of growing technology elements on corn yield: Borysonyk Z.B., Artiukhov Y.K., Hodulian I.S., Hetmanets A.Ya., Kohan E.R., Pabat I.A., Trehubenko M.Ya., Talanov V.V., Dyha P.P., Sokolov B.P., Zadontsev A.I., Cherenkov A.V., Shevchenko M.S. These works establish the main agronomic prerequisites for the formation of a high level of corn productivity. However, a comprehensive approach to the impact of such elements of cultivation technology as: plant residue destructor, urease inhibitor (nitrification) and foliar fertilization, especially in the South - Steppe region of Ukraine is insufficiently studied. Our research is aimed at solving problematic issues of improving the elements of corn growing technology, which determines the relevance of the dissertation in both scientific and practical terms.

The scientific novelty of the obtained results is that:

For the first time for the conditions of the South-Steppe region of Ukraine the factors of preservation and rational use of nitrogen fertilizers and their influence on

the formation of yield and quality of corn grain depending on the application of such elements of cultivation technology as: destructor of plant residues, urease inhibitor (nitrification) and foliar fertilization.

The technology of corn cultivation in the conditions of the South - Steppe region of Ukraine by optimization of elements of technology of cultivation and agrotechnical measures of care is improved.

The issues of elucidation of patterns of growth and development of corn, identification of features of leaf surface formation and indicators of their photosynthetic activity were further developed; issues of determining the bioenergy and economic efficiency of cultivation.

The practical significance of the results. Based on the results of field research and their production testing, a scientifically sound technology for growing corn in the South-Steppe region of Ukraine, depending on the use of plant residue destructor, urease inhibitor (nitrification) and foliar fertilization with microfertilizers. Optimal schemes of application of experimental factors provide formation of the best crop of corn grain with good qualitative characteristics.

Production inspection of the optimized technology of corn cultivation was carried out in the State Enterprise "Experimental Farm" Andriyivske "of the Odessa State Agricultural Research Station of NAAS of Ukraine on the areas of 20.0 ha and 40.0 ha, where additional income was received, respectively, 186.0 thousand UAH and 330 , 2 thousand UAH; State Enterprise "Experimental Farm of the Odessa State Agricultural Research Station NAAS" on an area of 20 hectares - 186.0 thousand UAH.

The practical significance of the results. It was determined that the studied factors of nitrogen retention in the soil did not affect the seed germination and density of maize plants. This is most likely due to the low nitrogen requirements of plants in the early stages of development and in the case of acute nitrogen deficiency in the soil, a reaction that manifests itself exclusively in slowing down plant growth. It is established that in general according to the experiment, for 2018-2020 years of research the vegetation period of corn was 112-113 days. But with the use of the

destructor "StimOrganic" 2 l/ha, urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) and foliar feeding Aminomax at the rate of 1 l/ha or Aidamine complex at the rate of 2 l/ha we did not determine differences in duration phenological phases caused by the action of these drugs. With the onset of active growth of maize plants (9-15 leaves) slightly higher plants were formed on the options of foliar fertilization using Aminomax 1 l/ha or Aidamin complex 2 l/ha. But in later stages of development: flowering-ripening corn, the best indicators of plant height were obtained under the complex influence of factors: destructor "StimOrganic" 2 l/ha, the use of urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) and foliar feeding Aminomax, Aidamine complex that in the phase of milk ripeness were 235.4 cm and 235.5 cm compared to the control - 233.1 cm. It was investigated that the leaf area was in the flowering phase of the corn cob was the maximum in the phases of growth and development and averaged 37.35 thousand m²/ha, but the best results were for the use of the destroyer "StimOrganic" 2 l/ha, urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) and foliar feeding Aminomax - 39.52 thousand m²/ha and Aidamine complex - 40.23 thousand m²/ha.

It was investigated that the formation of dry matter was influenced by experimental factors. Thus, in general, during the growing season of corn for the use of the destructor "StimOrganic" 2 l/ha in combination with urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) and foliar feeding Aminomax 1 l/ha accumulated 9.79 t/ha, and Aidamine complex 2 l/ha - 10.11 t/ha of dry matter for 7.51 t/ha in the control version.

It was determined that the maximum photosynthetic potential of the experiment was identified in the interphase period from the formation of 15 leaves to flowering cob. It was found that the best values of AF were on the use of the destructor "StimOrganic" 2 l/ha in combination with urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) and foliar fertilization Aminomax 1 l/ha - 0.99 thousand m²/ha, and on the variant Aidamin complex 2 l/ha, respectively, 1.00 thousand m²/ha.

Activation of growth processes caused by the use of foliar feeding contributed to the formation of the best indicators of net productivity of photosynthesis in the

interphase period from the formation of 15 leaves to flowering cobs. But in the phase from milk ripeness to full ripeness of corn grain against the background of the best values formed by the action of the factor of urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) the effect of foliar feeding was leveled.

It was investigated that on average, 47.13 kg/ha of nitrogen, 14.36 kg/ha of phosphorus, and 96.8 kg/ha of potassium were recorded in the vegetative mass of corn. But with the grain is carried much larger amounts of nutrients: nitrogen 74.47 kg/ha, phosphorus 28.72 kg/ha, potassium 20.48 kg/ha. Accordingly, the total removal of elements requires effective systems of corn fertilizer and maintaining their availability to plants during the growing season, because nitrogen is removed 121.60 kg/ha, phosphorus 43.08 kg/ha and potassium 117.25 kg/ha.

It is determined that on soils with a low level of easily accessible forms of nitrogen, plants try to use it as fully as possible. Therefore, the balance of nutrients calculated by us shows that the nitrogen available to plants after crop formation remained in the soil at the level of 1.1-17.7 kg/ha. At the same time, the balance of phosphorus is 96.4-109.3 kg/ha, and potassium, respectively, 218.6-252.2 kg/ha.

According to the results of research, it is determined that the applied factors of preserving and maintaining the availability of nitrogen to corn plants had a positive effect on the formation of its yield even in the conditions of extreme 2020. According to the variants of the experiment, it was determined that the use of the destroyer "StimOrganic" 2 l/ha and urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) and the use of fertilizer Aminomax 1 l/ha yielded at 5.45 t/ha variants of the experiment and fertilization Aidamin complex 2 l/ha formed the yield level on average over the years - 5.63 t/ha, respectively.

The use of experimental elements also affected the patterns of formation of protein content in grain. Thus, it was studied that at foliar feeding of corn plants with urea 14 kg/ha + Aminomax 1 l/ha, the protein content in corn grain was 10.0-10.4 %. But in the case of foliar feeding of plants with urea 14 kg/ha + Aidamine complex 2 l/ha protein content in corn grain was 10.2-10.8%. At the same time, it was found that the use of the destructor "StimOrganic" 2 l/ha and urease inhibitor (nitrification)

Stabiluren (Stabiluren 30) did not significantly affect the formation of protein content.

But the study of the starch content in corn grain proved that this feature depends largely on the characteristics of the application of experimental factors. Thus, it was determined that the maximum values of starch content were with the use of the destructor "StimOrganic" 2 l/ha and urease inhibitor (nitrification) Stabiluren (Stabiluren 30) in combination with Aminomax or Aidamine complex. Yes, it is established. That in the case of foliar feeding Aminomax 1 l/ha starch content was 73.8%, but with the use of Aidamin complex 2 l/ha - 74.0%, respectively.

It was investigated that the variants of application of stubble destructor "StimOrganik" 2 l / ha and also together with the main fertilizer of urease inhibitor Stabiluren (Stabiluren 30) and together with foliar fertilization Aminomax contributed to the formation of profit 17163 UAH / ha at the cost of one ton of - 4848 hryvnias, at the same time the variant of combined application Aidamin complex provided the best in the experiment values of profit and cost of the received production: 18803 hryvnias / hectare and 4661 hryvnias. in accordance.

The calculated values of nitrogen payback showed that by applying the combination of the following conservation measures: "StimOrganic", Stabiluren (Stabiluren 30) and Aminomax you can get a guaranteed profit increase of 8443 UAH/ha, and in the combination "StimOrganic", Stabiluren (Stabiluren 30) with Aidamine complex - 10083 UAH/ha. Thus, with the constancy of other factors, it can be argued that this level of profit is provided by the actual creation of conditions in the experiment for better preservation in the soil and, accordingly, the use of corn plants to form a high level of productivity.

The analysis of energy efficiency showed us that the application of the stubble destructor "StimOrganic" 2 l/ha and urease inhibitor Stabiluren (Stabiluren 30) with foliar feeding Aminomax received energy of 80.76 GJ/ha with yield, and energy ratio efficiency was 2.04, and when applied Aidamin complex, respectively, accumulated with a yield of 83.51 GJ/ha and KEE was 2.09, which corresponded to the best indicators of the experiment.

Key words: *corn, nitrogen supply, yield, quality, stubble destructor, urease inhibitor, foliar feeding*

Список публікацій за темою дисертації

Статті в наукових фахових виданнях

1. Моклячук Л. І. Пінчук В. О., **Марткоплішвілі М.М.** Втрати азоту у сільському господарстві України. *Агроекологічний журнал*. 2013. Вип. 3. С. 19–23. (60 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).
2. **Марткоплішвілі М.М.** Загрязнение окружающей среды химически активным азотом из сельскохозяйственных источников: проблема и пути решения (По результатам работы группы экспертов по азоту стран Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии). *Агроекологічний журнал*. 2014. №1. С. 13–20.
3. **Марткоплішвілі М.М.** Скорочення емісії хімічно активних сполук азоту при виробництві тваринницької продукції. *Збалансоване природокористування*. 2018. Вип. 2. С. 125–130.
4. **Марткоплішвілі М.М.** Ідентифікація потоків азоту у сільському господарстві. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 4. С. 99–103.
5. Кривенко А.І., **Марткоплішвілі М.М.** Особливості формування урожайності кукурудзи залежно від впливу елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць*. Київ, 2020. Вип. 28. С. 201-207. <http://bioenergy.gov.ua/uk/content/vypusk-28-2020> (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).
6. Кривенко А.І., **Марткоплішвілі М.М.** Особливості формування фотосинтетичних параметрів посівів кукурудзи залежно від впливу елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. 2020 №8. <http://jna.bio.gov.ua> (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

Тези доповідей наукових конференцій

7. Моклячук Л. І., **Марткоплішвілі М.М.** Шляхи зменшення викидів хімічно активних сполук азоту, які утворюють при виробництві тваринницької продукції. Збірник наукових праць Міжнародної конференції " Молодь у вирішені екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення" (м. Кам'янець – Подільській, 15-20 жовтня 2012 р.). Кам'янець – Подільській, 2012. С. 52-53.

8. Пінчук В. О., **Марткоплішвілі М.М.** Втрати азоту у сільському господарстві України. Збірник наукових праць II Міжнародна конференція " Молодь у вирішені екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення" (м. Одеса, 10-15 червня 2013 р.). Одеса, 2013. С. 20-23.

9. **Марткоплішвілі М.М.** Управління потоками азоту у тваринництві України в рамках концепції "Green growth". Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 25-26 вересня 2013 року). Київ, 2013. С.125-129.

10. **Марткоплішвілі М.М.** Потоки азоту у тваринництві південно - степового регіону України. Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 4 - 6 липня 2018 року). Київ, 2018. С.92-95.

ВСТУП

Кукурудза в умовах України за останні двадцять років набула істотного поширення як за площами, так і за валовим виробництвом її. Так, площі зайняті під даною культурою зросли до рівня близько 5 млн. га, що відповідає третьому місцю за поширеністю. Адже більше посівних площ в країні займають лише пшениця (близько 6,2-6,6 млн. га) та соняшник (5,9-6,1 млн. га).

Відповідно гонитва за високим рівнем прибутковості не завше дозволяє досягти хороших рівнів продуктивності. Так, в Україні середня урожайність кукурудзи з року в рік перебуває в межах 6,6-7,6 т/га, коли Європейські виробники за рахунок оптимізації факторів живлення досягають рівня продуктивності в 12,0 т/га та вище.

Водночас коливання попиту на зерно кукурудзи та значні затрати на технологію її вирощування змушують аграріїв економити на застосуванні добрив, істотно знижуючи родючість ґрунту, та викликаючи мінералізацію органічної речовини і значно підвищуючи непродуктивні втрати азоту.

Актуальність теми. Серед переважної більшості культур, що активно використовують азот ґрунту та добрив, чинне місце належить кукурудзі. Для отримання високих врожаїв з належно сформованим та виповненим зерном рослини кукурудзи потребують 150–230 кг/га азоту. Причому вимоги до якості азотного живлення настільки великі, що починаючи від формування 6-ти листків і до викидання волоті (фактично за місяць) кукурудза поглинає близько 50-60 % загального азоту, що складає не менше чим 100-120 кг/га.

Сучасне сільське господарство є основним споживачем сполук азоту, а також джерело його втрат при виробництві рослинницької продукції. Лише частина азоту, що надходить у складі добрив засвоюється живими організмами, частина його просто втрачається – випаровується в атмосферу, або ж вимивається і потрапляє у водні джерела. Сполуки азоту переносяться атмосферними потоками на великі відстані, викликаючи при цьому негативні наслідки для навколишнього середовища і людини.

З точки зору агрономічних практик, втрата азоту з органічної складової призведе до істотного погіршення родючості ґрунтів та погіршення їх властивостей в ефективній взаємодії з рослинами. В той же час, втрата частки мінерального азоту добрив викликає зайві витрати на компенсацію нестачі цього елемента живлення рослинам, спричиняє недоотримання врожаю кукурудзи та інших культур.

Зважаючи на те, що ґрунти степової зони України характеризуються здебільшого недостатнім вмістом мінеральних сполук азоту, висока потреба рослин кукурудзи в цьому елементі живлення впродовж короткого часу призводить до істотного пришвидшення процесів мінералізації, погіршення родючості ґрунту й непродуктивного використання мінералізованої його частини.

Дослідженням щодо впливу елементів технології вирощування на урожайність кукурудзи присвячено багато наукових праць відомих вітчизняних вчених: Борисоник З. Б., Артюхов Й. К., Годулян І. С., Гетьманець А. Я., Коган Е. Р., Пабат І. А., Трегубенко М. Я., Таланов В. В., Дига П. П., Соколов Б. П., Задонцев А. І., Черенков А.В., Шевченко М.С. та ін. Їх роботами встановлено основні агротехнічні передумови формування високого рівня продуктивності досліджуваної культури. Однак комплексний підхід з впливу таких елементів технології вирощування як: деструктор рослинних решток, інгібітор уреаз (нітрифікації) та позакореневе підживлення мікродобривами, особливо в посушливій зоні Південно-степового регіону України вивчено недостатньо. Саме розв'язанню проблемних питань з вдосконалення елементів технології вирощування кукурудзи були спрямовані наші дослідження, які визначають актуальність дисертаційної роботи як в науковому, так і практичному змісті.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема досліджень була складовою частиною науково-дослідної роботи, яка проводилась Інженерно-технологічним інститутом "Біотехніка" Національної академії аграрних наук України, у період з 2016 по 2020 рр. за ПНД НААН "Наукові екологічні основи формування збалансованих агроєкосистем України

в умовах глобальних змін клімату. Агроєкологія", завдання "Розробити наукові основи мінімізації емісії закису азоту та аміаку з сільськогосподарських джерел відповідно до Спільної аграрної політики ЄС" (№ держреєстрації 0116U000702).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягала в розробці та вдосконаленні елементів технології вирощування кукурудзи для ефективного використання рослинами азотних добрив, підвищення врожайності та якості зерна кукурудзи в умовах Південно-степового регіону України.

Для досягнення вказаної мети вирішувались наступні завдання:

- встановити особливості росту й розвитку рослин кукурудзи за комбінованого застосування деструктора рослинних решток, інгібітора уреазі (нітрифікації) та позакореневого підживлення мікродобривами;
- дослідити вплив умов досліду в комплексі з іншими чинниками на формування асиміляційної поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи;
- виявити вплив деструктора рослинних решток, інгібітора уреазі (нітрифікації) та позакореневого підживлення мікродобривами на врожайність та якість насіння кукурудзи;
- визначити економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи на зерно.

Об'єкт дослідження – процеси формування врожаю кукурудзи під впливом абіотичних та антропогенних чинників в умовах Південно-степового регіону України, емісія хімічно активного азоту у результаті вирощування кукурудзи.

Предмет дослідження – сполуки хімічно активного азоту, інгібітори нітрифікації, деструктори целюлози, основне удобрення, позакореневе підживлення.

Методи досліджень. При виконанні дисертаційної роботи використовувались наступні методи досліджень: польовий – визначення особливостей та параметрів росту та розвитку рослин та їх врожайності;

лабораторний; вимірювально-ваговий – аналіз структури врожаю; морфо-фізіологічний – визначення біометричних характеристик рослин; системного аналізу – встановлення структурних зв'язків між емісією хімічно активного азоту та виробництвом сільськогосподарської продукції; математичної статистики – для оцінки результатів досліджень; розрахунково-порівняльний – визначення економічної та енергетичної ефективності вирощування кукурудзи.

Наукова новизна одержаних результатів:

Уперше для умов Південно-степового регіону України встановлено в комплексі фактори збереження та раціонального використання азоту з добрив, їх вплив на формування врожайності та якості зерна кукурудзи залежно від застосування таких елементів технології вирощування як: деструктор рослинних решток, інгібітор уреаз (нітрифікації) та позакореневе підживлення мікродобривами.

Удосконалено технологію вирощування кукурудзи в умовах Південно-степового регіону України шляхом оптимізації елементів технології вирощування та агротехнічних заходів догляду.

Набули подальшого розвитку наукові положення з встановлення закономірностей росту й розвитку кукурудзи, виявлення особливостей формування листової поверхні та показників фотосинтетичної діяльності посівів; питання визначення економічної та біоенергетичної ефективності вирощування досліджуваної культури.

Практичне значення отриманих результатів. На основі проведених результатів польових досліджень та їх виробничої перевірки розроблено елементи науково обґрунтованої технології вирощування кукурудзи в умовах Південно-степового регіону України залежно від застосування деструктора рослинних решток, інгібітора уреаз (нітрифікації) та позакореневого підживлення мікродобривами. Оптиміальні технологічні параметри, розроблені автором, забезпечують формування максимальної урожайності зерна кукурудзи з високими якісними характеристиками.

Виробничу перевірку оптимізованої технології вирощування кукурудзи

здійснено в Державному підприємстві «Дослідне господарство «Андріївське» Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України на площах 20,0 га і 40,0 га, де отримано додаткового прибутку, відповідно, 186,0 тис. грн і 330,2 тис. грн; Державному підприємстві «Дослідне господарство Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН» на площі 20 га – 186,0 тис. грн.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному виконанні науково-дослідної роботи за темою дисертації та її складових елементів: проведено пошук та аналіз наукової літератури; розроблено програму і схему дослідів; закладено і проведено польові, лабораторні дослідження; визначено економічну й біоенергетичну ефективність; сформульовано висновки та рекомендації виробництву. За результатами виконаних наукових досліджень підготовлено та опубліковано наукові праці.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень було представлено на Міжнародній науковій конференції "Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення" (Кам'янець – Подільський, 2012); Міжнародній науково – практичній конференції "Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві" (Київ, 2013); II Міжнародній конференції "Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення" (Одеса, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції "Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві" (Київ, 2014), Міжнародній науково - практичній конференції "Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві" (Київ, 2017).

Публікації. За результатами проведених досліджень опубліковано 11 наукових праць, зокрема: у наукових фахових виданнях України – шість (з яких 2 включено до міжнародних наукометричних баз), матеріали науково-практичних конференцій – 5.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 160

сторінках друкованого тексту, складається зі вступу, п'яти розділів, три з яких є експериментальною частиною роботи, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що налічує 211 найменувань, з яких 41 латиницею, 2 додатків. Робота ілюстрована 29 таблицями, та 6 рисунками.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ЕМІСІЇ АЗОТУ В РОСЛИННИЦТВІ ПІВДЕННО-СТЕПОВОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

(Огляд літератури)

1.1. Хімічно активний азот та його вплив на навколишнє середовище

Сільське господарство є основним джерелом втрат зв'язаного азоту у ґрунті, так тільки витрати хімічно активного азоту при сільськогосподарській діяльності у країнах Європейського Союзу становлять 6,5 млн. т/рік або 78 % від загальних втрат [98; 159].

До хімічно активного азоту відносять усі сполуки азоту (N) у біосфері і атмосфері, а це практично увесь азот, за винятком газоподібного N_2 . Активні оксиди азоту NO і NO_2 зазвичай існують у вигляді аніонів NO_2^- і NO_3^- і представляють екологічну загрозу при перевищенні природних концентрацій у агрофітоценозах так і інших видах ценозів [178; 27; 158].

Хімічно активний азот, що надходить у біосферу в результаті антропогенної діяльності викликає негативні зміни довкілля: підкислення поверхневих вод і ґрунту через осадження NH_3 і NO_x ; зниження біорізноманіття флори і фауни; погіршення здоров'я людей внаслідок утворення в повітрі смогу зважених часток і аерозолів NH_4 , NO_3 ; ушкодження рослин через утворення приземного озону; глобальна зміна клімату та руйнування озонового шару, викликане емісією N_2O та ін. [7; 27; 160].

Біологічними індикаторами на наявність нітратів і нітритів в атмосферному повітрі можуть бути ялина і сосна, які реагують навіть на незначні перевищення концентрацій цих іонів. При надлишку нітратів в рослинах зменшується кількість аскорбінової кислоти. А от біла акація, канадська тополя, верба активно борються з високими концентраціями аніонів NO_2^- і NO_3^- [7].

Велику небезпеку для навколишнього середовища створює аміак через здатність легко окислюватися киснем повітря з утворенням нітрит і нітрат іонів [140].

Зміна атмосферних концентрацій N_2O складається в результаті процесів емісії і стоку цієї сполуки з атмосфери. Фотоліз в стратосфері відноситься до процесів, в результаті яких руйнується молекула оксиду азоту. N_2O представляє собою дуже стабільний і інертний газ, особливо в межах нижньої атмосфери. Фотодисоціація оксиду азоту-1 відбувається тільки в стратосфері з утворенням NO. Слід зазначити, що оксид азоту, у свою чергу, відіграє важливу роль у деструкції озону. У ході атмосферних реакцій руйнується від 8,4 до 13 млн. тон N- N_2O на рік [208].

Емісія оксиду азоту-1 може бути викликана природними та антропогенними джерелами. Згідно з останніми оцінками, природні екосистеми виділяють 11,0 млн. тон N- N_2O на рік, при цьому значний внесок вносять екосистеми тропічних і субтропічних регіонів земної кулі [190].

Вичленувати природний фон емісії та антропогенну складову складно. Внесення добрив провокує збільшення мікробної біомаси та її активність у ґрунті, отже і фонову емісію. За оцінками МГЕЗК, збільшення концентрації N_2O в атмосфері лежить за межами фонові емісії і є наслідком наростаючої господарської діяльності людини. Тому для отримання максимально надійних оцінок антропогенної емісії оксиду азоту потрібно чіткий поділ антропогенного і природного вкладу [172].

Глобальна антропогенна емісія становить 6,7 млн. тон N- N_2O на рік. Широка варіабельність оцінок емісії оксиду азоту, яка перевищує $\pm 50\%$, відображає, перш за все, різноманітність процесів утворення N_2O [98; 204].

Оксид азоту є проміжним продуктом біохімічних процесів нітрифікації і денітрифікації. Співвідношення цих реакцій може змінюватися в залежності від сукупності зовнішніх факторів. Багато факторів антропогенного впливу на ґрунти викликають зміну біогеохімічного циклу азоту, що супроводжується підвищеною емісією в атмосферу [140; 172].

При цьому антропогенна емісія оксиду азоту, що спричинена вивільненням азоту у складі мінеральних добрив, гною і посліду, розкладанням поживних залишків і при обробці органогенних ґрунтів отримала назву прямої емісії. Непряма емісія відбувається в результаті атмосферних випадінь антропогенних речовин, які містять у своєму складі азот (NH_3 і NO_x) з опадами, а також в результаті вимивання і виносу азотних сполук з ґрунтовими водами. Пряма і непряма емісії N_2O від орних ґрунтів оцінюються окремо [196].

Ґрунтові мікробіологічні процеси зазвичай розглядаються як основне джерело утворення оксиду азоту [192]. Встановлено, що саме ґрунти дають більше 50 % глобальної емісії N_2O . Процеси перетворення азоту в ґрунті включають фіксацію його сполук в органічній речовині і живими організмами і винос у вигляді N_2 та інших речовин, що містять азот, при процесах розкладання, денітрифікації і т.д. [180].

Сільськогосподарські землі є великим резервуаром, відкритим для надходження і виносу сполук азоту. При цьому надходження азотних сполук у ґрунт відбувається при внесенні мінеральних та органічних добрив, розкладанні рослинних залишків і атмосферних випадіннях азотних забруднюючих речовин [176; 167].

Азотні речовини, які надійшли до ґрунту, включаються в процеси ґрунтових перетворень, що призводить до збільшення кількості мінерального азоту в ґрунті. У ході денітрифікації та нітрифікації N_2O може виділятися в якості проміжного продукту в атмосферу [177; 157].

Істотна кількість газоподібних втрат з ґрунту припадає на молекулярний азот та інші оксиди. Близько 38 % всіх втрат азоту втрачається у вигляді N_2 , 60 % у вигляді оксиду азоту і 2–3 % двооксиду. Це співвідношення може мінятися залежно від властивостей ґрунту, доз і форм внесених добрив. Включення до сівозміни азотфіксуючих рослин (зокрема, бобових) також підсилює емісії сполук азоту з атмосфери. Мобілізований азот зберігається в ґрунті і антропогенний вплив розтягується на роки, навіть за умови, що штучне внесення азоту було одноразовим [193].

Багато факторів антропогенного впливу на сільськогосподарські ґрунти викликають зміну біогеохімічного циклу азоту, що супроводжується підвищеною емісією N_2O в атмосферу. Визначальний вплив на розмір емісії N_2O надають дози внесених мінеральних азотних добрив, а також властивості й тип ґрунтів. Вид сільськогосподарських рослин також може впливати на величину ґрунтової емісії N_2O [20]. Комбінація видів добрив також впливає на емісію: спільне застосування органічних і мінеральних добрив викликало емісію оксиду азоту в 1,65 разів більшу, ніж при внесенні тільки мінеральних добрив, а без додавання мінеральних добрив емісія досягала максимальних величин (у 2 рази вище, ніж при сумісному внесенні органіки і мінерального нітрогену) [123].

Окультурювання органогенних ґрунтів (торф'яних і торф'янистих) призводить до підвищеної мінералізації ґрунтової органічної речовини протягом багатьох років експлуатації. Поєднана з розкладанням органічної речовини пряма емісія N_2O повинна враховуватися при оцінках антропогенних емісій парникових газів при сільськогосподарському використанні земель [196].

Пряма емісія N_2O з території пасовищ при внесенні мінерального азоту оцінюється трохи нижче (0,75 % від внесеного нітрогену), ніж на ріллі (1,25%) від внесеного нітрогену. При випасі худоби емісія на пасовищах збільшується майже в 2 рази [174].

Випадіння із дощовою водою нітратів та іонів амонію антропогенного походження служать основою вторинного ефекту добрива і, відповідно, є одним із джерел непрямой емісії N_2O [137]. Величина емісії N_2O від атмосферних випадінь залежить від типу землекористування ґрунту, на який потрапляють ці випадання. Інтенсивність емісії зростає в ряді земель поселень (0 % N , що надійшов з випадіннями) – водойми і пустки (1 %) – ріллі, сінокоси і пасовища (1,25 %) – хвойні ліси (1,4 %) – і листяні ліси (6%)) [90].

В цілому, треба визнати, що кількість азоту від випадінь незрівнянно мало з тим, що вноситься в ґрунт безпосередньо у вигляді добрив. Основне джерело непрямой емісії переважно асоційовано з водними екосистемами:

грунтові води, внутрішні водойми, річки і океани. Утворення оксиду азоту пов'язано з багатством і активністю водної та донної мікрофлори. Емісія оксиду азоту у відкритих океанах визначається, в першу чергу, інтенсивністю нітрифікації. Значний внесок вносять прибережні біоми з високою бактеріальною активністю. На відміну від прямого потоку N_2O , що спостерігається в перший рік внесення добрив, непряма емісія, цілком ймовірно, більш розтягнута в часі і займає не один рік [26]. У деяких випадках внутрішньо ґрунтовим стоком виноситься до 80 % сумарних втрат азоту ґрунту. Істотне значення мають болота, річки і прибережні літоралі, в які потрапляє вода, насичена нітратами. Інтенсивна мікробіологічна активність, яка спостерігається в цих екосистемах, визначає посилення емісії N_2O в атмосферу. Згідно глобальним оцінками внесок цього джерела дорівнює 1,7 (0,5-2,9) млн. тон N - N_2O [59].

Стоки антропогенного оксиду азоту відбуваються в результаті мікробної трансформації N_2O в ґрунті. Ґрунт є не тільки джерелом, але й стоком для атмосферного оксиду азоту. При цьому відбувається поглинання N_2O мікроорганізмами і включення в процес денітрифікації, в результаті якого утворюється молекулярний азот. Існують відомості про відновлення оксиду азоту азотфіксуючими бактеріями [190].

Максимальне руйнування оксиду азоту спостерігалось в чорноземі звичайному, дерново-підзолистому, гірничо-луговому і темно-сірих лісових ґрунтах. Ці ґрунти характеризуються найбільшою біомасою денітрифікуючих мікроорганізмів. Також високий потенціал відновлення N_2O відзначали на меліорованих торфових ґрунтах. Результати дослідження показують перевищення кількості відновленого оксиду азоту над її емісією на непорушених ґрунтах на 30 – 40 % практично для всіх типів ґрунту. В анаеробних умовах поглинання N_2O з атмосферного повітря збільшується [201].

Частково атмосферний N_2O може повертатися в ґрунт з дощовою водою. З опадами у розмірі 1000 мм в рік випадає тільки 3г N - N_2O на га. Виявлено

поглинання атмосферного N_2O листям кукурудзи. Однак ці кількості вкрай незначні і не можуть впливати на глобальний цикл оксиду азоту [185].

Сільське господарство – не тільки основний споживач азоту, а й джерело його втрат за рахунок виробництва рослинницької і тваринницької продукції. На рисунку 1.1 зображено основні шляхи виділення сполук азоту при виробництві сільськогосподарської продукції. Кожну систему зображено у вигляді труби з численними отворами, через які можливі втрати азотних сполук. Зі схеми можна побачити, що існує безліч шляхів виділення сполук азоту, і при закритті одного, може просто збільшитися потік через інші. Тому стратегія обмеження шкідливих викидів вимагає цілісного підходу, розуміння взаємозв'язків з іншими джерелами втрат (транспорт, енергетика) й усіма компонентами біосфери (ліс, природні ландшафти, моря і так далі) [27].

