

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня – магістр

на тему: «Удосконалення системи удобрення у технології вирощування
кукурудзи на зерно на темно-сірому опідзоленому ґрунті Львівської
області»

Виконав студент II курсу, групи Аг-21 МАГ
спеціальності 201 «Агрономія»
Денис Віталій Віталійович

Керівник: Б.І. Пархуць

Рецензент: _____

Дубляни 2022

УДК 631.81: 633.15

Удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно на темно-сірому опідзоленому ґрунті Львівської області. Денис В. В. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. – Дубляни, Львівський НУП, 2022.

87 стор. текст. част., 15 табл., 13 рис., 79 джерел

Дослідження проводили впродовж 2019-2021 років з метою удосконалення системи удобрення (визначення оптимальних норм внесення мінеральних добрив на фоні органічних) кукурудзи на зерно гібриду Фотон на темно-сірому опідзоленому ґрунті до рівня одержання стабільної врожайності та якості зерна в умовах Західного Лісостепу України у ТзОВ «Радехівське» Радехівського району Львівської області.

Об'єкт дослідження – процеси та закономірності формування агрофітоценозу кукурудзи, вплив різних норм внесення мінеральних добрив на фоні органічних та агрометеорологічних умов вегетаційного періоду на реалізацію потенціалу її зернової продуктивності.

Предмет дослідження – гібрид кукурудзи Фотон, показники зернової продуктивності його хімічного складу зерна, економічної та енергетичної доцільності вирощування залежно від рівня мінерального удобрення.

Найвищу урожайність зерна 87,0 ц/га з приростом до контролю 42,3 ц/га одержали за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною. У цьому варіанті одержали найвищий вміст білка 8,6 % та найнижчий вміст крохмалю 70,2 %.

Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною забезпечило отримання умовно чистого прибутку 33932 грн./га, рівня рентабельності 93,6%, окупність 1 грн. затрат на внесення добрив 3,3 грн. та коефіцієнт енергетичної ефективності 3,8.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Розділ 1. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ	
КУКУРУДЗИ (огляд літератури)	8
1.1. Біологічні вимоги до вирощування кукурудзи на зерно.....	8
1.2. Роль азоту, фосфору, калію і магнію в живленні кукурудзи.....	10
1.3. Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність та якість зерна кукурудзи.....	13
Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ...17	
2.1. Аналіз погодних умов проведення досліджень.....	17
2.2. Опис ґрунту ділянки досліджу.....	23
2.3. Методика проведення досліджень.....	25
2.4. Коротка характеристика досліджуваного гібриду Фотон.....	27
2.5. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді.....	28
Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ	
КУКУРУДЗИ ЗА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ	
УДОБРЕННЯ30	
3.1. Вплив рівня мінерального удобрення на агрохімічні властивості темно-сірому опідзоленому ґрунту.....	30
3.2. Вплив рівня мінерального удобрення на проходження фаз вегетації кукурудзи.....	32
3.3. Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи.....	35
3.4. Вплив удобрення на продуктивність кукурудзи.....	36
3.5. Урожайність зерна кукурудзи залежно від рівня орґано- мінерального удобрення.....	38
3.6. Вплив удобрення на показники якості зерна кукурудзи.....	43
3.7. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності застосування добрив за вирощування кукурудзи.....	46

Розділ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО	
СЕРЕДОВИЩА.....	50
4.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів.....	50
4.2. Водні ресурси господарства, їх стан та охорона.....	52
4.3. Охорона атмосферного повітря.....	58
4.4. Стан охорони і примноження флори і фауни.....	60
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	63
5.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	63
5.2. Пожежна безпека при виконуваній операції.....	63
5.3. Гігієни праці при внесенні добрив та пестицидів під кукурудзу.....	64
5.4. Безпека праці пов'язана з вирощуванням кукурудзи.....	65
5.5. Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	67
ВИСНОВКИ.....	71
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	73
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	74
ДОДАТКИ.....	81
Додаток А. Технологічна карта вирощування кукурудзи.....	82
Додаток Б. Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2020 рік.....	86
Додаток В. Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2021 рік.....	87

ВСТУП

Актуальність теми. В науковій літературі, на наш погляд, недоліком більшості висвітлених в наукових дослідженнях є те, що вони не враховують практично біологічних особливостей конкретного сорту чи гібриду на індивідуальну властивість поглинати поживні речовини з різних типів ґрунтів.

Питання вивчення оптимальних норм добрив в деякій мірі висвітлено в науковій літературі, але єдиної думки щодо базової системи удобрення кукурудзи з урахуванням особливостей гібридів різних біотипів і одночасним зниженням енергоємності технології її вирощування поки що не існує, що і обумовлює необхідність вивчення формування продуктивності нових високоврожайних гібридів кукурудзи залежно від їх органічного і мінерального живлення.

Мета і задачі досліджень. Головною метою досліджень було удосконалення системи удобрення (визначення оптимальних норм внесення мінеральних добрив на фоні органічних) кукурудзи гібриду Фотон на темно-сірому опідзоленому ґрунті до рівня одержання стабільної врожайності та підвищення якості зерна в умовах Західного Лісостепу України.

Для досягнення вказаної мети необхідно було вирішити такі задачі:

- дослідити вплив на фоні органічних різних норм мінеральних добрив на агрохімічні властивості темно-сірому опідзоленого ґрунту;
- вивчити вплив удобрення на проходження фенологічних фаз росту і розвитку кукурудзи;
- визначити морфологічні показники рослин кукурудзи;
- вивчити вплив різного рівня удобрення на формування врожайності зерна, структуру врожаю та якість зерна кукурудзи;
- проаналізувати економічну та енергетичну ефективність внесення на фоні органічних різних норм мінеральних добрив за вирощування кукурудзи.

Об'єкт дослідження. Процеси та закономірності формування агрофітоценозу кукурудзи, вплив мінеральних добрив на фоні органічних та агрометеорологічних умов періоду вегетації кукурудзи на реалізацію потенціалу його зернової продуктивності.

Предмет дослідження – районований гібрид кукурудзи Фотон, показники зернової продуктивності і хімічного складу зерна, економічної та енергетичної доцільності вирощування його залежно від рівня мінерального удобрення на фоні органічних.

Методи дослідження: аналітичний, лабораторний, польовий, вимірювально ваговий, математичної статистики, кореляційно-регресійний, розрахунково-порівняльний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що в умовах Радехівського району Львівської області на підставі вивчення біологічних особливостей росту і розвитку рослин, формування структури урожаю встановлено оптимальні норми внесення мінеральних добрив на фоні органічних, які сприяють підвищенню урожаю і поліпшенню якості зерна кукурудзи гібриду Фотон.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що в результаті проведення досліджень розроблені оптимальні норми внесення мінеральних добрив на фоні органічних для підвищення врожайності та поліпшення якості зерна кукурудзи, який забезпечує одержання до 87,0 ц/га зерна високої якості при значному чистому прибутку, рівні рентабельності і низькій собівартості.

Розділ 1

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ (огляд літератури)

1.1 Біологічні особливості до вирощування кукурудзи на зерно

Тепло є одним із основних факторів, які визначають диференціацію сільгоспвиробництва і продуктивності землеробства. Це частина сонячної радіації, яка поглинається ґрунтом, рослинним покривом, поверхнею води, геологічними породами, атмосферою, іншими тілами, які характеризуються різною здатністю поглинати, утримувати, передавати і випромінювати тепло, визначає тепловий режим ландшафту [70].

Для розвитку більшості рослин, що вирощуються на території України, необхідна сума середньодобових температур становить близько 2000-4000°C у рік. Зокрема, для кукурудзи середньоранньої і середньостиглої необхідно 2400-2600°C.

Кукурудза є теплолюбивою культурою. Мінімальною температурою проростання насіння вважається від 8 до 10°C. Дружні сходи кукурудзи з'являються за температури 10-12°C. В холодному ґрунті (<8°C) насіння проростає надзвичайно повільно і як наслідок дуже знижується польова схожість. Треба зазначити, що гинуть сходи кукурудзи при -3--5°C [6, 72].

За температури у літній період 13-15°C ріст і розвиток рослин дещо сповільнюється, а при температурі біля 10°C вони майже не ростуть. При температурі 20-25°C у фазах сходи-викидання волотей кукурудза досить швидко росте і розвивається. У фазі цвітіння коли температура підвищується більше 25°C це негативно впливає на запилення рослин [57].

Для рослини вода має першочергове значення. Цитоплазма на 85-90°C складається з води. Без води не протікають біохімічні процеси, припиняється життєдіяльність рослинного організму. Вода необхідна рослині в усі періоди життя. Потреба у воді лише для проростання насіння складає приблизно 30-

100% його ваги, надалі на утворення 1 г сухої органічної речовини рослинам потрібно від 200 до 1000 г води.

Кількість води в грамах, витрачених на накопичення рослиною 1 г сухої речовини, називається коефіцієнтом транспірації. Транспіраційний коефіцієнт для кукурудзи становить 250. При цьому незначна частина (менше 5%) поглинутої рослинами води бере участь у фотосинтезі, а також у формуванні органічної речовини, а інша витрачається на трансформацію. Кукурудза за період вегетації потребує 450-550 мм опадів [6, 74].

На початку вегетації кукурудзи до формування 5-8 листка вона менш вимоглива до вологи. За 2 тижні до викидання волотей вона найбільше потребує вологи, а через 3 тижні після викидання волотей значно зменшується потреба у волозі. У липні та серпні, за наливання зерна, кукурудза ефективно використовує опади.

Головною особливістю вологозабезпечення рослин є те, що окремі його параметри (вологість ґрунту, вологість повітря в посівах) можна змінювати за допомогою комплексу агротехнічних і меліоративних заходів [70].

Кукурудза є дуже вибагливою до родючості ґрунтів культурою. Для вирощування кукурудзи малоприсадні кислі, важкі глинисті, заболочені ґрунти. Оптимальна реакція ґрунтового розчину для неї перебуває в межах значення $pH = 6-7$. Кукурудза погано росте на кислих ґрунтах, тому без їх вапнування, незважаючи на внесення високих норм органічних і мінеральних добрив, практично неможливо виростити високий і якісний урожай. Вапняні добрива найкраще вносити під попередник. На практиці під посіви кукурудзи відводять площі з найродючішими ґрунтами та найкращими попередниками. Вона дає високі і якісні врожаї на ґрунтах, багатих на гумус, із добрими фізичними властивостями, у які добре проникає вода і повітря. Добре росте вона на легких ґрунтах, заправлених гноєм або зеленим добривом, гірше – на засолених, важких та тих, що дуже запливають [6, 57].

1.2 Роль азоту, фосфору, калію і магнію в живленні кукурудзи

Азот засвоюється з ґрунту кукурудзою в основному у вигляді іонів NH^+ і NO^{3-} . Іони амонію поглинаються рослиною легко, особливо тоді, коли кукурудзу вирощують на лужних ґрунтах при нейтральному середовищі рН 6,5-7,5, а на кислих ґрунтах його поглинання спадає. Нітратний азот навпаки краще поглинається при кислій реакції ґрунту рН 4,5-5,5. Амонійний азот уже в корені рослини практично весь перетворюється в амінокислоти і аміді, а нітратний азот перш ніж буде використаний для синтезу азотовмісних органічних речовин, має бути відновлений до амонійного азоту [35, 57].

Амонійний азот добре зв'язується з ґрунтом, засвоюється за низьких температурних умов, сприяє росту кореневої системи кукурудзи. Азот амонійний надходить до коренів рослини уже у відповідній формі і тому бере участь зразу ж в утворенні амінокислот та білків. Амонійний азот кукурудза використовує швидше в своїх біохімічних процесах, в порівнянні з нітратним, оскільки для синтезу органічних азотовмісних речовин їй потрібна насамперед відновлена форма азоту. Надлишок аміачного азоту в тканинах шкідливий для рослин кукурудзи.

Нітрати є найбільш мобільною і легкодоступною формою азоту. Вони краще засвоюються за високої температури ґрунту. Треба зазначити, що нітратний азот відіграє основну роль у живленні рослин. Застосовують нітратну форму азоту у фазах інтенсивного росту, так як він може вимиватися з ґрунту [45].

Азот є найбільш ефективним, якщо ґрунт добре забезпечений іншими потрібними макро- та мікроелементами. Підвищення рівня азотного живлення збільшує засвоєння кукурудзою інших потрібних елементів: фосфору, калію, кальцію, магнію, сірки і мікроелементів [47].

Азот посилює ріст і розвиток кукурудзи, утворюючи міцні стебла і листки інтенсивно зеленого кольору, збільшує кількість репродуктивних органів, підвищує продуктивність. Порівняно з іншими елементами

живлення, ефективність удобрення азотом щодо впливу на врожайність є найвищою. Як надлишок, так і нестача азоту в ґрунті призводить до зниження урожайності, а також погіршення якісних показників врожаю.

Азот сприяє ростовим процесам, затримує старіння рослин і збільшує період вегетації. Кукурудза позитивно реагує на внесення азоту. На початку вегетації засвоєння азоту незначне 3-6%. Інтенсивніше азот надходить в рослину починаючи з фази 7-9 листків. Від фази 9 листків до фази засихання на качанах квіткових стовпчиків (волосся) засвоюється приблизно 80 % загальної кількості азоту. Цей період триває з другої декади червня до другої декади серпня. У фазу досягання в рослину надходить ще 10-12% азоту. У фазу цвітіння критичний період засвоєння азоту. Карбамід – найкраще азотне добриво для кукурудзи [6, 35].

Рослини кукурудзи засвоюють фосфору значно менше ніж азоту, однак він має дуже важливе значення в їх житті. У рослині концентрація фосфору становить 0,2-1,3% від сухої маси.

Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, нуклеопротейдів, фосфатидів, сахарофосфатів, фітину та лецитину. Фосфор є складовою частиною вітамінів і багатьох ферментів, бере участь в утворенні клітинних мембран [15].

Внесення фосфору при посіві стимулює розвиток кореневої системи, чим поліпшує використання води рослинами та водний баланс загалом. Достатнє фосфорне живлення стимулює цвітіння і плодоутворення. Головним джерелом фосфору для рослин є солі ортофосфорної кислоти: H_2PO_4^+ , HPO_4^+ , PO_4^+ . В умовах слабкої кислотної реакції ґрунтового розчину найбільш поширений аніон H_2PO_4^+ [13].

Фосфор з ґрунту може засвоюватись трьома шляхами: безпосередній контакт з кореневою системою (до 5% від загальної потреби); надходження з водою (1-10% від потреби); дифузія (головний шлях надходження фосфору в рослину). Фосфор забезпечує краще використання інших елементів живлення з ґрунту, зменшує негативну надлишкову дію азотного удобрення, підвищує

ефективність азотних добрив.

За нестачі вологи засвоєння фосфору з ґрунту утруднюється, чим вологіший ґрунт, тим більш швидке надходження фосфору до кореневої системи рослини [16].

Так як фосфор вважається малорухомим елементом, тому його рекомендують вносити під основний обробіток ґрунту, для того щоб основна його кількість була розміщена в орному шарі 0-20 см і добре перемішана з ґрунтом.

Фосфор засвоюється кукурудзою в дещо меншій кількості в порівнянні з азотом і калієм. Даний елемент живлення особливо важливий для рослин у початковій фазі росту і під час формування генеративних органів. Внесення фосфорних добрив позитивно впливає на урожайність і якість продукції [45].

Фосфор засвоюється кукурудзою в дещо меншій кількості в порівнянні з азотом і калієм. Даний елемент живлення особливо важливий для рослин у початковій фазі росту і під час формування генеративних органів.

Гранульований суперфосфат вважається найкращим фосфорним добривом при вирощуванні кукурудзи [58].

Вміст калію в тканинах рослини складає 0,5-1,2% в перерахунку на суху речовину. В ґрунті калій вступає в обмінну взаємодію з колоїдами ґрунту і до 80% калію зв'язується ґрунтовим поглинальним комплексом. Основна частина калію (до 80%) міститься у клітинному соці і легко вимивається водою, особливо із старого листя.

Калій поглинається рослинами у вигляді катіонів K^+ за допомогою каналів, які крім калію здатні переносити Ca^+ та Na^+ . У такій, незв'язній формі він і залишається в клітині. Калій реагує процес засвоєння заліза. Якщо немає калію скорочуються обсяги засвоєння азоту, калію, магнію та іону амонію [13].

Хоча калій безпосередньо і не входить до складу клітини, але його значення в житті клітини величезна. Молоді органи рослин містять багато калію. Він може становити 60% зональних елементів. Старі органи рослин

містять мало калію. Майже весь калій знаходиться в рослині у формі мінеральних електролітичних речовин [42].

Кукурудза засвоює калію найбільше з усіх елементів живлення порівняно з іншими зерновими культурами. Рослини кукурудзи засвоюють калій інтенсивно від фази 4-5 листків до цвітіння. Він оптимізує водний режим рослин, а також покращує засвоєння рослинами азоту та підвищує стійкість кукурудзи до вилягання [53].

Висока забезпеченість рослин кукурудзи калієм підвищує стійкість до посухи та ефективному використанню вологи у продовж вегетації, а особливо у фазі цвітіння.

Калійні добрива значно підвищують урожайність та якісні показники урожаю.

Калімагnezія є найкращим калійним добривом для кукурудзи [52].

Кукурудза формує нижчу врожайність на ґрунтах, які бідні на магній. В клітині рослини магній входить до складу хлорофілу та впливає на синтез амінокислот. Нестача для кукурудзи магнію проявляється за несприятливих ґрунтових і погодних умов. Зруйнована структура ґрунту негативно впливає на процеси цвітіння та запилення кукурудзи, зменшує озерненість качанів. Критичний період нестачі магнію проявляється у фазі вегетації зав'язування та формування зерна.

За упосередкованими даними на формування 1 т зерна з стебелами і листям необхідно 22-30 кг азоту, 12-15 кг фосфору, 24-34 кг калію, 7-11 магнію [44, 72].

1.3 Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність та якість зерна кукурудзи

Досліджень про вплив різного рівня мінерального удобрення на урожайність різних гібридів кукурудзи в умовах Західного регіону України на наш погляд недостатньо.

Досліджено Бикіним А.В. і Тарасенко О.В. в 2011-2012 рр. вплив різних норм мінеральних добрив на продуктивність кукурудзи за прямої сівби. Найвищу урожайність та якість зерна одержано за удобрення в нормі $N_{110}P_{90}K_{90}Mg_{70}$. Разом з тим урожайність порівняно з аналогічним за традиційного обробітку був нижчим на 0,94 т/га за вищих вмісту маси 1000 зерен на 8,12 г, жиру – на 0,38%, білка – на 1,12%.

За результатами польових досліджень в Інституті сільського господарства Західного Полісся встановили, що сидеральне удобрення забезпечило приріст урожайності зерна кукурудзи 0,24-0,58 т/га. За удобрення в нормі $N_{140}P_{100}K_{130}$ отримали 8,21-8,65 т/га зерна проти 4,91-5,13 т/га у контрольному варіанті без внесення мінеральних добрив. Найвищу урожайність 10,21 т/га одержали у варіанті досліду за оранки після збирання попередника + дискування з сидератами і внесенням $N_{130}P_{100}K_{130}$ + солома + N_{15} на 1 т соломи. Приріст зерна від удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{120}$ та зароблення соломи становив 0,14-0,18 т/га.

Дослідженнями проведені в умовах Правобережному Лісостепу України встановлено, що від поживного режиму ґрунту суттєво залежить вміст основних елементів живлення в урожаї зерна кукурудзи. У більшій мірі це стосується азоту і, у порівнянні, в меншій мірі калію. Якщо порівнювати винос елементів живлення урожаєм за варіантами досліду, то найбільшу кількість становить азот (62-187 кг/га), та фосфор – 24-68 кг/га. У ґрунт з листкостебловою масою кукурудзи повертається 31-40% азоту, 22-29 – фосфору і 81-82% калію. Для формування 1 т зерна та відповідної кількості листкостеблової маси кукурудза засвоює азоту, фосфору і калію у співвідношенні 1 : 0,3 : 0,8.

Бомбою М., Бінертом Б. і Тендеряком І. в 2007-2008 рр. в умовах ФГ «Тендеряк В.Ф.» були проведені дослідження на чорноземі карбонатному щодо встановлення оптимальної площі живлення гібрида Харківський 195 СВ за різних норм внесення добрив. За результатами досліджень найвищу урожайність одержали за вирощування кукурудзи на зерно за густоти рослин

80 тис. рослин гектар та вношення 40 т/га змішаного гною і мінеральних добрив в нормі $N_{70-100}P_{70-100}K_{70-100}$ [5].

Дослідження проведені кафедрою біології Львівської державної академії ветеринарної медицини та лабораторією агрохімії Інституту землеробства і тваринництва Західного регіону на дослідному полі інституту в Оброшино на слабоокультуреному ясно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті в 2000-2002 рр. показали, що резермов зростання врожайності кукурудзи на вапнованих кальцієм та сірковмісними матеріалами ґрунтах є внесення повного мінерального добрива ($N_{120}P_{90}K_{90}Mg_{20}$) на фоні відходів та гною забезпечило формування врожаю зеленої маси 371 ц/га, а на фоні відходів та органо-мінерального добрива – 411 ц/га.

Дослідження були проведені Присташом І. у 2002-2003 рр. в зернобуряковій сівозміні стаціонарного польового досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва НАУ у Василівському районі Київської області. Ґрунт дослідної ділянки характеризувався високим вмістом гумусу і легкогідролізованого азоту, середньо рухомим фосфором і низьким вмістом обмінного калію. Досліджували сорт кукурудзи Одеська 10, а попередником були буряки цукрові. Врожайність зерна кукурудзи був найвищим 60,0 ц/га при застосуванні повного мінерального добрива $N_{135}P_{135}K_{202}$ і післядії 30 т/га гною [66].

Дослідження проводили на протязі семи років з 1995 по 1997 рр. і з 2000 по 2003 рр. на Ерастівській дослідній станції Інституту зернового господарства УААН на чорноземі звичайному малогумусному важкосуглинковому. Характеристика ґрунту наступна: глибина гумусового профілю – 55-60 см, в орному шарі ґрунту вміст гумусу 3,7-3,9% (за Тюрінім), рухомого фосфору 85-95 мг на 100 г ґрунту (за Чириковим Ф.В.), рН водне – 6,9. Польовий дослід закладали на трьох фонах основного удобрення: фон 1 – без добрив; фон 2 – $N_{30}P_{50}K_{30}$; фон 3 – $N_{60}P_{80}K_{60}$.

Проведені дослідження на чорноземах звичайних показали, що за низького вмісту азоту, середнього – фосфору і високого – калію необхідно

вносити: восени під основний обробіток ґрунту в посівах ранньостиглих і середньостиглих гібридів кукурудзи $P_{40}K_{40}$; середньостиглих – $N_{40}P_{60}K_{40}$; середньо-пізніх – $N_{70}P_{90}K_{70}$; навесні під передпосівну культивуацію в посівах гібридів усіх груп стиглості – водний розчин КАС-28 дозою N_{25} сумісно з гербіцидом Харнес 2,5 л/га, під час посіву – P_{15} .

За мінерального удобрення в нормі $N_{30}P_{30}$ одержали приріст урожайності ранньостиглого гібрида на 20-23%; середньораннього – 9-21%, середньостиглого – 8-21%. Від збільшення норм мінеральних добрив зростав вміст білка та майже не впливав на кількість жиру та клітковини в зерні кукурудзи [32].

Кравченко С.М. та ін. рекомендують такі норми добрив під кукурудзу за врожайності зерна 50-70 і силосної маси 350-450 ц/га: в зоні Полісся і Західного Лісостепу на сірих лісових дерново-підзолистих легкосуглинкових ґрунтах на зерно $N_{130}P_{100}K_{100}$, а на силос $N_{180}P_{90}K_{90}$; в зоні Лісостепу на сірих лісових, чорноземах опідзолених, а також на чорноземах глибоких середньосуглинкових на зерно $N_{140}P_{120}K_{120}$, а на силос $N_{160}P_{120}K_{120}$ [45].

Огляд літературних джерел показує на високу ефективність застосування добрив в різних зонах України на різних ґрунтах під час основного удобрення та підживлення за вирощування кукурудзи на зерно різних гібридів.

Розділ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Аналіз погодних умов проведення досліджень

Полеві дослідження проводили в господарстві ТзОВ «Агро Радехів» Радехівського району Львівської області.

ТзОВ «Агро Радехів» засновано у 2008 році австрійцями.

Це одне з перших підприємств на території західного регіону, яке займається вирощуванням органічної продукції у великих масштабах.

Розмір підприємства 1000 га землі. Розташоване на території сільських рад с. Кустин, с. Березівка, с. Миколаїв, с. Завидиче, с. Хмільно і с. Барилів.

Фонд орних земель господарства зосереджений у Лісостеповій зоні і сформований чорноземними, темно-сірими та світло-сірими ґрунтами. Для вирощування органічної продукції господарство «Агро Радехів» має наступні соціо-еколого-економічні передумови: екологічно чисті та родючі ґрунти, забезпеченість трудовими ресурсами, вигідне географічне розміщення, попит на органічну продукцію, як на внутрішньому так і на зовнішньому ринках.

Підготовка земель до вирощування органічної продукції в господарстві здійснюється за наступною технологічною схемою мета якої полягає в очищенні землі від надлишків мінеральних добрив та пестицидів, які використовувались попередніми власниками землі.

На першому етапі вирощуються звичайні зернові культури, гречка, кукурудза, допускається незначне використання аміачної селітри та гербіциду Раундап. На другому етапі вирощується ріпак озимий, люпин, соя. Найбільш забруднені площі можуть бути під парами або сидератами. На цьому етапі дозволяється використовувати тільки невелику кількість Раундапу, мінеральні добрива не використовуються. На третьому етапі вирощуються елітні сорти гречки, пшениці озимої, вівса, жита, олійної редьки. Застосування мінеральних добрив та пестицидів забороняється.

Підготовка кожної ділянки землі до вирощування органічних продуктів триває три роки. За цей час ґрунт звільняється від залишків мінеральних добрив та отрутохімікатів, а завдяки внесенню органічних добрив та вирощуванню сидератів збагачується гумусом, азотом, фосфатами та калієм.

ТЗОВ «Агро Радехів» знаходиться в зоні Лісостепу Західного. Клімат помірно континентальний – неспекотне літо, помірна зима та достатня кількість опадів. Холодні повітряні маси, які приходять з півночі зумовлюють ранні осінні й пізні весняні приморозки.

Клімат в зоні розміщення господарства помірно континентальний, теплий, вологий. Великий вплив на зміну кліматичних умов здійснюють морські потоки теплого повітря, які надходять з заходу. Максимальна кількість опадів, біля трьох четвертей від річної норми випадає в літні місяці року – в період вегетації рослин. В окремі роки спостерігається надлишкове зволоження. Відносно рідше зустрічаються засушливі роки. Сума активних температур за вегетаційний період в даному регіоні складає 2200 – 2400° С. Період із середньою добовою температурою більше 10° С складає 150 – 165 днів, заморозки весною закінчуються в кінці квітня – середині травня, а ранні осінні наступають на початку жовтня.

Середня відносна вологість повітря складає 70 – 80%, в літній період вона знижується до 50 – 60%. Таке зниження буває короткострокове і негативно не впливає на ріст рослин.

Зима м'яка з частими відлигами, замерзання ґрунту починається здебільшого в другій половині грудня. Початок утворення снігового покриву припадає на другу половину грудня. Зимом кожен рік спостерігається плюсова температура – відлига, під час яких сніг тоне, а ґрунт настільки розмерзається, що відновлюється ріст деяких сільськогосподарських культур. Вода талих снігів нерідко викликає вимивання посівів. Найхолоднішим місяцем є січень (-4,2 °С) найтеплішим – липень (+18,3 °С). Підвищення температури на весні проходить дуже повільно. Перехід її через 5°С настає

на початку квітня. Найбільше потепління спостерігається від березня протягом квітня і травня.

Після звільнення території від снігового покриву спостерігається загальне підвищення температури. Початок літа припадає на першу декаду травня і в більшості воно помірно тепле, дощове, з грозами, без засух і триває в середньому 3 – 3,5 місяці. Найбільше опадів випадає протягом червня, липня.

Осінь переважно суха і тепла. Перші осінні приморозки наступають в першій декаді жовтня. Найнижчі температури повітря (абсолютний мінімум) бувають в січні і лютому і досягають -31°C , а найвища – в липні ($+36^{\circ}\text{C}$). Найбільша відносна вологість повітря за середніми багаторічними даними припадає на осінній та зимовий періоди.

Активний період життя ґрунту (із середніми температурами вище 0°C) тут продовжується 260-265 діб.

Розподіл опадів на протязі року досить нерівномірний. В окремі роки розбіжності бувають досить значними. Найбільше їх випадає в червні-липні і найменше – в зимовий період.

В період проведення досліджень 2020-2021 років за вивченням удобрення кукурудзи, ми проводили також спостереження за погодними умовами, з метою більш повного розуміння причин зміни величини врожаю кукурудзи. Дані за розподілом температури повітря і опадів у 2020-2021 роках подані в таблицях 2.1, 2.2 і рис. 2.1.

В таблиці 2.1, 2.2 і рисунку 2.1 наведена середньомісячна температура повітря і кількість опадів та їх розподіл за місяцями в роки досліджень за даними Радехівської метеостанції.

У 2020 році середня температура повітря була на $1,7^{\circ}\text{C}$ вищою порівняно з середньою багаторічною $7,6^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.1, рис. 2.1). У порівнянні з багаторічними даними теплішими були весни 2020 і 2021 років.