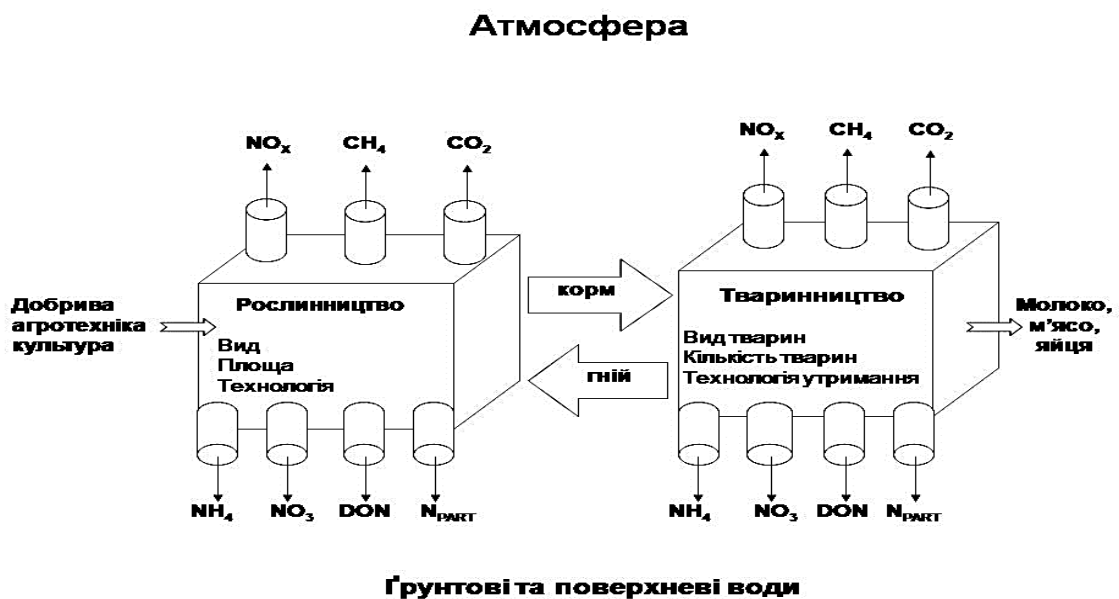


Рис. 1.1. Схема утворення парникових газів при виробництві сільськогосподарської продукції [27]

Цикл азоту в ґрунтах у значній мірі пов'язаний з біогеохімічним циклом вуглецю. Процеси, що призводять до емісії CO_2 , як правило, супроводжуються емісією N_2O . Так при оранці цілинних земель відбувається посилення мінералізації гумусу і спостерігаються значні втрати ґрунтового органічного

вуглецю. Частина новоутвореного мінерального азоту ґрунту втягується в процеси нітрифікації, а згодом і денітрифікації, що, таким чином, призводить до стимулювання і емісії N_2O [30].

Виведення сільськогосподарських земель з експлуатації приводить до самовідновлення природного стану ґрунтів і супроводжується акумуляцією ґрунтової органічної речовини. Перш за все, це відбувається в результаті мінералізації рослинних залишків, у складі яких поступово з'являються рослини – азотфіксатори [116; 75].

Припинення обробки ґрунтів і внесення в них добрив призводить до посилення стоку N_2O на цих ґрунтах і скорочення емісії. На молодих покладах спостерігається зменшення емісії N_2O в порівнянні з ріллям, однак її величина була все ще вище емісії від цілинних земель. При збільшенні віку покладу сток оксиду азоту поступово може почати переважати над емісією, так само як і в непорушених ґрунтах. Тільки в умовах надмірного зволоження або закислення ґрунтів емісія N_2O перевищує величини стоку. В результаті поглинання і наступного відновлення атмосферного N_2O утворюється молекулярний азот, який, у свою чергу, може брати участь у процесі азотфіксації і переведений, в кінцевому рахунку, в мінеральний і органічний азот ґрунтів. Таким чином, можна зробити висновок, що акумульований азот ґрунтів перелогових земель включає деяку частину N, яка потрапила у ґрунт при поглинанні N_2O [211].

Безумовно, антропогенний вплив позначається не тільки у процесах утворення і поглинання оксиду азоту, а й інших азотних сполук. Відповідно, втрати азоту та його сполук на землях сільськогосподарського використання також збільшуються. Хоча для більшості оксидів азоту, порівняно з процесами спалювання викопного палива, сільськогосподарські джерела не великі [195; 192].

Так, світові індустріальні процеси продукують від 21 до 28 (25,6) млн. тон NO_x-N на рік. Глобальна емісія NO від сільського господарства становить близько 1,6 млн. тон NO_x-N на рік, сумарні втрати азоту у формі аміаку

досягають 56,1 (26,8-78,4) млн. тон N- NH₃ на рік, включаючи 45,5 млн. тон від антропогенних джерел [98].

Таким чином, до методів управління викидами хімічно активного азоту в рослинництві повинні входити такі категорії джерел і поглиначів N₂O: пряма ґрунтова емісія N₂O при внесенні органічних і мінеральних добрив, рослинних залишків; пряма емісія при обробці органогенних ґрунтів; непряма ґрунтова емісія N₂O при атмосферних випаданнях сполук азоту (NO_x і NH₃), непряма емісія з територій водойм, річок та їх дельти при вимиванні сполук азоту з ґрунтів; емісія N₂O при спалюванні біомаси на землях сільськогосподарського використання і на перелогових землях; ґрунтовий стік N₂O на території земель сільськогосподарського використання покладів.

1.2. Заходи мінімізації емісії хімічно активного нітрогену в сільському господарстві

Найбільше значення для сільського господарства має Гетеборзький Протокол про боротьбу з підкисленням, евтрофікацією і приземного озону. Гетеборзький протокол (ГП) встановив граничні значення викидів. В результаті повного виконання Протоколу, викиди сірки в Європі повинні бути скорочені, принаймні на 63 %, викиди NO_x на 41 %, викиди діоксиду на 40 %, а викиди аміаку на 17 % [178].

ГП був переглянутий в 2012 році з метою включення національних зобов'язань щодо скорочення викидів, які повинні бути досягнуті до 2020 року і пізніше. Деякі технічні додатки до Протоколу були змінені, внаслідок поновлення ряду граничних значень викидів для стаціонарних і мобільних джерел. Також були змінені граничні значення змісту аерозолів у повітрі. Переглянутий протокол також включає в себе можливість приєднання нових Сторін, головним чином, країн Південної та Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії [117].

Документи ГП , що стосуються проблеми аміаку: додаток IX, Заходи з обмеження викидів аміаку з сільськогосподарських джерел [173]; керівний документ з контролю і запобігання емісії аміаку [179]; кодекс хорошої сільськогосподарської практики щодо заходів по зниженню емісії аміаку [206].

Додаток IX Гетеборзького Протоколу містить: а) Вимоги до країн – учасників Конвенції вести кодекс рекомендованої хорошої сільськогосподарської практики для скорочення викидів аміаку із забезпеченням: - управління азотом з урахуванням усього азотного циклу; - стратегій годування у тваринництві; - методів внесення гною з низьким рівнем емісії; - методів зберігання гною з низьким рівнем емісії; - методів утримання тварин з низьким рівнем емісії; - можливості обмеження емісії аміаку при внесенні мінеральних добрив. б) Обов'язкові заходи і кількісні значення зниження рівня емісій для: - внесення сечовини і амонійного – карбонатних добрив; - внесення гною; - гноєсховищ на великих птахофабриках і свинокомплексах; - технології утримання тварин на великих тваринницьких підприємствах [173].

У 2012 р. був запропонований оновлений «Посібник з методів запобігання і скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел». Мета оновленого – дати Сторонам Конвенції рекомендації з вибору методів скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел в сучасних умовах, відповідно до Додатку IX до Гетеборзького протоколу ЄЕК ООН [104].

Цей документ узагальнює сучасні знання про стратегії і методи скорочення викидів аміаку, науково-технічні основи методів і стратегій, економічні витрати на застосування методів скорочення викидів аміаку, у євро на 1кг викидів та різні умови і обмеження застосування зазначених методів.

Рамковий кодекс ЄЕК ООН для належної сільськогосподарської практики, яка сприяє скороченню викидів аміаку [206] був розроблений в 2001 році з метою гармонізації основних вимог національних кодексів і включення найкращих доступних методів і технологій. Рамковий кодекс включає статті з усіх великих сільськогосподарських джерел аміаку, і націлений на надання

сприяння всім Сторонам у вдосконаленні та/або розробці своїх власних національних документів про впровадження належної сільськогосподарської практики з регулювання емісій хімічно активного азоту. Національний документ повинен враховувати особливі умови на території Сторони, тобто бути адаптованим до місцевих ґрунтових і геоморфологічних умов, видам виробленого гною і структурі сільськогосподарських підприємств. У 2012 році Експертна група щодо скорочення викидів азоту із сільськогосподарських джерел почала роботу з оновлення Рамкового кодексу. Прийнята структура поновлюваного документа. Додатково планується розробити додаток з розгорнутим описом заходів зниження викидів азоту (приміщення, зберігання, внесення гною та ін.) [206].

Системний, інтегральний підхід при екологічній оцінці передбачає необхідність розгляду: оцінок, пов'язаних з якістю середовища; бюджету поживних речовин, що охоплює всі джерела емісій, потоків; оцінок заходів та інструментів з точки зору ефективності, вартості, синергізму і побічного ефекту [207].

У Керівному документі по національним балансам азоту представлена інформація про баланси азоту, ефективності його використання, надлишках азоту та їх скорочення, є одним з елементів пункту 3 d статті 7 переглянутого ГП «Представлення інформації». Керівний документ для складання балансів азоту в національному масштабі, підготовлений Групою експертів по балансам азоту Цільової групи з хімічно активному азоту. Мета « Керівного документа з контролю і запобігання емісії аміаку» - дати чіткі вказівки Спільній програмі спостереження й оцінки поширення забруднювачів повітря на великі відстані в Європі (ЕМЕР) та іншим допоміжним органам щодо розрахунку балансів азоту, ефективності використання азоту і надлишків азоту та їх скорочення в межах географічного району ЕМЕР [94].

Роботи з удосконалення системи екологічних показників, методології їх формування та методів їх збору з урахуванням міжнародних стандартів і рекомендацій, розробка методів оцінки азотного балансу при виробництві с/г

продукції на різних рівнях (для ферми, для району, області, регіону і країни) актуальні для українських умов, особливо в умовах забезпечення продовольчої безпеки, інтеграції у світове економічне співтовариство, виконання міжнародних зобов'язань по захисту навколишнього середовища [181].

Довгострокова мета політики у сфері якості повітря ЄС - досягнення рівня якості повітря, який не приводить до неприпустимих впливів і не викликає ризики для здоров'я людини і навколишнього середовища [210].

З метою оцінки ефективності тематичної стратегії ЄС щодо якості повітря, і для того щоб намітити напрямки продовження робіт для поліпшення якості повітря, за завданням СЕК ООН в 2011 році був проведений ретельний аналіз існуючої політики в цій галузі. Результати цього огляду були оголошені 18 грудня 2013 , коли СЕК ООН прийняла нову «Програму Чисте повітря для Європи» і запропонувала переглянути значення граничних національних викидів і нову директиву про встановлення лімітів на викиди. Таким чином, Програма спрямована на уникнення 58000 передчасних смертей до 2030 року і на захист екосистем від азотного забруднення і підкислення. Єврокомісія вважає, що користь для здоров'я від цих заходів у фінансовому вираженні, виражатиметься в економії для суспільства 40-140 млрд. € зовнішніх витрат і в забезпеченні близько 3 млрд. € прямих вигод, за рахунок підвищення продуктивності праці, більш низьких витрат на охорону здоров'я, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та зменшення шкоди, що завдається будівлям кислотними опадами. Очікуване підвищення продуктивності праці буде еквівалентно близько 100000 додаткових робочих місць, створюючи тим самим позитивний ефект для економіки Європи [210; 145].

Вираз «з урахуванням повного азотного циклу» підкреслює необхідність розглядати всі аспекти кругообігу азоту, в тому числі зниженні викидів NH_3 , в комплексі для того, щоб не допустити заміни одного виду забруднення іншим. Управління потоками азоту можна розглядати як «програмне та організаційне забезпечення», в той час як методи можна вважати «апаратними способами»

зниження викидів азоту. Отже, управління потоками азоту слід розглядати в сукупності з методами [124].

Використання всіх джерел азоту в господарстві повинно бути ретельно сплановане, а кількість використовуваного азоту не повинна перевищувати потреби рослин [176].

Необхідно брати до уваги всі шляхи втрат: наприклад, збереження NH_3 після внесення гною в ґрунт може підвищити вилуговування при перевищенні оптимальної кількості N для живлення рослин. Застосовувані кількості і втрати можуть бути зменшені за рахунок досягнення більш точної відповідності вмісту азоту в кормах потребам тварин. Вживання заходів по скороченню викидів NH_3 після внесення гною і добрив буде також безпосередньо сприяти ефективному управлінню за рахунок збереження N для засвоєння рослинами. Обмеження щорічного обсягу внесення N та заходи по обмеженню викидів NH_3 після внесення гною і добрив відкривають можливості для підвищення врожайності і концентрації білку [187].

Загальноприйнятною технологією внесення гною є розподіл необробленого рідкого або твердого гною по всій поверхні ґрунту. Викиди аміаку при використанні цього методу, виражають у відсотках від загального вмісту амонійного азоту (ЗАА), вони як правило, знаходяться в межах від 40% до 60%. Величина емісії змінюється в залежності від складу рідкого або твердого гною та ґрунтово-кліматичних умов [110; 146].

Емісія аміаку як відсоток від внесеного ЗАА зазвичай знижується зі зменшенням евапотранспірації, яка залежить від температури повітря, швидкості вітру, сонячного випромінювання та вмісту сухої речовини в рідкому гної. Показники емісії аміаку зменшується зі збільшенням вмісту ЗАА і норм внесення. Емісія залежить від виду гною та властивостей ґрунту, що визначають його водопроникність. Наприклад, сухі ґрунти, які мають високу водопроникність, забезпечать більше скорочення емісії, ніж вологі і ущільнені ґрунти зі зниженою водопроникністю. Однак у пересушеному стані деякі

грунти можуть стати водовідштовхувальними, що також може знизити інфільтрацію і, внаслідок цього, емісія збільшується [13; 184].

Аналогічні, вище описаним, проблеми емісії аміаку в атмосферу відбуваються й при внесенні синтетичних добрив органічної природи. Емісія з добрив виготовлених на основі сечовини набагато вища, ніж з інших видів, оскільки швидкий гідроліз сечовини викликає локальне підвищення рН у ґрунті. [179].

Кругообіг нітрогену значною мірою залежить від системи ведення сільського господарства. Стратегія обмеження втрат нітрогену вимагає розуміння взаємозв'язків між ланками сільського господарства (табл. 1.1) [182; 186; 203].

Таблиця 1.1

Кругообіг нітрогену у сільському господарстві

№ п/п	Складові кругообігу нітрогену	*Тг N/рік
1.	Споживання добрив	120
2.	Фіксація N ₂ рослинами	50–70
3.	Вирощування культур	122
4.	Кормовиробництво	100
5.	Міграція у сільськогосподарські ґрунти	57
6.	Емісія NH ₃ від вирощування сільськогосподарських культур	15
7.	Емісія NH ₃ від сільськогосподарських тварин	22
8.	Продукти рослинництва для харчування людей	22
9.	Продукти тваринництва для харчування людей	6
10.	Харчові відходи	13
11.	Осад стічних вод	13
12.	Стічні води	6
13.	Надлишки в сільськогосподарських ґрунтах	120
14.	Міграція з сільськогосподарських ґрунтів у поверхневі води	95
15.	Денітрифікація в ґрунті	25
16.	Денітрифікація у воді	52
17.	Емісія NO з ґрунту	10
18.	Емісія N ₂ O з ґрунту	13
19.	Емісія NH ₃ від спалення біомаси	5,5
20.	Емісія NH ₃ з природних ґрунтів	4,9
21.	Емісія NH ₃ в екосистемах	10,4
22.	Депонування NH _x і NO _y в сільськогосподарських ґрунтах	50

23. Депонування NH_x і NO_y в природних ґрунтах	19
*Тг – 1 Тераграм = 1000000 т	

Методи по скороченню викидів основані або на уповільненні гідролізу сечовини в карбонат амонію, або на сприянні швидкому проникненню добрива в ґрунт. Для скорочення викидів аміаку при внесенні добрив на основі сечовини використовують інгібітори уреаз, оболонки пролонгованої дії, внутрішньо ґрунтове інжекторне внесення, швидке закладення в ґрунт та полив відразу після внесення [111; 113].

Управління потоками нітрогену передбачає його розподіл для досягнення агрономічної і природоохоронної мети. Агрономічна мета пов'язана з врожайністю і якістю сільськогосподарських культур, а природоохоронна – з мінімізацією втрат нітрогену у сільському господарстві [112; 122].

Люди щорічно вносять у сільськогосподарські ґрунти 120 Тг/рік N у вигляді синтетичного добрива для рослинництва. До 50–70 Тг/рік N фіксується сільськогосподарськими культурами, лише 20–30 % від внесеного у ґрунт нітрогену потрапляє у продукти рослинного походження для харчування людей (22 Тг/рік N). Інша частина рослин (100 Тг N) використовується у тваринництві для кормо виробництва (табл. 1.1) [166].

Невелика частина (6 Тг/рік) нітрогену споживається людьми з продуктами харчування тваринного походження, але більша частина втрачається шляхом емісії аміаку (37 Тг/рік), денітрифікації (25 Тг/рік), міграції з сільськогосподарських ґрунтів у поверхневі води (95 Тг/рік), з відходами (32 Тг/рік) та ін [198; 101; 189; 194; 188].

Ефективність використання нітрогену (ЕВН) за виробництва продукції рослинництва розраховується як відсоток нітрогену зібраного врожаю від надходження нітрогену у ґрунт з добрива, гною, фіксації нітрогену, атмосферних опадів та ін. Якщо значення перевищує 100 %, це призведе до погіршення ґрунту через винос більшої кількості поживних речовин, ніж надходить у ґрунт. Значення вище 70 % в цілому свідчать про ризик зниження

поживних речовин у ґрунті, враховуючи, що частина сполук нітрогену втрачається у навколишньому природному середовищі. Такі показники було типовими для сільського господарства світу в 1900 і 1950 рр. [202; 183; 66; 187; 191].

Використання мінеральних нітрогенних добрив призвело до зниження значення ЕВН Америки, Європи та Азії з 1970 р. й водночас до підвищення рівня забруднення ґрунту біогенними речовинами. NUE у період 1970 і 2000 рр. варіював залежно від регіону у результаті відмінностей за видами культур, рівня урожайності і поживних речовин [205; 209; 169; 170].

Прогнозовані значення ЕВН на 2050 р. відображають сценарій із зростанням ефективності у всіх регіонах світу за умови, що ЕВН у кінцевому підсумку зводяться до значень Європи і Пн. Америки [144].

Країни колишнього СНД, зокрема Україна за ЕВН знаходяться посередині у світі з показником 52–83 % (рослинництво) (рис. 1.2).

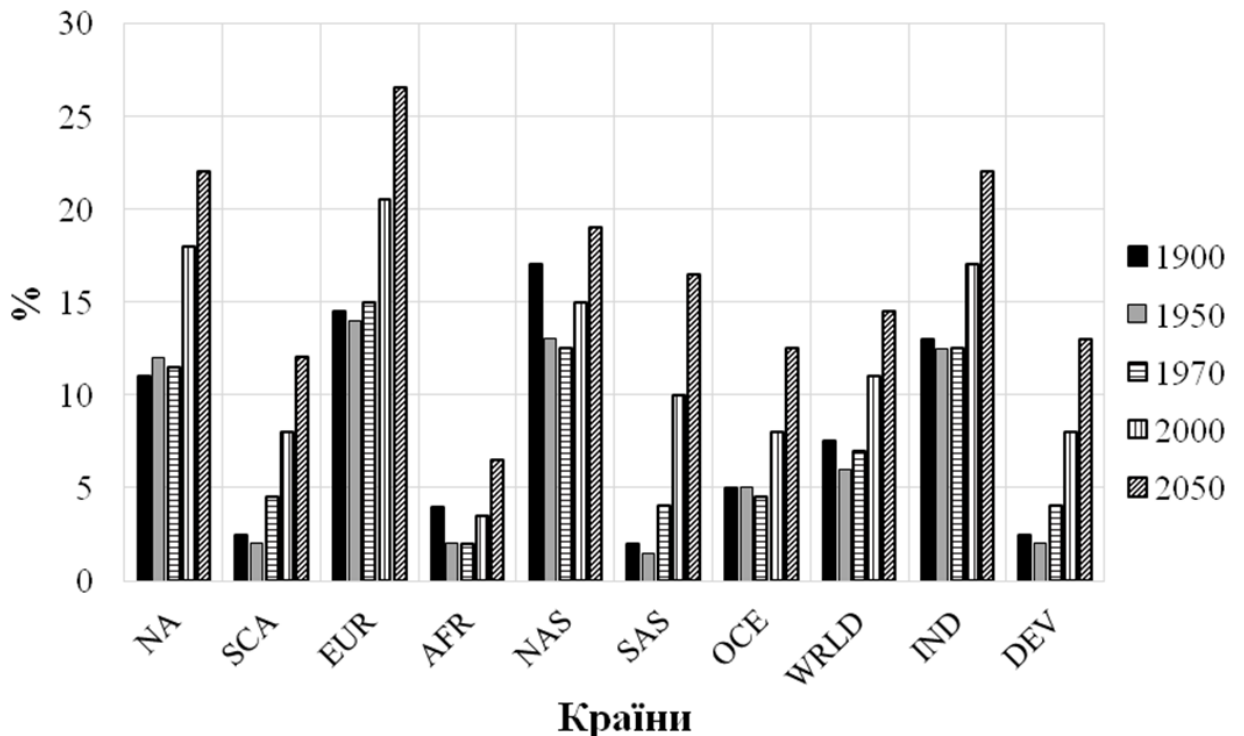


Рис. 1.2. Регіональна ефективність використання нітрогену у світі за виробництва продукції рослинництва, за роками

Країни: NA – Пн. Америка (Канада, США); SCA – Пд. і Цт. Америка; EUR – Європа; AFR – Африка; NAS – Пн. Азія (Росія, Білорусія, Україна, Молдова); SAS – Пд. Азія; OSE – Океанія (Австралія, Нова Зеландія); WRLD – Світ; IND – індустріальні країни; DEV – розвинуті країни [200; 199; 197; 175].

1.3. Особливості забезпечення кукурудзи азотом та іншими елементами живлення

Отже, стійке функціонування агроландшафтів можливо за умови регулювання біологічного кругообігу речовин, особливо азоту. Порухення балансу біогенних елементів може стати причиною зниження стійкості агроландшафтів в цілому [128; 150; 154].

Причому найбільш доступним способом регулювання балансу поживних речовин в агроландшафтах є застосування добрив, без яких неможливе ведення сільськогосподарського виробництва. Добрива є одним з швидкодіючих засобів формування високих врожаїв всіх культур, в тому числі й кукурудзи [1; 4; 5].

Високий рівень мінералізації веде до швидкого розкладання рослинних залишків, зникнення яких посилює діяльність мікроорганізмів по мінералізації гумусу, тому так важливо постійне поповнювати ґрунт свіжою органічною речовиною [2; 6; 8].

Досліджено, що на 1 т абсолютно сухого зерна і побічної продукції кукурудзи виноситься 26 кг N, 8,8 кг P₂O₅, і 26,9 кг K₂O. З розрахунку на 14 % вологість зерна винос на 1т зерна з відповідною побічною продукцією становить 30,3 кг N, 10,2 кг P₂O₅ і 31,3 кг K₂O [3; 9; 10].

Кукурудза має тривалий вегетаційний період і формує більшу біомасу, то вона пред'являє високі вимоги забезпеченості макро- і мікроелементами. Рослини кукурудзи елементи живлення споживають від сходів до воскової стиглості, спочатку незначно – від 8 до 30 %, до фази виходу в трубку – 50 %, викидання волоті – 75-80 %, до фази воскової стиглості – до 100 % [15; 16; 42].

Кукурудза дуже вимоглива до умов живлення, це пов'язано з високою інтенсивністю біохімічних і ростових процесів, а також формуванням великої вегетативної маси. На початку свого розвитку вона погано засвоює поживні речовини через слаборозвинену кореневу систему і низькі для неї температури орного шару ґрунту [17; 36; 37].

Азот необхідний рослинам кукурудзи протягом усього періоду росту і перш за все в періоди диференціації та розвитку вегетативних і репродуктивних органів [76]. Азотні добрива можуть ефективно збільшити площу листової поверхні, утвореної на початку сезону, і підтримувати велику поверхню зеленого листа в наступні часи для максимальної фотосинтетичної асиміляції [171; 119; 120; 121].

Важлива роль азоту в формуванні врожаю визначається тим, що він входить до складу білків, які представляють основу живого організму. Азот сприяє роботі фотосинтетичного апарату, розвитку листової поверхні, збільшуючи тривалість її ефективної експлуатації з подальшим збільшенням концентрацій хлорофілу в листі [18; 45; 53].

При нестачі цього елемента слабо розвивається листова поверхня, з'являється блідо-зелене або жовто-зелене забарвлення листа через порушення формування хлорофілу, спостерігається відставання в рості рослин, навіть інколи й відмічена їх карликовість [19; 38; 46].

В кукурудзи максимальне засвоєння поживних речовин спостерігається в період викидання волоті-цвітіння. Швидкість споживання поживних речовин багато в чому залежить від температури повітря, ґрунту, кількості опадів. Також інтенсивність поглинання поживних речовин є біологічною особливістю кукурудзи і її взаємодією з різними типами ґрунтів [20; 33; 39].

Максимальна потреба кукурудзи в азоті настає в фазу викидання волоті – в цей період засвоюється до 40 % від загальної потреби, а от на початку розвитку необхідно не більше 4 % від потреби. Цим і пояснюється висока ефективність азотних підживлень під час вегетації рослин [21; 53; 56; 91].

Підвищені дози азоту викликають затримку в рості надземної частини рослин, особливо на початку вегетації, коли потреба в ньому невелика. Надалі при надмірній концентрації азоту посилено розвивається вегетативна маса на шкоду врожаю зерна, знижується стійкість до шкідників і хвороб, підвищується схильність рослин до вилягання, збільшується витрата води на транспірацію [22; 34; 40; 44].

Кукурудза характеризується розтягнутим періодом живленням та здатністю поглинати азот та інші поживні речовини і в пізні фази росту і розвитку, аж до фази воскової стиглості. Під кукурудзу в залежності від родючості ґрунту і попередника вносять від 60 до 90 кг/га азоту, причому середні норми застосовують до посіву, а при внесенні високих норм (90 кг і більше) більшу частину вносять до посіву та невелику дозу (20-25 кг) дають при першій міжрядній обробці ґрунту, або як позакореневе підживлення [23; 35; 47].

Критичним періодом потреби в азоті вважаються фази цвітіння і утворення насіння. Якщо в цей час є його нестача, то молоді рослини бувають низькорослими з дрібним листям, забарвлення їх листків бліде або жовто-зелене [24; 48; 64].

Праці інших вчених доводять, що з підвищенням рівня мінерального живлення, особливо азотного, при порівняно сприятливих умовах зволоження можна значно збільшити врожайність зерна кукурудзи і поліпшити його якість [6; 23; 28; 29; 31; 81].

Поглинання фосфору відбувається більш тривалий час. Кукурудза засвоює його рівномірно аж до дозрівання. Однак особливо гостру потребу в додатковому фосфорному живленні рослини відчувають повсюдно в самий початковий період свого життя. Фосфорні добрива, внесені до сівби кукурудзи, сприяють потужному розвитку кореневої системи, більш ранньому утворенню качанів, та якісно впливають на формування зерна [49; 50; 57; 65].

Калій необхідний для нормального перебігу всіх важливих фізіологічних процесів і безпосередньо впливає на швидкість росту і урожай культури. Він

сприяє посиленню склеренхіми в волокнах і тим самим збільшує стійкість до вилягання, що особливо важливо при внесенні великих доз азоту для отримання максимальних врожаїв [69; 74; 76].

Калій в рослині знаходиться в іонній формі і не входить до складу органічних сполук клітин. Він міститься головним чином в цитоплазмі і вакуолях, так до 80 % його знаходиться в клітинному соку і легко екстрагується за допомогою води. Тому калій вимивається з рослин дощами [70; 80; 83; 88; 96].

Гарне забезпечення калієм важливо для ефективного використання води кукурудзою. Калій також істотно впливає на відносний вміст зерна в качані [71; 72; 86].

Найбільша ефективність калійних добрив досягається при оптимальному співвідношенні їх з азотними і фосфорними добривами [73; 79].

Споживання елементів живлення залежить також і від скоростиглості гібриду. Так, у ранньостиглих форм спостерігається висока чутливість до фосфорно-калійного удобрення, в той час як у середньо-ранніх врожайність визначається рівнем азотного живлення [82; 92; 105].

При вирощуванні на зерно найбільш важливим в живленні кукурудзи є не кількість поживних речовин, внесених з добривами, а співвідношення між ними. Збалансоване живлення кукурудзи на зерно дозволяє уникнути подовження другої половини вегетації і сприяє збиранню врожаю в оптимальні строки. В першу чергу гібриди добре відгукуються на внесення азотних добрив, які збільшують формування качанів при меншій стебловій масі [95; 99; 103].

Внесення під оранку $N_{14}P_{80}$ підвищує урожай зерна на 0,83 т/га, а додаткове застосування на цьому фоні одноразового підживлення N_{40} забезпечувало прибавку зерна 2,32 т/га, а при дворазовому підживленні ($N_{40} + N_{40}$) - 3,22 т/га. Максимальна врожайність - 8,86 т/га відзначається на фоні $N_{14}P_{80} + N_{40} + N_{40}$ [106; 125; 138].

Для кращого живлення рослин в початковий період вегетації вносять невеликі дози добрив при посіві або перед сівбою. Досвід показує, що внесення

при посіві фосфорних добрив в кількості 5-10 кг діючої речовини на 1 га має великий вплив на початковий ріст кукурудзи, сприяючи потужному розвитку кореневої системи, і значно підвищує урожай (в середньому на 0,3-0,6 т зерна з 1 га). З мінеральних добрив при підживленні вносять азотні (70-100 кг аміачної селітри), а на посівах, слабо забезпечених фосфором і калієм, крім того, суперфосфат і хлористий калій. Щоб добрива, що вносяться для підживлення, швидше і більш повно використовувалися рослинами, їх краще вносити культиваторами на глибину 8-10 см [107; 126; 139].

Досліджено, що від підживлення аміачної селітрою в дозах N_{20} , N_{30} і N_{40} зростала урожайність зерна кукурудзи в порівнянні з контролем від 0,25 до 0,59 т/га. Підвищення врожайності спричинило зниження вмісту в зерні білка і у варіанті підживлення в дозі N_{30} на фоні осіннього внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ цей показник знизився з 11,1 % до 10,6 % [115; 127; 136; 141].

У довгостроковому стаціонарному досліді на чорноземі південному було встановлено, що мінеральні добрива позитивно впливали на вміст у ґрунті доступних для рослин сполук азоту та фосфору. Кількість нітратного азоту і доступних для рослин фосфатів підвищувалась в ґрунті під забезпечені вологою роки, а в посушливі знижувалась [118; 130; 135; 142].

Досліджено також, що підвищення врожайності зерна до контролю від застосування $N_{20}P_{20}$ і N_{60} були практично однаковими і становило 0,76 і 0,77 т/га, а від комплексного застосування добрива ($N_{20}P_{20}$ при посіві + N_{60} в підживленні) - 1,31 т/га [82; 81; 131; 132].

Внесення $N_{120}P_{90}$ і $N_{120}P_{90}K_{60}$ у вигляді аміачної селітри, нітроаммофосу, хлористого калію, на посівах ранньостиглого гібрида кукурудзи РОСС 199 МВ (ФАО 190), дозволило збільшити фотосинтетичний потенціал (ФП) посівів на 27,7 % і 22,9 % відповідно в порівнянні з контролем без добрив [133; 134; 143; 148; 149].

Азотні добрива N_{30} збільшували урожай кукурудзи до 5,9 т/га, а внесення N_{60} - до 6,2 т/га, а застосування N_{90} - до 6,4 т/га. У варіанті $N_{60}P_{60}$ отримана максимальна врожайність - 6,7 т/га, що на 22 % вище контролю. При внесенні

$N_{60}P_{60}K_{60}$ спостерігалось деяке зниження врожайності до 6,6 т / га [77; 85; 89; 93].

Для гібриду 8539 прибавка від внесення $N_{90}P_{90}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}$ склали 19,0 21,0 і 15,0 % по відношенню до контрольного варіанту (5,3 т/га). При вирощуванні пізньостиглого гібриду 8344 найбільша продуктивність зерна отримана від застосування $N_{30}P_{60} + P_{10}Zn_5$ - 7,1 т/га, що на 29,0 % вище, ніж на контролі [1; 16; 151; 152; 12].

Досліджено, що внесення мінеральних добрив на плановану врожайність до 5,0 т/га зерна ($N_{80}P_{60}K_{60}$; $N_{110}P_{80}K_{80}$); забезпечує поступове споживання фосфору протягом усієї вегетації кукурудзи. Максимум споживання фосфору припадає на фазу молочної стиглості не залежно від доз мінеральних добрив [49; 50; 162].

При внесенні азотних добрив в дозі N_{60} найбільше збільшення зерна (0,80 т/га) по відношенню до контролю забезпечив гібрид Бештау, а найменший приріст відзначений на ранньостиглих гібридах Машук 170 МВ та Машук 175 МВ - 0,24 і 0,27 т/га відповідно. Встановлено, що азотні добрива в дозі N_{60} збільшували висоту рослин на 9 см [20; 153; 155; 156].

Дослідженнями, проведеними по вивченню впливу різних доз мінеральних добрив на врожайність зерна ранньостиглого гібрида кукурудзи, було встановлено, при внесенні $N_{120}P_{90}K_{60}$ урожайність зерна збільшилася на 2,00-2,78 т га. При застосуванні добрив в дозі $N_{120}P_{90}$ отримана прибавка зерна 39,7-48,8 % в порівнянні з контролем [163; 164; 114; 11].

Перенесення частини азоту в підживлення рослин сприяло приросту врожайності на 11,4-18,7 % порівняно з передпосівним внесенням $N_{120}P_{90}$. Також внесення мінеральних добрив, позитивно позначається на озерненості качана, особливо при внесенні частини азоту в підживлення - збільшення на 23,1 % в порівнянні з контролем без добрив [133; 165; 14; 25; 32].

Визначено, що в середньому за 3 роки найбільшу врожайність зерна кукурудзи забезпечувала аміачна селітра (N_{30}), яку вносили під культивування - 6,03 т/га, що на 0,76 т/га більше контрольного варіанту без добрив [129; 41; 43].

Внесення нітроамофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$ під культивуацію та $N_{20}P_{20}K_{20}$ при посіві забезпечило прибавку в 0,43 т/га і 0,42 т/га відповідно. При застосуванні амофосу прибавки були мінімальними, що на думку авторів пов'язано з незбалансованістю елементів мінерального живлення. Ефективність внесених добрив залежала також від метеорологічних умов під час вегетації. Так в посушливі роки добрива практично не впливали на врожайність зерна кукурудзи [21; 22; 109; 84; 55].

Комплексні добрива у вигляді нітроамофоски, амофосу і аміачної селітри, позитивно впливають на формування асиміляційної поверхні кукурудзи. Площа листя в середньому за 5 років в контролі (без добрив) склала 25,7 тис. $m^2/га$. Внесення комплексних добрив під передпосівну культивуацію та локально при проведенні першої міжрядної обробки збільшило листову поверхню на 5,8-8,5 тис. $m^2/га$ [31; 54; 58; 60].

Максимальна врожайність зерна кукурудзи отримана у варіанті комплексного внесення мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{60}K_{60}$ + підживлення в фазу 8-9 листків (N_{30}) - 9,79 т/га [162; 62].

В працях інших дослідників найбільший збір зерна спостерігається при внесенні під культивуацію $N_{90}P_{60}K_{60}$. На варіантах де застосовували мінеральні добрива, вміст сирого протеїну в зерні було істотно більше, а приріст становив 0,63-0,74 в порівнянні з контролем; вміст клітковини в зерні кукурудзи також збільшився - середньому на 0,15-0,24 % в порівнянні з контролем [95; 96; 61].

Максимальна врожайність ранньостиглого гібрида Дніпровський 203 МВ була отримана у варіанті $N_{30}P_{60}K_{30}$ + N_{30} (в фазу 5-6 листків) - 4,07 т/га, що вище фону $N_{30}P_{60}K_{30}$ на 7 %. При вирощуванні гібрида Дніпровський 450 МВ максимальний приріст врожайності (7%) відзначений у варіанті $N_{30}P_{60}K_{30}$ + N_{30} (в фазу 6-8 листків). Автори пов'язують таку реакцію гібридів з найбільш сприятливим терміном внесення азотних добрив, яка відповідає фазі початку формування качан [63; 67]а.

Внесення азотних, фосфорних і калійних добрив в різних дозах у вигляді сечовини, суперфосфату подвійного, амофосу, хлористого калію, вплинуло на

вміст основних елементів живлення в ґрунті. Максимальні значення вмісту мінерального азоту, рухомого фосфору і обмінного калію за всіма фазами вегетації отримані в варіантах з подвійною $N_{60}P_{60}K_{40}$ і потрійною $N_{90}P_{90}K_{60}$ дозою повного добрива. Внесені добрива мали істотний позитивний вплив на врожайність зерна кукурудзи. Найбільша врожайність була отримана на варіанті з внесенням потрійної та подвійної дози повного добрива і склала 6,85 і 6,80 т/га, що на 47 % і 45,9 % відповідно більше ніж на варіанті без внесення добрив. Крім цього, внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню вмісту сирого білка в зерні кукурудзи (в середньому на 9,6 %) при внесенні повного мінерального добрива в подвійній дозі $N_{60}P_{60}K_{40}$ [46; 68].

У дослідях з вивчення нових комплексних добрив в Білорусі, було встановлено, що врожайність зерна кукурудзи Дельфін F1 на дерново-підзолистому легкосуглинковому ґрунті в середньому за 2011-2013 рр. склала 7,4 т/га у варіанті без застосування добрив і від 10,4 до 12,9 т/га в удобрених варіантах. При цьому врожайність зерна при використанні комплексного добрива без модифікуючих добавок була на рівні 10,4 т/га, в варіантах з новими формами комплексних добрив модифікованих мікроелементами - від 11,4 до 12,9 т/га. Найбільш високоефективними при обробленні кукурудзи на зерно були комплексні добрива в варіантах $NPK + Zn + Cu + Mn + B$ і $NPK + Zn + Mn$ + регулятор росту рослин тубелак з урожайністю 12,9 т/га (прибавка до базового варіанту – 2,5 т/га), $NPK - Zn + Cu$ + регулятор росту рослин гідрогумат з урожайністю 12,6 т/га (прибавка – 2,2 т/га) [115; 78].

Добрива позитивно впливають не тільки на врожайність зерна кукурудзи, а й на його якість. У зерні кукурудзи вміст азоту зростає в міру збільшення дози азотного добрива. А от збільшення доз фосфору і особливо калію знижувало цей показник. Вміст протеїну збільшувався пропорційно вмісту азоту в зерні кукурудзи [64; 87].

Застосування мінеральних добрив сприяло формуванню зерна в качанах як в посушливі роки, так і в сприятливі. Ймовірно, ефективність мінеральних добрив проявляється на ранніх стадіях формування качана при закладці

майбутніх квіток цього жіночого суцвіття. Так, в середньому по гібридам число зерен від внесення мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{90}K_{90}$ зросло в 2004 р на 44 шт., у 2005 році - на 41 шт., в 2006 р - на 39 шт. [17; 18].

Також, були проведені досліді по вивченню застосування азотних добрив при вирощуванні ранньостиглих і середньоранніх гібридів. Виявлено позитивну дію азотних добрив на висоту і урожай зерна кукурудзи і під впливом внесення N_{60} : вона істотно збільшилася до 242, 226 і 230 см, відповідно [17; 100].

В результаті спостережень встановлено, що внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при вирощуванні кукурудзи, хоча і незначно, але достовірно підвищувало фотосинтетичну активність хлорофілу. При цьому спостерігалось помітне збільшення продуктивності кукурудзи. Збір її сухої речовини збільшився на 43 %, а врожайність зеленої маси - на 24 % [100; 102].

Висновки за розділом 1:

Азот особливий елемент, з одного боку корисний, необхідний для існування тварин і рослин, входить до складу білків (16-18% по масі), амінокислот, нуклеїнових кислот, нуклеопротейдів, хлорофілу, гемоглобіну та ін. З іншого боку вносить значний вклад до збільшення концентрації емісії парникових газів у атмосфері, викликаючи такі негативні наслідки як підкислення поверхневих вод і ґрунту через осадження NH_3 і NO_x ; зниження біорізноманіття флори і фауни; погіршення здоров'я людей внаслідок утворення в повітрі смогу зважених часток і аерозолів NH_4 , NO_3 ; ушкодження рослин через утворення приземного озону; глобальна зміна клімату та руйнування озонового шару, викликане емісією N_2O та ін.

Кругообіг азоту значною мірою залежить від системи ведення сільського господарства. Стратегія обмеження втрат азоту вимагає розуміння взаємозв'язків між ланками сільського господарства. Управління потоками азоту передбачає його розподіл для досягнення агрономічної і

природоохоронної мети. Агрономічна мета пов'язана з врожайністю і якістю сільськогосподарських культур, а природоохоронна – з мінімізацією втрат азоту в сільському господарстві.

Водночас в літературі відсутні дані стосовно комплексного застосування факторів оптимізації та збереження азоту в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно. Існуючі агрономічні підходи реалізуються в основному через забезпечення рослин оптимальними кількостями цього біогенного елемента живлення, а не завдяки збереженню його та формуванню умов до кращої доступності рослинам.

Отже, отримані знання в результаті аналізу праць інших вчених послугували основою для розробки гіпотези, схеми досліду та проведення власних досліджень з вивчення прийомів збереження та підвищення ефективності азоту в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дисертаційної роботи, а зокрема експериментальна частина досліджень (польові та лабораторні досліді) з встановлення ефективного використання хімічно активних сполук азоту на посівах кукурудзи виконувалась в умовах Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України, яка розташована в зоні Південного Степу біля м. Одеса на чорноземних ґрунтах, представлених переважно чорноземами південними важко суглинковими і, частково, – чорноземами типовими середньосуглинковими (46⁰28'924" північної широти, 30⁰35'587" східної довготи, висота над рівнем моря – 57 м) впродовж 2018-2020 років.

Дослідження виконувались в умовах Південно-Степового регіону, а загалом Степова зона займає 46,5 % від загальної площі сільськогосподарських угідь України.

Одеська область на півночі межує з Вінницькою і Кіровоградською, на сході з Миколаївською областями, на південному заході з Молдовою і Румунією, а з південної і південно-східної частини омивається Чорним морем. Розташування регіону в Азово-Чорноморському басейні та Причорноморській низовині, а Північної та Північно-Західної частин регіону на відрогах Подільської височини формує унікальний клімат та умови регіону.

Відповідно північ Одеської області має приналежність до Лісостепового регіону України, а от центральна та південна частини відносяться до Степу. Поверхня регіону переважно рівнинна з глибокими балками, долинами та ярами.

А отже, ґрунтовий покрив Степової частини регіону представлений переважанням темно-каштанових ґрунтів та чорноземів південних, а Лісостеповий відповідно чорноземними ґрунтами.

Загалом особливості розташування регіону проведення досліджень,

грунтові та кліматичні умови сприятливі для ведення сільськогосподарської діяльності. Хоча більш детально на їх характеристиках слід зупинитись в наступних підрозділах нашої роботи.

2.1. Погодні умови проведення досліджень

Якщо в загальному зупинитись на характеристиці погодних умов Одеського регіону, то в степовій частині регіону річна сума сонячної радіації складає 5230 МДж/м², а коливання радіаційного балансу спостерігаються в межах відхилень від 1900 до 2210 МДж/м².

Річна сума температур >10°C становить 2800-3600°C, відповідно період активної вегетації триває 160-295 діб, а безморозний період триває 160-220 діб. Середньорічні температури повітря варіюють з 7,5°C на північному сході до 11°C – на південному сході. Відповідно температура січня змінюється від -7,6°C до -2°C, а температура липня від 20°C до 24°C.

Якщо характеризувати Степову зону регіону, то вона знаходиться на південь від осі підвищеного атмосферного тиску, так званої осі Воейкова. А це означає, що за умови загального переважання західного перенесення вологих повітряних мас у формуванні степового клімату велику роль відіграють східні й північно-східні континентальні, а також середземноморські тропічні повітряні маси. Часто атлантичні циклони не досягають степової зони, що є причиною менших, порівняно з іншими зонами, річних сум атмосферних опадів.

Загалом по регіону річні суми опадів становлять близько 450 мм на півночі та зменшуються до 350 мм – на півдні. Характерною особливістю Степів є коефіцієнт зволоження від 1,2 до 0,8 та висока випаровуваність, яка змінюється в межах 700-880 мм на півночі й до 900-1000 мм на рік – на півдні зони.

Дослідження по темі виконувалися в умовах Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, що з 1974 року спеціалізується на

розробці та вдосконаленні технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Показники подекадної середньої температури повітря на метеостанції Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції у 2018 році висвітлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Подекадна середня температура повітря на метеостанції Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції у 2018 р.

Декада	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-а	4,2	3,0	-1,35	10,7	20,0	19,6	23,1	26,0	19,8	11,5	8,1	-0,2
2-а	-0,3	1,75	5,1	14,1	16,7	21,6	24,7	25,1	16,0	12,5	2,5	-0,7
3-я	-2,4	-4,2	2,2	15,6	19,6	21,1	24,5	24,7	11,5	12,4	3,0	0,6
Середня за місяць	0,5	0,2	2,0	13,5	18,8	20,8	24,1	25,3	15,8	12,1	4,5	-0,1
Багаторічна норма	-1,7	-1,0	2,6	8,0	15,1	19,4	21,4	21,2	17,1	11,1	5,9	1,4
Відхилення від норми	2,2	1,2	-0,6	5,5	3,7	1,4	2,7	4,1	-1,3	1,0	-1,4	-1,5

В умовах зимового періоду 2018 року перша декада січня виявилась аномально теплою і зниження середньодобової температури повітря постерігалось частково в другій і більш повно в третій декаді місяця. А тому середньомісячна температура була на 2,2°C вище багаторічної норми.

Також надзвичайно теплими виявились перша та друга декада лютого і лише третя декада була доволі холодною, з переважанням від'ємних

середньодобових температур. Відповідно середньомісячна температура була на $1,2^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми.

Березень 2018 року навпаки, виявився прохолоднішим за норму і середньомісячна температура була на $0,6^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічної норми. Причому подекадно спостерігались коливання температури повітря, адже після теплої другої декади третя – навпаки – виявилась прохолодною.

В квітні спостерігалось активне наростання середньодобових температур як за місяць так і в межах зростання декад місяця. Також зафіксовано, що середньомісячна температура була на $5,5^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми.

В травні аналогічно спостерігалось перевищення середньодобових температур над багаторічними даними на $3,7^{\circ}\text{C}$, а також було відмічено певне варіювання показника в межах декад місяця.

А от червень 2018 року був найменш серед літніх місяців жарким і перевищення багаторічних значень середньодобової температури було лише на $1,4^{\circ}\text{C}$. В межах декадних значень спостерігалось незначне варіювання показника середньодобової температури повітря.

Липень та серпень були традиційно жаркими та відзначались значним перевищенням середньодобових температур на $2,7^{\circ}\text{C}$ та $4,1^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми. А відхилення в межах декадних значень мали незначне варіювання показника середньодобової температури повітря.

Починаючи з вересня 2018 року спостерігалось планомірне зниження температури та середньомісячні значення її були на $1,3^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічної норми. Причому подекадне зниження температури було плавним, що відповідало особливостям осіннього періоду регіону проведення досліджень.

А от жовтень був на $1,0^{\circ}\text{C}$ тепліше багаторічної норми з незначними коливаннями декадних значень. Спостерігались періоди незначного похолодання та навпаки – потепління, що характерні для кліматичних умов регіону проведення досліджень.

Наступні місяці 2018 року виявились доволі строкатими за проявом погодних умов і листопад був на 1,4°C а грудень на 1,5°C прохолодніше від багаторічних середніх значень.

Показники кількості опадів на метеостанції Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції за 2018 рік подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

**Кількість опадів на метеостанції Одеської державної
сільськогосподарської дослідної станції за 2018 р.**

Декада	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-а	4,4	13,4	8,0	1,3	6,9	0,0	0,0	0,0	82,0	0,0	0,0	0,0
2-а	19,4	6,7	29,1	0,8	3,0	0,0	0,0	7,0	44,0	0,0	0,0	0,0
3-я	1,2	7,2	13,4	1,2	0,0	0,81	45,0	0,0	44,0	0,0	12,0	20,0
Сума за місяць	25,3	27,3	50,5	3,3	9,9	0,81	45,0	7,0	170,0	0,0	12,0	20,0
Багаторічна норма	42,0	41,0	31,0	34,0	39,0	42,0	49,0	34,0	36,0	26,0	42,0	48,0
Відхилення від норми	-16,7	-13,7	19,5	-30,7	-29,1	-41,2	-4,0	-27,0	134,0	-26,0	-30,0	-28,0

Опади в зимовий період 2018 року випадали регулярно, хоча не завжди в достатніх кількостях щоб забезпечити ефективне поновлення вологи в ґрунті. Так, в січні випало на 16,7 мм менше багаторічної норми, а в лютому на 13,7 мм менше норми відповідно.

У березні 2018 року спостерігались істотні опади в другій декаді. Що в кінцевому підсумку сприяли отриманню на 19,5 мм вологи більше багаторічних значень норми.

Якщо аналізувати загалом погодні умови 2018 року, то власне його частина пов'язана з вирощуванням сільськогосподарський рік, по зволоженню не була сприятливою особливо для ярих культур.

Так, посушливі умови квітня, з недобором вологості 30,7 мм, порівняно з багаторічними показниками, негативно впливали на розвиток сходів рослин.

Умови травня та червня, коли опадів випало відповідно на 29,1 та 41,2 мм менше порівняно з багаторічними показниками, на фоні високих температурних показників призвели до скорочення періоду вегетації багатьох сільськогосподарських культур, передчасного відмирання листя, відповідно, зменшення міжфазних періодів, особливо при формуванні зерна, формування щуплого насіння та сприяли загальному недобору урожаю.

А в липні, аналогічно червню перші дві декади місяця були взагалі без опадів, а той час в останню декаду випала їх місячна норма. А тому, загалом недобір вологи порівняно з багаторічними показниками становив всього 4,0 мм. Поновлення запасів доступної рослинам кукурудзи вологи в ґрунті позитивно позначилось на рості та розвитку останніх.

У наступному місяці, в серпні, 2018 року випало надзвичайно мало опадів в другу декаду місяця. Якщо порівнювати з багаторічними показниками, то було недоотримано 27,0 мм вологи.

Нестача опадів в літні місяці компенсувалась з надлишком в вересні, коли аномально інтенсивні дощі пройшли в першу декаду та опади що переважали місячні значення спостерігались в другій та третій декаді. А отже, за місяць випало на 134,0 мм більше багаторічних значень вологи.

Після своєрідного сезону інтенсивних опадів в жовтні опадів не було взагалі, а в листопаді та грудні 2018 року опади спостерігались лише в третій декадах місяця. А це призвело до нестачі опадів відповідно на 26,0 мм, 30,0 мм та 28,0 мм.

Отже, умови для росту і розвитку рослин, що склалися в вегетаційний період 2018 року були досить контрастними та не зовсім сприятливими для формування високого рівня продуктивності. Адже недостатня кількість опадів на фоні впливу високих температур, особливо у весняно-літній період призвели до формування низьких рівнів урожайностей.

Показники подекадної середньої температури повітря на метеостанції Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції у 2019 році наведено нами в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Подекадна середня температура повітря на метеостанції Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції у 2019 р.

Декада	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-а	-2,2	2,7	3,9	6,7	12,9	23,0	23,7	22,0	21,8	13,7	13,3	2,2
2-а	-0,7	3,8	4,6	7,7	14,6	28,5	20,5	22,8	18,3	14,7	11,3	5,7
3-я	1,2	-0,3	5,6	10,5	19,1	26,9	27,5	28,0	15,9	13,1	3,3	6,4
Середня за місяць	-1,8	2,3	4,7	8,3	15,6	26,1	22,4	23,5	18,7	13,4	9,3	4,6
Багаторічна норма	-1,7	-1,0	2,6	8,0	15,1	19,4	21,4	21,2	17,1	11,1	5,9	1,4
Відхилення від норми	-0,1	3,3	2,1	0,3	0,5	6,7	1,0	2,3	1,6	2,3	3,4	3,2

Зима 2019 р. була досить теплою порівняно з багаторічними даними. Так, в умовах січня друга та третя декада місяця відзначалась підвищенням

показників температури. Загалом за місяць спостерігались доволі неістотні відхилення середньомісячних значень від багаторічних показників.

А в лютому перші дві декади були надзвичайно теплими і похолодання відбулось лише в третій декаді місяця. Відповідно середньомісячне відхилення температури повітря було на $3,3^{\circ}\text{C}$ вище багаторічних значень норми.

У березні 2019 року спостерігалось рівномірне наростання середньодобових показників температури повітря в межах декад. А от середньомісячна температура в даному місяці була на $2,1^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми.

У квітні планомірне зростання температур повітря в розрізі по декадах продовжилось та загалом середньодобова температура повітря в цьому місяці незначно, всього на $0,3^{\circ}\text{C}$ переважала багаторічні показники.

Аналогічно в травні 2019 року було відмічене зростання показників температури по декадах та теж незначне всього на $0,5^{\circ}\text{C}$ переважання температури повітря над багаторічними показниками.

Червень виявився істотно теплим та по суті різниця з середньо багаторічними показниками була на $6,7^{\circ}\text{C}$ вище норми, що було найбільш істотним відхиленням в порівнянні з іншими місяцями літнього періоду 2019 року.

Липень та серпень були традиційно жаркими та характеризувались перевищенням середньодобових температур на $1,0^{\circ}\text{C}$ та $2,3^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми. А відхилення в межах декадних значень мали доволі істотне варіювання показника середньодобової температури повітря.

У цілому календарна осінь 2019 року на території Одеської області пройшла у першому і третьому місяці осені в підвищеному температурному режимі, а в жовтні – при заниженому. Середня температура осіннього періоду становила $12,5^{\circ}\text{C}$ тепла, що на $0,2^{\circ}\text{C}$ нижче кліматичної норми. Істотне переважання вище норми температури повітря було в жовтні та листопаді, на $2,3^{\circ}\text{C}$ та $3,4^{\circ}\text{C}$ відповідно.

Температура повітря взимку 2019 року була відносно стабільною, спостерігалось деяке потепління порівняно із середньо-багаторічними даними.

Грудень також виявився теплішим за норму на 3,2°C, тому скажімо рослини озимих культур відновили вегетацію, а пізні строки сівби забезпечили сходи на всій площі посіву.

Кількість опадів на метеостанції Одеської сільськогосподарської дослідної станції за 2019 рік наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Кількість опадів на метеостанції Одеської сільськогосподарської дослідної станції за 2019 р.

Декада	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-а	12,0	0,0	0,0	0,0	7,0	22,5	7,0	50,0	0,0	20,0	4,0	0,0
2-а	20,0	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	18,0
3-я	31,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	60	0,0	3,0	6,0	1,0	12,0
Сума за місяць	63,0	0,0	0,0	23,0	10,5	22,5	67	50,0	3,0	32,0	5,0	30,0
Багаторічна норма	42,0	41,0	31,0	34,0	39,0	42,0	49,0	34,0	36,0	26,0	42,0	48,0
Відхилення від норми	21,0	-41,0	-31,0	-11,0	-28,5	-19,5	18,0	16,0	-33,0	6,0	-37,0	-18,0

За січень 2019 року опадів випало на 21,0 мм вище значень багаторічної норми, а от лютий виявився з відсутністю опадів взагалі і дефіцит вологи склав 41,0 мм – що відповідало значенням багаторічної норми опадів.

Аналогічно з початком весни, в березні опадів не було, а тому дефіцит їх склав 31,0 мм, а в квітні – спостерігались дощі лише в другій його декаді, коли випало 23,0 мм, що й визначило нестачу опадів за місяць на рівні 11,0 мм.

Травень також виявився сухим, з незначною кількістю опадів в першу та третю декаду місяця, та нестачею їх в 28,5 мм порівняно з багаторічними даними.

Серед літніх місяців найбільш посушливим був червень, коли нестача опадів склала 19,5 мм, а друга та третя декади були загалі без дощів. А от в липні та серпні опадів було на 18,0 мм та 16,0 мм більше норми. Хоча їх розподіл носив зливовий характер та основні опади припадали на третю декаду липня і першу декаду серпня.

Станом на 28 вересня запаси продуктивної вологи орного шару ґрунту на площах, призначених під посів пшениці озимої та ячменю озимого, на дослідному полі як у посівному, так і орному шарі ґрунту були відсутні або не перевищували 4,8 мм. Опади, які спостерігалися 21 вересня були незначними (3 мм) і зволоження ґрунту залишилось незадовільним, що на 33 мм менше норми.

На початку жовтня пройшли дощі, місцями відмічались грози. Сума опадів у жовтні склала 32 мм (89 % місячної норми), що поповнило запаси вологи в ґрунті на посівах озимих культур.

Внаслідок нерівномірного розподілу опадів та враховуючи дуже посушливий осінній період, запаси продуктивної вологи під посівами озимих станом наприкінці жовтня 2019 року в орному шарі ґрунту 0-20 см були на рівні задовільних показників. У метровому шарі ґрунту запаси продуктивної вологи оцінювались як незадовільні.

Кількість опадів у листопаді становила 5 мм (14,7% місячної норми). Відхилення від норми складає 37,0 мм з позначкою мінус. У грудні кількість опадів склала 30,0 мм, що на 18 мм було нижче рівня багаторічної норми.

Отже. загалом в 2019 році відмічалася тенденція підвищення середньодобової температури і зниження річної кількості опадів, особливо у весняно-літній період. У порівнянні із багаторічними показниками сума опадів

за весь вегетаційний період склала 259 мм, або на 52 мм менше норми. Проте завдяки осінньо-зимовим запасам вологи в ґрунті насіння кукурудзи дружньо проросло і рослини задовільно перенесли квітневу і травневу засуху. В червні-липні температура повітря перевищувала багаторічні дані (+1,3 та +1,9) на фоні недостатньої кількості опадів, що негативно впливало на вирощування сільськогосподарських культур.

Значення показників подекадної середньої температури повітря на метеостанції Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції у 2020 році висвітлено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Подекадна середня температура повітря на метеостанції Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції у 2020 р.

Декада	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-а	4,7	2,3	9,7	8,4	13,9	18,0	25,3	24,6	22,7	17,3	9,4	2,4
2-а	-6,4	4,6	7,7	11,6	15,9	21,2	22,6	22,3	20,9	15,8	5,8	3,8
3-я	1,7	5,7	7,5	11,5	13,1	25,5	25,3	24,1	18,4	15,4	3,4	5,5
Середня за місяць	0,0	4,1	8,3	10,5	13,2	21,5	24,4	23,7	20,7	16,2	6,2	3,9
Багаторічна норма	-1,7	-1,0	2,6	8,0	15,1	19,4	21,4	21,2	17,1	11,1	5,9	1,4
Відхилення від норми	1,7	5,1	5,7	2,5	-1,9	2,1	3,0	2,5	3,6	5,1	0,3	2,5

Зимовий період 2020 року характеризувався високими температурними показниками, які перевищували багаторічну норму в інтервалі від +5,7 до +6,9 градусів.

Впродовж січня 2020 року середньодобова температура повітря складала 0,0°C, що було більше мінімальної багаторічної на 1,7°C. А от в лютому відбувалось значне потепління – середня температура повітря за місяць становила 4,1°C, а відхилення складало більше на 5,1°C норми.

Весна видалася ранньою та дружньою. В березні середньодобова температура повітря складала 8,3°C, що було більше багаторічних значень середньодобових показників на 5,7°C.

У цьому році перехід середньодобової температури повітря через позначку плюс п'ять градусів, що прийнято вважати за час сталого весняного відновлення вегетації озимих зернових культур в умовах Одеської сільськогосподарської дослідної станції відмічено 27 березня, що відчутно пізніше порівняно з минулим роком – 17 березня і раніше в порівнянні з 2018 роком – 31 березня.

Квітень відзначався теплою погодою зі значним дефіцитом опадів. В цей період максимальна температура повітря у найтепліші дні підвищувалась до +16,0°C, мінімальна у найхолодніші ночі знижувалась до -0,1°C. Переважання середньої за місяць температури становили 2,5°C порівняно з багаторічними значеннями.

У травні у продовж всього місяця спостерігалася достатньо низька температура повітря, яка була нижче багаторічної норми на 1,9°C. Температури повітря коливалася по декадам. В 1-й декаді температура повітря складала 13,9°C, в 2-й декаді – 15,9°C, а в 3-й декаді вона знову знизилася до 13,1°C.

У червні місяці температура повітря була також високою і перевищила середню багаторічну норму на 2,1°C. В цей період середньомісячна температура становила 21,5°C.

Червень та липень за температурними показниками були тепліші за норму на 2,1°C та 3,0°C, що сприяло активному росту і розвитку рослин.