Таблиця 2.1 – Середньомісячна температура повітря, °С (за даними Радехівської метеостанції)

Рік досліджень	Місяць												Середня
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Середня багаторічна	-4,1	-3,5	1,2	8,3	13,2	16,8	18,8	16,6	13,7	8,3	3,8	-2,4	7,6
2020	0,6	2,3	4,5	8,9	10,6	18,6	18,5	20,3	15,1	10,6	4,8	-3,7	9,3
2021	-1,8	-0,4	1,7	5,6	12,6	18,2	21,8	17,2	12,5	7,9	–	–	–
Відхилення від середніх багаторічних													
2020	4,7	5,8	3,3	0,6	-2,6	1,8	-0,3	3,7	1,4	2,3	1,0	-1,3	1,7
2021	2,3	3,1	0,5	-2,7	-0,6	1,4	3,0	0,6	-1,2	-0,4	–	–	–

Таблиця 2.2 – Кількість опадів та їх розподіл за місяцями, мм (за даними Радехівської метеостанції)

Рік досліджень	Місяць												Сума за рік
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Середня багаторічна	56,1	56,8	49,2	47,8	41,2	44,4	43,5	52,7	76,4	94,3	101,9	82,8	747,1
2020	32,8	82,1	35,7	8,5	133,4	141,4	80,8	40,2	102,1	51,4	59,1	96,1	863,6
2021	28,8	116,5	52,3	37,8	53,2	97,3	46,3	126,5	191,2	26,6	–	–	–
Відхилення від середніх багаторічних													
2020	-23,3	25,3	-13,5	-39,3	92,2	97,0	37,3	-12,5	25,7	-42,9	-42,8	13,3	116,5
2021	-27,3	59,7	3,1	-10,0	12,0	52,9	2,8	73,8	114,8	-67,7	–	–	–

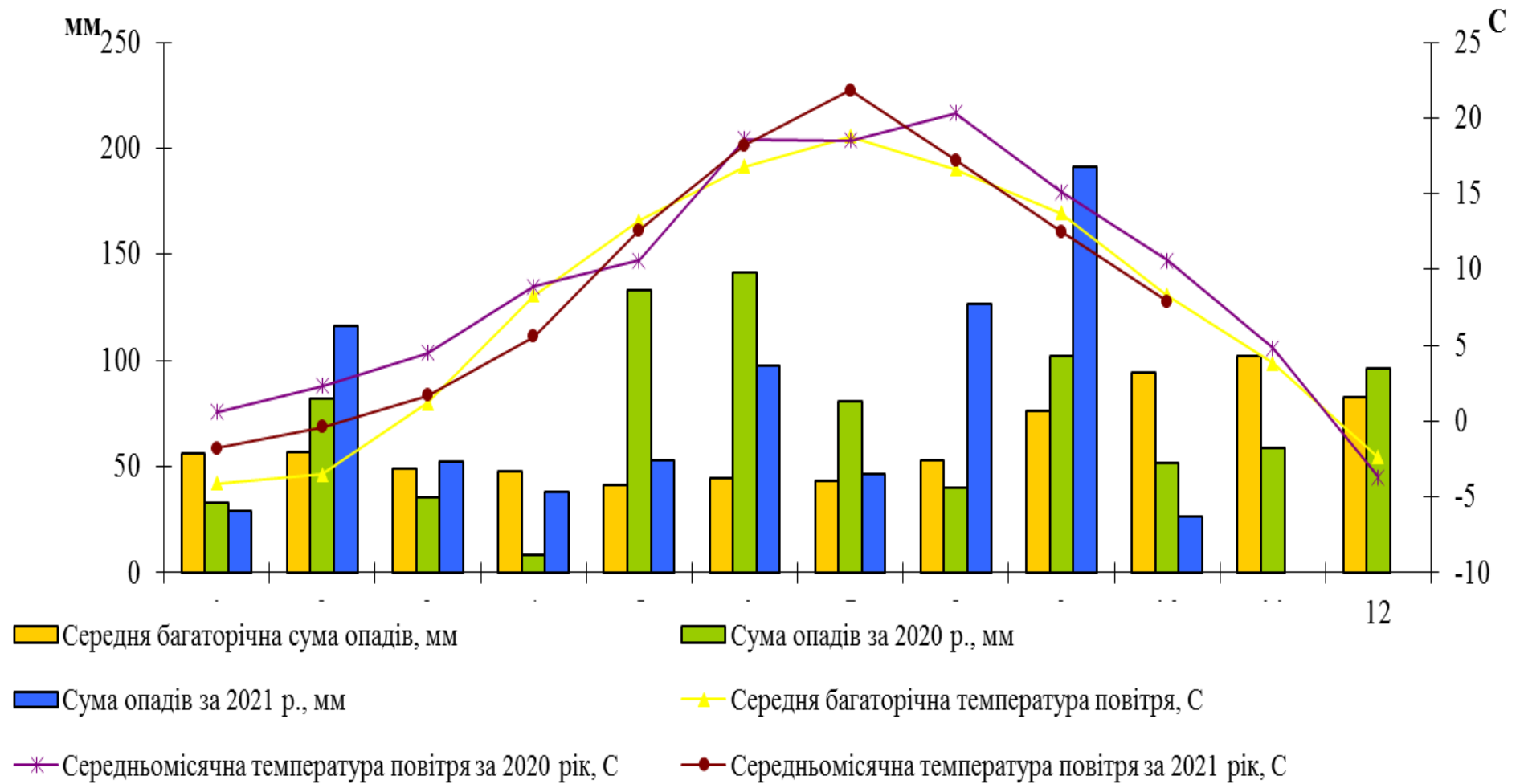


Рис. 2.1. Гідротермічні умови в роки проведення досліджень

Середня температура за період вегетації кукурудзи в 2020 році «травень-серпень» становила 17,0 °С, що на 0,6 °С вище середньої багаторічної 16,4 °С. В 2021 році середня температур за «травень-серпень» склала 17,5 °С, що на 1,1 °С вище середньої багаторічної.

Сума опадів за період вегетації кукурудзи «травень-серпень» 2020 року становила 395,8 мм, тоді як середня багаторічна їх кількість була 181,8 мм (табл. 2.2, рис. 2.1). Сума опадів за 2021 рік за вищевказаний період була вищою від середніх багаторічних на 214,0 мм. За 4 місяці періоду вегетації кукурудзи у 2021 році «травень-серпень» середня сума опадів становила 323,3 мм та була вищою від середніх багаторічних на 141,5 мм.

У 2020 році за період вегетації кукурудзи «травень-серпень» порівняно більше випало опадів у травні 2020 року – 133,4 мм, червні – 141,4 мм, липні – 80,8 мм, а у 2021 році в червні – 97,3 мм і серпні 126,5 мм (табл. 2.1, рис. 2.1).

Отже, за результатами аналізу погодних умов відмічені незначні відхилення, але в загальному гітротермічні умови в період проведення досліджень були сприятливими для вирощування кукурудзи.

2.2 Опис ґрунту ділянки досліді

Дослідження проводили впродовж 2019 – 2021 років у ТОВ «Агро Радехів» Радехівського району Львівської області в зоні Лісостепу Західного.

Досліди були закладені на темно-сірому опідзоленому грубопилуватому легкосуглинковому, які досить поширені в західних областях України.

Існує наукова думка, що в своєму розвитку темно-сірі опідзолені ґрунти пройшли дві стадії: спочатку степову (дерновий процес ґрунтоутворення), а потім лісову (процес опідзолення). Ознаки опідзолення виражені набагато слабше, ніж у сірих лісових ґрунтах, а процеси нагромадження гумусу, навпаки, краще. Тому, за своїми властивостями

темно-сірі опідзолені ґрунти наближаються до чорноземів опідзолених. Їм властива така генетико-морфологічна будова профілю (рис. 2.2).

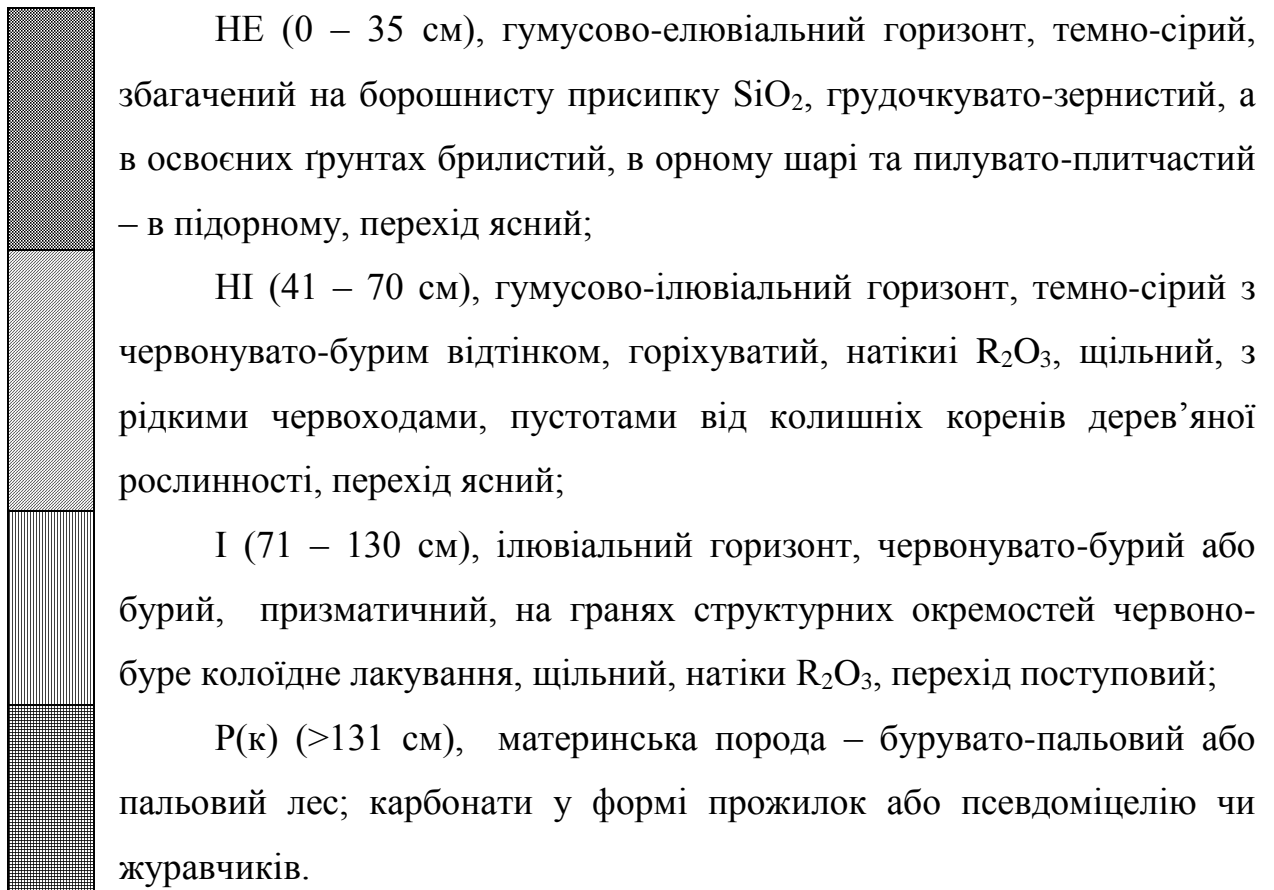


Рис. 2.2 Морфологічна будова профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту

За гранулометричним складом темно-сірі опідзолені ґрунти бувають від супіщаних до глинистих. У суглинкових різновидностях цих ґрунтів переважають фракції грубого пилу (0,05-0,01 мм). У легкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтах вона коливається відповідно в межах 52,2-56,6 та 51,5-55,6 %, а у важкосуглинкових – 36,1-48,3%. На другому місці за кількістю у легкосуглинкових ґрунтах перебуває фракція дрібного піску (0,25-0,05 мм), у середньо-суглинкових і важкосуглинкових – дрібного пилу.

У валовому хімічному складі темно-сірих опідзолених ґрунтів переважають SiO_2 (71,2-84,8%), Al_2O_3 (3,1-10,2%), Fe_2O_3 (2,5-11,6%). На оксиди кальцію (CaO) та магнію (MgO) припадає від 0,2 до 7,6%, а відношення $\text{SiO}_2 : \text{P}_2\text{O}_3$ коливається у межах 9,7-14,3% [12].

Темно-сірі опідзолені ґрунти мають кращі водно-фізичні властивості, ніж ясно-сірі та сірі лісові ґрунти. В їх верхньому шарі щільність складення дорівнює 1,2-1,3 г/см, а щільність твердої фази – 2,62-2,63 г/см³. Загальна пористість переважно становить 51-59%, а пористість аерації за найменшої вологості (НВ) – 18-30%. Максимальна гігроскопічність (МГ) у цих ґрунтах залежно від місця їх поширення буває різною. В одних випадках вона перебуває в межах 5,4-6,9%, а в інших – збільшується до в'янення (ВВ) [12].

З місцем поширення темно-сірих опідзолених ґрунтів тісно пов'язані груповий і фракційний склад гумусу, а також фізико-хімічні властивості.

У Західному Лісостепу (Львівська область) в темно-сірому опідзоленому вологому ґрунті при сумі гумінових кислот (ГК) 26,3-43,3% від С і фульвокислот (ФК) 30,8-60,4% від С співвідношення $C_{ГК} : C_{ФК}$ коливається у межах 0,4-1,2.

Вони відносно добре насичені основами 77-95%, слабокислі (рН сольове коливається у межах 5,2-5,6, а гідролітична кислотність – 1,6-0,08%) і добре забезпечені калієм (1,78-1,84%) [1, 12].

Агрохімічні властивості ґрунтового покриву на яких закладали дослідні характеризувались такими показниками: гумусно-елювіальний горизонт товщиною 0 – 45 см, вміст гумусу в орному шарі (за І.В. Тюріним) 3,2 %, що свідчить про значну природну родючість цих ґрунтів, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки 6,4, вміст лужногідролізованого азоту (за І.В. Тюріним, М.М. Коновою) 109 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф.В. Чиріковим) відповідно – 75 мг і 115 мг на 1 кг ґрунту.

2.3 Методика проведення досліджень

Польові дослідження з тематики кваліфікаційної роботи проводили в господарстві ТзОВ «Агро Радехів» Радехівського району Львівської області.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки був представлений темно-сірим

опідзоленим ґрунтом. Орний шар характеризувався низьким ступенем гумусованості з вмістом гумусу 2,4%, близькою до нейтральної реакції ґрунтового розчину ($\text{pH} = 6,4$), вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) 109 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф.В. Чиріковим) відповідно – 75 мг і 115 мг на 1 кг ґрунту.

За групуванням ґрунтів даний ґрунт за вмістом азоту відносять до другої групи – низький вміст, за фосфором до третьої групи – середній вміст і калієм до четвертої групи – підвищений вміст.

Схема досліду включала такі варіанти:

1. Контроль – без добрив;
2. 20 т/га гною – фон;
3. фон + $\text{N}_{46}\text{P}_{38}\text{K}_{30}\text{Mg}_{10}$;
4. фон + $\text{N}_{69}\text{P}_{57}\text{K}_{60}\text{Mg}_{20}$;
5. фон + $\text{N}_{92}\text{P}_{76}\text{K}_{90}\text{Mg}_{30}$.

Загальна площа ділянки досліду – 140 м², облікова – 100 м².

Повторність чотирикратна з систематичним розміщення варіантів досліду.

Органічні добрива вносили в усіх варіантах окрім контрольного. Азотні добрива у формі карбаміду з вмістом азоту 46% вносили в передпосівну культивуацію. Фосфорні у формі гранульованого суперфосфату з вмістом фосфору 19% вносили двічі під основний обробіток ґрунту і при посіві 19 кг/га. Калійні добрива у формі каліймагnezії з вмістом калію 30% і магнею 10% вносили восени під оранку.

Агротехніка на ділянках досліду загальноприйнята для зони Лісостепу Західного. Попередником кукурудзи була пшениця озима. В досліді висівали гібрид кукурудзи Фотон.

До завдань досліджень входили питання з вивчення впливу системи удобрення на ріст і розвиток рослин, динаміку вмісту азоту, фосфору і калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті, показники структури врожаю (довжина качана, діаметр, кількість зерен в качані, маса 1000 зерен), показники якості зерна кукурудзи (вміст білка, жиру, крохмалю, клітковини).

Фенологічні спостереження і відповідні обліки та вимірювання проводили за загальноприйнятими методиками спостережень. Відмічали наступні фенологічні фази у рослин кукурудзи: сходи, 4-5 листків, 9-10 листків, викидання волотей, воскова стиглість і дозрівання.

Облік величини врожаю проводили суцільним методом шляхом обмолочування і зважування зерна з кожного варіанта на чотирьох повтореннях і подальшим перерахунком величини врожаю на площу 1 га. Результати даних врожаю опрацьовували математично за Б.А. Доспеховим [19].

Вміст білка визначали за методикою Барнштейна (ГОСТ 10846-91), крохмалю поляриметричним методом за Еверсом, масу 1000 насінин – двома наважками по 500 зернин (ГОСТ 10842-89), жиру методом знежиреного залишку, клітковину за методом Генеберга і Штомана, вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті за Корнфільдом, фосфору і калію за Чиріковим [14].

Економічну та енергетичну ефективність застосування добрив під кукурудзу розраховували за результатами досліджень згідно технологічної карти на основі цін 2021 року [51].

2.4 Коротка характеристика досліджуваного гібриду Фотон

Гібрид Фотон занесений до Реєстру сортів рослин України з 2017 року. Оригінатор: Сингента. Рекомендований до вирощування в зоні Степу, Лісостепу і Полісся.

Використання: зерно, силос. Група стиглості середньоранній, ФАО 260.

Тип зерна – зубоподібний, тип адаптивності – інтенсивний. Високоврожайний гібрид, чудово реагує на високий агрофон. Здатний забезпечити високу окупність добрив за інтенсивної технології вирощування. Вміст білка в зерні становить 9,0-10,1%, крохмалю – 71,8-73,1%.

Гібрид придатний для повторного вирощування на тому самому полі

(до монокультури). Сівбу рекомендовано проводити в оптимально ранні терміни (за метператури +9-12°C на глибині загортання насіння).

Рекомендована густина рослин на період збирання за достатнього зволоження – 70-80 тис./га, нестійкою зволоження – 60-70 тис./га, недостатнього зволоження – 45-55 тис./га [50].

2.5 Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Підготовка, обробіток ґрунту під кукурудзу у досліді проводилась відповідно рекомендованим технологіям для умов Лісостепу Західного. Вони сприяли збереженню вологи в ґрунті та його вирівняності.

Попередник – пшениця озима. Проводили основний обробіток ґрунту після збирання попередника, він передбачав дискування на глибину 6-8 см та осінню оранку на глибину 23-25 см, з внесенням фосфорних та калійних добрив у формі суперфосфату подвійного та калімагнезії. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який передбачав культивування на глибину загортання насіння. Під передпосівний обробіток вносили азотні добрива у формі карбаміду.

Під час посіву використовували протруйник Максим XL 035 FS т.к.с. з нормою витрати препарату 1 л/т насіння, щоб контролювати стеблові й кореневі гнилі, пліснявіння насіння, фузаріоз.

При правильному застосуванні ґрунтових і післясходової дії гербіцидів дає змогу не застосовувати механічні заходи догляду за посівами.

До сівби за 4-5 днів для боротьби з однорічними злаковими і дводольними бур'янами та деякими багаторічними дводольними бур'янами використовували гербіцид Люмакс 537,5 SE, с.е. (375 г/л S-метолахлору, 125 г/л тербутилазину, 37,5 г/л мезотріону) з нормою внесення препарату 3,5-4 л/га.

Для боротьби з однорічними і багаторічними злаковими і дводольними бур'янами від 2 до 8 листків використовували Елюмікс 105 OD, МД (30 г/л нікосульфурон, 75 г/л мезотріон) в нормі витрати препарату 1,25-2,0 л/га.

У досліді висівали районований для Лісостепу гібрид кукурудзи Фотон. Кукурудзу висівали в першій декаді травня, керуючись температурними показниками ґрунту сівалкою «Мультикорн» на глибину 5-6 см з шириною міжрядь 70 см. Густота стояння рослин становила 70-80 тис. рослин/га.

Від стеблового кукурудзяного метелика, західного кукурудзяного жука, попелиці використовували Актелік 500 ЕС, к.е. (500 г/л піриміфос-метил) з нормою внесення препарату 1,2-2,0 л/га.

Від фузаріозу, гельмінтоспоріозу та інших плямистостей використовували Амістар екстра 280 SC, к.с. (80 г/л ципроконазол, 200 г/л азоксистробін) з нормою внесення 0,5-0,75 л/га.

Збирання врожаю товарної кукурудзи проводили комбайновим обмолотом качанів за вологості зерна 30-32%.

Розділ 3

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

3.1 Вплив рівня мінерального удобрення на агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту

Органічні і мінеральні добрива вважаються найефективнішим засобом підвищення родючості ґрунтів, особливо тих ґрунтів, які мають недостатню кількість основних елементів живлення. Вносячи добрива, можна керувати процесами живлення рослин, впливати на родючість, фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, змінювати якісні показники урожаю [13, 15].

Проведеними дослідженнями вітчизняних і зарубіжних вчених давно доведено, що завдяки застосуванню добрив можна одержати в середньому 40-50% приросту врожаю основних сільськогосподарських культур, що значно вище, ніж частка приросту врожаю від насіння, обробітку ґрунту, чи засобів захисту рослин. Приріст урожаю від внесених добрив змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов в значних межах. Так, в Поліській зоні він становить біля 60%, Лісостеповій – 40%, у зволоженому Степу 15%, а у сухому 10% [26, 40].

У зв'язку із зупиненням дії державних програм щодо підвищення родючості ґрунтів їхній стан за останні роки суттєво погіршився. Завдяки аграрній науці зараз і полягає в тому, щоб знайти, опрацювати і впровадити такі шляхи управління ростом і розвитком рослин кукурудзи, які б забезпечили отримання високих врожаїв з найвищою якістю зернової продуктивності [62, 73].

В таблиці 3.1 наведені агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту до закладки польового дослідження і перед збиранням врожаю.

Таблиця 3.1 – Вплив рівня мінерального удобрення на агрохімічні властивості ґрунту (у середньому за 2020-2021 рр.), мг на 1 кг ґрунту

Варіант дослідю	Лужногідро-лізований азот	Рухомий фосфор	Обмінний калій
	до закладки польового дослідю		
	109	75	115
	перед збиранням врожаю		
Контроль – без добрив	102	81	102
20 т/га гною – фон	120	97	112
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	132	109	119
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	136	116	121
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	141	119	126

Як видно із даних таблиці до закладки польового дослідю вміст лужногідролізованого азоту був низьким і становив 109 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору був середнім і становив 75 мг/кг ґрунту і обмінного калію 115 мг/кг ґрунту, що відповідає підвищеному рівню.

Перед збиранням врожаю на контрольному варіанті вміст азоту, фосфору і калію був дещо нижчим, а саме: азоту на 102 мг/кг ґрунту. Із внесенням 20 т/га гною на другому варіанті дослідю агрохімічні показники ґрунту дещо підвищились в порівнянні з контролем: азоту на 120 мг/кг ґрунту, фосфору на 97 мг/кг ґрунту і калію на 112 мг/кг ґрунту. Однак, внесення 20 т/га гною не дало позитивного балансу, поживних речовин, на відміну від мінеральних добрив, які були внесені на фоні 20 т/га гною у третьому, четвертому і п'ятому варіантах дослідю. Найбільш позитивних результатів одержано у п'ятому варіанті, в якому крім 20 т/га гною були внесені мінеральні добрива в нормі N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀. Агрохімічні показники на цьому варіанті дослідю були найвищими: лужногідролізованого азоту 141 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 119 мг/кг ґрунту і обмінного калію 126 мг/кг ґрунту.

3.2 Вплив рівня мінерального удобрення на проходження фаз вегетації кукурудзи

Як відомо, кукурудза найкраще росте й розвивається на родючих, пухких ґрунтах, які добре вбирають воду, аерація яких висока. Сильна розгалужена коренева система добре вбирає поживні речовини протягом усього періоду росту й розвитку рослин. Висока врожайність кукурудзи обумовлюється здатністю її у півтора рази більше вбирати азоту, фосфору і калію, ніж інші зернові культури. Особливо потрібні поживні речовини кукурудзі перед цвітінням [43].

Кукурудза повільно розвивається у початковій фазі росту, коли проростки її живляться запасами ендосперми і речовинами, що надходить з ґрунту через зародкові корінці. Пізніше перше міжвузля відмирає, чим виключаються від подачі елементів живлення зародкові корінці і рослина починає житися через повітряні корінці, розташовані біля вузла колеоптилів або над ними. Як правило, ці постійні мочкуваті корінці утворюються лише після виходу піхвового листка на поверхню ґрунту. Тому при внесенні органічних і мінеральних добрив створюються оптимальні умови живлення, що сприяє кращому розвитку молодих проростків [44].

Тривалість міжфазних періодів та вегетаційного періоду в цілому однією з основних передумов вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Найоптимальнішим для умов Лісостепу є гібрид з вегетаційним періодом 100-110 днів, який потребує до 800 °С суми ефективних температур за вегетаційний період. Крім того вирощування кукурудзи на зерно із скороченим вегетаційним періодом має ресурсощадні переваги, які поглядають у зменшенні затрат на сушіння зерна [58].

Дати проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин кукурудзи за період вегетації у 2020 роках наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Фенологічні спостереження за фенологічними фазами розвитку кукурудзи у 2020 році

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин					
	Сівба	4-5 листків	9-10 листків	ВВ викидання волотей	ВС воскова стиглість	Збирання врожаю
Контроль – без добрив	05.05	03.06	08.06	10.07	26.08	10.09
20 т/га гною – фон	05.05	03.06	08.06	10.07	27.08	10.09
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	05.05	03.06	10.06	11.07	28.08	10.09
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	05.05	03.06	10.06	12.07	29.08	10.09
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	05.05	03.06	11.06	13.07	30.08	10.09

У 2020 році сівбу кукурудзи гібриду Фотон провели 5 травня (табл. 3.2).

Фаза 4-5 листків наступила після сівби на 18 днів. Фаза 9-10 листків в варіантах з мінеральним удобренням на фоні органічного наступала на 2-3 доби пізніше контрольного варіанту.

Фаза воскової стиглості наступала у варіанті за внесення 20 т/га гною на 1 добу пізніше контрольного варіанту, за внесення на фоні 20 т/га гною N₄₆P₃₈K₃₀Mg₁₀ на 2 доби пізніше контрольного варіанту, за внесення на фоні 20 т/га гною N₆₉P₅₇K₆₀Mg₂₀ на 3 доби пізніше контрольного варіанту, за внесення на фоні 20 т/га гною N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀ на 4 доби пізніше контрольного варіанту.

Збирали урожай кукурудзи у 2020 році 10 вересня.

Проходження періодів вегетації кукурудзи залежно від удобрення у 2021 році наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Фенологічні спостереження за фенологічними фазами розвитку кукурудзи у 2021 роках

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин					
	Сівба	4-5 листків	9-10 листків	ВВ викидання волотей	ВС воскова стиглість	Збирання врожаю
Контроль – без добрив	07.05	06.06	11.06	12.07	28.08	12.09
20 т/га гною – фон	07.05	06.06	11.06	12.07	29.08	12.09
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	07.05	06.06	12.06	13.07	30.08	12.09
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	07.05	06.06	12.06	14.07	31.08	12.09
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	07.05	06.06	12.06	15.07	01.09	12.09

У 2021 році сівбу кукурудзи гібриду Фотон провели 7 травня (табл. 3.3). Фаза росту і розвитку рослин кукурудзи 4-5 листків наступила за усіма варіантами досліджу 6 червня.

Фаза 4-5 листків наступила після сівби на 19 днів. Фаза 9-10 листків в варіантах з мінеральним удобренням на фоні органічного наступала на 2-3 доби пізніше контрольного варіанту.

Фаза воскової стиглості наступала у варіанті за внесення 20 т/га гною на 1 добу пізніше контрольного варіанту, за внесення на фоні 20 т/га гною N₄₆P₃₈K₃₀Mg₁₀ на 2 доби пізніше контрольного варіанту, за внесення на фоні 20 т/га гною N₆₉P₅₇K₆₀Mg₂₀ на 3 доби пізніше контрольного варіанту, за внесення на фоні 20 т/га гною N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀ на 4 доби пізніше контрольного варіанту.

Збирали кукурудзу у 2021 році 12 вересня.

Отже, за проведеними фенологічними спостереженнями встановлено, що швидкість проходження фаз вегетації рослин не тільки залежить від

кліматичних умов періоду вегетації кукурудзи, але і від удобрення. Так, між рівнем мінерального удобрення і тривалістю періоду вегетації існує пряма залежність: із збільшенням норм мінеральних добрив, особливо азотних, збільшується період вегетації кукурудзи.

3.3 Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи

Швидкість приросту рослин кукурудзи у висоту суттєво змінюється залежно від умов зовнішнього середовища. В окремі роки прирости рослин спотерігають у перші 20-24 дні вегетації та за 6-8 днів до викидання волотей. Після викидання волотей приріст рослин кукурудзи знижується [74].

Головним фактором який впливає на ріст рослин кукурудзи вважають рівень мінерального живлення. Добрива пришвидшують ріст і розвиток рослин у перші періоди вегетації та пришвидшують розвиток кореневої системи [54].

За результати досліджень, у середньому за два роки, встановлено, що висота рослин кукурудзи залежить від удобрення (таблиці 3.4).

Таблиця 3.4 – Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи (у середньому за 2020-2021 рр.), см

Варіант досліджу	Фази розвитку			
	9-10 листіків	ВВ викидання волотей	ВС воскова стиглість	Повна стиглість
Контроль – без добрив	81	178	184	186
20 т/га гною – фон	86	190	193	195
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	87	193	196	198
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	89	196	199	201
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	91	197	201	203

Щодо показників висоти рослин, то слід зазначити (табл. 3.4), що в усіх досліджуваних нормах мінеральних добрив спостерігалася тенденція до збільшення висоти на варіантах із внесення добрив в нормах $N_{46}P_{38}K_{30}Mg_{10}$, $N_{69}P_{57}K_{60}Mg_{20}$ і $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною. Найвищими рослини кукурудзи були у фазі повної стиглості і у вищевказаних варіантах становили відповідно 198, 201 і 203 см. Висота рослин кукурудзи у вищевказаних варіантах у фазі 9-10 листків відповідно становила 87, 89 і 91 см. Висота рослин у вищевказаних варіантах у фазі викидання волотей відповідно становила 193, 196 і 197 см.

Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що найвищими рослини були у варіанті п'ятому за внесення на фоні 20 т/га гною мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$.

3.4 Вплив удобрення на продуктивність кукурудзи

Структурні показники займають важливе місце на формування врожайності кукурудзи. Максимальна урожайність з високими показниками якості формується за оптимального співвідношення таких показників структури як: довжина та діаметр качана, кількість зерен в качані та маси 1000 зерен [56].

Розміри качанів, що утворювались на рослинах, мало варіювали під дією фактора удобрення (таблиці 3.4). Довжина качана, як видно із даних таблиці максимальною 20,5 см була у п'ятому варіанті досліді і мінімальною 15,1 см у контрольному варіанті досліді.