Серед наступних місяців вегетаційного періоду спостерігалось перевищення понад багаторічну норму температури в серпні на 2,5°C та в вересні на 3,6°C відповідно. А от абсолютним рекордсменом по аномально теплій погоді був жовтень, коли багаторічні значення були перевищені на 5,1°C.

А от в листопаді 2020 року середня температура повітря була близькою до багаторічних значень, тоді як грудень виявився на 2,5°C теплішим за норму.

Значення кількості опадів на метеостанції Одеської сільськогосподарської дослідної станції за 2020 рік показано в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Кількість опадів на метеостанції Одеської сільськогосподарської дослідної станції за 2020 р.

Декада	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-а	0,0	33,0	0,0	0,0	6,0	0,0	2,5	0,0	16,0	6,5	4,0	3,5
2-а	0,0	5,0	0,0	3,0	4,0	28,0	35,0	5,0	0,0	0,0	9,0	15,5
3-я	24,0	5,0	7,0	0,0	59,0	60,0	6,0	0,0	15,0	1,0	19,0	13
Сума за місяць	24,0	43,0	7,0	3,0	69,0	88,0	43,5	5,0	31,0	7,5	32,0	32
Багаторічна норма	42,0	41,0	31,0	34,0	39,0	42,0	49,0	34,0	36,0	26,0	42,0	48,0
Відхилення від норми	-18,0	2,0	-24,0	-31,0	30,0	46,0	-5,5	-29,0	-5,0	-18,5	-10,0	-16,0

Сума опадів за січень склала на дослідному полі 24 мм, що не значно поповнило запаси вологи в ґрунті. А от у лютому кількість опадів склала 43

мм. Завдяки опадам стан вологозапасів у ґрунті дещо покращився, але незначно наситився вологою лише верхній шар ґрунту.

Відомо, що накопичення вологи на початок весни залежить від опадів холодного періоду. В цілому за період з листопаду 2019 р. по 10 лютого 2020 р. кількість опадів склала 87 мм (78 % норми).

За зимовим визначенням запасів продуктивної вологи, яке проводилось 8 лютого на дослідному полі зволоження орного шару ґрунту (0-20 см) знаходилось на рівні – 25,9 мм, у метровому шарі ґрунту вологозапаси сформувались в межах 98,3 мм, що відповідало задовільним показникам. Проте, такі запаси продуктивної вологи в ґрунті викликають занепокоєння. Якщо до початку весни вони не поповнюються до оптимальних величин, то буде складно одержати хороші показники врожаю зерна.

Враховуючи фактичні вологозапаси в ґрунті восени, а також кількість опадів за холодний період, запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на час початку польових робіт весною 2020 р. спостерігалися в березні на рівні 18,0 мм, а в квітні вони були зовсім відсутні.

У 1-й декаді березня і квітня опадів зовсім не було. Взагалі у березні і квітні опадів випало 7 і 3 мм відповідно, тобто майже їх теж не було. Відсутність опадів негативно вплинула на ріст і розвиток рослин.

У травні посуха продовжилася, у 1-й і 2-й декадах випало дуже мало опадів в кількості 6 і 4 мм відповідно, а вже в 3-й декаді випало 59 мм опадів, що значно перевищувала багаторічну норму. Ці опади позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин, але вже не змогли істотно поліпшити рівня продуктивності рослин кукурудзи.

У червні 1-а декада була бездощовою, в 2-й декаді випало 28 мм опадів, в 3-й – 60 мм. А от в липні опади зливогого характеру були в другій декаді та загалом за місяць недоотримано всього 5,5 мм вологи.

У свою чергу в серпні з опадами була лише друга декада місяця, причому їх кількість в 5 мм була недостатньою для ефективного росту рослин.

Відповідно дефіцит вологи за місяць становив 29,0 мм. А вересень був близьким до норми і бездошовою була лише друга декада місяця.

Систематичні нестачі опадів були спостережені і в осінньо-зимовий період 2020 року. Так, в жовтні, листопаді та грудні випало на 18,5 мм, 10,0 мм та 16,0 мм опадів нижче норми.

Отже, серед усіх років проведення досліджень найбільш аномальним та таким що зміг істотно знизити рівень продуктивності рослин кукурудзи був 2020 рік. Систематичне недоотримання опадів в минулі роки призвели до виснаження запасів ґрунтової вологи та гострої реакції рослин на нестачу опадів на початку вегетаційного періоду в поєднанні з впливом екстремально високих температур повітря та низької його вологості. Дощі, що пройшли на більш пізніх етапах росту та розвитку рослин, не змогли виправити ситуацію і відбулась значна втрата врожаю.

2.2. Ґрунтові умови проведення досліджень

В умовах Одеської сільськогосподарської дослідної станції ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземами типовими малогумусними легкосуглинкового гранулометричного складу. Структура орного шару ґрунту грудучкувато-зерниста.

В орному шарі цих ґрунтів утримується близько 17 % ілювіальних частинок і від 47 до 54 % крупного пилу. Карбонати Са і Mg залягають на глибині 50–65 см.

Глибина гумусного горизонту становить 90–110 см, а от вміст гумусу складає 3,6–3,8 %.

Реакція ґрунтового розчину слабо кисла, близька до нейтральної з pH_{KCl} – 6,2–6,5. Ступінь насичення основами ґрунтового розчину 90–98 %. Сума поглинутих основ складає 18,9–19 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Не зважаючи на те, що такий тип ґрунту має потенційно великі запаси поживних речовин, проте кількість їх рухомих форм обмежена. Вміст азоту

мінеральних сполук в орному шарі ґрунту коливається в межах від 2,8 до 3,5 мг на 1000 г ґрунту, фосфору 40–50 мг на 1000 г ґрунту і калію 76–79 мг на 1000 г ґрунту.

Таким чином, ґрунт дослідної ділянки цілком придатний для вирощування кукурудзи на зерно та інших сільськогосподарських культур, типових для Степової зони України, однак потребує інтенсивного застосування удобрення азотними добривами, як найбільш критичного по забезпеченню елемента живлення рослин.

2.3. Методика проведення досліджень

Основне завдання досліду показати максимально за допомогою рослинницьких показників можливості до збереження азоту під час вирощування кукурудзи та раціонального його використання рослинами.

Схема досліду з визначення ефективних прийомів збереження азоту в ґрунті та його раціонального використання

№	Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення
1	Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га
2			Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га
3			Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га
4		N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), 1,24 л/м ³	Карбамід 14 кг/га
5			Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га
6			Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га
7		Солома 7 т/га +	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без

8	25 кг/га азоту + деструктор «СтимОрганік» 2 л/га	інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га
9			Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га
10		N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), 1,24 л/м ³	Карбамід 14 кг/га
11			Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га
12			Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га

Повторність чотирикратна, площа елементарної посівної ділянки – 75 м², облікової – 50 м².

Солому пшениці озимої обробляли розчином карбаміду, а на відповідних варіантах досліді і з розчиненим в ньому деструктором «СтимОрганік», а вже потім заробляли в ґрунт.

Кукурудзу висівали з шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 60 тис./га схожих насінин після попередника пшениця озима.

Підживлення карбамідом кукурудзи виконували в фазу 7 листків, обробку розчином карбаміду проводили зранку або ввечері, коли температура є нижчою. При цьому дотримувались вимог, щоб температура повітря була не більше +20°C та не менше +10°C. На визначених варіантах досліді до розчину карбаміду додавали Аміномакс з розрахунку 1 л/га або Айдамін комплексний з розрахунку 2 л/га.

Під час виконання польових та лабораторних дослідів ми користувались наступними методиками виконання обліків, спостережень та аналізів:

1. Згідно методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур проводили фенологічні спостереження за рослинами кукурудзи. Початок фази ідентифікували по настанню її у 10 % рослин, а масове настання фази – у 75 % рослин. В усіх повтореннях та

варіантах дослідів визначали: дати настання основних фенологічних фаз росту та розвитку рослин.

2. Густоту посівів кукурудзи визначали на час повних сходів та перед збиранням врожаю за допомогою підрахунку чисельності рослин на одному метрі погонному рядка в 5 місцях по діагоналі ділянки з наступним перерахунком отриманої кількості на 1 га [97].

3. Площу листової поверхні визначали відповідно до вимірювання лінійних розмірів її: довжини та ширини з наступним перемноженням на поправочний коефіцієнт 0,67 [108].

4. Показники фотосинтетичного потенціалу рослин кукурудзи визначали за формулою:

$$\Phi П = (Л_1 + Л_2) / (2 \times 1000) \times T,$$

де $Л_1, Л_2$ – площа листової поверхні в відповідні фази розвитку, тис.м²/га;

T – тривалість міжфазного періоду, діб.

5. Значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів кукурудзи розраховували за формулою:

$$\text{ЧПФ} = (B_1 - B_2) / 0,5(Л_1 + Л_2)T \times 100,$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу;

B_1, B_2 – маса рослин на початку і в кінці облікового періоду, т/га;

$Л_1, Л_2$ – площа листової поверхні в фазі розвитку, тис.м²/га;

T – тривалість міжфазного періоду, діб [108].

6. Вміст макроелементів в зерні та листостебельній масі кукурудзи визначали стандартними методами. (ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну; ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора; ДСТУ 8041:2015 Корми для тварин, сировина для виготовлення повнораціонних сумішей, виділення тварин. Визначання вмісту натрію та калію методом полуменевої спектрофотометрії ; ГОСТ 13586.5-93 Зерно. Метод определения влаги. ГОСТ 27548-97. Корма растительные. Метод определения содержания влаги.)

7. Облік врожаю проводили методом прямого комбайнування ділянок дослідів з наступним зважуванням і перерахунком отриманих даних на стандартну вологість зерна.

8. Польові дослідження проводили згідно з методиками дослідної справи в сільському господарстві та „Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур” [161; 51; 147].

9. Статистичний аналіз експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу за застосування загальновідомих та спеціальних пакетів програм (Excel, Statistica 6.0) [52].

10. Баланс елементів живлення визначали розрахунковим методом на основі агрохімічних даних та відповідних коефіцієнтів доступності рослинам елементів живлення в ґрунті та з різних форм добрив. Аналогічним чином визначали втрати азоту за варіантами дослідів. У витратній частині балансу, крім виносу поживних речовин рослинами, враховували втрати азоту в газоподібній формі (денітрифікація) [168].

11. Економічну оцінку елементів технології розраховували за методикою «Визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій».

12. Витрати енергії необхідні на виконання агротехнічних операцій в дослідях розраховували на основі до технологічних карт згідно рекомендацій за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненко (1988).

Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) встановлювали за формулою:

$$K_{ee} = \frac{Уб \times Еп}{Ve}$$

де $Уб$ – урожайність біомаси, т/га;

$Еп$ – енергоємність продукції, ГДж/га;

Ve – витрати енергії, ГДж/га.

2.4. Характеристика препаратів використаних в досліді

Біодеструктор «СтимОрганік». Застосовується для розкладання рослинних решток в ґрунті, часткового повернення макро- та мікроелементів до ґрунтів, відновлення агрономічно корисної мікрофлори ґрунту, для пригнічення росту та розвитку ґрунтових фітопатогенів. Покращує структуру та родючість ґрунту.

Склад: живі клітини та спори природніх бактерій *Bacillus subtilis* та *Bacillus licheniformis* не менше ніж $1,0 \times 10^9$ КУО/см³, рештки міцелію та спори грибів *Trichoderma viride*, *Trichoderma lignorum*, продукти їх метаболізму, гумінові речовини не менше 100г/л.

Біологічна дія препарату: прискорює розкладання рослинних залишків; пригнічує патогени, що потрапляють в ґрунт з рослинними залишками; підвищує загальну біологічну активність ґрунту; збільшує продуктивність сільськогосподарських культур; покращує якісні показники ґрунту; сприяє рекультивації ґрунту;

Призначення: Обробка стерні, інших рослинних залишків і ґрунту після збирання врожаю сільськогосподарських культур безпосередньо перед культивацією.

Мікроорганізми, які входять до складу, тримаються прикореневої зони наступної в сівозміні культури, виконують захисні функції та забезпечують рослину елементами мінерального живлення, а також амонійним азотом, який утворюється внаслідок руйнування протеїнів;

Рекомендована технологія застосування:

Обробку проводити, уникаючи дії прямих сонячних променів, в похмуру погоду або ввечері.

Після обробки рослинних залишків біодеструктором СтимОрганік провести дискування на глибину 10-15 см.

Розчин препарату зберігати не більше доби в прохолодному темному місці. Норма витрат робочого розчину 200-300 л/га.

Для досягнення максимального результату рекомендовано додавання карбаміду 10-25 кг/га в залежності від кількості соломи.

Механізм дії:

Bacillus sp. синтезує антибіотичні поліпептидні речовини, які пригнічують фітопатогенні мікроорганізми. Активно синтезує целюлозолітичні та протеолітичні ферменти, що сприяє поверненню до ґрунту макро- та мікроелементів, біологічно активних речовин (вітаміни, амінокислоти). Також продукує комплекс фітогормонів, які стимулюють ріст та розвиток рослин.

Trichoderma lignorum, пригнічує розвиток фітопатогенних грибів шляхом конкуренції за субстрат, виділяє ферменти, які ефективно розкладають лігнін (природний ксенобіотик – є складовою здерев'янілих рослинних тканин) та антибіотичні субстанції (гліотоксин, віридин, триходермін та ін.), стимулює ріст та розвиток рослин. Також є активним продуцентом целюлозолітичних ферментів, які ефективно піддають деструкції стерню та целюлозні відходи, сприяє рекультивації ґрунтів.

Мікроміцети *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride* синтезують комплекс целюлозолітичних ферментів, що призводить до ефективного розкладання рослинних решток, здійснюють пригнічення фітопатогенних грибів жорсткою конкуренцією за субстрат, а також виділенням біологічно активних речовин, які пригнічують розвиток збудників захворювань та сповільнюють їх репродуктивну здатність.

Характерною особливістю деструктора стерні «СтимОрганік» є ще й те, що частина мікрофлори, яка входить до його складу, при несприятливих погодних умовах здатна тривалий час зберігати свою життєдіяльність завдяки спороутворенню. При настанні сприятливих умов (достатня вологість, оптимальний температурний режим) мікроорганізми оживають і процес біодеструкції відновлюється.

Інгібітор нітрифікації Стабілурен (Stabiluren 30). В своєму складі містить п-бутил триамід тіофосфорної кислоти – 30 % та діатиленгліколь монометил ефір – 69 %.

Інгібітор нітрифікації є допоміжним препаратом, що пригнічує активність ферменту уреазу і тим самим сповільнює в ґрунті розкладання азоту до аміаку в точці контакту добрива з ґрунтом.

Особливості та переваги застосування інгібітора уреазу: повне змішування з добривами; гомогенний розподіл діючої речовини при застосуванні; відсутність проблем при зберіганні навіть при низьких температурах без утворення осаду субкомпонентів та необхідності перемішування перед застосуванням; змішуваність з засобами захисту рослин без ризику зниження ефективності та деградації обприскування; відсутній негативний вплив на ґрунтову мікрофлору.

Використання інгібітора нітрифікації дає агрономічні переваги: підвищення доступності азоту для рослин; обмеження втрат азоту шляхом випаровування; збереження ефективного азоту за посушливих умов та на перших стадіях розвитку культур.

Переваги інгібітора: зменшення втрат NH_3 через випаровування; обмеження недоступності NH_4^+ «склеювання» в поглинальному поверхневому шарі ґрунту; N-зв'язок в кореневій зоні залишається на високому рівні навіть під час посухи; можливість застосовувати більш високі дози азоту за одне внесення; зниження ризику вилуговування шляхом відтермінування нітрифікації; нетоксичне джерело азоту для мікроорганізмів – стимулює біологічну активність ґрунту.

Рідке добриво Aminomax. Рідке добриво на основі амінокислот для позакореневого підживлення рослин в період активного росту, цвітіння та плодоношення (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7

Склад рідкого добрива Aminomax

Речовина	Склад, %
L-амінокислоти	16,0
Загальний вміст азоту (N)	10,0

Органічний азот (N)	4,6
Азот сечовини (N)	5,4

Використовується, як для покращення якості продукції, так і для посилення стійкості рослин при екстремальних умовах: низькі температури, холодні вітри, посуха, збіднені ґрунти, пестицидний стрес і т. п.

Мікродобриво Айдамін комплексний. Високоєфективне, концентроване, легкозасвоюване хелатне мікродобриво для обробки насіння польових культур.

Використовується для забезпечення рослин комплексом макро- і мікроелементів на ювенільній стадії розвитку.

Мікродобриво оптимально збалансоване за складом і концентрацією елементів живлення, а також насичене потужним біостимулятором кореневої системи — гетероауксином.

Препарат підсилює енергію проростання насіння та схожість, сприяє посиленому росту кореневої системи. Викликає комплексну неспецифічну стійкість до хвороб, в тому числі до вірусних. Знижує вплив абіотичних стресових факторів.

Препарат сумісний з більшістю добрив та протруйників. З лужними продуктами застосовувати з рН коректорами (таблиця 2.8).

Таблиця 2.8

Склад мікродобрива Айдамін комплексний

Вміст елементів живлення, г/л	Вміст солей та похідних кислот, г/л	Густина, г/см ³	рН
-------------------------------	-------------------------------------	----------------------------	----

N	SO ₄	Fe*	K ₂ O	Mg*	Zn*	B	Cu*	Mn*	Mo*	Co*	Сукцинати (бурштинової)	Цитрати (лимонної)	Тартрати (винної)		
39,6	122	4,6	12	9,6	2	6,6	0,6	5,6	0,2	0,2	2,4	6	0,25	1,15	2,4
Бета-Індолілоцтова кислота 0,06 г/л											Бета-Індолілмасляна кислота 0,06 г/л				

* У продукті циклічні сполуки з металом (хелати) утворюють бурштинова, яблучна, аспарагінова, глутамінова, лимонна, щавлева, винна, щавлевобурштинова, щавлевоцтова, етилендіаміндибурштинова, етилендіамінтетраоцтова та інші кислоти.

Мікродобриво що містить в своєму складі як макро -, так і мікроелементи є відображенням сучасних тенденцій до позакореневого підживлення рослин препаратами комплексної дії.

Висновки з розділу 2:

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувалась в умовах Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України, яка розташована в зоні Південного Степу України.

Схема досліду і методика досліджень відповідають робочим гіпотезам; програмою досліджень передбачена достатня кількість обліків, спостережень і аналізів, які дозволяють глибоко і всебічно розкрити суть закономірностей росту, розвитку і формування якісного врожаю кукурудзи.

Технологія вирощування кукурудзи на зерно на дослідних ділянках відповідала схемі проведення дослідів та була спрямована на забезпечення потреб рослин в елементах живлення, особливо в азоті. Елементи технології вирощування, що не вивчались в досліді, були загальноприйнятими для зони Південного Степу України.

Умови вирощування були типовими для зони проведення досліджень. Однак, серед усіх років найбільш аномальним та таким що зміг істотно знизити рівень продуктивності рослин кукурудзи був 2020 рік. Систематичне недоотримання опадів в минулі роки призвели до виснаження запасів ґрунтової вологи та гострої реакції рослин на нестачу опадів на початку вегетаційного періоду в поєднанні з впливом екстремально високих температур повітря та низької вологості повітря. Дощі, що пройшли на більш пізніх етапах росту та розвитку рослин, не змогли істотно виправити ситуацію.

Ґрунти господарства цілком придатні для вирощування кукурудзи на зерно та інших сільськогосподарських культур, типових для Степової зони України, однак потребують інтенсивного застосування удобрення азотними добривами, як найбільш критичного по забезпеченню елемента живлення рослин.

РОЗДІЛ 3

РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОСТУПНОГО РОСЛИНАМ КУКУРУДЗИ АЗОТУ

Кукурудза є доволі цікавою модельною культурою, вирощування якої дозволяє ефективно спостерігати за питаннями збереження доступного рослинам азоту за застосування мінерального живлення.

Так, в працях інших дослідників визначено, що до фази 8 листків рослинами кукурудзи з ґрунту поглинається всього лише до 2 % від загального за вегетацію споживання азоту, лише до 1 % потреби фосфору та всього 4 % калію.

Такі мінімальні потреби рослин на початкових етапах росту та розвитку накладають свої обмеження й на систему живлення. Адже вона повинна забезпечувати рослини кукурудзи в елементах живлення в будь-які фази їх росту та розвитку, однак існуючі агротехнології не в повній мірі відповідають вимогам рослин кукурудзи. Так, практика застосування значних норм азотних добрив не виправдана в основне внесення або ж на весні, за рахунок тривалого періоду пониженої потреби в них, а от під час вегетації підживити рослини азотом в великих кількостях не так і просто, особливо в умовах Одеського регіону, з значною кількістю повітряних або ґрунтових посух.

Споживання елементів живлення рослинами кукурудзи починаючи з фази 7-10 листків істотно активізується і вони споживають уже 18 % від загального обсягу необхідного їм за вегетацію азоту.

В подальшому спостерігається ще більша активність споживання азоту і рослини в проміжок часу від викидання волоті до кінця цвітіння засвоюють ще додатково 70 % від загального обсягу азоту необхідного для їх росту та розвитку. А отже, в випадку формування незначного потенціалу продуктивності мова може йти про 50-60 кг/га, а коли технологія орієнтована

на значні рівні урожайності – то більше 100 кг/га потрібно мати доступного рослинам азоту.

Не зважаючи на незначну потребу в елементах живлення на ранніх етапах росту та розвитку рослин кукурудзи, оптимізація живлення істотно впливала на загальний стан посівів.

Відповідно важливими характеристиками якісного стану посівів є показники схожості та густоти кукурудзи залежно від факторів впливу, які подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Схожість та густина кукурудзи залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр.

Заорюван ня рослинни х решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Лаборато рна схожість, %	Польова схожість, %	Густина, шт./га, на час:	
					сходів	збирання
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифіка ції)	Карбамід 14 кг/га	94,8	86,6	51960	48007
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	94,8	86,6	51988	48168
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	94,8	86,5	51920	48217
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифіка ції)	Карбамід 14 кг/га	94,8	86,6	51960	48008
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	94,8	86,5	51926	48088
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	94,8	86,6	51971	48252
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструкто ри	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифіка ції)	Карбамід 14 кг/га	94,8	86,6	51983	48184
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	94,8	86,6	51971	48332
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	94,8	86,6	51966	48328
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази	Карбамід 14 кг/га	94,8	86,5	51926	48135
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	94,8	86,5	51920	48172

	(нітрифікація)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	94,8	86,6	51966	48124
НІР _{0,05}			1,5	1,7	78	43

Вивчення закономірностей прояву лабораторної схожості насіння кукурудзи показує нам, що вона знаходилась в середньому за роки досліджень на доволі високому рівні 94,8 %, що відповідає передумовам формування хороших стартових показників. А от досліджувані умови абсолютно не впливали на цю ознаку, так як ми не використовували факторів впливу застосовуваних в стадіє «суха насінина», або ж елементів технології спрямованих на замочування чи якусь іншу обробку насіння.

Відповідно високі показники лабораторної схожості позитивно позначились на формуванні і польової схожості насіння кукурудзи. Не зважаючи на контрастні умови років проведення досліджень в середньому по досліді отримано схожість на рівні 86,5-86,6 %. Неістотні відхилення показника схожості насіння відмічались в межах похибки досліді та не мали чітко вираженого тенденційного характеру взаємодій. Отже, можна стверджувати, що скоріш за все відмінності були спричинені строкатістю ґрунтових умов а не впливом факторів досліді.

Відповідно польова схожість насіння внесла свій вклад в формування густоти рослин на час повних сходів. В середньому за роки досліджень цей показник становив 51 тис. шт./га з незначним варіюванням в межах варіантів досліді від 51960 до 51983 шт./га.

Густота рослин на час збирання теж була в допустимих нормах, не зважаючи на те що впродовж вегетаційного періоду було втрачено близько 3 тис. шт./га. Варіювання кількості рослин спостерігалось в межах 48007-48332 шт./га та не залежало від факторів досліді.

Отже, досліджено, що використовувані нами фактори збереження азоту в ґрунті та підвищення його доступності рослинам кукурудзи не впливали на показники схожості насіння та густоти рослин.

На нашу думку це пояснюється низькими потребами рослин кукурудзи в азоті на початкових етапах їх розвитку та відсутністю випадків загибелі посівів від нестачі даного елемента живлення на більш пізніх фазах. Адже гостра нестача цього елемента може лише сильно сповільнити ріст та розвиток.

Параметри зміни тривалість фаз розвитку кукурудзи, залежно від факторів впливу наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Тривалість фаз розвитку кукурудзи, залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр., діб

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Фаза розвитку										
			сходи	3-й листок	5-й листок	7-й листок	9-й листок	15-й листок	Поява волоті	Цвітіння волоті	Цвітіння качана	Молочна стиглість	Повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	12
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13
		Карбамід 14 кг/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	12
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	12
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13
		Карбамід 14 кг/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	12
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13

	уреази (нітрифікаці ї)	Aminomax 1 л/га														
		Карбамід 14 кг/га +														
		Айдамін комплексний 2 л/га	11	7	8	8	7	18	24	3	2	23	13			

За визначення тривалості фенологічних фаз росту та розвитку кукурудзи встановлено, що за роки досліджень сходи нами були отримані на 11 добу, а третій листок утворювався на 7-му добу після появи рослин.

Початкові періоди вегетації кукурудзи відрізняються доволі повільними ростовими процесами, що стосується накопичення вегетативної маси. А тому 5-й листок формувався на 8-му добу, 7-й листок аналогічно був спостережений нами на 8-му добу після настання попередньої фази, а 9-й листок на цьому добу- (від попередньої фази).

Не зважаючи на те, що в фазу появи 7-го листка ми додавали на варіантах досліду до розчину карбаміду Аміномакс з розрахунку 1 л/га або Айдамін комплексний з розрахунку 2 л/га, дані препарати не вплинули на пришвидшення чи сповільнення ростових процесів в посівах кукурудзи, що виявилися б у зміні тривалості фенофаз.

Отже, визначено, що в досліді поява 15-го листка була спостережена на 18-ту добу, а поява волоті на 24-ту добу після настання попередньої фази розвитку кукурудзи.

У подальшому ідентифікували настання фаз цвітіння волоті (3-тя доба) та цвітіння качана (2-га доба), а також фази формування та досягання зерна кукурудзи.

Так, фаза молочної стиглості зерна наставала в умовах Одеської області через 23 доби після цвітіння качана, а повна стиглість була спостережена на 12-13-ту добу після молочної стиглості. Причому якраз відмінності в тривалості міжфазного періоду від молочної до повної стиглості зерна, на нашу думку, можна пояснити впливом погодних умов під час досягання кукурудзи та власне мікроклімату поля.

Отже, досліджуючи використання на посівах деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномакс з розрахунку 1 л/га або Айдамін комплексний з розрахунку 2 л/га, ми не встановили відмінностей в тривалості фенологічних фаз викликаних дією даних препаратів.

Загалом визначено, що вегетаційний період кукурудзи в межах досліду становив 112-113 діб.

Важливим питанням ідентифікації факторів досліду є визначення інтенсивності ростових процесів. Так, дані встановлення закономірностей динамічних змін висоти рослин кукурудзи в першій половині вегетації, залежно від факторів впливу наведено нами в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Висота рослин кукурудзи в першій половині вегетації, залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр., см

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Фаза розвитку					
			сходи	3-й листок	5-й листок	7-й листок	9-й листок	15-й листок
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреазі (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	5,3	13,3	20,1	37,6	63,3	125,5
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	5,3	13,2	20,1	38,0	63,4	126,0
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	5,3	13,2	20,3	37,8	63,4	126,4
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреазі (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	5,3	13,2	20,0	37,9	63,7	126,5
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	5,3	13,4	20,1	37,8	64,0	127,4
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	5,3	13,4	20,0	38,2	64,2	127,7
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреазі (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	5,3	13,2	20,2	38,0	64,7	126,6
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	5,3	13,2	20,4	38,6	64,5	127,5
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	5,3	13,2	20,3	38,1	65,6	128,3

	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	5,3	13,5	19,9	37,9	65,8	127,5
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	5,3	13,4	20,5	38,0	66,1	128,1
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	5,3	13,4	20,2	37,9	66,3	128,8
		НІР _{0,05}	0,2	0,7	0,9	1,3	2,2	4,0

Дослідження особливостей зміни висоти кукурудзи залежно від впливу факторів технології вирощування показали, що при повних сходах середня висота становила 5,3 см, а між варіантами досліду не було спостережено достовірних відхилень показника.

Рослини кукурудзи на початкових етапах повільно формують вегетативну масу, тому в фазу 3-х листків їх висота зростає до середніх по досліду 13,3 см, а відхилення параметрів мали радше випадковий тип розподілу, чим залежали від систематичного впливу факторів досліду. Аналогічні закономірності формування висоти рослин були спостережені й в фазу утворення 5-ти листків в кукурудзи. При цьому в досліджувану фазу середня по досліду висота була 20,2 см.

З початком активного росту та розвитку рослин кукурудзи, в фазу формування 7-го листка нами було визначено дещо більші параметри варіювання в межах досліду висоти рослин. В середньому на посівах формувались рослини з висотою 38,0 см, а відхилення теж мали ситуативний тип залежностей.

У фазу формування 9-ти листків в кукурудзи ми спостерігали активізацію накопичення вегетативної маси та відповідно збільшення висоти в 1,7 рази порівняно з попереднім обліковим періодом. А тому швидкий ріст рослин потребував і доступності та ефективного засвоєння кукурудзою елементів живлення. Відповідно на варіантах досліду, які передбачали використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га отримано незначну, але прибавку висоти рослини кукурудзи. А от кращими за впливом на висоту рослин виявились варіанти комбінованого використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га,

інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та Аміномах (66,1 см) або Айдамін комплексний (66,3 см).

У фазу формування рослинами кукурудзи 15-го листка середня висота по досліді становила 127,2 см, а кращі варіанти формування висоти рослин були цілком закономірно отримані за позакореневої обробки їх Аміномах 1 л/га – 128,1 см або ж Айдамін комплексний 2 л/га – 128,8 см на фоні використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреазі Стабілурен (Stabiluren 30).