Щодо показників довжини качана, то слід зазначити (табл. 3.4), що в усіх досліджуваних нормах мінеральних добрив спостерігалася тенденція до збільшення її на варіантах із внесення добрив в нормах $N_{46}P_{38}K_{30}Mg_{10}$, $N_{69}P_{57}K_{60}Mg_{20}$ і $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною. Довжина качана на вищевказаних варіантах відповідно становила 17,3, 18,4 і 19,4 см. На п'ятому варіанті досліді цей показник був найвищим і становив 20,5 см.

Таблиця 3.4 – Показники структури врожаю кукурудзи залежно від норм добрив (у середньому за 2020-2021 рр.)

Варіант досліджу	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість зерна в качані, шт	Маса 1000 зерен, г
Контроль – без добрив	15,1	4,2	480	240
20 т/га гною – фон	17,3	4,4	490	351
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	18,4	4,5	503	362
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	19,4	4,6	514	371
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	20,5	4,8	526	382

Діаметр качана, в середньому за роки досліджень, найбільшою була 4,8 см у варіанті, де на фоні 20 т/га гною вносили мінеральні добрива в нормі N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀. На другому, третьому і четвертому варіантах досліджу вона була майже однакова 4,4-4,6 см.

Кількість зерен у качані дещо різнилася за варіантами досліджу. Якщо, на контрольному варіанті кількість зерен у качані було 480 штук, то у п'ятому варіанті досліджу, де на фоні 20 т/га гною вносили мінеральні добрива в нормі N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀, даний показник становив 526 штук, що на 46 штук більше контролю. На другому, третьому і четвертому варіантах досліджу кількість зерен у качані була дещо нижчою.

Одним із важливих показників структури є маса зерна, яке формується в качані. Найвища маса 1000 зерен 382 г зафіксована у п'ятому варіанті досліджу, а найменша у контрольному варіанті – 240 г.

Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що за структурними показниками варіант, де на фоні 20 т/га гною вносили мінеральні добрива в нормі N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀, одержали найвищі показники: довжина качана 20,5 см, діаметр качана 4,8 см, кількість зерна в качані 526 шт, маса 1000 зерен 382 г.

3.5 Урожайність зерна кукурудзи залежно від рівня органічно-мінерального удобрення

Кукурудза живиться з ґрунту необхідною кількістю поживних елементів лише в легкодоступній формі за достатньої кількості вологи та добре розвиненого коріння. Для визначення норм удобрення та прийомів внесення добрив необхідно враховувати попередник, вміст у ґрунті елементів живлення та біологічні особливості гібриду [72].

Особливості живлення кукурудзи на зерно проявляються у застосуванні відповідних норм азоту, фосфору і калію в добривах та у їх відповідному співвідношенні.

Велике значення для збільшення продуктивності кукурудзи мають способи і строки внесення добрив [44].

Результати наших досліджень за вивчення впливу удобрення на урожайність кукурудзи у 2020-2021 роках наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Врожайність зерна кукурудзи залежно від норм добрив, ц/га

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га			Приріст до контролю	
	2020 р.	2021 р.	середнє		
				ц/га	%
Контроль – без добрив	43,3	46,1	44,7	-	-
20 т/га гною – фон	56,4	59,2	57,8	13,1	29,3
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	71,6	75,4	73,5	28,8	64,4
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	78,1	82,7	80,4	35,7	79,9
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	85,1	88,9	87,0	42,3	94,6
НР ₀₅ ц/га	3,1	3,4			

У контрольному варіанті середня урожайність за два роки досліджень склала 44,7 ц/га (табл. 3.5). За внесення одних органічних добрив в нормі 20 т/га гною урожайність була вищою на 13,1 ц/га або на 29,3%. На фоні 20 т/га гною і внесення мінеральних добрив в нормі $N_{46}P_{38}K_{30}Mg_{10}$ середня урожайність на третьому варіанті досліджу становила 73,5 ц/га з приростом урожайності 28,8 ц/га або 64,4%.

У четвертому варіанті досліджу за внесення на фоні 20 т/га гною і мінеральних добрив в нормі $N_{69}P_{57}K_{60}Mg_{20}$ одержали, у середньому за роки досліджень 80,4 ц/га, що на 35,7 ц/га більше від контрольного варіанту. Серед досліджуваних норм мінеральних добрив найбільшу урожайність, у середньому за два роки досліджень, одержали у п'ятому варіанті за внесення 20 т/га гною та норми $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$. На цьому варіанті урожайність була найвищою і становила 87,0 ц/га з приростом до контролю 42,6 ц/га, або 94,6%.

Проведена математична обробка урожайних даних підтверджує їх достовірність (додаток Б, В).

На рис. 3.1, 3.2 і 3.3 наведений кореляційно-регресійний аналіз.

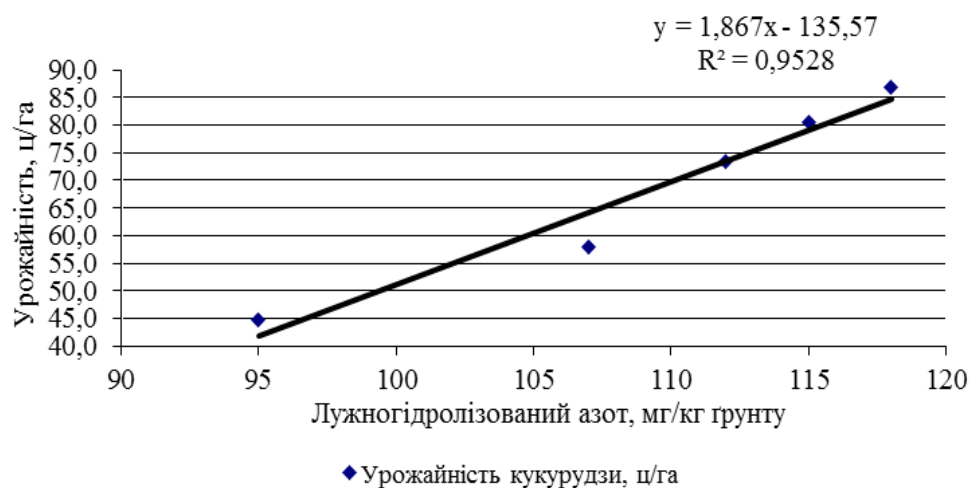


Рис. 3.1. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту



Рис. 3.2. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті рухомого фосфору

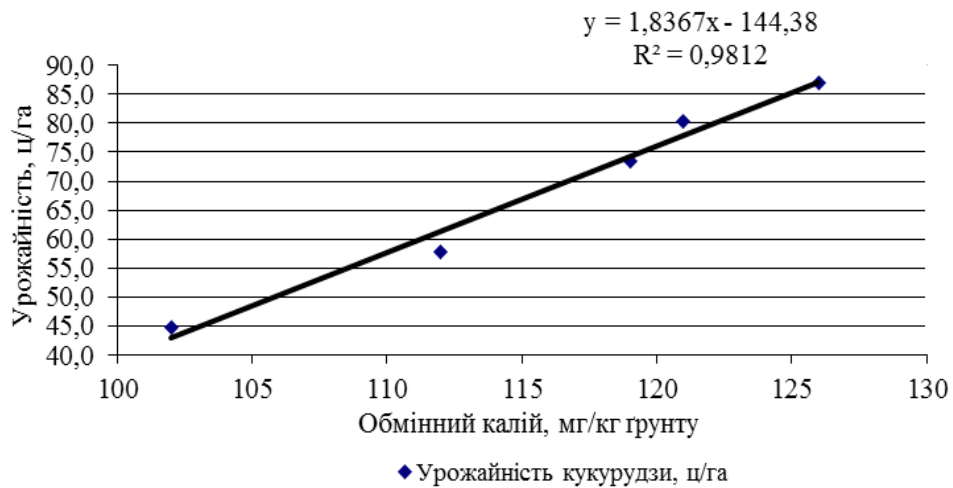


Рис. 3.3. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті обмінного калію

Як видно з рис. 3.1, 3.2 і 3.3. множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію і найнижчим він становив ($R^2 = 0,93$) від лужногідролізованого азоту.

На рисунках 3.4, 3.5, 3.6 і 3.7 наведені зажежності урожайності від показників продуктивності колоса.



Рис. 3.4. Залежність урожайності кукурудзи від довжини качана



Рис. 3.5. Залежність урожайності кукурудзи від діаметра качана

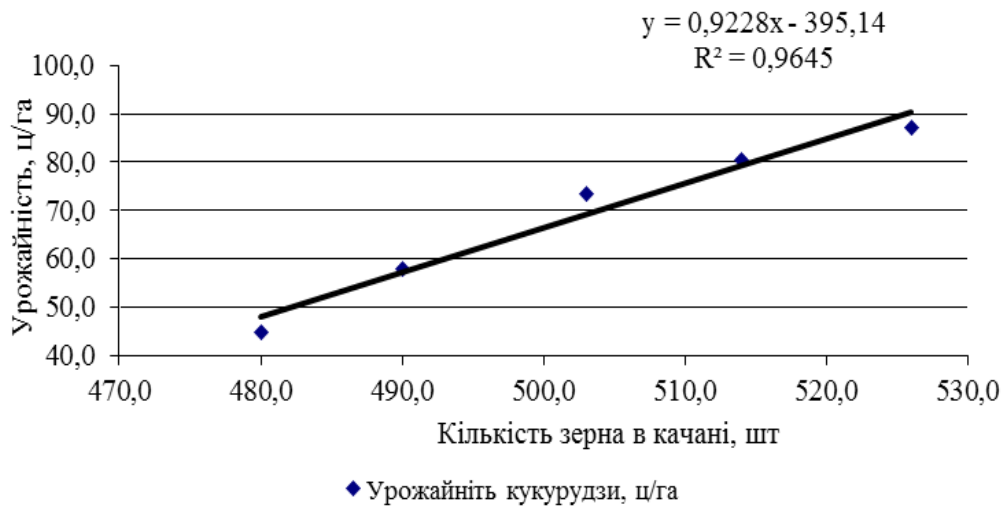


Рис. 3.6. Залежність урожайності кукурудзи від кількості зерен в качані

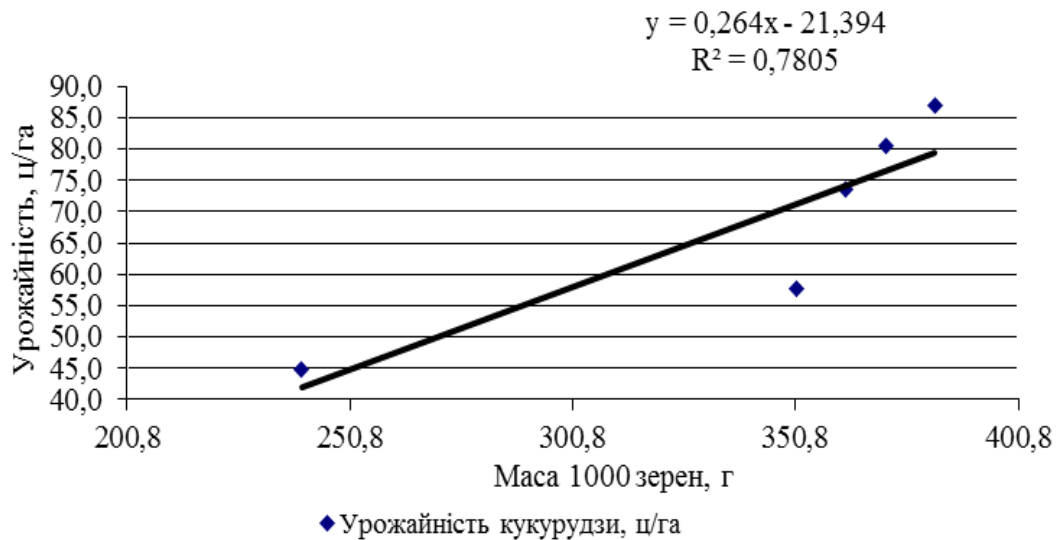


Рис. 3.7. Залежність урожайності кукурудзи від маси 1000 зерен

Як видно з рис. 3.4, 3.5, 3.6 і 3.7 множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від продуктивності колоса.

Отже, за удобрення в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ та 20 т/га гною одержали найвищу урожайність кукурудзи сорту Фотон.

3.6 Вплив удобрення на показники якості зерна кукурудзи

Оптимальне застосування органічних і мінеральних добрив сприяє не лише вирощуванню високих і стабільних урожаїв, а й високій якості вирощеної продукції. За допомогою внесення добрив можна свідомо змінювати напрям процесів обміну речовин і підвищувати нагромадження білків, жирів, крохмалю, цукрів та багато інших важливих речовин у сільськогосподарській продукції [16].

Результати досліджень з вивчення впливу удобрення на біохімічні показники якості зерна кукурудзи наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вплив удобрення на біохімічні показники якості зерна кукурудзи (середнє за 2020–2021 рр.), %

Варіант досліджу	Білок	Жир	Крохмаль	Клітковина
Контроль – без добрив	7,1	3,9	72,9	1,8
20 т/га гною – фон	8,0	4,2	71,4	1,9
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	8,2	4,2	71,2	2,0
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	8,4	4,3	70,8	2,0
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	8,6	4,4	70,2	2,0

В наших проведених досліджах спостерігалися незначні зміни якісних показників зерна кукурудзи гібриду Фотон залежно від внесення органічних і мінеральних добрив. Проте, як показують табличні дані дещо більший вміст білка був у варіантах досліджу де вносили, як органічні так і мінеральні добрива (табл. 3.6).

Якщо, на контрольному варіанті без внесення добрив, після попередника пшениці озимої, вміст білка становив 7,1%, то вже із внесенням органічних добрив в нормі 20 т/га даний показник становив 8,0%.

На третьому варіанті досліджу, де на фоні 20 т/га гною вносили мінеральні добрива в нормі N₄₆P₃₈K₃₀Mg₁₀ вміст білка був дещо вищий і становив 8,2%, що на 1,1% більше від контрольного варіанту.

В четвертому варіанті, в якому норма мінеральних добрив була збільшена на половину N₆₉P₅₇K₆₀Mg₂₀, вміст білка становив 8,4%.

Найвищий вміст білка 8,6% забезпечив варіант в якому на фоні 20 т/га гною мінеральні добрива були збільшені вдвічі N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀.

Вміст жирів у зерні середньораннього гібриду Фотон був на рівні 3,9-4,4%. На контрольному варіанті вміст жиру становив 3,9%. У другому

варіанті за внесення 20 т/га гною вміст жиру дещо підвищився і становив 4,2%. Норма мінеральних добрив $N_{46}P_{38}K_{30}Mg_{10}$ на фоні 20 т/га гною у третьому варіанті дала вміст жиру також 4,2%.

В четвертому варіанті досліді, в якому норма мінеральних добрив на фоні 20 т/га гною була збільшена до $N_{69}P_{57}K_{60}Mg_{20}$, вміст жиру становив 4,3%.

П'ятий варіант, в якому на фоні 20 т/га гною мінеральні добрива були збільшені до $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$, вміст жиру був найвищим 4,4%.

Крохмаль у зерні кукурудзи був в межах 72,9-70,2%. Найбільший вміст крохмалю одержали у варіанті без добрив – 72,9%.

За внесення одних органічних добрив 20 т/га вміст жиру становив 71,4%, а найнижчий вміст 70,2 був на п'ятому варіанті за внесення мінеральних добрив $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною.

Клітковини у зерні було в межах 1,8-2,0%, а її вміст не залежав від внесених норм добрив. Вирощене зерно відповідало існуючим санітарно-гігієнічним нормам.

Кореляційно-регресійний аналіз залежності вмісту білка і клейковини від урожайності кукурудзи наведені на рис. 3.8, 3.9, 3.10 і 3.11.

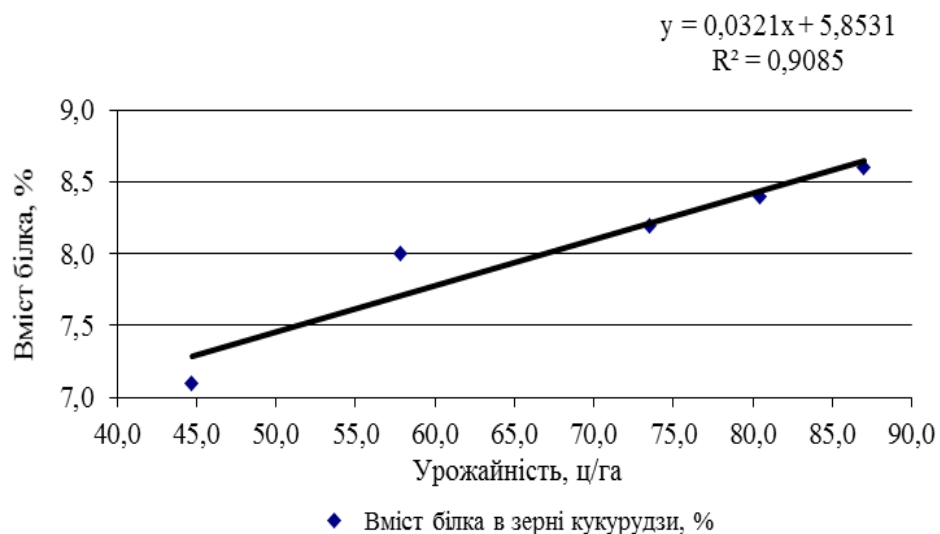


Рис. 3.8. Залежність вмісту білка в зерні від урожайності кукурудзи

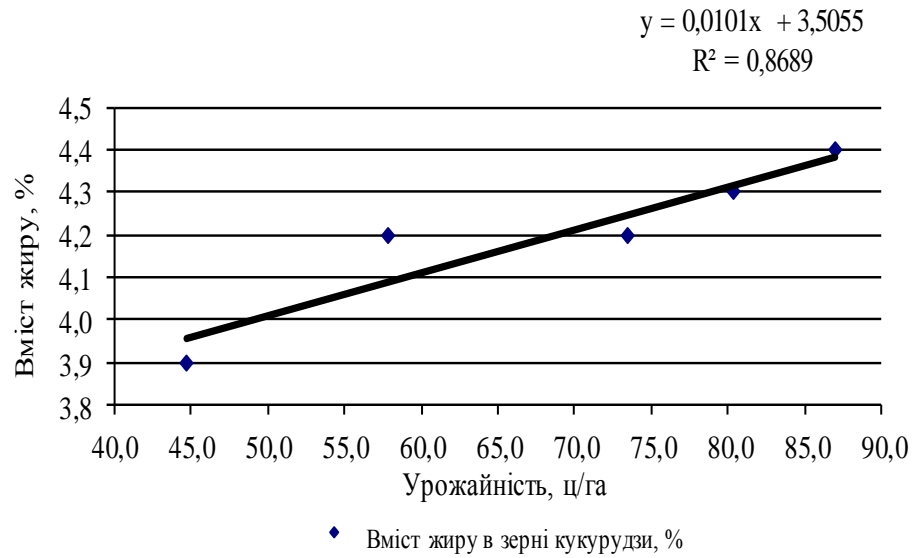


Рис. 3.9. Залежність вмісту жиру в зерні від урожайності кукурудзи

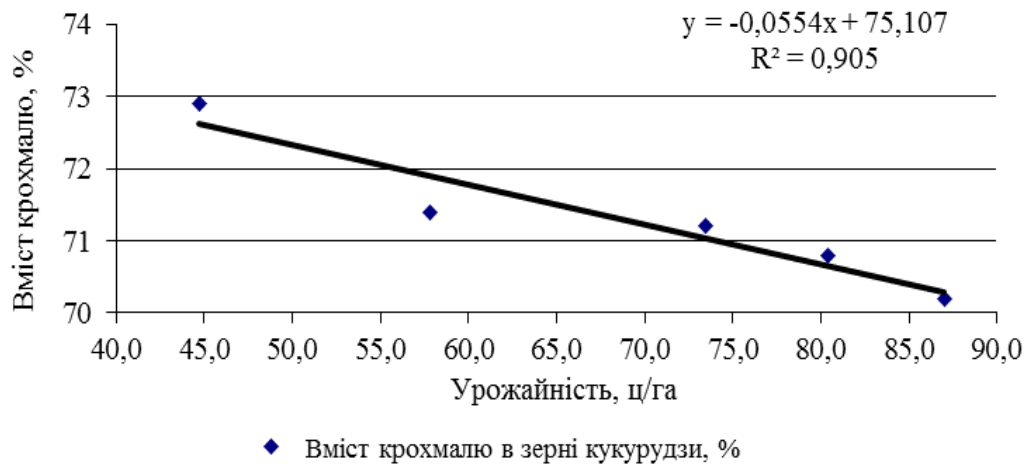


Рис. 3.10. Залежність вмісту крохмалю в зерні від урожайності кукурудзи

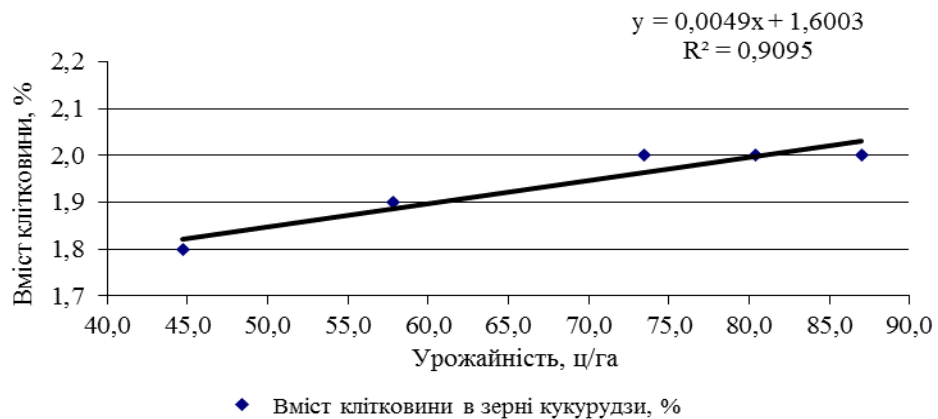


Рис. 3.11. Залежність вмісту клітковини в зерні від урожайності кукурудзи

З рисунків 3.8, 3.9, 3.10 і 3.11 видно, що множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від показників якості зерна кукурудзи.

Отже, із вище наведеного можна зробити висновок проте, що застосування на фоні органічних добрив 20 т/га і мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ підвищує якісні показники зерна кукурудзи.

3.7 Розрахунок економічної та енергетичної ефективності застосування добрив за вирощування кукурудзи

Для проведення раціонального удобрення кукурудзи необхідно знати який економічний ефект забезпечують добрива.

Економічну та енергетичну оцінку ефективності удобрення визначали за даними кваліфікаційної роботи. Вартість продукції визначали за середніми сучасними фактичними закупівельними цінами реалізації зерна кукурудзи. Вартість добрив визначали за існуючими оптовими цінами 2021 року, додаючи націнки за доставку, підготовку і внесення добрив. Витрати на виконання робіт визначали на основі діючих нормативів, технологічних карт по їх застосуванню або розрахунковим способом.

В таблиці 3.7 неведені результати розрахунків економічної ефективності удобрення кукурудзи.

Таблиця 3.7 – Економічна ефективність застосування мінеральних добрив під кукурудзу

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га	Вартість валової продукції, грн./га	Вартість приросту урожайності, грн./га	Всього затрат, грн./га	Затрати на добрива та їх внесення, грн./га	Чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %	Окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення, грн.
Контроль – без добрив	44,7	35760	–	29023	–	6737	23,2	–
20 т/га гною – фон	57,8	46240	10480	32090	6292	14150	44,1	1,7
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	73,5	58800	23040	33597	7799	25203	75,0	3,0
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	80,4	64320	28560	34929	9131	29391	84,1	3,1
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	87,0	69600	33840	35968	10170	33632	93,5	3,3

Найвищі показники чистого прибутку 33632 грн./га, рівня рентабельності 93,5 % та окупності 1 грн. затрат на добрива 3,3 грн одержали у варіанті досліді за внесення на фоні 20 т/га гною і норми мінеральних добрив $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ (табл. 3.7). Дещо нижчі економічні показники одержали у варіанті досліді за внесення на фоні 20 т/га гною норми мінеральних добрив $N_{69}P_{57}K_{60}Mg_{20}$: чистого прибутку 29391 грн./га, рівня рентабельності 84,1 % та окупності 1 грн. затрат на добрива 3,1 грн. У третьому варіанті за внесення на фоні 20 т/га гною норми мінеральних добрив $N_{46}P_{38}K_{30}Mg_{10}$ одержали 25203 грн./га чистого прибутку, 75,0 % рівня рентабельності та 3,0 грн окупності 1 грн. затрат на добрива. За весення лише 20 т/га гною у другому варіанті одержали 14150 грн./га чистого прибутку, 44,1% рівня рентабельності та 1,7 грн окупності 1 грн. затрат на добрива. У контрольному варіанті (без добрив) одержали найнижчі показники чистого прибутку 6737 грн./га, рівня рентабельності 23,2 %.

Отже, варіант нашого досліді, де вносили на фоні 20 т/га гною норми мінеральних добрив $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$, виявився найбільш економічно вигідним.

Енергетичний аналіз у порівнянні з економічною оцінкою базується на постійних енергетичних показниках і не залежить від постійних змін ціни на продукцію, добрива тощо. Тому, порівняння енергетичних показників розрахунку технології вирощування кукурудзи дає можливість об'єктивно встановити різницю між надходженням та витратами енергії.

Поряд із оцінкою економічної ефективності виробництва продукції у світовій практиці все більше для розрахунків енергетичної ефективності застосовують коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}), який показує відношення між енергією, яка нагромаджується у вирощеній продукції та енергією витраченою на її одержання [51].

Найвищу енергоємність 131683 МДж та коефіцієнт енергетичної ефективності 3,8 одержали за внесення на фоні 20 т/га гною норми мінеральних добрив $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Розрахунок енергетичної ефективності застосування мінеральних добрив

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га	Енергоємність урожаю, МДж	Енерговитрати на 1 га посіву, МДж	K _{ee} (коефіцієнт енергетичної ефективності) по зерну
Контроль – без добрив	44,7	67658	21143	3,2
20 т/га гною – фон	57,8	87486	25731	3,4
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	73,5	111250	30903	3,6
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	80,4	121693	32890	3,7
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	87,0	131683	34653	3,8

У варіанті досліджу за внесення на фоні 20 т/га гною норми мінеральних добрив N₆₉P₅₇K₆₀Mg₂₀ коефіцієнт енергетичної ефективності становив 3,7, а за внесення на фоні 20 т/га гною норми мінеральних добрив N₄₆P₃₈K₃₀Mg₁₀ – 3,6 (табл. 3.8). За внесення лише 20 т/га гною коефіцієнт енергетичної ефективності становив 3,4. У контрольному варіанті коефіцієнт енергетичної ефективності по зерну становив всього 3,2.

Отже, за результатами економічної та енергетичної оцінок встановлено, що найбільш ефективним за вирощування кукурудзи на зерно гібриду Фотон на темно-сірому опідзоленому ґрунті є внесення на фоні 20 т/га гною норми мінеральних добрив N₉₂P₇₆K₉₀Mg₃₀.

Розділ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів

Важливими частинами літосфери, що визначають життєдіяльність і продуктивність біоценозу, є ґрунт і підстилаюча його материнська порода. Ґрунт – основний засіб виробництва продуктів харчування людини та корму для тварин, а також один з основних природних ресурсів Землі. Тому, збереження і примноження його родючості – життєво важливе завдання людства.

Від типу та якості ґрунту залежить якість основних джерел господарсько-життєвого постачання, до яких належать ґрунтові води, а також води прісних річок, озер, водосховищ. За хімічним складом ґрунтових вод можна оцінювати хімічний склад ґрунту. Ґрунт – ідеальне реакційне середовище для хімічних, фізико-хімічних і біологічних процесів, в результаті яких відбувається перетворення, зокрема гідроліз і синтез, різних речовин. У ньому містяться органічні і мінеральні речовини, енергія для фітохімічних процесів, вода для гідролізу, кисень для окиснення. Особливе значення має мікрофлора ґрунту, яка відразу взаємодіє з добривами. Внаслідок багатосторонньої дії на добрива вони перетворюються на сполуки, характерні для ґрунту. В свою чергу, добрива впливають на властивості ґрунту та його склад [3, 12].

Ґрунт має самоочищувальну здатність (СЗГ), яка виявляється в опорі змін реакції і складу ґрунтового розчину, в розкладанні чи зв'язуванні токсичних речовин на малорухомі нерозчинні нетоксичні сполуки. СЗГ є функцією складу, властивостей і динаміки біоценозу ґрунту та його абіотичної частини, зокрема ґрунтового вбирного комплексу (ГВК). СЗГ тим вища, чим вища родючість ґрунту. Проте, незважаючи на наявність СЗГ,

можлива і негативна дія добрив на ґрунт, яка виникає, як правило, за високого рівня насиченості ґрунту мінеральними добривами та безпідстилковим гноєм, а також за поганих умов їх зберігання і непрофесійного використання [37].

Такий вплив може виявлятися у вигляді порушення оптимального співвідношення елементів живлення, нагромадження нітратного і нітритного азоту, важких металів і радіоактивних речовин; у вигляді антропо-епідеміологічного забруднення, у зниженні вмісту гумусу, ущільненні, засоленні, підкисленні, появі інших небажаних змін складу та властивостей ґрунту.

Увесь комплекс негативного впливу добрив на ґрунт умовно можна поділити на дві частини – руйнування родючості та забруднення ґрунту.

ТзОВ «Агро Радехів» Радехівського району Львівської області розташоване в зоні Лісостепу Західного. Зона Лісостепу Західного розміщена у західній частині України і характеризується помірним кліматом з похмурым літом і порівняно м'якою зимою. Безморозний період становить 150 – 160 днів. Середня температура в липні 17-20°C. Середня річна кількість опадів – близько 600 мм, 70% їх припадає на весняно-літній період. Ґрунти середньородючі, вміст гумусу перевищує 3%.

Для чорноземів опідзолених і темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів господарства є характерною ознакою незначна гумусованість (переважно тільки в орному шарі, структурність), значна насиченість основами, середня сильна кислотність, мала забезпеченість доступними для рослин сполуками азоту і калію, та середньо-рухомим фосфором [12, 38].