Особливості формування висоти рослин кукурудзи в другій половині вегетації, залежно від факторів впливу висвітлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Висота рослин кукурудзи в другій половині вегетації, залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр., см

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакоренева підживлення	Фаза розвитку				
			Поява волоті	Цвітіння волоті	Цвітіння качана	Молочна стиглість	Повна стиглість зерна
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреазі (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	185,6	195,0	202,6	233,1	233,1
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	186,4	195,7	203,1	233,7	233,7
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	187,2	196,3	203,6	234,4	234,4
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреазі (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	186,6	196,1	203,5	234,1	234,1
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	187,1	196,7	204,1	234,6	234,6
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	187,2	196,9	204,3	234,8	234,8
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів	Карбамід 14 кг/га	185,8	195,7	203,5	233,7	233,7
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	186,8	196,6	204,1	234,5	234,5

+	уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га +						
		Айдамін комплексний 2 л/га	187,6	197,5	205,0	235,4	235,4	
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	187,0	196,8	204,6	234,8	234,8	
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	187,7	197,4	205,1	235,4	235,4	
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	187,5	197,7	205,3	235,5	235,5	
НІР _{0,05}			5,6	6,0	7,3	7,5	7,5	

На більш пізніх етапах росту та розвитку рослини кукурудзи істотно збільшили лінійні розміри та в фазу появи волоті в середньому по досліді було сформовано висоту 186,9 см. Аналогічно попереднім періодам вегетації спостерігався позитивний вплив застосування разом з підживленням кукурудзи Аміномах та Айдамін комплексний. Так, визначено, що без використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та застосування винятково інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) висота рослин за внесення Аміномах була 187,1 см, а за внесення Айдамін комплексний – 187,2 см. За використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) і застосування аналогічних варіантів позакореневого підживлення – 187,7 та 187,5 см відповідно.

У фазу цвітіння волоті спостерігались дещо інші закономірності формування висоти рослин кукурудзи. Адже, до цього часу фактору впливу позакореневого підживлення було недостатньо для забезпечення потреби рослин в азотному живленні. А тому краща висота була забезпечена на варіантах внесення деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах (197,4 см) та Айдамін комплексний (197,7 см).

У фазу цвітіння волоті в середньому по досліді висота кукурудзи була 204,1 см, а кращі її значення отримано за комплексного впливу факторів: внесення деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, застосування інгібітора уреаз

(нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах – 205,1 см та Айдамін комплексний – 205,3 см.

Загалом зростання висоти кукурудзи спостерігалось до фази молочної стиглості, а закономірності спостережені за комплексної дії факторів в минулу фазу збереглись і в подальшому. Що фактично підтверджує наші припущення про оптимізацію умов вегетації для рослин кукурудзи за застосування факторів збереження та підвищення доступності рослинам азоту. Однак, вони не можуть призвести до кардинального зростання доступності азоту і спричинити переростання рослин.

Наступним важливим питанням є встановлення закономірностей формування площі листя рослин кукурудзи залежно від впливу факторів досліду (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Площа листя рослин кукурудзи залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр., тис. м²/га

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Фаза розвитку					
			сходи	7-й листок	15-й листок	Цвітіння качана	Молочна стиглість	Повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази	Карбамід 14 кг/га	0,91	6,04	26,23	35,10	34,00	26,35
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,87	6,05	26,49	35,49	34,34	26,61
	(нітрифікац ії)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,84	6,07	26,81	35,95	34,75	26,93
		N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази	Карбамід 14 кг/га	0,86	6,10	27,03	36,00	35,26
	(нітрифікац ії)	Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,88	6,09	27,36	36,47	35,68	27,37
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін	0,87	6,11	27,74	37,02	36,18	27,76

		комплексний 2 л/га							
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів	Карбамід 14 кг/га	0,89	6,14	27,20	37,20	36,78	28,54	
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,90	6,15	27,61	37,80	37,33	28,97	
	(нітрифікац ії)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін							
		комплексний 2 л/га	0,92	6,17	28,08	38,48	37,97	29,46	
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікац ії)	Карбамід 14 кг/га	0,88	6,20	28,05	38,90	37,92	29,65	
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,89	6,18	28,50	39,52	38,53	30,12	
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін							
		комплексний 2 л/га	0,87	6,23	29,01	40,23	39,22	30,67	
НІР _{0,05}			0,11	0,18	0,78	1,10	1,24	1,15	

Визначено, що станом на фазу повних сходів середня площа листкової поверхні кукурудзи була доволі невеликою і становила 0,88 тис. м²/га, а між варіантами досліду не було ідентифіковано достовірних відхилень досліджуваного показника.

Аналогічно ростовим процесам зі збільшення висоти надземної частини рослини кукурудзи на початкових етапах повільно формують площа листя, тому в фазу 7-х листків їх площа в середньому була 6,13 тис. м²/га, а от відхилення параметрів в бік формування кращих показників спостережено за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га 6,14-6,23 тис. м²/га, коли варіанти без даного фактору впливу мали варіювання показника в межах 6,04-6,11 тис. м²/га.

У фазу формування рослинами кукурудзи 15-го листка уже були застосовані усі елементи технології вирощування досліджувані нами, а тому вони вносили свій вклад в формування площі листкової поверхні. Так, визначено, що за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах забезпечувало площу листя на рівні 28,50 тис. м²/га, а за внесення Айдамін комплексний 29,01 тис. м²/га відповідно.

У фазу цвітіння качана площа листя рослин кукурудзи була максимальною по фазах росту та розвитку і становила в середньому 37,35 тис. м²/га, а от кращими варіантами по розвитку рослин були ті на яких застосовували деструктори, інгібітори нітрифікації та позакореневе підживлення Аміномах – 39,52 тис. м²/га та Айдамін комплексний – 40,23 тис. м²/га.

У фазу молочної стиглості площа листя рослин кукурудзи знизилась незначно і в середньому по досліді була 36,50 тис. м²/га, що свідчить про підтримку рослинами певного рівня фотосинтетичного апарату, без збільшення його. Відповідно і закономірності визначені в попередній період вегетації рослин збереглись.

У фазу повної стиглості спостерігалось поступове відмирання листків на рослинах кукурудзи, а тому середня площа листя по досліді зменшилась до рівня 28,9 тис. м²/га.

Робота фотосинтетичного апарату впливала на накопичення сухої речовини рослинами кукурудзи залежно від факторів досліді (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

Динаміка накопичення сухої речовини рослинами кукурудзи залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр., т/га

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Фаза розвитку					
			Повні сходи	7 листків	15 листків	Цвітіння качанів	Молочна стиглість	Повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,04	0,49	2,41	5,35	5,95	7,51
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,06	0,57	2,41	5,49	6,10	7,72
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін	0,06	0,48	2,56	5,74	6,38	8,02

		комплексний 2 л/га							
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,06	0,51	2,81	6,21	6,90	8,70	
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,06	0,66	2,88	6,43	7,15	9,00	
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,06	0,72	2,86	6,67	7,41	9,32	
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,06	0,60	2,60	5,85	6,50	8,20	
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,06	0,55	2,54	6,02	6,69	8,45	
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,07	0,61	2,86	6,24	6,93	8,73	
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,08	0,57	2,91	6,76	7,51	9,47	
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,07	0,69	2,94	6,99	7,77	9,79	
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,70	3,09	7,21	8,01	10,11	
НІР _{0,05}			0,01	0,08	0,12	0,23	0,30	0,33	

Визначення показників накопичення сухої речовини на ранніх етапах росту та розвитку кукурудзи показало, що на час повних сходів утворювались мінімальні її параметри не залежні від впливу факторів досліду. А от в фазу утворення 7 листків в середньому по досліду уже було сформовано 0,60 т/га сухої речовини.

У фазу формування на рослинах кукурудзи 15 листків в середньому по досліду формувалось 2,74 т/га сухої речовини і нами було відмічено закономірності зміни цього показника. Так, максимум накопичення було спостережено за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аміномах 1 л/га – 2,94 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 3,09 т/га відповідно.

Активізація росту та розвитку рослин кукурудзи в проміжок часу від формування 15-ти листків до цвітіння качанів призводить до того, що формується на час набуття останньої фази 6,25 т/га сухої речовини, а кращі

значення спостережено на аналогічних попередньому періоду варіантах досліду – 6,99 т/га та 7,21 т/га відповідно.

У фазу молочної стиглості рослини кукурудзи продовжили активно накопичувати суху речовину та в середньому по досліді сформували її на рівні 6,94 т/га, а в фазу повної стиглості – 8,75 т/га. Відповідно за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотакс 1 л/га накопичено 9,79 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 10,11 т/га сухої речовини за 7,51 т/га на контрольному варіанті.

Отже, фактори збереження азоту сприяли його кращій доступності рослинам кукурудзи та формування ними вищого рівня продуктивності і відповідно накопичення сухої речовини впродовж вегетації.

Важливим питанням визначення ефективності фотосинтетичної діяльності рослин залишається встановлення фотосинтетичного потенціалу кукурудзи залежно від факторів досліду (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

**Фотосинтетичний потенціал кукурудзи залежно від факторів впливу,
середнє за 2018-2020 рр., тис. м²/га**

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Міжфазний період				
			повні сходи- 7 листків	7 листків - 15 листків	15 листків - цвітіння качанів	цвітіння качанів - молочна стиглість	молочна стиглість - повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,08	0,24	0,89	0,79	0,36
		Карбамід 14 кг/га + Амінотакс 1 л/га	0,08	0,24	0,90	0,80	0,40
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,25	0,91	0,81	0,40

	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,08	0,25	0,91	0,82	0,37
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,08	0,25	0,93	0,83	0,41
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,25	0,94	0,84	0,42
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,08	0,25	0,93	0,85	0,39
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,08	0,25	0,95	0,86	0,43
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,26	0,97	0,88	0,44
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,08	0,26	0,97	0,88	0,41
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,08	0,26	0,99	0,90	0,45
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,26	1,00	0,91	0,45

Встановлення показників фотосинтетичного потенціалу рослин кукурудзи в міжфазний період повні сходи – формування 7-ми листків показує нам, що на ранніх етапах розвитку рослин фактори досліджу не впливають на формування даного параметра. Аналогічно, в міжфазний період від формування 7-ми листків до утворення 15 листків кукурудзи в досліді значення фотосинтетичного потенціалу змінювались в межах 0,24-0,26 тис. м²/га, що доволі неістотно з точки зору варіабельності змін показника.

А от в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качана фотосинтетичний потенціал кукурудзи зріс до максимальних в досліді значень на варіантах використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аміномах 1 л/га було спостережено ФП – 0,99 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 1,00 тис. м²/га.

Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,6	7,9	3,3	0,7	4,3
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,6	7,5	3,4	0,8	4,1
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,5	8,4	3,5	0,8	4,1
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,6	9,3	3,7	0,8	4,8
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,7	8,8	3,8	0,9	4,5
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,8	8,4	4,1	0,9	4,6
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,7	8,0	3,5	0,8	4,3
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,6	7,8	3,7	0,8	4,1
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,7	8,8	3,5	0,8	4,1
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,6	9,1	4,0	0,9	4,8
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,8	8,6	4,1	0,9	4,5
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,8	9,0	4,1	0,9	4,6

Вивчення особливостей формування чистої продуктивності фотосинтезу рослин на початкових періодах росту та розвитку (міжфазний період повні сходи – формування 7-ли листків) дозволило встановити низьку інтенсивність накопичення сухої речовини на рівні 0,6-0,8 г/м² за добу.

У міжфазний період від 7-ми листків до формування 15-ти листків в рослин кукурудзи кращі показники чистої продуктивності фотосинтезу були спостережені на варіанті застосування інгібітора уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) на варіантах без, або з застосуванням в минулому році деструктора «СтимОрганік» та за умови позакореневого підживлення рослин карбамідом 14 кг/га – 9,1 та 9,3 г/м² за добу відповідно.

Активізація ростових процесів викликана застосуванням позакореневого підживлення сприяла перерозподілу показників чистої продуктивності фотосинтезу в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качанів. За результатами досліджень визначено, що позакореневе підживлення Aminomax 1 л/га та Айдамін комплексний 2 л/га сприяло формуванню кращих значень чистої продуктивності фотосинтезу на варіанті застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) як на варіантах без або з внесенням в минулому році деструктора «СтимОрганік».

У фазу від цвітіння до молочної стиглості кукурудзи показники чистої продуктивності фотосинтезу істотно зменшились порівняно з попереднім періодом. Що пов'язано не тільки з тривалістю даного періоду а й тим що в даний проміжок часу відбувається перерозподіл накопичених рослинами запасних поживних речовин та цвітіння і формування зерна. А отже, визначено, що варіанти застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) в поєднанні з позакореневим підживленням Aminomax та Айдамін комплексний істотно відрізнялись в кращу сторону за даним показником: 3,8-4,1 г/м² за добу та 4,1-4,1 г/м² за добу відповідно.

У проміжку часі від молочної стиглості до повної стиглості зерна кукурудзи показники чистої продуктивності фотосинтезу зросли. Водночас на фоні кращих значень сформованих за дії фактору застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) знівелювався вплив позакореневого підживлення.

Азот відіграє дуже значну роль в процесах росту та розвитку рослин, входить до складу хлорофілу, амінокислот ДНК, білків. А тому особливості виносу загального азоту рослинами кукурудзи залежно від впливу факторів дослідів показано в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Особливості виносу загального азоту рослинами кукурудзи залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр., кг/га

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Вегетативна маса	Зерно	Сумарний
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	40,34	64,05	104,38
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	41,03	66,04	107,07
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	43,27	67,87	111,14
		Карбамід 14 кг/га	46,88	73,88	120,75
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	48,39	76,52	124,91
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	50,37	79,14	129,51
		Карбамід 14 кг/га	44,20	69,56	113,76
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	45,63	71,94	117,57
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	47,06	74,20	121,27
		Карбамід 14 кг/га	51,18	80,62	131,80
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	52,74	83,50	136,24
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	54,43	86,35	140,78
NIP _{0,05}			1,2	2,3	4,0

Визначення особливостей накопичення азоту з розрахунку на суху речовину показало, що загалом вегетативна маса фіксує менші значення вмісту елементу та в середньому по досліді накопичується 47,13 кг/га, а от з зерном виноситься 74,47 кг/га азоту. Відповідно сумарні витрати азоту на формування вегетативної маси та зерна кукурудзи складають 121,60 кг/га, що зaledве менше застосовуваних нами доз мінерального удобрення.

Досліджено, що більші показники виносу азоту в вегетативній масі кукурудзи були на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren

30) та позакореневого підживлення Аміномах 1 л/га – 52,74 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 54,43 кг/га.

Встановлено, що на варіантах кращого прояву ростових процесів відбувалось й більш інтенсивне засвоєння рослинами сполук азоту та фіксація їх в зерні. Так, на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах 1 л/га вміст азоту в зерні склав 83,50 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 86,35 кг/га.

Відповідно максимізація показників накопичення азоту в вегетативній масі та зерні кукурудзи сприяла й більш інтенсивного його сумарному виносу. Так, досліджено, що на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах 1 л/га сумарний вміст азоту становив 136,24 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 140,78 кг/га.

Отже, застосування заходів збереження та підвищення доступності рослинам мінерального азоту позитивно позначається на формуванні їх ростових показників, що було обґрунтовано в межах даного експериментального дослідження.

Відповідно важливість збереження максимально можливих кількостей азоту в ґрунті доволі яскраво показано виносом цього елемента. Адже кращі варіанти розвитку рослин сприяють засвоєнню значних його кількостей, що потребує використання усіх потенційних можливостей мінерального живлення та забезпечення в тому числі і засвоєння значних кількостей доступного азоту ґрунту. Тому підтримання позитивного балансу азоту в ґрунті та його збереження є першочерговими заходами поліпшення родючості ґрунту.

Фосфор в рослині відіграє значну роль, так як сприяє формуванню кореневої системи, прискорює ріст та розвиток рослин, пом'якшує дію стресових факторів, тощо. А тому особливості виносу фосфору рослинами кукурудзи залежно від факторів дослідження відображено в таблиці 3.10.

Особливості виносу фосфору рослинами кукурудзи залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр., кг/га

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Вегетатив на маса	Зерно	Сумарний		
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	12,37	24,56	36,94		
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	12,77	25,54	38,31		
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	13,15	26,27	39,42		
		Карбамід 14 кг/га	14,15	28,58	42,73		
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	14,87	29,50	44,37		
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	15,36	30,53	45,89		
		Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	13,70	26,96	40,66
				Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	13,91	27,78	41,68
N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га		14,12	28,48	42,60		
	Карбамід 14 кг/га		15,50	31,10	46,60		
N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	15,86	32,15	48,00			
	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	16,59	33,19	49,77			
НІР _{0,05}			0,8	1,1	3,2		

Встановлення особливостей накопичення фосфору з розрахунку на суху речовину показало, що вегетативна маса фіксує менші значення вмісту елемента та в середньому по досліді накопичується 14,36 кг/га, а от з зерном виноситься 28,72 кг/га цього елемента. Відповідно сумарні витрати фосфору на формування вегетативної маси та зерна кукурудзи складають 43,08 кг/га.

За результатами проведених досліджень визначено більші значення виносу фосфору в вегетативній масі кукурудзи були на варіантах комплексного

застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс 1 л/га – 15,86 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 16,59 кг/га.

Отже, на варіантах кращого прояву ростових процесів відбувалось й більш інтенсивне засвоєння рослинами сполук фосфору та фіксація їх з урожаєм, в зерні. Так, на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс 1 л/га вміст фосфору в зерні склав 32,15 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 33,19 кг/га.

А отже, максимізація показників накопичення фосфору в вегетативній масі та зерні кукурудзи сприяла й більш інтенсивного його сумарному виносу. Так, досліджено, що на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс 1 л/га сумарний вміст фосфору становив 48,00 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 49,77 кг/га.

Отже, як бачимо, фосфорне живлення теж важливе для рослин кукурудзи, та за умови теоретичної доступності фосфору в мінеральних добривах від 20 до 45 % від діючої речовини можуть створюватись передумови для виникнення фосфорного голодування. Адже навіть в випадку доступності рослинам 45 кг/га фосфору з внесених мінеральних добрив рослини кукурудзи використовують більше його на формування сумарного врожаю та вегетативної маси. А от в випадку обмеження наявності ґрунтової вологи, впливу кислотності ґрунту, вбирання колоїдами ґрунту рухомого фосфору його доступність з добрив стає ще меншою та в значній мірі залежить від особливостей природнього забезпечення ґрунту сполуками фосфору. А тому це питання теж є важливим до вивчення, хоча фосфор набагато менш рухомий елемент чим азот ґрунту.

Калій забезпечує транспортування продуктів фотосинтезу, поліпшує стійкість культур до хвороб, шкідників, посухи, забезпечує формування квіток та плодів. А тому його важливо визначати і показники виносу калію рослинами кукурудзи залежно від факторів дослідів відображено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Особливості виносу калію рослинами кукурудзи залежно від фактору впливу, середнє за 2018-2020 рр., кг/га

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Вегетативна маса	Зерно	Сумарний
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	82,87	17,65	100,52
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	87,88	18,07	105,95
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	89,82	18,58	108,40
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	96,14	20,46	116,59
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	100,22	20,84	121,06
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	103,86	21,82	125,69
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	90,40	19,26	109,66
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	93,02	19,88	112,90
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	94,43	20,32	114,75
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	105,71	22,25	127,96
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	106,41	23,03	129,43
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	110,54	23,58	134,12
НІР _{0,05}			2,7	1,3	4,6

За результатами вивчення особливостей накопичення калію з розрахунку на суху речовину досліджено, що вегетативна маса фіксує менші значення вмісту елемента та в середньому по досліді накопичується 96,8 кг/га, а от з зерном виноситься 20,48 кг/га цього елемента. А отже, сумарні витрати калію на формування вегетативної маси та зерна кукурудзи складають 117,25 кг/га.

На відміну від інших елементів живлення калій більш інтенсивно в кукурудзі накопичується в вегетативній частині рослин. А тому визначено, що кращі значення виносу калію в вегетативній масі кукурудзи були на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс 1 л/га – 106,41 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 110,54 кг/га.

Визначено, що в зерні вміст калію на варіантах кращого прояву ростових процесів більш інтенсивно і накопичувався. Так, на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс 1 л/га вміст калію в зерні склав 20,03 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 23,58 кг/га.

Відповідно максимізація показників накопичення калію в вегетативній масі та зерні кукурудзи сприяла й більш інтенсивного його сумарному виносу. Так, досліджено, що на варіантах комплексного застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс 1 л/га сумарний вміст калію становив 129,43 кг/га та Айдамін комплексний 2 л/га – 134,12 кг/га.

Отже, навіть зважаючи на засвоєння калію з добрив від 20 до 80 % діючої речовини та відносно хороше забезпечення вітчизняних ґрунтів цим елементом рослини кукурудзи виносять значні його кількості, що потребує ретельного розробляння систем удобрення, особливо в умовах Одеського регіону.

Відповідно запровадження у виробництво заходів раціонального застосування мінерального живлення та забезпечення ефективного його використання рослинами кукурудзи доволі актуальне питання.

Для більш точного визначення особливостей забезпечення елементами живлення ми розрахували їх кількість, що є в ґрунті та надійшла з рослинними рештками і мінеральними добривами, з яких лише частина буде доступна в залежності від відповідних коефіцієнтів (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12

**Доступність елементів живлення рослинами кукурудзи, середнє за 2018-
2020 рр., кг/га**

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакоренево підживлення	В ґрунті			З рослинними рештками			З мінеральними добривами		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	33,5	126,9	257,4	9,0	5,3	44,9	69,4	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	33,5	126,9	257,4	9,0	5,3	44,9	73,4	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	33,5	126,9	257,4	9,0	5,3	44,9	78,4	14,0	50,4
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	33,5	126,9	257,4	9,0	5,3	44,9	95,8	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	33,5	126,9	257,4	9,0	5,3	44,9	99,8	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	33,5	126,9	257,4	9,0	5,3	44,9	104,8	14,0	50,4
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	33,5	126,9	257,4	12,0	5,3	44,9	69,4	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	33,5	126,9	257,4	12,0	5,3	44,9	73,4	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	33,5	126,9	257,4	12,0	5,3	44,9	78,4	14,0	50,4
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	33,5	126,9	257,4	12,0	5,3	44,9	95,8	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	33,5	126,9	257,4	12,0	5,3	44,9	99,8	14,0	50,4
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	33,5	126,9	257,4	12,0	5,3	44,9	104,8	14,0	50,4

Доступність елементів живлення в ґрунті важливий показник забезпечення рослин, однак він істотно залежить не тільки від наявності елементів в ґрунті, а й від доступності їх рослинам відповідно до механічних та агрохімічних параметрів ґрунтів на яких закладали досліди.

Зважаючи на низьке забезпечення ґрунту азотом нами визначено, що в середньому природня родючість ґрунту забезпечувала доступність рослинам 33,5 кг/га азоту, 126,9 кг/га фосфору та 257,4 кг/га калію. Оскільки вміст елементів живлення був однаковий по дослідних ділянках, тому й умови потенційного забезпечення елементами живлення були однаковими.

Окремо слід сказати, що запас доступних форм азоту розраховано з врахуванням суто найбільш ефективно використовуваних мінеральних його сполук. Можливість мінералізації органічних сполук ґрунту ми не враховували в розрахунках, так як для встановлення ефективності розкладу органічної речовини та процесів що відбуваються в ґрунті потрібно проводити окремі агрохімічні дослідження, що не входило в завдання нашої роботи.

Незважаючи на те що з рослинними рештками, а власне соломою 7 т/га в ґрунт повертається приблизно 39,9 кг/га азоту, 13,3 кг/га фосфору та 74,9 кг/га калію – дані кількості елементів живлення не доступні рослинам в повному обсязі. При цьому необхідно враховувати не тільки потенційно можливі втрати азоту в процесі переробки мікроорганізмами а й те, що органічна речовина в ґрунті не завше переробляється ефективно і стає доступною в перший же рік рослинам. Також, слід враховувати спрямованість мікробіологічних процесів, адже лише застосування біодеструкторів, таких як деструктора «СтимОрганік» 2 л/га дозволяє гарантувати ефективно та швидко проходження засвоєння та мінералізації азоту.

А отже, на варіантах без застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га рослинам було доступно в середньому 9,0 кг азоту, а от в випадку внесення деструкторів – 12,0 кг/га та 5,3 кг/га фосфору і 44,9 кг/га калію накопиченого в побічній продукції пшениці озимої.

Для проведення досліджень ми спеціально додатково не вносили солому на поля, а попередньо проведений аналіз даних урожайності пшениці озимої засвідчив, що в умовах проведення досліджень в середньому вона залишає 7,0 т/га соломи.

Ефективність засвоєння азоту мінеральних добрив перш за все залежала від спрямованості застосування мінеральних добрив. Чи їх вносили як компонент попередження денітрифікації азоту при заорюванні соломи, чи то добрива вносились як основне удобрення, а чи використовувались фізіологічно активні добрив для позакореневого підживлення рослин кукурудзи.

Отже, проведені розрахунки показали, що за мінімального застосування факторів впливу додаткових елементів технології рослинам кукурудзи було доступно в середньому за роки 69,4 кг/га азоту.

Що стосується доступності таких елементів живлення як фосфор та калій, то наші додаткові фактори досліду не чинили на них ефектів впливу. А тому доступність цих елементів була однаковою по досліду та визначалась фізичною їх доступністю залежно від форми добрив. Відповідно фосфору рослинам з мінерального удобрення було доступно 14,0 кг/га а калію 50,4 кг/га.

Комплексне застосування позакореневого підживлення разом з Аміносах 1 л/га сприяло зростанню доступного рослинам азоту до рівня 73,4 кг/га, а в той же час використання Айдамін комплексний 2 л/га відповідно до показника 78,4 кг/га.

Однак найбільш істотний вклад в формування доступності рослинам кукурудзи мінерального азоту з добрив вніс інгібітор нітрифікації, за застосування якого відповідно до варіантів позакореневого підживлення було доступно 95,8 кг/га, 99,8 кг/га та 104,8 кг/га азоту. Тобто досліджуваний нами препарат інгібітор уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) дозволив кардинально мінімізувати втрати мінерального азоту в ґрунті.

Окремо варто звернути увагу на те, що можна було мінімізувати втрати азоту лише тієї частини його, яка вносились в основне удобрення. При цьому азот, що вносився одночасно з зароблянням побічної продукції пшениці озимої рахувався нами до мінеральної його частини з врахуванням відповідних втрат від розкладання мікроорганізмами та вимиванням. Хоча, зважаючи на нестачу опадів, особливо в осінньо-зимові періоди, стійкого промивання орного шару ґрунту не спостерігалось.

Баланс елементів живлення за вирощування кукурудзи залежно від впливу факторів досліду розраховано та висвітлено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Баланс елементів живлення за вирощування кукурудзи залежно від впливу факторів досліду, середнє за 2018-2020 рр., кг/га

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	7,5	109,3	252,2
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	8,8	107,9	246,8
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	9,8	106,8	244,3
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	17,5	103,5	236,1
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	17,3	101,8	231,7
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	17,7	100,3	227,1
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	1,1	105,6	243,1
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	1,3	104,5	239,8
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	2,6	103,6	238,0
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	9,4	99,6	224,8
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	9,0	98,2	223,3
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	9,4	96,4	218,6

Баланс елементів живлення ми розраховували як різницю доступних рослинам елементів живлення, що надходили з різних джерел забезпечення та власне винос елементів живлення з врожаєм основної та побічної продукції.

Відповідно, за роки проведення досліджень, мінімальний баланс спостерігався якраз по азоту – як найбільш лабільному та легко втрачаємому елементу живлення.

Як показали результати вивчення балансу азоту в ґрунті він дійсно є обмежуючим продуктивність культури елементом за умови недостатнього забезпечення ґрунту мінеральними його формами. Відповідно отриманий позитивний рівень балансу засвідчує нам, що кукурудза максимально повно використала фактори умов середовища забезпечені факторами нашого дослідю. А от уже ефективність застосування додаткових заходів збереження азоту важко довести його балансом в ґрунті. Адже, за низького рівня забезпечення він є обмежуючим фактором росту, а тому рослини кукурудзи намагаються максимально повно його засвоювати.

Причому важливим питанням є не тільки забезпечення доступності азоту в окремі критичні періоди росту та розвитку, а й рівномірність його надходження до кореневої системи по шарах ґрунту, що забезпечується ефективним зароблянням рослинних решток та власне застосуванням основного удобрення.

Однак, не зважаючи на позитивний баланс фосфору та калію, необхідно загострити увагу на тому, що усупереч істотним значенням лише калій мав бездефіцитні значення балансу. Адже в ґрунті доступно рослинам 257,4 кг/га калію. В той час як залежно від інтенсивності засвоєння врожаєм залишалось по вегетації кукурудзи 218,6-252,2 кг/га.

Якщо аналізувати фосфор, то за доступності його рослинам в ґрунті на рівні 126,9 кг/га в кінці вегетації залишалось 96,4-109,3 кг/га, що нижче можливостей природньої родючості ґрунту на початку вегетаційного періоду.

Однак, якщо аналізувати баланс елементів живлення в ґрунті. То необхідно проводити багаторічні вивчення його. Ми в своїй роботі доволі фрагментарно показали загальні тенденції забезпечення кукурудзи елементами живлення, а особливо з позиції збереження додаткового азоту.

Адже дане наше дослідження не враховує подальшої доступності елементів живлення з мінеральних добрив на наступний рік, так званої післядії. Відповідним чином розкладання рослинних решток також вивільняє решту біогенних елементів. Також повертаються частково елементи живлення і за

умови заорювання рослинних решток кукурудзи під врожай наступної культури.

Але, ці актуальні питання потребують вивчення балансу елементів живлення в умовах хоча б ланки сівозміни, а краще – повної ротації сівозміни, що не передбачалось метою даного дослідження.

Висновки за розділом 3:

Визначено, що досліджувані фактори збереження азоту в ґрунті не впливали на показники схожості насіння та густоти рослин кукурудзи. Це ймовірніше за все пов'язано з низькими потребами рослин в азоті на початкових етапах розвитку та в випадку гострої нестачі азоту в ґрунті реакцією, що проявляється винятково в сповільненні росту рослин.

Встановлено, що загалом по досліді, за 2018-2020 роки досліджень вегетаційний період кукурудзи становив 112-113 діб. А от за умови застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномакс з розрахунку 1 л/га або Айдамін комплексний з розрахунку 2 л/га нами не було визначено відмінностей в тривалості фенологічних фаз викликаних дією даних препаратів.

З початком активного росту рослин кукурудзи (9-15 листок) дещо вищі рослини були сформовано на варіантах застосування позакореневого підживлення з використанням Аміномах 1 л/га або Айдамін комплексний 2 л/га. А от в більш пізні фази розвитку: цвітіння-достигання кукурудзи кращі показники висоти рослин отримано за комплексного впливу факторів: деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах та Айдамін комплексний, що в фазу молочної стиглості були 235,4 см та 235,5 см порівняно з контролем – 233,1 см.

Досліджено, що площа листя в фазу цвітіння качана кукурудзи була максимальною по фазах росту та розвитку і становила в середньому 37,35 тис.

м²/га, а от кращі показники були за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах – 39,52 тис. м²/га та Айдамін комплексний – 40,23 тис. м²/га.

Досліджено, що на формування сухої речовини впливали фактори досліду. Так, в цілому за вегетаційний період кукурудзи за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аміномах 1 л/га накопичено 9,79 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 10,11 т/га сухої речовини за 7,51 т/га на контрольному варіанті.

Визначено, що максимальний фотосинтетичний потенціал по досліду ідентифікований в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качана. Встановлено, що кращі значення ФП були на варіантах використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аміномах 1 л/га – 0,99 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 1,00 тис. м²/га.