Оскільки дані ґрунти є середньородючими, в господарстві постійно проводяться заходи по підвищенню їх родючості. Для цього вносять підвищені норми органічних добрив, а при їх недостатчі широко використовують посіви сидеральних культур. Це дає змогу збільшити кількість органічної речовини в ґрунті, збільшить в майбутньому вміст гумусу і поживних речовин в орному шарі.

Висока кислотність частини ґрунтів господарства вимагає обов'язкового їх вапнування. Хоч в господарстві цей захід проводиться, але його обсяги є ще не достатніми, щоб в короткий період провапнувати всі наявні в господарстві кислі ґрунти.

Ще однією особливістю ґрунтів господарства є здатність до запливання і ущільнення. Для запобігання цьому слід проводити заходи, що сприяють утворенню структури ґрунту. Крім вище згаданих, вапнування і внесення органічних добрив сюди входять ще й такі, як впровадження у сівозміну посівів багаторічних трав, особливо конюшини, зменшення проходів важкої техніки по полю, особливо у періоди, коли ґрунт є вологим.

Слід також наголосити на особливості використання мінеральних добрив. Велика кількість опадів протягом періоду вегетації приводить до вимивання добрив внесених у ґрунт у нижчі, недоступні для рослин горизонти, а часто і в ґрунтові води. Щоб не допустити цього мінеральні добрива слід вносити в невеликих кількостях, але в декілька прийомів, тоді рослини краще і повніше їх використовують. Не слід вносити мінеральні добрива осінню під основний обробіток ґрунту, краще їх внести весною під передпосівну культивуацію. Заслуговує на увагу локальне внесення добрив безпосередньо в зону рядків [3, 15].

Оскільки територія господарства знаходиться на рівнині і тут практично немає схилів з крутизною більше 2°, умови для прояву водної ерозії відсутні. Проте сильні вітри у зимовий період можуть спричиняти вітрову ерозію. Для запобігання цього необхідно проводити снігозатримання, залишати по можливості стерню. Висівання на сидерати озимого жита та ріпаку, які приорюють весною, також запобігає прояву вітрової ерозії у осінньо-зимовий періоди.

4.2 Водні ресурси господарства, їх стан та охорона

Значна частина земної поверхні (71 %) вкрита водою. Живі організми

(рослини, тварини, людина) майже на 80 % складаються з води.

Ґрунтові води забруднюються через ґрунт, тому їх якість за лежить від якості ґрунту та його забрудненості.

Рівень забрудненості водою зумовлюється як хімічним складом, ступенем очищеності промислових, комунально-побутових і тваринницьких стічних вод, так і хімічним складом та якістю ґрунтів, атмосфери [38].

Для охорони санітарно-побутових вод від забруднення, а тварин і людей від захворювань санепідемслужбою розроблено відповідні ГДК.

Поряд із забрудненням санітарно-побутових вод токсикантами значної шкоди навколишньому середовищу завдає цвітіння водою. В евтрофікації водою основна роль, як відомо, належить вуглецю органічних сполук, фосфору та азоту, домінуючими формами якого у воді (крім молекулярного) є нітрати, нітрити, амоній, азот розчинних органічних сполук і твердих часточок. Як правило, в прісних водоймах вміст амоній його і нітратного азоту коливається від 0 до 5 мг/л, нітратного – менш ніж 0,01 мг/л, азот розчинних органічних сполук часто становить не менше половини загальної кількості розчинного азоту. Оптимальним вмістом N-NO₃ для евтрофікації і цвітіння водою вважають 0,9-3,5 мг/л.

Максимальна концентрація азоту в поверхневих шарах водою відмічається в період весняного наводка і пояснюється значною акумуляцією амонію, нітратів та органічних сполук азоту в сніговому покриві, який відповідно становить, кг/га: 0,3-1,5; 0,3-4 і 0,1-1 [3, 23].

Кількість азоту, що потрапляє у водою з твердими стоками, становить 0,6-2,7 кг/га. Встановлена достовірна кореляційна залежність між середньою кількістю внесеного на 1 га посівної площі азоту добрив і середнім вмістом азоту в поверхневих і ґрунтових водах ($r = 0,387 \dots 0,671$).

В умовах зрошення найбільші втрати азоту з ґрунту і добрив спостерігаються на початку періоду вегетації, коли рослини слабкорозвинуті і вбирають невелику кількість азоту мінеральних сполук.

Проблема зниження втрат мігруючого азоту добрив у ґрунті й

поверхневі води нерозривно пов'язана з регулюванням вмісту азоту мінеральних сполук у ґрунті, що було детально розглянуто раніше.

Деякі вчені пов'язують проблему евтрофікації водойм та їх цвітіння насамперед значним надходженням у них органічної речовини, і особливо фосфору у формі поліфосфатів. Вважають, що водойми «цвітуть» при вмісті фосфору у воді понад 0,01 мг/л, а оптимальний ріст водних рослинних організмів, водоростей спостерігається при концентрації фосфору 0,09-1,8 мг/л. При цьому на 1 кг фосфору утворюється близько 100 кг фітопланктону [3, 23].

Комунально-побутові і тваринницькі стічні води є основними забрудниками природних вод поліфосфатами (стічні води містять натрієву сіль поліфосфорної кислоти детергентів – мийних засобів).

Поліфосфати порушують седиментаційні процеси у воді, утруднюють коагуляцію суспендованих часточок. Загальна кількість фосфору в дренажних водах внаслідок здатності ґрунтів сорбувати цей елемент невелика і становить 0,25-0,36 мг/л.

Для організму людини збагачення природних вод фосфором цілком безпечно. Середньодобова потреба в цьому елементі становить понад 1 г. Для людини навіть доза 6,6 г фосфору на добу є цілком безпечною.

Основним сільськогосподарським джерелом надходження фосфору у воду, яке становить лише 8 % загального антропогенного надходження, є ерозія ґрунтів. Змивання 1 мм шару ґрунту відповідає втраті 6-15 кг/га фосфору. Забруднення природних вод фосфорними добривами виявляється через водну і вітрову ерозію ґрунту. Тому протиерозійні заходи є основним прийомом для усунення втрат фосфору з наземних екосистем. Важливе значення при цьому мають способи і строки внесення добрив, а також їх форми і норми, вибір яких повинен ґрунтуватися на знанні сорбційних властивостей ґрунтів і розчинності утворюваних продуктів. Частка фосфору добрив у твердому та рідкому стоках становить 6-15 % загального фосфору в них [15, 38].

Особливе місце в забрудненні природних вод фосфором належить тваринницьким стічним водам, загальний об'єм яких, за твердженням багатьох авторів, у 10 разів більший, ніж комунально-побутових. Навіть за повного використання відходів на полях можливі втрати частини фосфору внаслідок того, що ґрунт не в змозі сорбувати його повністю. Це треба враховувати під час регулювання чисельності худоби і внесення норм безпідстилкового гною на поля. Вміст загального фосфору в поверхневих шарах води, як правило, коливається в межах 0,04-0,4 мг/л, у тому числі близько 1/3 вказаної кількості припадає на фосфор органічних сполук. Серед мінеральних сполук фосфору у воді переважають ортофосфати [15, 23].

У сніговому покриві акумулюються органічні фосфати (0,03-0,15 мг/л фосфору) та поліфосфати (0,01-0,04 мг/л фосфору). Загальний (рідкий і твердий) річний стік фосфору з поверхневими водами коливається від 0,6 до 1 кг/га.

Із внесенням підвищених норм мінеральних добрив, особливо безпідстилкового гною, річний стік фосфору значно збільшується.

Вимивання фосфору з ґрунту в ґрунтові води залежить від його гранулометричного складу та стійкості розчинних фосфатних комплексів з іонами металів. Установлена залежність між міграцією фосфору по профілю ґрунту та кількістю внесених органічних добрив. Органічним сполукам властива здатність утворювати складні орґано-мінеральні комплекси, які поглинають фосфат-іони [37, 38].

Кількість загального фосфору в ґрунтових водах залежить не від рівня використання мінеральних добрив, а від форм фосфатних сполук у ґрунті, гранулометричного складу, реакції ґрунтового розчину і ґрунтових вод, вмісту органічної речовини. Очевидно, міграція фосфору по профілю ґрунту, що відбувається за сумісного внесення органічних і мінеральних добрив, зумовлюється синтезом поліфосфатів і, як наслідок, утворенням поліфосфатних комплексів, у формі яких і здійснюється міграція фосфору по профілю ґрунту.

Якщо, використання фосфорних добрив і фосфогіпсу малоконтрольоване, виникає ще одна своєрідна проблема, яка пов'язана із забрудненням вод санітарно-побутового та господарського користування фтором. Встановлено, що споживання води з вмістом фтору близько 2 мг/л спричинює розчинення емалі зубів, а за вмісту 8 мг/л починають поступово розчинятися кістки.

Надходження калію в природні води може відбуватися внаслідок його вимивання з ґрунту з твердим стоком при ерозійних процесах, а також з атмосферним пилом, особливо поблизу великих промислових міст. Як правило, наявність калію у воді не шкідлива для людей і тварин, проте калій, поряд із фосфором, азотом та іншими біогенними елементами, сприяє евтрофікації водойм [23, 37].

Концентрація калію в поверхневих шарах води значно перевищує концентрацію азоту та фосфору і коливається від 0,5 до 23 мг/л. Вміст калію в поверхневих шарах води багато в чому зумовлюється акумуляцією його в сніговому покриві – 0,6-1,6 мг/л, або 0,3-1,6 кг/га.

У твердих стоках вміст калію становить 0,7-7 кг/га і зумовлюється гранулометричним складом ґрунту, кількістю внесених добрив та ступенем розвитку ерозійних процесів.

Міграція калію по профілю ґрунтів, що мають середній чи важкий гранулометричний склад, значно утруднена у зв'язку з поглинанням його колоїдами ґрунту і перетворенням його в обмінний та необмінний стан. У ґрунтових водах верхніх водоносних горизонтів вміст калію становить 1-1,7 мг/л, інколи 5-6 мг/л. Отже, концентрація калію в поверхневих і ґрунтових водах залежить від типу ґрунту, його гранулометричного складу і внесення калійних добрив. Проте на ґрунтах середнього і важкого гранулометричного складу калійні добрива не збільшують у ґрунтових водах концентрацію калію, що пояснюється адсорбцією калію товщею ґрунту [12, 38].

Сільське господарство є одним з найбільших водоспоживачів. Його частина становить близько 34%. Поряд з цим в західному регіоні, де переважно надмірне зволоження є надлишок вологи, яка відводиться з полів методом осушення. Більшість осушених земель проведено гончарним дренажем з двобічним регулюванням стоку води. Проте зараз всі осушувальні системи знаходяться в запущеному стані і часто відбувається пересушування ґрунту через неконтрольований стік води.

Дуже часто неправильне використання добрив і пестицидів на таких площах проводять до вимивання їх через осушувальну систему у річки і інші водойми. Поступове накопичування у воді отрутохімкатів може послужити причиною хронічних отруєнь і захворювань [3, 23].

З метою охорони водних ресурсів від забруднення мінеральними добривами і пестицидами діють міждержавні стандарти. Згідно них при здійсненій господарської діяльності необхідно не допустити забруднення поверхневих і підземних вод добривами і пестицидами, в тому числі і при їх застосуванні на плантаціях картоплі.

Внесення добрив і пестицидів проводиться лише за планом, їхнє використання необхідно реєструвати в журналі, вказувати кількість фактично внесених добрив і пестицидів, розмір обробленої площі, способи і строки внесення. Не допускається внесення пестицидів при швидкості вітру більше 5 м/с.

Миття тари, машин і обладнання забруднення добривами і пестицидами, проводять на спеціальних майданчиках, стічні води які утворилися в результаті миття очищають [38].

Утилізація, знищення і захоронення тари може проводитися з виконанням заходів, що попереджають забруднення поверхневих і підземних вод.

Заходи боротьби із сільськогосподарським забрудненням водоймищ, їх евтрофікацією та цвітінням такі:

1. Заборона розорювання прилеглих до берегів річок полів та виведення їх зі складу орних земель.

2. Проведення ефективної боротьби з водною і вітровою ерозією ґрунтів, насамперед залісненням ярів та садінням лісосмуг.

3. Суворе дотримання науково обґрунтованих норм, форм, способів і строків внесення добрив. Зокрема, для запобігання втратам МРК добрив з талими водами забороняється їх внесення до розмерзання ґрунту і стоку надлишку води з орного шару.

4. Для зменшення змиву і міграції КРК по профілю ґрунту слід практикувати ущільнені посіви і вирощування проміжних культур.

5. Не допускати скидання в ставки і ріки сміття та неочищених тваринницьких стічних вод.

6. Заборона внесення безпідстилкового гною на землях, що прилягають до водоймищ, а також їх внесення на інших землях у нормах, способах і строках, не передбачених науковими рекомендаціями.

4.3 Охорона атмосферного повітря

Охорона атмосферного повітря – важливе завдання сьогодення, тому саме цьому питанню наділяється велика увага з боку світової спільності, що занепокоєна можливими глобальними змінами клімату внаслідок парникового ефекту.

Пил, дим, гази, пара, туман є шкідливими домішками повітря. Вони забруднюють атмосферу, впливають на енергетичний баланс земної поверхні.

У процесі використання добрив відбувається деяке забруднення газами, пилом і погіршення абіотичних показників атмосфери. Проте забруднення атмосфери, спричинене добривами, незначне і становить близько 5-10 % його загальної суми. Безперечно, що основними забрудниками повітря є промисловість (70-80 %) і транспорт (15-20 %) [23, 38].

Значне забруднення атмосфери пилом і газами агрохімікатів спостерігається переважно у разі порушення технології використання добрив

(авіахімічні роботи, хімічна меліорація, внесення водного технічного або рідкого синтетичного аміаку). Тому, використовуючи добрива, слід обов'язково дотримуватися санітарно-гігієнічних норм забруднення робочої зони повітря (ГДК); аміаком – 20 мг/м³, нітрофоскою – 5, фосфоритним борошном – 5, хлористим калієм – 10 мг/м³ [3, 23].

Проте і за високої відповідальності та професійності працівників сільсько-го господарства відбувається виділення пилу і газу в повітря. Здебільшого це дрібнодисперсні тверді часточки агрохімікатів, газоподібні втрати азотних сполук ґрунту, мінеральних та органічних добрив, і особливо безпідстилкового гною та тваринницьких стічних вод.

У результаті амоніфікації, нітрифікації і денітрифікації в повітря виділяються NH₃, N₂, N₂O, NO і NO₂. Основна маса втрат азоту припадає на N₂ і N₂O.

Газоподібні втрати азоту добрив становлять 9-50 %, в середньому 24 %, і залежать від дози та форми азотного добрива, наявності рослинного покриву та органічної речовини, способів зароблення добрива в ґрунт, реакції середовища, температури і вологості ґрунту та інших факторів. Можливі також значні втрати аміачного азоту в результаті хімічної взаємодії амонійних солей з карбонатами та іншими лужними сполуками ґрунту [3, 38].

Встановлено, що всі зміни, які відбуваються з азотом добрив, поширюються також і на азот ґрунту. Отже, ступінь використання доступного азоту ґрунту рослинами, розміри його втрат і поглинання мікроорганізмами будуть виражатися в тих самих відносних величинах, що і внесеного азоту добрив.