Активізація ростових процесів викликана застосуванням позакореневого підживлення сприяла формуванню кращих показників чистої продуктивності фотосинтезу в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качанів. А от в фазу від молочної стиглості до повної стиглості зерна кукурудзи на фоні кращих значень сформованих за дії фактору застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) знівелювався вплив позакореневого підживлення.

Досліджено, що в середньому по досліду в вегетативній масі кукурудзи фіксується азоту 47,13 кг/га, фосфору 14,36 кг/га, калію 96,8 кг/га. А от з зерном виноситься значно більші кількості біогенних елементів: азоту 74,47 кг/га, фосфору 28,72 кг/га, калію 20,48 кг/га. Відповідно сумарний винос елементів потребує ефективних систем удобрення кукурудзи та збереження їх

доступності рослинам впродовж вегетації, адже азоту виноситься 121,60 кг/га, фосфору 43,08 кг/га та калію 117,25 кг/га.

Визначено, що на ґрунтах з низьким рівнем забезпечення легкодоступними формами азоту, рослини максимально повно намагаються використувати його. А тому розрахований нами баланс елементів живлення показує, що доступного рослинам азоту після формування врожаю залишилось в ґрунті на рівні 1,1-17,7 кг/га. В той же час як баланс фосфору становить 96,4-109,3 кг/га, а калію відповідно 218,6-252,2 кг/га.

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОСТУПНОГО РОСЛИНАМ КУКУРУДЗИ АЗОТУ

Показники продуктивності будь-яких сільськогосподарських культур є визначальними параметрами відображення ефективності усіх сукупних елементів технології вирощування. Якраз саме сумарним підсумком запровадження нових змін до загальноприйнятих технологій вирощування і є передусім визначення ефективності впливу на продуктивність сільськогосподарських культур.

У випадку вирощування кукурудзи на зерно раціональне використання та збереження в ґрунті біологічно активного азоту призводить до формування кращих умов забезпечення елементами живлення культури, а ті в свою чергу є передумовою створення рослинами хороших ростових параметрів, про що було детально описано в попередньому розділі роботи. Як наслідок – накопичення вегетативної маси та хороша площа листової поверхні позначається на активності синтезування рослинами запасних поживних речовин та накопиченні їх в зерні.

Адже біологічно активний азот виступає як будівельний елемент в рослині, що бере участь у біохімічних процесах, а саме: формуванні амінокислот та подальшого їх об'єднання в ДНК, ензимів, хлорофілів, накопиченні протеїнів, та формуванні багатьох інших компонентів. Фактично в рослині азот виступає як своєрідний елемент незамінний для успішного росту і розвитку, а тому його нестача не тільки призводить до загальмування ростових процесів а й викликає значні втрати в подальшому накопиченні продуктів фотосинтезу.

А тому важливо не тільки визначити активізацію ростових процесів викликаних кращим забезпеченням рослин кукурудзи азотом а й встановити на

скільки і в якому напрямку за поліпшення живлення рослин змінюються елементи їх продуктивності.

Показники структури врожаю кукурудзи, залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр. знайшли відображення в даних таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Структура врожаю кукурудзи, залежно від факторів впливу, середнє за 2018-2020 рр.

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Маса 1000 насінин, г	Вихід зерна з качанів, %	Довжина качана, см	К-ть рядів зерен, шт.	К-ть зерен в ряді, шт.
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	247,0	85,60	20,3	16	34,5
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	247,6	87,60	20,7	16	35,0
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	248,0	88,00	21,0	16	34,8
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	249,2	87,21	20,8	16	34,7
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	250,0	88,31	21,2	16	35,1
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	251,0	89,24	22,3	16	34,9
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	247,5	87,56	21,0	16	35,0
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	248,3	88,34	21,6	16	35,7
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	249,0	89,12	21,9	16	35,4
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	250,0	88,00	22,1	16	35,3
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	251,2	89,31	22,6	16	36,2
		Карбамід 14 кг/га +	251,5	89,87	23,0	16	35,9

		Айдамін комплексний 2 л/га					
НІР _{0,05}			3,5	7,8	1,7	1,0	2,3

За результатами визначення маси 1000 насінин кукурудзи встановлено, що в середньому по досліді вона була 249,2 г, а в межах варіантів спостерігалось варіювання досліджуваної ознаки в межах з 247,0 г до 251,5г.

Визначено, що в основному відхилення маси 1000 насінин перебували в межах похибки досліді, що визначає більший вплив сортоспецифічності досліджуваної кукурудзи чим кращого забезпечення азотом на зміну маси насінин. На варіанті комбінованого поєднання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та Айдамін комплексний 2 л/га отримано масу 1000 насінини 251,5 г, що достовірно перевищує базовий варіант без застосування додаткових заходів впливу. Також істотно відрізняється і варіант застосування Аміномах – 251,2 г відповідно, однак, дані закономірності носять радже тенденційний тип залежностей.

У середньому по досліді вихід зерен з качанів був на рівні 88,2 %, аналогічно попередньому показнику було отримано відхилення значень в межах похибки досліді. Крім того, за значеннями варіювання даної ознаки не можна однозначно стверджувати що застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) сприяє зростанню показника. Радше на зміну виходу зерен з качанів впливає позакореневе підживлення з застосуванням Аміномах або Айдамін комплексний.

Рослини кукурудзи в досліді формували середнє значення довжини качана на рівні 21,5 см. Кращі показники було отримано на варіанті комбінованого поєднання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та Айдамін комплексний 2 л/га – 23,0 см та Аміномах – 22,6 см відповідно.

Досліджено, що в межах виконаних експериментальних робіт рослини кукурудзи утворювали стабільно 16 рядів зерен в качані та фактори впливу не міняли дану ознаку.

Встановлено, що в середньому було 35,2 шт. зерен в качані, а обробка рослин Аміномах або Айдамін комплексний сприяла підвищенню цього показника в межах похибки досліду.

Параметри урожайності кукурудзи залежно від факторів впливу на збереження азоту по роках досліджень відображено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Урожайність кукурудзи залежно від факторів впливу, т/га

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Урожайність, т/га			
			2018	2019	2020	середнє
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	5,20	4,40	2,95	4,18
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	5,30	4,53	3,10	4,31
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	5,41	4,67	3,25	4,44
		Карбамід 14 кг/га	6,08	5,02	3,40	4,83
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	6,24	5,18	3,58	5,00
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	6,38	5,35	3,77	5,16
		Карбамід 14 кг/га	5,54	4,83	3,31	4,56
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	5,65	4,97	3,48	4,70
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	5,76	5,12	3,65	4,85

	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	6,48	5,51	3,81	5,27
		Карбамід 14 кг/га +				
		Aminomax 1 л/га	6,64	5,68	4,01	5,45
		Карбамід 14 кг/га +				
		Айдамін комплексний 2 л/га	6,80	5,87	4,23	5,63
НІР _{0,05}			0,33	0,27	0,18	0,21

Якщо проаналізувати особливості зміни урожайності зерна кукурудзи в умовах Одеського регіону за роками проведення досліджень, то найбільш сприятливими погодні умови для забезпечення високого рівня урожайності були в 2018 році, коли в середньому по досліді отримано 5,96 т/га кукурудзи. А от уже 2019 рік виявився менш продуктивним і на круг отримано 5,09 т/га, хоча найбільш суворим за впливом умов навколишнього середовища був 2020 рік. Причому в багатьох господарствах Південного регіону посіви кукурудзи були знищені в результаті умов екстремального впливу, а в наших дослідіах було отримано в середньому 3,54 т/га зерна – найнижче за роки проведення досліджень.

Так, на Півдні сільськогосподарський сезон 2020 розпочався із того, що після сухої безсніжної зими у ґрунті було дуже мало вологи і на відміну від центральних регіонів України, де в травні пройшли рясні дощі опадів в окремих районах Одещини не було взагалі. Відповідно посуха знищила основну частину озимих зернових та призвела до істотного недобору врожаю й в господарствах, що вирощують кукурудзу.

Зважаючи на умови вегетаційного періоду аграрії за рекомендованих в регіоні норм висіву в 60 тис. шт./га перейшли до норм в 50 тис. шт./га, а подекуди й 40 тис. шт./га життєздатних насінин, що дало змогу отримати мінімум на 1,0-2,5 т/га вищий врожай кукурудзи. Однак, в умовах незмінної схеми досліджень ми не могли істотно змінити умови дослідіу, тим самим поставивши під сумнів отримані експериментальні дані за вирощування рослин кукурудзи з істотно іншою густотою посівів.

Отже, вплив екстремальних погодних умов в роки вирощування позначився навіть на закономірностях формування середніх за роки показників і по досліді нами була отримана урожайність 4,87 т/га.

Якщо аналізувати закономірності впливу досліджуваних нами елементів технології вирощування, а саме: деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах або Айдамін комплексний, то спрямованість їх ефекту позитивно позначалась на формуванні кукурудзою рівня урожайності.

Визначено, що за застосуванні деструктора «СтимОрганік» 2 л/га середня урожайність по варіантах досліді була в 2018 році на 0,38 т/га, в 2019 на 0,47т/га, в 2020 році на 0,41 т/га вищою за приорювання соломи без використання деструктора.

Також ефективним в плані зростання рівня урожайності кукурудзи було застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), адже варіанти без додаткових заходів впливу та без застосування деструктора відрізнялись на 0,65 т/га, а на варіантах досліді з застосуванням «СтимОрганік» 2 л/га за внесення разом з добривами інгібітор уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) отримано на 0,71 т/га вищу урожайність.

Ефективним агрозаходом в плані раціонального використання азоту з добрив виявилось позакореневе підживлення з одночасним внесенням Аміномах або Айдамін комплексний. Так, встановлено, що за застосування Аміномах урожайність в середньому на 0,13-0,18 т/га була вищою аналогічних контрольних варіантів, а от за внесення Айдамін комплексний урожайність в середньому на 0,26-0,36 т/га була вищою аналогічних контрольних варіантів досліді.

Якщо аналізувати вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності кукурудзи, то за застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та подальшого підживлення рослин з використанням Аміномах за роки досліджень отримана середня урожайність на

рівні 5,00 т/га, а от за внесення Айдамін комплексний зібрано зерна кукурудзи 5,16 т/га відповідно.

Водночас позитивна динаміка, по впливу на урожайність кукурудзи, з використання досліджуваних заходів збереження азоту збереглась і на варіантах максимального їх залучення в досліді. Так, визначено, що за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та використання підживлення Амінотак 1 л/га отримано урожайність на рівні 5,45 т/га, а от за аналогічних варіантів досліду та внесення підживлення Айдамін комплексний 2 л/га формувався рівень урожайності в середньому за роки – 5,63 т/га відповідно.

Отже, застосовувані нами агрозаходи сприяли систематичному підвищенню урожайності зерна кукурудзи в порівнянні з аналогічними варіантами забезпечення рослин азотом.

Зважаючи на контрастність років досліджень необхідно більш детально розглянути фактори впливу досліду на формування рівня урожайності кукурудзи.

Результати визначення частки впливу факторів на урожайність зерна кукурудзи наведено на рисунку 4.1.

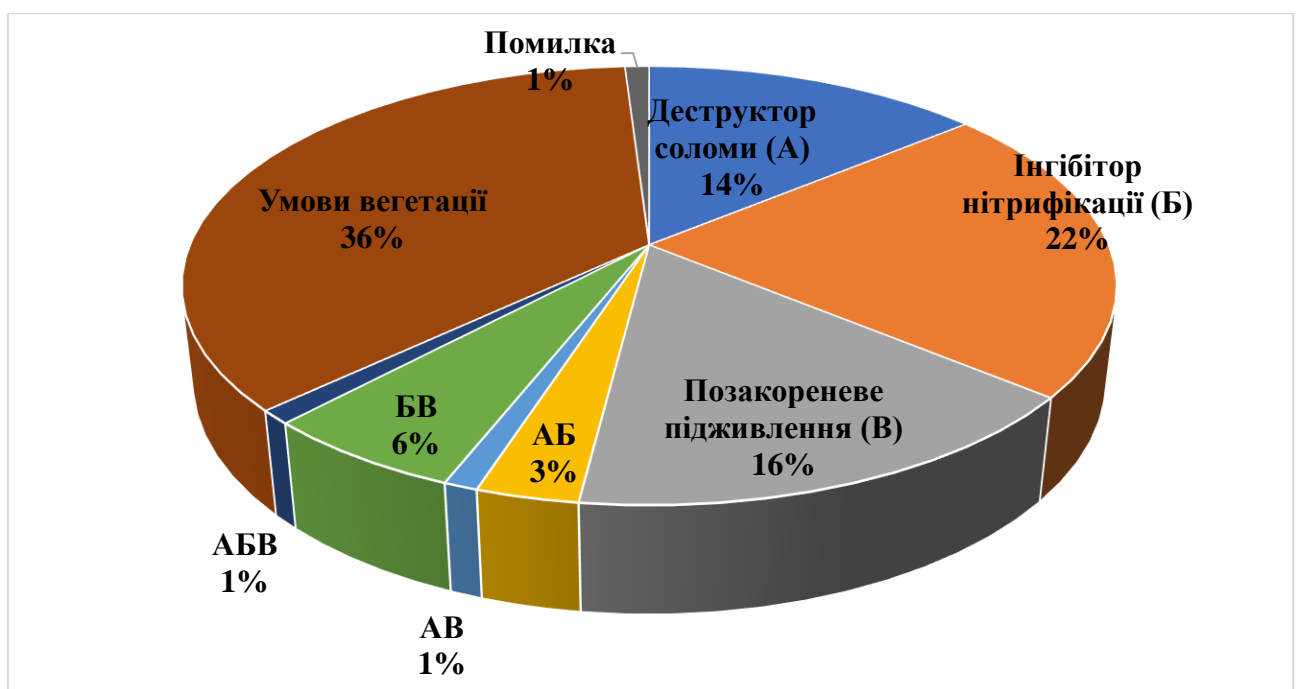


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на урожайність зерна кукурудзи, %

Визначено, що умови вегетації визначали на 36 % рівень формування урожайності кукурудзи, а от використання інгібітора нітрифікації на 22 %, позакореневого підживлення на 16 % та деструктора соломи на 14 %. Отже, досліджувані нами фактори чинили істотний вплив на дану ознаку не дивлячись на домінування умов вегетаційного періоду.

Важливим питанням дослідження є встановлення якісних показників зерна кукурудзи. Адже власне азотні добрива та загальний рівень забезпеченості рослин доступним азотом за даними інших дослідників істотно впливають на формування та вміст протеїну та крохмалю.

Значення вмісту в зерні кукурудзи протеїну та крохмалю, в середньому за 2018-2020 рр. наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Вміст в зерні кукурудзи протеїну та крохмалю, в середньому за 2018-2020 рр., % на абсолютну суху речовину

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Вміст	
			протеїну	крохмалю
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	9,3	71,2
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	10,0	72,3
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	10,2	72,4
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	9,8	72,0
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	10,3	72,5
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	10,4	72,9
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту +	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази	Карбамід 14 кг/га	9,5	72,0
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	10,3	73,2
		Карбамід 14 кг/га +	10,4	73,3

деструктори (нітрифікації)	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Айдамін комплексний 2 л/га		
		Карбамід 14 кг/га	9,9	72,0
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	10,4	73,8
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	10,8	74,0
НІР _{0,05}			0,3	1,0

Досліджено, що в середньому по досліді вміст протеїну в зерні кукурудзи становив 10,1 % а крохмалю 72,6 % відповідно.

Якщо аналізувати вміст протеїну по варіантах досліді, то основні відмінності нами було спостережено за використання позакореневого підживлення рослин за допомогою карбаміду та Аміномах або Айдамін комплексний.

Досліджено, що в випадку позакореневого підживлення рослин кукурудзи карбамідом 14 кг/га + Аміномах 1 л/га вміст протеїну в зерні кукурудзи становив 10,0-10,4 %. А от в випадку позакореневого підживлення рослин карбамідом 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га вміст протеїну в зерні кукурудзи становив 10,2-10,8 %.

Застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) істотно не вплинуло на формування вмісту протеїну.

Результати визначення частки впливу факторів на вміст протеїну в зерні кукурудзи подано на рисунку 4.2.

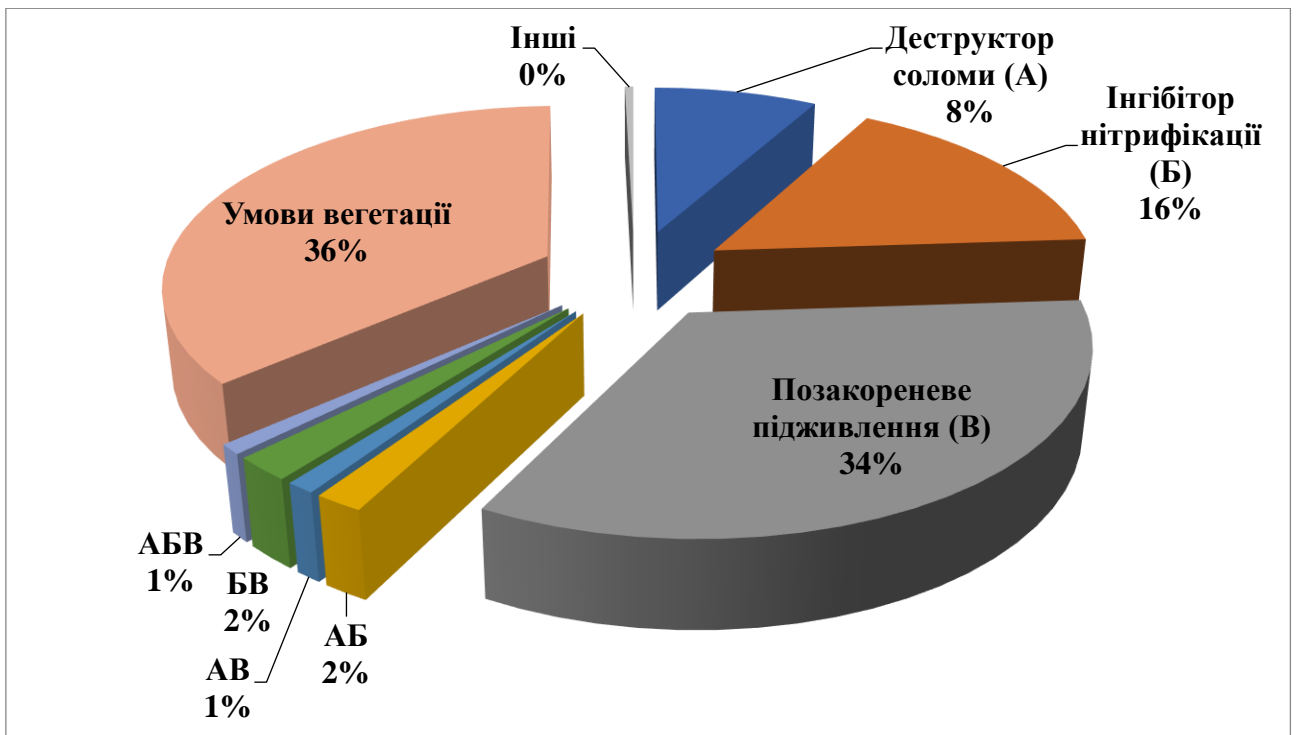


Рис. 4.2. Частка впливу факторів на вміст протеїну в зерні кукурудзи, %

Отже, отримані результати досліджень підтверджують слабший вплив інгібітора нітрифікації (16 %) та деструктора соломи (8 %) на формування вмісту протеїну в зерні. А от застосування позакореневого підживлення визначало формування вмісту протеїну на 34 %, в той же час зберігся і вплив умов вегетації на найвищому рівні впливу – 36 %, що пов'язано з контрастними роками проведення досліджень.

Дослідження вмісту крохмалю в зерні кукурудзи показали, що дана ознака в більшій мірі залежить від особливостей комплексного застосування факторів досліджу, а не винятково варіантів позакореневого підживлення. Так, визначено, що максимальні значення вмісту крохмалю були за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) в поєднанні з Аміномах або Айдамін комплексний. Так, встановлено. Що в випадку з позакореневим підживленням Аміномах 1 л/га вміст крохмалю становив 73,8 % а от за умови використання Айдамін комплексний 2 л/га – 74,0 % відповідно.

Вирахувані значення часток впливу факторів на вміст крохмалю в зерні кукурудзи відображені на рисунку 4.3.

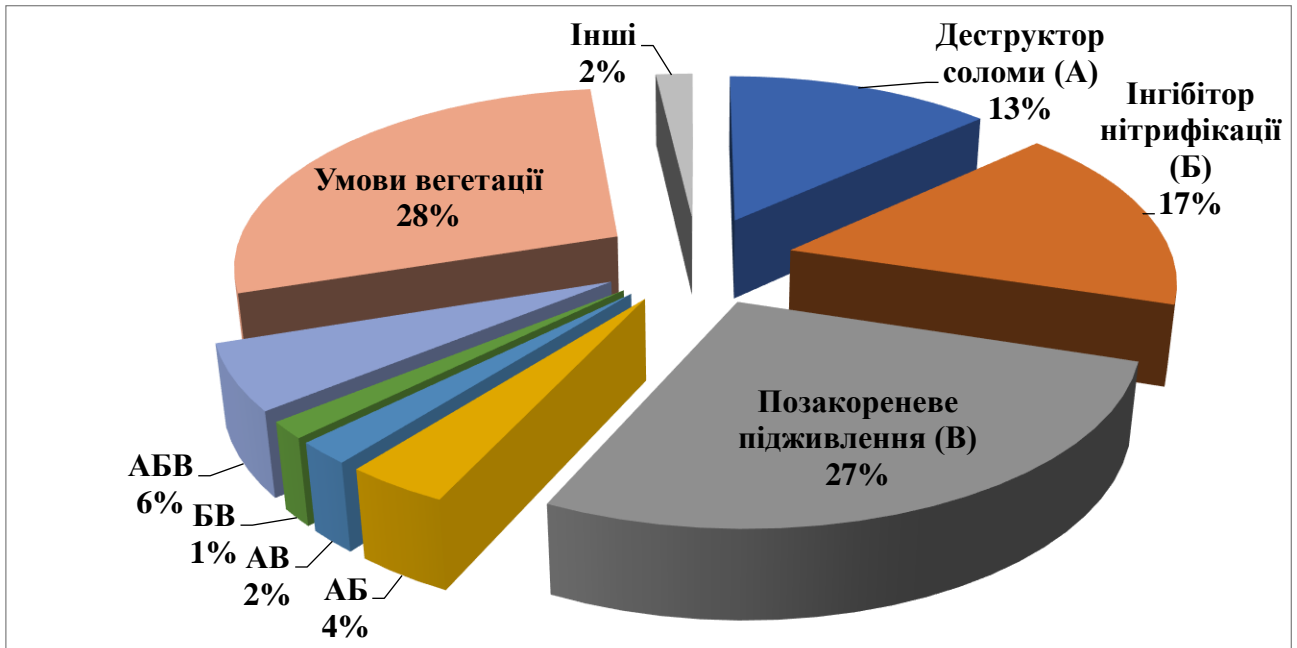


Рис. 4.3. Частка впливу факторів на вміст крохмалю в зерні кукурудзи, %

Отже аналіз часток впливу факторів показує нам, що умови вегетації також істотно чинили вплив на формування вмісту крохмалю в зерні кукурудзи (28 %), однак, не зважаючи на зменшення впливу позакореневого підживлення до 27 % (за 34 % на вміст протеїну) зросли значення впливу деструктора соломи (13 %) та інгібітора нітрифікації (17 %). А тому перерозподіл часток впливу факторів позначився на загальних особливостях зміни вмісту крохмалю в зерні кукурудзи залежно від факторів впливу.

Як наслідок, проаналізовані нами дані підтверджують те що застосовувані нами агрозаходи сприяли систематичному підвищенню урожайності та якості зерна кукурудзи в порівнянні з аналогічними варіантами забезпечення рослин азотом.

Висновки за розділом 4:

За результатами досліджень визначено, що застосовувані фактори збереження та підтримання доступності рослинам кукурудзи азоту позитивно позначились на формуванні її урожайності навіть в умовах екстремального

2020 року. По варіантах досліду визначено, що за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та використання підживлення Aminomax 1 л/га отримано урожайність на рівні 5,45 т/га, а от за аналогічних варіантів досліду та внесення підживлення Айдамін комплексний 2 л/га формувався рівень урожайності в середньому за роки – 5,63 т/га відповідно.

Використання елементів досліду також позначилось на закономірностях формування вмісту протеїну в зерні. Так, вивчено, що за позакореневого підживлення рослин кукурудзи карбамідом 14 кг/га + Aminomax 1 л/га вміст протеїну в зерні кукурудзи становив 10,0-10,4 %. А от в випадку позакореневого підживлення рослин карбамідом 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га вміст протеїну в зерні кукурудзи становив 10,2-10,8 %. В той же час встановлено, що застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) істотно не вплинуло на формування вмісту протеїну.

За вивчення вмісту крохмалю в зерні кукурудзи доведено, що дана ознака більшою мірою залежить від особливостей застосування факторів досліду. Так, визначено, що максимальні значення вмісту крохмалю були за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) в поєднанні з Aminomax або Айдамін комплексний. Так, встановлено, що в випадку з позакореневим підживленням Aminomax 1 л/га вміст крохмалю становив 73,8 % а от за умови використання Айдамін комплексний 2 л/га – 74,0 % відповідно.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОСТУПНОГО РОСЛИНАМ КУКУРУДЗИ АЗОТУ

Економічна та енергетична ефективність є важливим питанням встановлення закономірностей формування ефективного землекористування, адже власне це є одним з механізмів забезпечення позитивного балансу азоту – як стимул до отримання високого рівня продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур.

Причому якраз з точки зору економічної ефективності варто проводити оцінювання якраз застосування азотних добрив. Адже, загальновідомо, що азот є синтетичним компонентом добрив, а тому він належить до найбільш дорогих для сільського господарства елементів. А от такі елементи як фосфор та калій, попри меншу їх мобільність та втрати з ґрунту – зазвичай викопні, а тому й формують менший відсоток вартості комбінованих добрив.

Баланс нітрогену для сільського господарства та ENV є показниками для розрахунку навантаження нітрогену на довкілля та ефективності використання нітрогенних ресурсів, відповідно. Деякі країни (наприклад, Данія та Нідерланди) використовували і використовують баланси нітрогену і надлишок N в якості комплексних нормативно - правових інструментів для зниження втрат нітрогену до навколишнього середовища.

Основними входами нітрогену є мінеральні/органічні добрива, гній, фіксація атмосферного нітрогену деякими, в основному, бобовими, культурами й осадження з атмосфери. Інші входи N можуть включати біологічні тверді речовини та органічні добавки, такі як компост і мульча.

Однак, в умовах агропромислового сільськогосподарського виробництва говорити про втрати азоту неможливо без оцінювання технології вирощування сільськогосподарських культур загалом. Адже добрива складають лише певну частину від загальної кількості ресурсів витрачених на забезпечення вирощування кукурудзи в умовах Одеської області (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1

Основні виробничі витрати на вирощування кукурудзи, за цінами 2020 р.

Показник	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за шт., грн.	Всього, грн.
<i>Виробничі витрати:</i>				
Насіння	кг	20,0	92,5	1850,0
Міндобрива:	нітроамофоска	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	12,8	11520,0
	Карбамід	N ₁₄	13,0	416,0
Засоби захисту рослин:	Дуал Голд 960 ЕС, к.е.	1,2	645,0	774,0
	Естерон 600 ЕС	0,6	368,0	220,8
	Цитадель 25 OD, м.д.	1,0	452,0	452,0
	Карате Зеон 050 CS, мк.с	0,2	890,0	178,0
	фунгіциди:	0,8	923,0	738,4
Пальне	кг	76,0	28,7	2181,2
Мастила				147,0
Ремонт				758,0
Загально-виробничі витрати				1625,0
Амортизація				1278,0
<i>Заробітна плата:</i>				
механізовані роботи	люд/год	8,0	62,0	496,0
ручні роботи	люд/год	3,0	120,0	360,0
Орендна плата за землю				2300,0
Разом витрат на 1 га	грн			25294,4
Собівартість 1 т.	грн			3891,4
Витрати на збут 1 т.	грн			378,0
Повна собівартість 1 т.	грн			4269,4

Відповідно визначення основних виробничих витрат ми проводили беручи за основу технологічні карти вирощування культури, прийняті в господарстві.

Серед основних видів витрат на технологію вирощування кукурудзи на зерно можна виокремити виробничі витрати спрямовані на забезпечення: насіннєвого матеріалу, внесення необхідної кількості мінеральних добрив, забезпечення під час росту та розвитку рослин захисту від бур'янів, шкідників та хвороб, витрати на паливно-мастильні матеріали, оплату праці, тощо.

Досліджено, що на насіння витрачається в середньому 1850 грн/га, а засоби захисту рослин є доволі різноманітними, так як кукурудза в регіоні, зважаючи на істотне розповсюдження хвороб і шкідників, потребує застосування інсектицидів та фунгіцидів. А за рахунок повільного росту в першій половині вегетації – необхідно застосовувати й гербіциди, так як рослини не здатні ефективно конкурувати з бур'янами. А тому загальні витрати на засоби захисту складають 2363,2 грн./га.

У випадку ж активного розповсюдження шкідливих об'єктів, або ж неефективного спрацювання засобів захисту в наслідок дії несприятливих умов навколишнього середовища витрати препаратів можуть зрости згідно їх номенклатури та кратності застосування. Однак, в своїй роботі ми опирались на базовий мінімум достатній для ефективного вирощування кукурудзи на зерно в умовах Одеської області.

Важливими питаннями складових технології вирощування кукурудзи залишаються й моменти пов'язані з безпроблемним функціонуванням технічних засобів (ремонт, амортизація) – адже вирощування просапних культур до яких належить і кукурудза пов'язані з активним використанням технічних засобів а також і загально - виробничими витратами. Сумарно ці витрати складають 3661,0 грн./га.

Також не варто забувати про витрати пов'язані з орендою земельних ділянок та витрати на збут зерна. Що стосується першого, то на даний час переважна більшість землі використовуваної в сільському господарстві, до початку продажів її, перебуває в формі орендних відносин з власником. А от що стосується другого показника, то власне хороша ціна реалізації формується

за умов транспортування та зберігання зерна певний час в елеваторах а не за умови продажу його що називається «на пні».

А тому врахування усіх витрат дозволяє визначити, що повна собівартість тони зерна, за середньозваженої урожайності кукурудзи в умовах Одеського регіону 5 т/га складатиме 4269,4 грн.

У грошовому еквіваленті саме витрати на удобрення кукурудзи є найбільш вартісними, адже за загальних витрат на гектарну площу в 25294,4 грн. на удобрення витрачається 11936 грн., що найбільше серед досліджуваних показників.

Якщо проаналізувати структуру основних виробничих витрат за вирощування кукурудзи, то ситуація розподілу витрат виглядає ще більш критично (рис. 5.1).

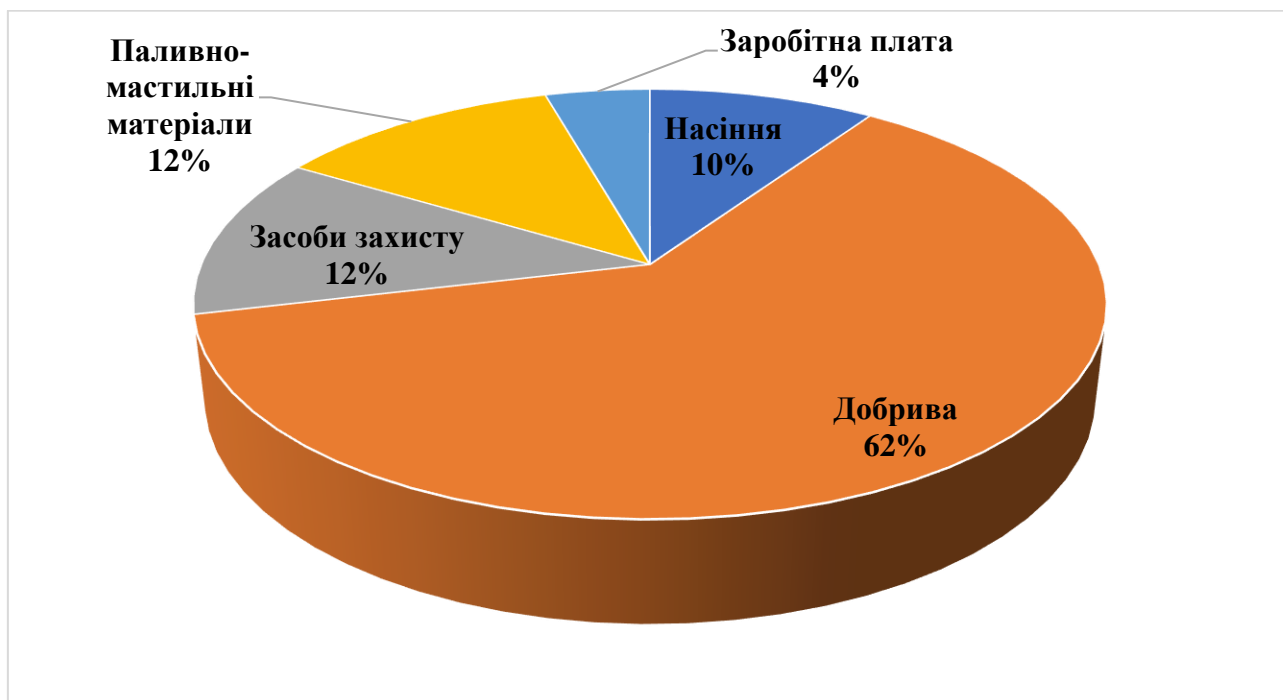


Рис. 5.1. Структура основних виробничих витрат за вирощування кукурудзи

Отже, як засвідчує проведене нами порівняння удобрення займає в структурі основних виробничих витрат (насіння, засоби захисту, паливно-

мастильні матеріали, оплата праці та удобрення) понад 50 %, а якщо конкретніше – то 62 %.

Такі значні переважання грошового еквіваленту мінерального добрива в структурі загальних витрат (47 %) та основних виробничих витрат (62 %) на вирощування кукурудзи на зерно зайвий раз заставляють оцінити важливість збереження азоту мінеральних добрив застосовуваного для вирощування сільськогосподарських культур.

Якщо більш детально заглибитись в питання використання добрив, то в агрономічній практиці вітчизняних підприємств більш активно використовуються азотомісткі мінеральні добрива. Так, визначено, що їх частка використання складає близько 74 %, тоді як фосфорних – 14 %, калійних – 12 %.

Відповідно такі особливості в використанні мінерального компонента добрив а також те що в останні роки застосування комплексних азотно-фосфорно-калійних добрив істотно зросло визначають і пропозицію ринку. Так, на даний час ціна фосфорно-калійних добрив та азотно-фосфорно-калійних співставна в грошовому еквіваленті. В тому же час, як в останніх міститься як мінімум ще й азот, синтез якого потребує значних витрат енергії.

А тому на особливостях формування внеску кожного з елементів мінерального живлення слід сконцентруватись з точки зору енергетичного вивчення впливу цих складових. Так як конкурентні особливості взаємодій виробників мінеральних добрив не дозволяють виділити вартісність економічного аспекту азоту в сучасних економічних умовах.

На наступному етапі нашої роботи були розраховані основні витрати на вирощування кукурудзи залежно від факторів впливу, представлені в таблиці 5.2 за цінами 2020 року.

Серед усіх типів витрат незмінними в нас залишались: вартість насіння, засобів захисту рослин, витраченого пального та заробітної плати. Причому якраз останні два показника не змінювались за рахунок того що ми поєднували

застосування заходів впливу з внесенням добрив або підживленням рослин карбамідом.

Таблиця 5.2

Основні витрати на вирощування кукурудзи залежно від факторів впливу, за цінами 2020 року

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакоренеve підживлення	Вартість насіння, грн./га	Вартість добрив, грн./га	Засоби захисту, грн./га	Пальне, грн./га	Заробітна плата, грн./га
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	925	11936	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	925	12356	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	925	12201	2363	2181	856
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	925	12276	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	925	12696	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	925	12541	2363	2181	856
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	925	12832	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	925	13252	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	925	13097	2363	2181	856
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	925	13172	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	925	13592	2363	2181	856
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	925	13437	2363	2181	856

Вартість добрив за мінімального застосування додаткових препаратів склала 11936 грн./га, а за внесення деструктора соломи, інгібітора нітрифікації, та Аміномах – 13592 грн./га, а Айдамін комплексний – 13437 грн./га.

Економічні показники ефективності вирощування кукурудзи залежно від факторів впливу подані нами в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від факторів впливу, за цінами 2020 року

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Всього витрат, грн./га	Вартість продукції, грн.	Собівартість, грн./т	Прибуток, грн./га
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	24747	33467	5916	8720
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	25167	34489	5838	9322
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	25012	35548	5629	10536
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	25087	38674	5189	13587
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	25507	39966	5106	14459
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	25352	41319	4909	15967
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	25643	36480	5623	10837
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	26063	37603	5545	11540
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	25908	38766	5347	12858
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	Карбамід 14 кг/га	25983	42149	4932	16166

	інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	26403	43566	4848	17163
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	26248	45051	4661	18803

Аналіз отриманих показників економічної ефективності вирощування показує нам цілком планомірні тенденції. Так, у варіантах мінімального застосування елементів технології вирощування, наближених до базових показників загальні витрати на вирощування кукурудзи з розрахунку на гектарну площу склали 24747 грн./га.

Максимум витрат на одиницю площі було зафіксовано за застосування при заорюванні рослинних решток деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також інгібітора уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) з основним удобренням та позакореневого підживлення в поєднанні з Аміномах – 26403 грн./га або ж в поєднанні з Айдамін комплексний – 26248 грн./га.

Відповідно поєднання досліджуваних препаратів перебували між крайніми значеннями показників залежно від ринкової їх вартості та комбінування згідно схеми виконання досліджень.

Якщо проводити порівняння вартості отриманої продукції, то її закономірності повністю збігаються з параметрами урожайності, адже мінімальні варіанти формування продуктивності рослин забезпечили й вартість отриманої продукції 33467 грн./га. А от застосування при заорюванні рослинних решток деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з внесенням разом з основним удобренням інгібітора уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) сприяло отриманню кращої вартості продукції. Причому найбільшу вартість отриманої продукції забезпечував варіант якраз застосування на фоні вищезгадуваних елементів позакореневого підживлення в поєднанні з Айдамін комплексний – 45051 грн./га. А на другому місці по сформованій виручці був варіант внесення Аміномах – 43566 грн./га.

Відповідно кращі значення прибутку та собівартості отриманої продукції забезпечували варіанти застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га

а також інгібітора уреазу Стабілурен (Stabiluren 30) з позакореневим підживленням Аміномах або Айдамін комплексний.

Важливим питанням є вивчення економічної окупності азоту прибавкою врожаю, параметри якої наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Окупність азоту прибавкою врожаю

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Вартість прибавки врожаю, грн./га	Додатковий прибуток, грн./га	Прибуток на 1 кг додаткового азоту засвоєного урожаєм, грн/га
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреазу (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	-	-	-
		Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га	1023	603	302
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	2081	1816	475
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреазу (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	5207	4867	495
		Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га	6499	5739	460
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	7852	7247	480
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреазу (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	3013	2117	384
		Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га	4137	2821	357
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	5299	4138	407
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	Карбамід 14 кг/га	8683	7447	449

	інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га	10099	8443	434
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	11584	10083	452

Для визначення особливостей формування додаткового прибутку від застосування заходів збереження та кращого засвоєння рослинами азоту ми провели аналіз його окупності залежно від ринкових цін та кон'юнктури попиту, що склалась на даний час.

Відповідно за базовий варіант, своєрідну точку відліку, ми брали варіант застосування в досліді усіх видів удобрення, за вирощування кукурудзи, але без внесення додаткових елементів що допомагають зберегти азот в ґрунті та добривах, або ж краще його засвоювати рослинам.

Вартість прибавки врожаю розраховували як різниця середньозваженої за роки проведення досліджень урожайності кукурудзи конкретного варіанту досліді мінус базову урожайність – отриману за застосування мінімального набору агрозаходів в досліді. Відповідно цей показник не враховував витрати на застосовані заходи збереження азоту, а тому максимальні значення на варіантах застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також інгібітора уреази Стабілурен (Stabiluren 30) з позакореневим підживленням Аміномакс або Айдамін комплексний становили 10099 грн./га та 11584 грн./га відповідно.

Показник додаткового прибутку розраховували як різницю чистого прибутку варіантів досліді в порівнянні з прибутком отриманим в базовому варіанті. А тому даний показник, на нашу думку, більш точно характеризує ефективність застосовуваних заходів збереження азоту.

Отже, досліджено, що за застосування максимальної кількості заходів збереження азоту за рахунок додаткового його збереження та засвоєння рослинами в варіанті поєднання: «СтимОрганік», Стабілурен (Stabiluren 30) та Аміномакс становила 8443 грн./га, а в варіанті поєднання «СтимОрганік», Стабілурен (Stabiluren 30) з Айдамін комплексний – 10083 грн./га.

Показник прибутку отриманого з розрахунку на 1 кг додатково засвоєного врожаєм азоту виявився менш інформативним, адже тут спрацювала залежність зворотного типу – чим менше додатково засвоєного врожаєм азоту отримано тим більшу прибутковість можна спостерігати на варіантах досліду.

Вирахування енергетичних взаємодій дозволяє уникнути питань диспропорції цін та недооцінення певного фактору досліду, що призводить до отримання тимчасових значень вигоди за збитковості даного агрозаходу та нанесення додаткових збитків навколишньому середовищу.

Показники енергетичної ефективності вирощування кукурудзи за різних заходів збереження азоту наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Енергетична ефективність вирощування кукурудзи

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Збір енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	62,04	38,30	1,62
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	63,93	38,80	1,65
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	65,90	39,10	1,69
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	71,69	38,90	1,84
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	74,09	39,40	1,88
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	76,59	39,70	1,93
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	67,62	38,50	1,76
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	69,71	39,00	1,79
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	71,86	39,30	1,83
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	Карбамід 14 кг/га	78,13	39,10	2,00

інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	80,76	39,60	2,04
	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	83,51	39,90	2,09

Дослідження енергетичної ефективності вирощування кукурудзи показують нам, що попри значні затрати на технологію вирощування з врожаєм можна отримати збір енергії на рівні 62,04-83,51 ГДж/га.

Мінімум енергії забезпечував варіант без застосування заходів збереження азоту, а от кращі параметри були за умови застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також інгібітора уреази Стабілурен (Stabiluren 30) з позакореневим підживленням Аміномах або Айдамін комплексний, що забезпечили формування 80,76 ГДж/га та 83,51 ГДж/га енергії з отриманим врожаєм.

Витрати енергії на технологію вирощування кукурудзи були на досить високому рівні 38,30-39,90 ГДж/га, що пов'язане перш за все зі значними витратами на удобрення кукурудзи. Причому витрати зростали в межах зміни кількості факторів впливу в бік їх збільшення, однак вони не були такими істотними як за зміни рівня удобрення. Адже найбільш енергетично навантаженим компонентом є власне мінеральні, в тому числі азотні добрива.

Витрати енергії на вирощування кукурудзи та збір енергії з урожаєм знайшли своє відображення в формуванні коефіцієнту енергетичної ефективності. Загалом, даний коефіцієнт був доволі непоганим і однозначно отримано позитивний енергетичний баланс по усіх варіантах досліді.

Однак, досліджено, що на варіанті застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також інгібітора уреази Стабілурен (Stabiluren 30) з позакореневим підживленням Аміномах отримано коефіцієнт енергетичної ефективності 2,04, а за умови внесення Айдамін комплексний – 2,09, що був найвищим в досліді.

Висновки за розділом 5:

Досліджено, що варіанти застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також разом з основним удобренням інгібітора уреазы Стабілурен (Stabiluren 30) та разом з позакореневим підживленням Аміномах сприяли формуванню прибутку 17163 грн./га за собівартості однієї тони зерна - 4848 грн., в той же час варіант комбінованого застосування Айдамін комплексний забезпечив кращі в досліді значення прибутку та собівартості отриманої продукції: 18803 грн./га та 4661 грн. відповідно.

Розраховані нами значення окупності азоту показали, що за застосування в поєднанні наступних заходів збереження: «СтимОрганік», Стабілурен (Stabiluren 30) та Аміномах можна отримати гарантовану прибавку прибутку на 8443 грн./га, а в варіанті поєднання «СтимОрганік», Стабілурен (Stabiluren 30) з Айдамін комплексний – 10083 грн./га. Отже, при незмінності інших факторів можна стверджувати що даний рівень прибутку забезпечено власне створенням умов в досліді для кращого збереження його в ґрунті та відповідно використання рослинами кукурудзи для формування високого рівня продуктивності.

Аналіз енергетичної ефективності показав нам, що на варіанті застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також інгібітора уреазы Стабілурен (Stabiluren 30) з позакореневим підживленням Аміномах отримано енергії 80,76 ГДж/га з врожаєм, а коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,04, а за умови внесення Айдамін комплексний відповідно накопичено з врожаєм 83,51 ГДж/га та КЕЕ був 2,09, що відповідало кращим показникам досліду.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нове практичне вирішення наукового завдання, яке полягає у вивченні заходів збереження та підвищення активності азоту добрив (застосування деструктора, інгібітора нітрифікації, позакореневого підживлення) та їх впливу на ріст та розвиток, урожайність та якість зерна кукурудзи.

1. Встановлено, що на фоні основного удобрення $N_{140}P_{100}K_{120}$ та підживлення карбамідом 14 кг/га за умови застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномакс з розрахунку 1 л/га або Айдамін комплексний з розрахунку 2 л/га не було визначено істотних відмінностей польової схожості, густоти посівів та тривалості фенологічних фаз викликаних дією даних препаратів.

2. Досліджено, що за комплексного впливу факторів: деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, застосування інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномакс та Айдамін комплексний, що в фазу молочної стиглості висота рослин кукурудзи склала 235,4 см та 235,5 см порівняно з контролем – 233,1 см.

3. Визначено, що досліджувані фактори істотно впливали на формування площі листків кукурудзи. Так, в фазу цвітіння качана кукурудзи площа листків на контрольному варіанті з мінімумом додаткових заходів впливу становила 34,0 тис. м²/га, а кращі показники були отримані за комплексного поєднання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномакс – 39,52 тис. м²/га та Айдамін комплексний – 40,23 тис. м²/га.

4. Фактори дослідження істотно вплинули на формування фотосинтетичних характеристик посівів кукурудзи. Кращі значення фотосинтетичного потенціалу, в міжфазний період 15 листків - цвітіння качанів, спостерігались у

варіантах використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотакс 1 л/га – 0,99 тис. м²/га, а у варіанті внесення Айдамін комплексний 2 л/га, відповідно, 1,00 тис. м²/га.

5. Встановлено, що на ґрунтах з низьким рівнем забезпечення легкодоступними формами азоту рослини максимально повно намагаються використовувати його. А тому доступного рослинам азоту після формування врожаю залишилось в ґрунті на рівні 1,1-17,7 кг/га, а в той же час як баланс фосфору становить 96,4-109,3 кг/га, а калію, відповідно, 218,6-252,2 кг/га. Такі дані закономірно підтверджуються отриманими показниками, що в середньому з зерном кукурудзи виноситься: азоту 74,47 кг/га, фосфору 28,72, калію 20,48 кг/га. Відповідно сумарний винос елементів потребує розробки та використання ефективних систем удобрення кукурудзи задля збереження їх доступності рослинам впродовж вегетації, адже азоту виноситься 121,60 кг/га, фосфору 43,08 та калію 117,25 кг/га.

6. Визначено, що за умови застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та використання підживлення Амінотакс 1 л/га отримано урожайність на рівні 5,45 т/га, а за аналогічних варіантів досліду та внесення підживлення Айдамін комплексний 2 л/га рослини забезпечили достовірно вищий рівень урожайності – 5,63 т/га.

7. Встановлено, що за позакореневого підживлення рослин кукурудзи карбамідом 14 кг/га + Амінотакс 1 л/га вміст протеїну в зерні кукурудзи склав 10,0-10,4 %, а за поєднання карбаміду з Айдамін комплексний 2 л/га, відповідно, 10,2-10,8 %. Також досліджено, що застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) істотно не вплинуло на формування вмісту протеїну в зерні кукурудзи. А максимальний вміст крохмалю виявлено за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га та інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren

30) у поєднанні з Аміномах або Айдамін комплексний – 73,8 та 74,0 %, відповідно.

8. Досліджено, що застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га, а також інгібітора уреазы Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміномах сприяло формуванню прибутку 17163 грн/га за собівартості однієї тони зерна - 4848 грн, в той же час, варіант комбінованого застосування Айдамін комплексний забезпечив кращі значення прибутку та собівартості: 18803 грн/га та 4661 грн, відповідно. Також визначено, що за комплексного застосування даних заходів збереження азоту з Аміномах можна отримати гарантовану прибавку прибутку на 8443 грн/га, а у варіанті з Айдамін комплексний – 10083 грн/га.

9. За результатами проведеного аналізу енергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи на зерно, можна стверджувати, що за комплексного застосування деструктора стерні «СтимОрганік» 2 л/га а також інгібітора уреазы Стабілурен (Stabiluren 30) з позакореневим підживленням Аміномах отримано енергії 80,76 ГДж/га з врожаєм, а коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,04, а от за умови внесення Айдамін комплексний отримано кращі показники досліду і, відповідно, накопичено з врожаєм 83,51 ГДж/га та КЕЕ був 2,09.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання стабільно високої урожайності кукурудзи та раціонального використання рослинами хімічно активного азоту в умовах Південно-Степового регіону України запроваджувати наступні елементи технології, що включають:

- обробку рослинних решток попередника деструктором «СтимОрганік» 2 л/га;

- внесення основного удобрення в комплексі з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), 1,24 л/м³ добрива;

- позакореневе підживлення кукурудзи в фазу 7 листків карбамідом 14 кг/га в поєднанні з мікродобривом Айдамін комплексний 2 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агафонов Е.А., Батаков А.А. Применение удобрений под гибриды кукурузы разного срока созревания. Кукуруза и сорго. 2000. № 3. С. 6-7
2. Агафонов Е.А., Батаков А.А. Система удобрения гибридов кукурузы при выращивании на зерно. Кормопроизводство. 2002. № 5. С. 18-20
3. Агафонов Е.А., Батаков А.А. Система удобрения гибридов кукурузы разного срока созревания на темно-каштановой почве Ростовской области. Агрохимия. 2000. № 11. С. 41-50
4. Адаев Н.Л. Агробиологические основы реализации биоресурсного потенциала кукурузы в Центральной части Северного Кавказа : дис. докт. с-х. наук 03. 02.14 / Адаев Нурбек Ломалиевич. Грозный, 2016. 321 с
5. Адиньяев Э. Д., Амаева А. Г., Палаева Д. О. Приемы повышения урожая и качества зерна гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции. Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. № 1-2. Т. 49. С. 7-11
6. Александрова Е. В. Приёмы возделывания раннеспелых гибридов кукурузы с применением бактериальных удобрений в лесостепи Среднего Поволжья автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Александрова Елена Владимировна. Кинель., 2007. 20 с
7. Алиев С.А. Биогеохимический круговорот и фиксация азота в биосфере. СХИ, 1985. 22 с
8. Алтунин Д.А. Влияние удобрений на урожай и качество зеленой массы кукурузы в степной зоне Западной Сибири. Кукуруза и сорго. 2001. № 5. С. 4-5
9. Анохина Е.К. Продуктивность кукурузы в зависимости от приемов выращивания в условиях лесостепи Среднего Поволжья автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Анохина Елена Константиновна – Пенза, 2013. 20 с
10. Аристархов А.Н. Эколого-агрохимическое обоснование оптимизации питания растений и комплексного применения макро- и

микроэлементов в агроэкосистемах: автореф. дис. д-ра биол. наук: 06.01.04 / Аристархов Алексей Николаевич. М., 2000. 88 с

11. Асанішвілі Н.М. Ефективність елементів технології вирощування кукурудзи в умовах північної частини Лісостепу. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2013. Вип. 3-4. С. 68-74.

12. Асанішвілі Н.М. Реакція гібридів кукурудзи різних екотипів на технологічні заходи вирощування у північній частині Лісостепу : Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2014. Вип. 3. С. 41-48.

13. Афанасьев А.В., Козлова Н.П. Азотный баланс сельскохозяйственного предприятия как инструмент для его экологической оценки. Сб. науч. тр. Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации животноводства. Подольск, 2011; Т. 22, ч. 3. С. 197-202

14. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Засуха, суховій і пилова буря в Україні в період глобальних змін клімату. Вінниця: ТОВ «Видавництво-друкарня ДІЛО», 2014. 536 с.: іл.99.

15. Багринцев В.Н., Букарев В.В., Варданян В.С. Эффективность применения удобрений под кукурузу. Кукуруза и сорго. 2009. №3. С. 9-11

16. Багринцева В.Н. Владо- и теплообеспеченность периода вегетации кукурузы и ее урожайность в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Земледелие. 2016. №1. С.35-37

17. Багринцева В.Н. Кукуруза – прошлое и настоящее. Кукуруза и сорго. 2014. №3. С. 28-32

18. Багринцева В.Н. Образование початков и урожайность кукурузы в зависимости от условий выращивания. Кормопроизводство. 2014. № 11. С. 22-26

19. Багринцева В.Н., Букарев В.В., Варданян В.С. Эффективность применения удобрений под кукурузу. Кукуруза и сорго. 2009. № 3. С. 9-10

20. Багринцева В.Н., Ивашенко И.Н. Отзывчивость на азотное удобрение современных гибридов кукурузы в условиях Ставропольского края. Агрохимия. 2015. № 11. С. 45-50

21. Багринцева В.Н., Сухоярская Г.Н. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы. Кукуруза и сорго. 2010. № 4. С.12-14
22. Багринцева В.Н., Сухоярская Г.Н. Эффективность аммиачной селитры, аммофоса и нитроаммофоски при возделывании кукурузы. Проблемы агрохимии и экологии. 2008. № 4. С. 24-26
23. Багринцева В.Н., Шмалько И.А., Варданян В.С. Зональные особенности формирования урожая зерна кукурузы. Кукуруза и сорго. 2009. № 5. С. 3-6
24. Багринцева, В.Н. Число зерен в початках кукурузы в зависимости от погодных условий и агротехники. Сельскохозяйственная наука. 2015. № 3. С. 10-12
25. Бакай С. С. Оцінка ефективності гібридів кукурудзи: Вісник аграрних наук. 1999. №6. С. 2-3.
26. Башкир В.Н. Агрогеохимия азота. НЦБИ АН. Пушкино. 1987. 270 с
27. Безносиков, В.А. Цикл азота в пахотных подзолистых почвах. Рос. АН, Уральское отд-ние. Коми науч.центр, 1993, вып. 315, 23 с
28. Бельченко С.А., Белоус И.Н., Драганская М.Г. Влияние систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы кукурузы. Достижения науки и техники АПК. 2011. № 5. С. 59-61
29. Бирагова В.В., Хамзатова М.Х. Продуктивность гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции в зависимости от применения удобрений, гербицидов, биопрепаратов, и новых наноудобрений. Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. № 2. Т. 51. С. 21-27
30. Бобрицкая, М. А. Поступление азота в почву с атмосферными осадками в различных зонах европейской части СССР. Почвоведение. 1962. №12. С. 53-60
31. Бондаренко Л.В., Бондаренко М.И. Эффективность комплексных минеральных удобрений при возделывании кукурузы на зерно. Вестник Приднестровского университета. 2016. № 2 (53). С. 101-105

32. Бородин А.Л., Криlach С.І. Вплив параметрів структури ґрунту, створе-них передпосівним обробітком, та їх динаміки на вологозабезпеченість кукурудзи. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 84. С. 128-133. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimigrn_2015_84_20.

33. Булдыкова И.А. Потребление элементов питания растениями кукурузы при некорневой подкормке микроэлементами / И.А. Булдыкова // Науч . обеспечение агропром . комплекса : материалы 4-й Всерос . науч .-практ . конф. / КубГАУ. Краснодар, 2010. С. 7-9

34. Булдыкова И.А., Стародедова А. А. Динамика содержания азота, фосфора и калия в растениях кукурузы при некорневой подкормке микроудобрения микроэлементов в повышении урожайности и качества зерна кукурузы. Энтузиасты аграр . науки. Краснодар, 2011. Вып. № 13. С.163-166

35. Булдыкова И.А., Шеуджен А.Х. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы. Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2014. № 98(4). С.632-634

36. Васильченко С.А., Метлина Г.В. Влияние минеральных удобрений с микроэлементами на продуктивность гибридов кукурузы различных групп спелости. Зерновое хозяйство России. 2015. № 4. С. 45-52

37. Васин А.В., Брежнев В.В., Золотов Н.А. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании кормовых культур. Вестник АПК Верхневолжья. 2010. № 2. С. 17-20

38. Волков А.И., Кириллов Н.А., Прохорова Л.Н. Продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Чувашии. Кормопроизводство. 2014. № 5. С. 36-37

39. Волков А.И., Кириллов Н.А., Прохорова Л.Н., Куликов Л.А. Эффективность ресурсо - и энергосберегающих технологий возделывания кукурузы на зерно. Научная жизнь. 2012. № 4. С. 59-66

40. Герасимов Е.Ю., Демина М.А., Завиваев С.Н., Кучин Н.Н. Изменение химического состава и питательности кукурузы в заключительные периоды развития. Вестник НГИЭИ. 2013. №4 (23). С. 32-39

41. Гож О.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та регуляторів росту на зрошуваних землях півдня України: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд.с.-г. наук: 06.01.09. Херсон, 2016. 22 с.

42. Гулидова В.А., Хрюкина Е.И., Сергеев Г.Я. Кукуруза на зерно. Современные технологии возделывания. Практическое руководство. 2017. 51с

43. Гуляев Б. І. та ін. Фотосинтез і екофізіологічні основи фотосинтетичної продуктивності кукурудзи. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. С. 257-302.

44. Дзанагов С.Х., Езеев А.А., Цугкиев Б.Г. Влияние нетрадиционных удобрений и биостимуляторов на структуру урожая кукурузы. Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. № 2. Т. 51. С. 41-45

45. Диканев Г.Р., Ефанов Д.В. Адаптивная технология возделывания кукурузы на зерно на неорашаемых почвах Нижнего Поволжья. Кукуруза и сорго. 2007. № 1. С. 8-12

46. Дроздова В.В., Редина Н.Е. Влияние норм и сочетаний минеральных удобрений на урожайность кукурузы и агрохимические показатели плодородия чернозема выщелоченного западного Предкавказья. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 121. С. 1732-1748

47. Дружкин А.Ф. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов кукурузы в сухостепной зоне Поволжья в условиях орошения : автореф. дис. докт. с-х наук: 06.01.09 / Дружкин Анатолий Федорович. Саратов, 2004. 48 с

48. Дружкин А.Ф., Беляева А.А. Совершенствование приемов возделывания кукурузы на зерно в Саратовском Правобережье. Аграрный научный журнал. 2015. № 4. С. 8-13
49. Еремин Д.И., Демин Е.А. Агроэкологическое обоснование выращивания кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Зауралья. Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. №1 (32). С.6-11
50. Еремин Д.И., Демин Е.А. Фосфорный режим кукурузы, выращиваемой по зерновой технологии в лесостепной зоне Зауралья. Агропродовольственная политика. 2017. № 5 (65). С. 86-91
51. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М., Криворученко Р. В., Турчинова Н. П., Присяжнюк О. І. Методика селекційного експерименту (в рослинництві) : навч. посібник. Харків, 2014. 229 с.
52. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0 : методичні вказівки. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.
53. Есипов В.И., Петров А.М. Современные ресурсо- и влагосберегающие технологии возделывания зерновых культур: учеб. пособие. Самара. 2016. 292 с
54. Заїка С., Перевертун Л. Адаптивний потенціал ранньостиглих гібридів кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2001. № 5. С. 66-67.
55. Зайцев О., Ковальов В. Розширення площ вирощування зернової кукурудзи в Україні – нагальна потреба сьогодення. Пропозиція. 2003. №11. С. 53-55.
56. Зыкин Е.С., Курдюмов В.И. Энергетическая эффективность гребневой технологии возделывания пропашных культур. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1 (37). С. 160-166

57. Иванова З.А., Нагудова Ф.Х. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на зерно. Вестник научных конференций. 2015 №3-2(3). С. 23-24

58. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно – гарантія стабілізації урожайності на рівні 90-100 ц/га: практичні рекомендації / А.В.Черенков, В.С.Циков, Б.В.Дзюбецький та ін. Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН, 2012. 30 с.

59. Какарека С.В., Мальчихина А.В. Аммиак в атмосферном воздухе: источники поступления, уровни содержания, регулирование. Минск, Беларуская навука, 2016. 254 с

60. Каменщук Б. Д. Агроекологічний вплив умов вирощування на зернову продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Стан та перспективи розвитку рослинницької галузі в умовах змін клімату: 4-а Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, 1–3 липня 2009 р.: тези доповідей. Харків, ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2009. С. 125–126.

61. Камінський В.Ф. Стабілізація землекористування як основа розвитку адаптивного землеробства у світі вчення В.В. Докучаєва. Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий темат. наук. зб. Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н.Соколовського». 2014. Вип. 81. С. 112-117.

62. Камінський В.Ф. Стратегія розвитку адаптивних систем землеробства і агротехнологій в Україні. Посібник українського хлібороба. Адаптивне землеробство. Київ: ТОВ «АКАДЕМПРЕС», 2013. Т.1. С.81-85.

63. Камінський В.Ф., Сайко В. Ф., Шевченко І. П. та ін. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / За ред. д. с.-г. н. В.Ф.Камінського. Київ: Едельвейс, 2012. 196 с.

64. Кануков З.Т., Басиев А.Е., Лазаров Т.К., Дзанагов С.Х. Влияние различных систем удобрения на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания. Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 2. С.39-44

65. Кашукоев М.В., Топалова З.Х. Применение органоминеральных удобрений под гибриды кукурузы. Аграрная наука. 2011. № 5. С. 23-24

66. Клаас Ван Дер Хук. Оборот азота (азотный цикл) на молочных фермах. Снижение отрицательного воздействия на окружающую среду химически активного азота при производстве сельскохозяйственной продукции: Материалы совещания-семинара 10 декабря 2009 года Санкт-Петербург - СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2010. 172 с

67. Кліщенко С.В., Зозуля О. Л., Єрмакова Л.М., Івановська Р.Т. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи. Київ. 2006, - 112 с.

68. Ковальчук І. Критерії підбору гібридів кукурудзи ТОВ «Сингента» для різних умов вирощування. Агробізнес сьогодні. 2015. № 24 (319). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/technology/4220-kryteriii-pidboru-gibrydiv-kukurudzy-tov-lsyngentar-dlia-riznykh-umovvyroschuvannia.html>.

69. Кравченко Р.В. Агробиологическое обоснование получение стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография. Ставрополь. 2010. 208 с

70. Кравченко Р.В. Научное обоснование ресурсосберегающей технологии выращивания кукурузы (*Zea mays* L.) в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: афтореф. дисс. д.с.-х.н. / Р.В. Кравченко // М. 2010. 45 с

71. Кравченко Р.В., Тронева О.В. Влияние минеральных удобрений и минимальной основной обработки почвы на урожайность гибридов кукурузы в условиях неустойчивого увлажнения в Центральном Предкавказье. Агрохимия. 2012. № 7. С. 28-31

72. Кравченко, В. В. Продуктивность ультраранних и раннеспелых гибридов кукурузы и оптимизация сроков их уборки на силос в условиях Среднего и Южного Урала : дис. канд. с.-х. наук 06.01.01 / Кравченко Владимир Вячеславович. Екатеринбург, 2015. 160 с

73. Крамарев С.М., Скрипник Л.Н., Хорсева Л.Ю. Повышение содержания белка в зерне кукурузы путем оптимизации азотного питания растений. Кукуруза и сорго. 2000. № 1. С. 13-16

74. Крюков А. Н. Оптимизация приемов повышения урожайности и качества зерна кукурузы в условиях юго-западной части ЦЧР : автореф. дис.... канд. с.-х. наук 06.01.01 / Крюков Александр Николаевич. Немчиновка, 2013. 20с

75. Кудеяров, В.Н. Азотный цикл и продуцирование закиси азота. Почвоведение. 1999. №8. С. 1-11

76. Кудин, С. М. Адаптационный потенциал урожая зерна гибридов кукурузы различных групп спелости и приемы их возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. с./х. наук: 06.01.09 / Кудин Сергей Михайлович. Пенза, 2004. 24 с

77. Кукурудза Pioneer знов у лідерах з урожайності! Агробізнес сьогодні. 2018. - № 22 (389). URL: <http://agrobusiness.com.ua/agrobusiness/item/11985-kukurudza-pioneer-znov-u-liderakh-zurozhainosti.html>.

78. Кукурудза і сорго. Посібник Українського хлібороба науково-практичний збірник праць. - 2014. Т. 1. 267 с.

79. Куликов Л.А., Кириллов Н.А. Использование регулятора роста и микроудобрения для получения зерна кукурузы. Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. науч. тр. Барнаул: [б. и.], 2015. С. 116-117

80. Куликов, Л.А. Кукуруза: важные особенности. Сборник научных трудов Всероссийского научно – исследовательского института овощеводства и козоводства. 2015. Т.1. №8. С.174-177

81. Лабынцев А.В., Пасько С.В. Урожайность гибридов кукурузы и их отзывчивость на минеральные удобрения. Главный агроном. 2013. № 5. С. 9-16

82. Лабынцев А.В., Пасько С.В., Кравченко А.Н. Отзывчивость гибридов кукурузы на удобрение. Зерновое хозяйство России. 2012. № 5. С. 42-47

83. Лебедь Е.М., Крамарев С.М., Подгорная Л.Г. Удобрение бессменных посевов кукурузы. Кукуруза и сорго. 2002. № 6. С. 8-11

84. Лебідь Є.М., Дзюбецький Б.В., Пащенко Ю.М. та ін. Енергозбережні і ресурсощадні технології вирощування кукурудзи. Дніпропетровськ: Ін-т зерн. госп-ва УААН, 2006. 32 с.

85. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ Українські технології, 2006. 730 с.

86. Лицуков С.Д., Титовская А.И., Глуховченко А.Ф., Карабутов А.П. Влияние способов обработки почвы и удобрений на засоренность и урожайность кукурузы на зерно. Вестник Орел ГАУ. 2012. № 6. С. 27-30

87. Лобко Т. К., Андрієнко А. Л. Особенности сортовой агротехники гибридов кукурудзы разных групп зрелости: мат. Всеукр. наук.-практ. конф. молодых ученых і спец. з проблеми виробництва зерна в Україні (5-6 березня), Дніпропетровськ. 2002. С. 63-64.

88. Лухменёв В.П., Светачёв С.В., Аюпов М.Ш., Коба М.А. Кукуруза на зерно на Южном Урале и в Поволжье. Известия ОГАУ. 2009. Т. 4. № 24-1. С. 40-43

89. Мазур І. Б. Продуктивність кукурудзи залежно від умов вирощування в західному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.08. Київ, 2002. 20 с.

90. Макаров Б.Н. Газообразные потери азота почвы и удобрений и приемы их снижения. Агрохимия. 1994. №1. С. 101-114

91. Малаканова В.П., Корнев В.А. Роль микроэлементов в повышении урожайности гибридов кукурузы и их материнских форм. Кукуруза и сорго. 2005. № 4. С. 2-4

92. Малярчук Н.П., Котельников Д.И., Писаренко П.В., Биднина И.А. Продуктивность зерновой кукурузы в зависимости от обработки почвы и внесения удобрений. Кормопроизводство. 2014. № 12. С.24-26

93. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 року. Пропозиція. листопад 2016. № 21(340). URL: <http://www.agrobusiness.com.ua/ekonomichnyi-gektar/6636-rynok-kukurudzy-vrozhaiu-2016-roku.html>.

94. Материалы заседания Рабочей группы по стратегиям и обзору ЕЭК. GE.12-25105 (R) 171212 201212. 10–14 сентября 2012 года. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/air/WGSR_50th/ECE_EB.AIR.WG.5_108_R.pdf

95. Моисеев А.А., Власов П.Н., Ивойлов А.В. Реакция гибридов кукурузы на внесение удобрений и препарата микроэл при возделывании на зерно в условиях неустойчивого увлажнения. Агротехника. 2017. № 6. С. 30-38

96. Моисеев А.А., Власов П.Н., Ивойлов А.В. Эффективность удобрений под кукурузу на зерно в лесостепи. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (138). С. 28-33

97. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.

98. Моклячук Л. І., Жуковський О. М., Бородай В. П. Методичні рекомендації зі скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел. Інститут агроєкології і природокористування НААН. Київ, 2016. 31 с

99. Мухина С.В., Синягин В.В., Воробьева И.Н. Технология возделывания кукурузы на зерно. Зерновое хозяйство. 2010. № 5. С.61-64

100. Надь Я. Кукурудза : ред. В.І.Власов, В.В.Шелепов та ін. Вінниця: ФОП Крзун Д.Ю., 2012. 580 с.

101. Назарова, В.Н. Газообразные потери азота удобрений из почвы и их снижение с помощью ингибиторов нитрификации: автореф. дис. на стиск. уч. степени кандидата био наук / В.Н Назарова. Москва, 1978. 19 с

102. Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України / За ред. доктора с.-г. наук, професора, член-кореспондента НААН В. Ф. Камінського. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. 428 с.

103. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Хлопяников А.М., Крюков А.Н. Эффективные безопасные приемы повышения урожайности кукурузы на зерно. Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 81-87
104. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 році. К.: Центр екологічної освіти та інформації. 254с
105. Никитешен В.И., Личко В.И. Взаимосвязи в питании кукурузы при длительном применении удобрений на серой лесной почве ополья. Агрехимия. 2014. № 12. С. 16-23
106. Никитешен В.И., Личко В.И. Минеральное питание кукурузы при взаимодействии азотного и фосфорного удобрений. Агрехимия. 2012. № 11. С. 9-15
107. Никитешен В.И., Личко В.И., Остроумов В.Е. Потребность в микроэлементах кукурузы, выращиваемой на длительно удобряемой серой лесной почве. Агрехимия. 2012. № 5. С. 3-8
108. Ничипорович А. А. Некоторые принципы комплексной оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений. Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. Москва: Колос, 1970. С. 6-22.
109. Оліфір Ю. М., Габриєль А. Й., Германович О. М., Сивак Л. М. Динаміка азотного режиму ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під кукурудзою залежно від тривалого удобрення і періодичного вапнування. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2013. Вип. 55. Ч. 1. С. 91–99.
110. Паламарчук В.Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2016. №3. С. 58-64
111. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозберігаючі технології вирощування гібридів кукурудзи: моногр. Д.: АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.

112. Пащенко Ю. Принципы подбора гибридов кукурузы в разных почвенно-климатических зонах. Зерно. 2012. № 3. URL: <http://www.zernoua.com/journals/2012/mart-2012-god/principy-podbora-gibridov-kukuruzy-vraznyh-pochvenno-klimaticheskikh-zonah>.

113. Пащенко Ю.М., Деряга С.В. Технологічні заходи оптимізації вирощування гібридів кукурудзи. Хранение и переработка зерна. 2002. № 9 (39). С. 23 – 24.

114. Петриченко В. Ф., Балюк С. А., Медведєв В. В. Актуальні проблеми наукового забезпечення моніторингу земель України. Вісн. аграр. науки. 2013. № 11. С. 5–8.

115. Пироговская, Г.В., Хмелевский С.С., Сороко В.И., Исаева О.И. Эффективность новых форм комплексных удобрений для основного внесения в почву при возделывании кукурузы на дерново подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимия. 2015. № 4. С. 34-43

116. Пінчук В.О., Марткоплішвілі М.М. Управління потоками азоту у тваринництві України в рамках концепції «GREEN GROWTH». Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві». Київ, 25–26 вересня 2013 р. К.: ДІА, 2013. С. 125-128

117. Проект решения о принятии Руководящего документа о предотвращении и сокращении выбросов аммиака из сельскохозяйственных источников // Материалы 31 сессии Европейской экономической комиссии. Женева, 11–13 декабря 2012 г. 122 с

118. Прохода В.И., Кравченко Р.В. Экономическая и биоэнергетическая оценка внесения минеральных удобрений и основной обработки почвы при возделывании раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы. Вестник АПК Ставрополя. № 1 (17). 2015. С. 256-261

119. Прохода, В. И. Продуктивность гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от основной обработки почвы и минеральных

удобрений в условиях Центрального Предкавказья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Прохода Владимир Иванович. Краснодар, 2012. 24 с

120. Прохорова Л. Н. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на зерно в зоне дерново-подзолистых почв Поволжья: дис. канд. с.-х. наук 06.01.01 / Прохорова Любовь Николаевна. Чебоксары, 2015. 146 с

121. Прохорова Л.Н., Волков А.И., Кирилов Н.А. Отзывчивость гибридов кукурузы на применение регуляторов роста и развития растений. Вестник Ульяновской Государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №2(30). С.24-28

122. Рибка В., Ляшенко Н., Дудка В. Чинники врожайності кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2018. - № 13 (380). URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11857-chynnyky-vrozhainostikukurudzy.html>.

123. Романовская А. А. Основы мониторинга антропогенных эмиссий и стоков парниковых газов (CO₂, N₂O, CH₄) в животноводстве, при сельскохозяйственном землепользовании и изменении землепользования в России: дис. док. био. наук: 03.00.16 / Анна Анатольевна Романовская; Государственное учреждение института глобального климата и экологии. Москва, 2008. 419 с

124. Руководящий документ по национальным балансам азота. ЕСЕ /ЕВ.AIR/119, 17 June 2013, 16 с

125. Рымарь В.Т., Покудин Г.П., Мухина С.В. Урожайность и качество зерна кукурузы в зернопропашном севообороте. Кормопроизводство. 2000. № 8. С. 18-20

126. Самыкин В.Н., Соловиченко В.Д., Логинов И.В. Действие удобрений и основной обработки почвы на урожайность и качество зеленой массы и зерна кукурузы. Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 51-53

127. Самыкин В.Н., Соловиченко В.Д., Потрясаев А.А. Урожайность и биоэнергетическая оценка агроприёмов при возделывании кукурузы на зерно в

зернопаропропашном севообороте в условиях Белгородской области. Достижения науки и техники АПК. 2010. № 7. С. 27-28

128. Санін Ю.В. Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи. Пропозиція. 2010. № 5. С. 20-22.

129. Свидинюк І.М., Асанішвілі Н.М., Сербенюк Г.А., Луговський В.І. Вплив технології вирощування на продуктивність кукурудзи в умовах північної частини Лісостепу. Зб. наук. праць Уманського держ. аграрн. ун-ту. Умань, 2008. Вип. 67. Ч. 1: Агрономія. С. 79-87.

130. Семина С.А. Продуктивность кукурузы в Пензенской области. Нива Поволжья. 2009. № 4. С. 55-59

131. Семина С.А. Эффективность систем удобрения при возделывании кукурузы в лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья. 2012. № 1. С.39-42

132. Семина С.А., Анохина Е.К. Формирование продуктивности агроценоза кукурузы в зависимости от приемов возделывания. Нива Поволжья. 2013. № 3 (28). С.59-64

133. Семина С.А., Гаврюшина И.В. Фотосинтетическая деятельность кукурузы в зависимости от условий минерального питания. Нива Поволжья. 2017. № 4 (45). С. 138-144

134. Семина С.А., Иняхин А.Г. Влияние условий выращивания на продуктивность фотосинтеза и урожайность кукурузы. Нива Поволжья. 2013. № 1 (26). С.35-39

135. Семина С.А., Семина Ю.А. Удобрения, гербициды и биохимический состав кукурузы. Инновационные технологии в АПК теория и практика. Сборник статей 2 Всероссийской научно-практической конференции г. Пенза. 2014. С. 147-150

136. Слюдеев Ю.А. Продуктивность гибридов кукурузы при различной густоте стояния растений и дозах удобрений на выщелоченных черноземах. Кукуруза и сорго. 2000. № 4. С. 6-8

137. Смирнов М. В. Газообразные потери азота почвы и удобрений и пути их снижения. Круговорот и баланс азота в системе почва- удобрение – растение – вода. М.: Наука, 1979

138. Сокаев К. Е. Урожайность кукурузы в зависимости от плодородия почв и применения минеральных удобрений. Агротехнический вестник. 2010. № 5. С. 18-20

139. Сотченко В.С., Багринцева В.Н. Технология возделывания кукурузы. Вестник АПК. 2015. № 2. С. 79-84

140. Степанов, А.Л. Микробная трансформация закиси азота в почвах: автореф. дис. на соискание ученой степени док. биол. наук / А. Л. Степанов; Московский гос. университет. Москва, 2000. 49 с

141. Стулин А.Ф. Влияние удобрений при систематическом внесении их в севообороте и монокультуре на урожай зеленой массы кукурузы. Кукуруза и сорго. 2007. № 4. С. 7-8

142. Супрунов А.И., Чуйкин П.В., Судакова Л.Ю., Кирилюк А.А. Зерно-силосная продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы селекции ГНУ Краснодарский НИИСХ Россельхозакадемии в Северных регионах России. Нива Урала. 2012. № 7-8. С. 11-13

143. Сухоярская Г.Н. Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости при применении удобрений на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Сухоярская Галина Николаевна. пос. Рассвет., 2009. 23 с

144. Техина М.В., Листопадов Н.Н., Агеев А.Н., Звягинцева З.В. Азотные удобрения на склонах и охрана окружающей среды. Теоретические основы интенсивных технологий производства зерна. Ростов-на-Дону. 1989. С. 18-26

145. Технический отчет ЕАОС № 9/2009. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов. Общие руководящие указания по подготовке национальных инвентаризаций выбросов. Люксембург: Бюро публикации Европейского Союза, 2009. 30 с

146. Тимофійчук О.Б. Рекомендації із застосування біостимуляторів – добрив нового покоління в технологія вирощування кукурудзи на зерно. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. 27 с.

147. Ткачик С. О., Присяжнюк О. І., Лещук Н. В. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 118 с.

148. Толорая Т. Р., Малаканова В. П., Ломовской Д. В., Елисеев А. И. Влияние корневой подкормки минеральными удобрениями на урожайность и качества зерна кукурузы. Агрехимия. 2008. № 12. С. 35-39

149. Толорая Т.Р., Петрова М.В., Пацкан В.Ю. Эффективность обработки семян и вегетирующих растений комплексными водорастворимыми удобрениями на продуктивность кукурузы. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 120. С. 188-199

150. Томашук О. Водний баланс ґрунту у посівах кукурудзи за різних технологій вирощування. Інноваційний шлях розвитку аграрного виробництва: збірн. матер. Всеукраїн. науково-практичної Інтернет-конфер. 08 грудня 2017 р. Херсон: ІЗЗ НААН, 2017. С. 100-102.

151. Тронева О. В. Влияние основной обработки почвы при разных уровнях минерального питания на урожайность гибридов кукурузы в зоне неустойчивого увлажнения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Тронева Олеся Владимировна. Ставрополь., 2011. 22 с

152. Тронева О.В., Кравченко Р.В. Влияние минерального питания на урожайность гибридов кукурузы иностранной селекции. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 3. С.62-64

153. Уваров Г.И., Васильев Д.Г. Выращивание гибридов кукурузы на силос: эффективность удобрений с добавками микроэлементов. Кормопроизводство. 2010. № 6. С. 23-25

154. Філоненко С.В. Формування зернової продуктивності кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту. ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 3. С. 56-60.

155. Храмов И.Ф., Пунда Н.А. Эффективность удобрений при возделывании кукурузы на зерно на черноземных почвах лесостепи. Достижения науки и техники АПК. 2012. № 3. С. 24-25

156. Цверкунов, С. В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста растений на урожайность зерна орошаемой кукурузы на каштановых почвах Волгоградского Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Цверкунов Сергей Владимирович. Саратов., 2012. 16 с

157. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи. 2014. - №8 (279) URL: <http://www.agrobusiness.com.ua/agronomiia-siogodni/2212-aspekty-vyroschuvanniakukurudzy.html>.

158. Цикл азоту в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи / Т.Б. Мілютенко, О.В. Шерстобоева, В.В. Волкогон, О.М. Бердніков. Агроекологічний журнал. 2013. № 3. С. 88–94.

159. Циков В. С. Агроэкологические особенности возделывания кукурузы в степи Украины. Хранение и переработка зерна. 2000. № 3. С. 18-21

160. Циков В. С. Особливості технології вирощування кукурудзи в умовах недостатнього і нестійкого зволоження степової зони України. Пропозиція. 2000. № 4. С. 39-41

161. Шейко В. М., Кушнаренко Н. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: Підручник. – 3-тє вид., стер. Київ: Знання-Прес, 2003. 295 с.

162. Шелганов И.И., Воронин А.Н. Особенности минерального питания кукурузы. Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 10-11

163. Шмалько И.А. Совершенствование элементов технологии возделывания кукурузы на зерно на черноземе выщелоченном : автореф. дис.

... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Шмалько Ирина Анатольевна. Ставрополь., 2006. 22с

164. Шпаар Д., Гинапп К., Дрегер Д., Захаренко А. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование). Под общ. ред. Д. Шпаара. М.: ИД ООО «DLVAГРОДЕЛО», 2009. 390 с

165. Шпаар Д., Шлапунов В., Щербаков В., Ястер К. Кукуруза. Мн. «ФУАинформ». 1999. 192 с

166. Шумный В.К., Сидорова К.К., Клевенская И.Л. Биологическая фиксация азота. Новосибирск: Наука, 1991. 270 с

167. Янош Надь. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.

168. Ятчук В. Я., Гаврилов С. О., Красюк Л. М., Зведенюк Т. Б. Рециркуляція елементів живлення за використання на добриво побічної продукції рослинництва та різних способів обробітку ґрунту. Науковий журнал «Біологічні системи». 2012. Т. 4., Вип.3. С. 356-359.

169. Aneja V.P., Chauhan J.P., Walker J. Characterization of atmospheric ammonia emissions from swine waste storage and treatment lagoons. Raleigh, 2000. 30p

170. Assessment of sources and solutions to reduce nitrogen air pollution. Helsinki Commission. Baltic Marine Environment Protection Commission 26th Meeting Helsinki, Finland, 1-2 March, 2005. Finland, 2005. 14 p

171. Battegay S., Bibard V., Carreta A. Технология выращивания кукурузы на зерно и силос в Центральной и Восточной Европе. 2013. 62 с

172. Bittman S., Dedina M., Howard C., Oenema O., Sutton M.A. Ammonia Reduction: measures and actions. Recommendations of the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen. Center for Ecology and Hydrology. Edinburgh, United Kingdom. 2014

173. Bouwman L., Goldewijk K.K., Van Der Hoek K.W. Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period. 2011. 56 p. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1012878108

174. Canh, T. T. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 56: 1998. P. 181-191

175. Castillo A.R., Kebreab E., Beever D.E., and France J. A review of efficiency of nitrogen utilization in dairy cows and its relationship with the environmental pollution. *J. Anim. & Feed Sci.* 2000. 9:1-32

176. Castillo, A.R., E. Kebreab, D.E. Beever, and J. France. A review of efficiency of nitrogen utilization in dairy cows and its relationship with the environmental pollution. *J. Anim. & Feed Sci.* 2000. 9: P.1-32

177. Chadwick, D.R. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from cattle manure heaps: effect of compaction and covering, *Atmospheric Environment* 39: 2005. P.787-799

178. Climate Change 2007 / Mitigation Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 841 p. [Электронный ресурс] / Дата звернення 15.11.2018. Режим доступу: <http://www.ipcc.ch/>

179. Convention on long-range transboundary air pollution. United nations. Geneva, 1979. P 7. <http://www.unece.org/env/lrtap/executivebody/welcome.html>

180. Draft guidance document for preventing and abating ammonia missions from agricultural sources/ Working Group on Strategies and Review, Fiftieth session, 10-14 September 2012. p 76. [Электронный ресурс] / Режим доступу: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2011/eb/wg5/WGSR48/Informal%20docs/Info.doc.7_Ammonia_Guidance_Document.pdf

181. Draft guidance document for preventing and abating ammonia missions from agricultural sources. Working Group on Strategies and Review, Fiftieth session, 10-14 September 2012. p 76. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2011/eb/wg5/WGSR48/Informal%20docs/Info.doc.7_Ammonia_Guidance_Document.pdf

182. ECE/EB.AIR/120. Guidance document for preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources. Economic and Social Council Distr.: General, 7 February 2014. 100p

183. Environment: New policy package to clean up Europe's air. European Commission. http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm

184. European Commission. The Clean Air Policy. http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm

185. Flechard C.R., Ambus P., Skiba U., Rees R.M, Hensen A., van Amstel A., van den Polvan Dasselaar A., Soussana J.-F. Effects of climate and management intensity on nitrous oxide emissions in grassland systems across Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2007. № 121. P. 135-152

186. Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. United Nations Economics Commission for Europe, 2015. 32 p

187. Galloway, J.N., Dentener, F.J., Capone, D.G., Boyer, E.W., Howarth, R.W., Seitzinger, S.P., Asner, G.P., Cleveland, C.C., Green, P.A., Holland, E.A., Karl, D.M., Michaels, A.F., Porter, J.H., Townsend, A.R. and Voosmarty, C.J. 2004. Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future. *Biogeochemistry*. 70. 153-226. <https://doi.org/10.1007/s10533-004-0370-0>

188. Global overview on nutrient management. Prepared by the Global Partnership on Nutrient Management in collaboration with the International Nitrogen Initiative, 2013. 128 p. <http://www.gpa.unep.org/gpnm.html>

189. Granli T., Bookman O.C. Nitrous oxide from agriculture. *Norwegian journal of agricultural sciences*. 1994. №12. P. 7-125

190. Harper L.A., Shaphe R.R., Simmons J.D. Ammonia Emissions from Swine Houses in the Southeastern United States. *Environ. Qual.* 2004. № 33. P. 449-457

191. Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences /P. M. Vitousek [et al.]. *Issues Ecol.* 1997. No 1. P. 1-15

192. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Paris: IPCC-OECD-IEA, 1997

193. Jarret G, Martinez J, Dourmad J-Y. Effect of biofuel co-products in pig diets on the excretory patterns of N and C and on the subsequent ammonia and methane emissions from pig effluent". *Animal*, 5, 2011. P. 622-631
194. Keller, M. Soil – atmosphere exchange for nitrous oxide, nitric oxide, methane, and carbon dioxide in logged and undisturbed forest in the Tapajos National Forest, Brazil. *Earth Interactions*. 2005. №9. P. 1-28
195. Khalil, M.A., Rasmussen R.A. Increase and seasonal cycles of nitrous oxides in the earth's atmosphere. *Tellus*. 1983, №35. P. 161-169
196. Kulling D.R., Menzi H., Krober T.F., Neftel A., Sutter F., Lischer P., Kreuzer M. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content. *Journal of Agricultural Science*. 2001. № 137. P. 235- 250
197. Menzi H., Oenema O., Burtun C., Shipin O., Gerber P., Robinson T., Franceshini G. Impacts of intensive livestock production and manure management on the environment. In *Livestock in a changing landscape: Drivers, Consequences and Responses*, ed. H. Steinfeld, H. Mooney, F. Schneider and L.E. Neville. Washington, DC: Island Press. 2010
198. Monteny G.J., Erisman J.W. Ammonia Emissions from Dairy Cow Buildings, A Review of Measurement Techniques, Influencing Factors, and Possibilities for Reduction. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 1998. 46, P. 225-247.
199. Mosier A.R., Syers J.K. and Freney J.R. *Agriculture and the Nitrogen Cycle. Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment*. SCOPE 65. Island Press, 2004. 296 p
200. Nørregaard Hansen M., Sommer S.G., Hutchings N.J. and Sørensen P. Emission factors for calculation of ammonia volatilization by storage and application of animal manure. *Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. DJF HUSDYRBRUG nr. 84* December 2008, Aarhus, DK, 48p
201. Perala P., Kapuinen P., Esala M., Tyynela S., Regina K. Influence of slurry and mineral application techniques on N₂O and CH₄ fluxes from a barley field

in southern Finland. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2006. №117. P. 71-78

202. Protocol to the 1979 convention on long-range transboundary air pollution to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone/United Nations/-Sweden, 1999. P 65. http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html

203. Rotz C.A. Management to reduce nitrogen losses in animal production. Journal of Animal Science. 2004. № 82. P. 119-137

204. Rotz, C.A. Management to reduce nitrogen losses in animal production. Journal of Animal Science. 2004. № 82. P. 119-137

205. Smil V. Nitrogen and Phosphorus. The Earth as transformed by human action. UK: Cambridge, 1990. P. 423-436

206. Status of ratification of the 1979 Geneva Convention on Long – range Transboundary Air Pollution as of 24 May 2012. http://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap_st.html

207. Sutton. Chapter 1. Assessing our nitrogen inheritance. In: Sutton, M.A., Howard, C.M., Erisman, J.W. et al. The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press, 2011. P. 1-11

208. Svenson, C. Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows, N in urine and ammonia release. Livestock Production Science. 2003. № 84. P. 125-133

209. Todd R.W., Cole N.A., Clark R.N. Ammonia emissions from open lot beef cattle feedyards on the southern high plains. Atmospheric Environment. 2008. Vol. 42. No 28. P. 6797-6805

210. Unece Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia (EB.AIR/WG.5/2001/7)

211. Van der Gon H.D., Bleeker A. Indirect N₂O emission due to atmospheric N deposition for the Netherlands. Atmospheric Environ. 2005. № 5. P 39

ДОДАТКИ

АКТ

впровадження науково-технічного досягнення (НТД) як результат закінченої науково-дослідної роботи (НДР)

1. Назва НДР, що впроваджується: **елементи технології вирощування кукурудзи на зерно, спрямовані на раціональне використання та збереження азоту, що включають: обробку рослинних решток попередника деструктором «СтимОрганік» 2 л/га, внесення основного удобрення в комплексі з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), 1,24 л/м³ добрива, та позакореневого підживлення кукурудзи в фазу 7 листків карбамідом 14 кг/га + мікродобриво Айдамін комплексний 2 л/га.**

2. Якою науково-дослідною установою (вищим навчальним закладом) одержано НТД та запропоновано до впровадження, і його автори: **Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України, Марткоплішвілі М.М.**

3. Коли і ким прийнято рішення про впровадження НТД: **Вченою радою Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України**

4. Назва господарства і його адреса, де проводиться впровадження:

_____.

5. Рік і обсяг впровадження (план, фактично): **у 2020 році план 20 га, фактично 20 га.**

6. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину і т. п.) і на весь обсяг впровадження: **порівняно з прийнятою в господарстві технологією вирощування кукурудзи на зерно отримано на всю площу додаткового прибутку 186,0 тис. грн.**

Акт складено 25 січня 2021 року

Представник наукової установи

Керівник господарства

здобувач, _____ Марткоплішвілі М.М. _____

АКТ

впровадження науково-технічного досягнення (НТД) як результат закінченої науково-дослідної роботи (НДР)

1. Назва НДР, що впроваджується: елементи технології вирощування кукурудзи на зерно, спрямовані на раціональне використання та збереження азоту, що включають: обробку рослинних решток попередника деструктором «СтимОрганік» 2 л/га, внесення основного удобрення в комплексі з інгібітором уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), 1,24 л/м³ добрива, та позакореневого підживлення кукурудзи в фазу 7 листків карбамідом 14 кг/га + мікродобриво Айдамін комплексний 2 л/га.
2. Якою науково-дослідною установою (вищим навчальним закладом) одержано НТД та запропоновано до впровадження, і його автори: **Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України, Марткоплішвілі М.М.**
3. Коли і ким прийнято рішення про впровадження НТД: **Вченою радою Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України**
4. Назва господарства і його адреса, де проводиться впровадження:
_____.
5. Рік і обсяг впровадження (план, фактично): **у 2020 році фактично 40 га.**
6. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину і т. п.) і на весь обсяг впровадження: **порівняно з прийнятою в господарстві технологією вирощування кукурудзи на зерно отримано на всю площу додаткового прибутку 330,2 тис. грн.**

Акт складено 22 січня 2021 року

Представник наукової установи

Керівник господарства

здобувач, _____ Марткоплішвілі М.М. _____

Печатка господарства