За останніми даними, газоподібні втрати азоту з ґрунту коливаються в межах 5-60 кг/га (в середньому 15-30 кг/га). Наведені дані газоподібних втрат азоту з добрив і з ґрунту становлять не тільки екологічну, а й економічну проблему. За підрахунками, щорічні газоподібні втрати азоту в Україні становлять не менш як 1 млн. т.

Заходи боротьби з газоподібними втратами азоту та забрудненням ними атмосфери зводяться переважно до запобігання процесам нітрифікації та денітрифікації азоту добрив і ґрунту або обмеження їх [2, 23].

Атмосферне повітря відноситься до категорії невичерпних ресурсів, але інтенсивний розвиток промисловості, сільського господарства, міст і збільшення кількості транспортних засобів посилюють негативний вплив людства на атмосферу, тому проблема охорони повітря стає все більш актуальною і глобальнішою.

Охорона атмосферного повітря у господарстві ще не поставлена на належний рівень. Неправильне зберігання гною на тваринницьких фермах призводить до утворення шкідливих газів – аміаку, метану і інших, які потрапляють в атмосферу.

У вихлопних газах тракторів і автомобілів часто спостерігається підвищений вміст окису вуглецю, що перевищує гранично допустимі концентрації [3].

Джерелом забруднення атмосферного повітря також може бути обприскування рослин пестицидами рослин у жарку погоду коли деяка кількість робочого розчину випаровується в повітря. Щоб запобігти цьому обприскування слід проводити в ранкові та вечірні години коли температура повітря є невеликою.

4.4 Стан охорони і примноження флори і фауни

Добрива негативно впливають на флору і фауну внаслідок включення в біотичний колообіг важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів. Крім того, добрива можуть спричинювати надлишкове однобічне нагромадження окремих елементів живлення і речовин у рослинах, після споживання яких спостерігаються захворювання людей і тварин.

Більшість важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів, що через рослини включаються в біотичний колообіг, негативно впливають і на

розвиток самих рослин. Вони знижують проникність мембрани, спричинюючи навіть їх розривання, інактивують ферменти, зумовлюють денатурацію білків та деструкцію асиміляційного апарату, знижують імунітет рослин проти хвороб і шкідників, заміщують біофільні елементи в структурах рослин ($\text{Li} \rightarrow \text{Na}$; $\text{Cs} \rightarrow \text{K}$; Ba і $\text{Sr} \rightarrow \text{Ca}$; $\text{Cd} \rightarrow \text{Zn}$). Внаслідок цього знижується продуктивність посівів, на 10-60 %; через неоднакову толерантність різних рослин відбувається видозміна природного фітоценозу, погіршується гігієнічна якість урожаю [3, 38].

Фітотоксичність одних і тих самих елементів, іонів чи сполук у різних ґрунтово-кліматичних умовах неоднакова, крім того, для більшості сполук вона зростає після їх надходження в рослину з повітря, оскільки при цьому виключається самоочисна здатність ґрунту, його буферність, внаслідок чого більшість токсикантів трансформується в малодоступні для рослин форми. Так, органічна речовина ґрунту і добрив зв'язує важкі метали в комплексні сполуки хелатного типу а фізична глина необмінно вбирає важкі метали. Коренева система рослин має також захисну здатність до вбирання важких металів з ґрунту, причому в різних рослин ця здатність неоднакова. Очевидно, всі ці явища і зумовлюють відсутність прямої залежності вмісту важких металів у ґрунті з їх вмістом у рослині.

Для ефективного контролю за включенням у біотичний колообіг важких металів та інших токсикантів, для визначення чистоти рослинної продукції, для профілактики багатьох захворювань людей і тварин треба знати допустимі (нормальні) концентрації цих речовин у рослинах та їх ГДК.

За даними ВООЗ, надходження в організм дорослої людини важких металів з продуктами харчування та водою не повинно перевищувати на тиждень 3 мг свинцю, 0,3-0,5 кадмію, 0,3 ртуті та 50 мг на добу нітратного азоту. Є певні вимоги і до кормів. Так, співвідношення в них Ca і Sr має бути не менше 90-100; $\text{K} : \text{Na}$ не більше 5; $\text{K} : (\text{Ca} + \text{Mg})$ не більше 2,2-2,4; $\text{P} : \text{Ca}$ не більше 1-1,5 [2, 23].

Для людей і тварин збагачення рослинних продуктів фосфором і калієм

небезпеки не становить. Небезпечним є відносний надлишок у рослинах вмісту фосфору і калію порівняно з кальцієм. Оптимальне співвідношення фосфору і кальцію становить 1:1 або 1,5:1. Проте найшкідливіше впливають на організм людини нітрати, нітрити та нітрозаміни (НА). Найнебезпечнішою вважається здатність нітрит-іонів утворювати канцерогенні нітрозосполуки – нітрозодиметиламін і нітрозодиетиламін. Нітрозаміни можуть міститися у воді, повітрі та ґрунті і навіть у рослинах. Джерелами забруднення ґрунту і рослин НА вважають пестициди, осади стічних вод, що використовують як добриво, де вміст НА 0,2-5,6 мг/кг [3, 38].

Численними дослідженнями встановлено, що накопиченню нітратів у рослинах сприяють такі умови: зниження освітленості; підвищення температури навколишнього середовища до 25-30°C; високі норми азотних добрив і гною; нестача або порушення співвідношення NPK і мікроелементів.

Флора і фауна також є важливим біотичним чинником впливу на екологічні системи довкілля. Значну користь сільськогосподарським посівам приносять корисні комахи і птахи, які знищують шкідників сільськогосподарських культур [23].

Багато тварин гине під час сінокосіння та збирання зернових культур. Щоб запобігти цьому, слід використовувати на комбайнах відлякуючі пристрої і розпочинати збір з середини поля.

Особливої уваги заслуговує збереження і догляд за вітрозахисними смугами та чагарниками, що служать домівкою для багатьох птахів та звірів.

Охороні природи необхідно приділяти належну увагу, пам'ятати, що людина є невід'ємною частиною природи і існувати окремо не може. Знищивши природу – людина знищує саму себе. Тільки в гармонії людини і природи можливе процвітаюче майбутнє планети Земля.

Розділ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

5.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві

У господарстві ТзОВ «Агро Радехів» Радехівського району Львівської області вирішення проблем охорони праці покладено на службу охорони праці. За своїми функціями та завданнями ця служба прирівнюється до основних виробничих служб і підпорядкована безпосередньо керівникові господарства. З метою виявлення причин виробничого травматизму та професійних захворювань спеціалісти служби разом із керівником структурних підрозділів (бригадири тракторних і рільничих бригад, зав. майстернями, зав. током, зав. складом та інші) та головними спеціалістами проводять постійний аналіз травм, захворювань, отруєнь. Щорічно розробляється і затверджується розділ „Охорона праці” в колективному договорі між профспілковою організацією та правлінням.

Аналіз виробничого травматизму і професійних захворювань в господарстві здійснюється на основі актів про нещасний випадок (форма Н-1), професійні захворювання (звіти форми 7-ТВН). Із аналізу актів форми Н-1 видно, що при вирощуванні кукурудзи на зерно є цілий ряд технологічних операцій, неправильне або халатне виконання яких спричиняє травми, отруєння та інші ушкодження. Це має місце при внесенні добрив та пестицидів і особливо при збиранні, що пов'язано з напруженістю робіт, залученням великої кількості технічних засобів та працівників, груповим методом роботи [8, 18, 61].

5.2 Пожежна безпека при виконуваний операції

Відповідальність за пожежну безпеку в польових умовах при збиранні кукурудзи у господарстві ТзОВ «Агро Радехів» Радехівського району

Львівської області покладається на керівника господарства. Він призначає відповідальних за пожежну безпеку з числа спеціалістів.

Перед початком польових робіт механізатори здають протипожежний мінімум і отримують атестат з правом виконання відповідних робіт.

Ремонтні майстерні, механізовані двори та інші виробничі ділянки обладнують засобами гасіння пожежі. А також на спеціальних щитках вивішуються списки пожежних підрозділів, інструкцій з пожежної безпеки.

Усі трактори, самохідні машини, що працюватимуть в полі обладнують іскрогасниками, вогнегасниками і лопатою. Кожний автомобіль, що транспортує продукцію на полі, обладнують іскрогасником, хімічним вогнегасником і лопатою. Автомобілі-заправники крім цього повинні мати заземлюючий пристрій, замість хімічного вогнегасника вуглекислотний [21, 60].

Запобігання пожежам при зберіганні мінеральних добрив і пестицидів. Оскільки мінеральні добрива можуть створювати пожежно-вибухову небезпеку, склади, де вони зберігаються обладнують технічними засобами, стелажми, піддонами, а щитами розділяють на окремі відсіки. Через вибухопожежні властивості розміщують окремо сухі мінеральні (крім селітр) і зріджені добрива.

Легкозаймісті препарати в металевій тарі забороняється перекачувати ломми, а пробки відкривати пристроями, що можуть викликати іскри. Порожню тару з під таких речовин зберігають в окремому місці і обов'язково закривають пробками [17, 64].

5.3 Гігієна праці при внесенні добрив та пестицидів під кукурудзу

У ТзОВ «Агро Радехів» Радехівського району Львівської області широко використовують такі хімічні препарати як пестициди, мінеральні добрива. До роботи з пестицидами не допускаються підлітки віком до 18 років, чоловіки старше 55 років, вагітні жінки і матері, що годують немовлят, а також осіб, які мають захворювання, вказані у спеціальних положеннях.

Для перевезення пестицидів повинен бути виділений критий вантажний автомобіль, внутрішня поверхня якого вкрита бляхою з антикорозійним покриттям, на зовнішньому боці кузова наносять попереджувальний знак: „Обережно! Отруйні речовини” [18, 39].

Пестициди залежно від властивостей постачають у паперових та поліетиленових мішках, дерев'яних ящиках, бочках, каністрах, скляному посуді та картонних коробках.

Після закінчення робіт звільнену від пестицидів тару здають на склад. Тару, непридатну для повторного використання знищують відповідно до існуючих положень, а придатну – знешкоджують і повертають в установленому порядку.

У господарствах на всі процеси, пов'язані із застосуванням пестицидів, повинні бути розроблені і вивішені на видних місцях інструкції. Роботи виконуються вранці і ввечері, при найменшій температурі повітря, незначній інсоляції і мінімальних потоках повітря.

Після закінчення робіт з пестицидами техніку, що застосовували, слід обробити на спеціальному майданчику хлорним вапном з наступним промиванням водою [60].

Мінеральні добрива залежно від їх фізичних і хімічних властивостей при зберіганні, транспортуванні і застосуванні можуть у вигляді пилу, парів і газів надходити в робочу зону і негативно впливати на працюючих.

Усі особи, що працюють із пестицидами, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, які підбирають залежно від властивостей пестицидів [17, 21].

5.4 Безпека праці пов'язана з вирощуванням кукурудзи

Всі сільськогосподарські машини, трактори, транспортні засоби, які використовують при вирощуванні кукурудзи повинні бути справні, повністю укомплектовані інструментами та інвентарем, аптечкою для першої медичної

допомоги [60].

Машини повинні мати запасні кожухи на всіх механізмах і деталях, що обертаються, з метою усунення травматизму серед обслуговуючого персоналу.

За виконанням техніки безпеки при проведенні технічного обслуговування машин, агрегатів в полі відповідає тракторист-машиніст агрегату. Він повинен бути проінструктований разом з машиністом чи помічником, за усіх виконуваних ними робіт, а також одержати інструмент з пожежної безпеки.

В польових умовах технічне обслуговування машин і агрегатів проводять тільки в світлий час доби. Допускається проведення ремонту в нічний час, але за умови достатнього освітлення і не менше як двома працівниками [2, 63].

Всі операції технічного обслуговування, крім регулювання двигуна, виконуються лише після повної зупинки двигуна.

Перед тим як виконуються ремонтні роботи під машиною її треба зупинити і вимкнути двигун, увімкнути передачу, поставити на ручне гальмо і покласти під колеса колоди упори. Виконуючи роботи під машиною необхідно використовувати підстилку [25, 60].

При обслуговуванні окремої частини агрегату необхідно зафіксувати машину в підпертому положенні за допомогою підставок і упорів, щоб запобігти самовільному опусканню.

Кваліфікація персоналу повинна відповідати характеру роботи. Потрібно перевірити технічний стан машин. Заборонено виконувати регульовальні роботи, не можна знаходитись між транспортом і сільськогосподарською машиною. Не можна особам, які не зв'язані з роботою агрегату, знаходитись поблизу агрегату. Заборонено розпочинати роботу чи зупиняти агрегат без подачі звукового сигналу. Перед початком руху агрегату тракторист повинен переконатись в тому, що під трактором чи причіпкою машинного чи під знаряддям біля коліс немає людей [17].

Робочий одяг механізатора повинен бути заправлений так, щоб не було звисаючих кінцівок. Виконання будь-якого технологічного процесу чи операції повинно здійснюватись у сприятливій трудовій обстановці, яка б гарантувала безпеку праці на різних стадіях чи етапах сільськогосподарського виробництва.

З метою подальшого покращання культури виробництва і зниження виробничого травматизму необхідно дотримуватись таких вимог:

1. Регулярно проводити інструктажі по техніці безпеки і вести їх чіткий облік.
2. Суворо дотримуватись вимог і правил з техніки безпеки при обробітку ґрунту.
3. Обов'язково проводити інструктажі з техніки безпеки перед садінням, доглядом та збиранням врожаю картоплі.
4. В повній мірі забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту.

Запропоновані заходи дозволять значно покращати умови безпечної праці при вирощуванні ячменю озимого.

5.5 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Актуальність проблеми природно-техногенної безпеки населення України і її території в останні роки обумовлена тривожною тенденцією зростання числа небезпечних природних явищ, промислових аварій та катастроф, які приводять до значних матеріальних втрат, пошкодження здоров'я та загибелі людей. У зв'язку з цим зростає роль цивільного захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій різного походження. Основним завданням цивільної оборони є захист населення при виникненні надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу.

Із набуття Україною незалежності почалося законодавче оформлення цивільного захисту населення державою, що проявилось у прийнятті 3

лютого 1995 року Закону України «Про охорону праці» та ряду інших нормативно-правових актів [60].

Відповідно до цих документів органи місцевого самоврядування в межах своїх повноважень забезпечують вирішення питань цивільної оборони, здійснення заходів щодо захисту населення і місцевості під час надзвичайних ситуацій (НС) різного походження.

Керівництво організацій, установ та закладів, незалежно від форми власності і підпорядкування, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх постійну готовність до практичних дій, організовує забезпечення своїх працівників засобами індивідуального захисту та проведення при потребі евакозаходів та інших заходів ЦО, передбачених законодавством.

Створений штаб ЦО та ряд служб і формувань по забезпеченню різних галузей і об'єктів від НС включають в себе: службу оповіщення, службу зв'язку, медичну, аварійно-технічну службу, службу захисту рослин, тварин. Проте у зв'язку із великими фінансовими труднощами ці формування є недостатньо дієздатними і перебувають значно більше коштів і уваги з боку адміністрації міської ради.

На території Радохівського району знаходиться декілька потенційно-небезпечних об'єктів технічного та природного походження, до яких можна віднести: автомагістраль обласного значення при аваріях на якій можливі викиди небезпечних і токсичних речовин, високовольтні ЛЕП та трансформаторні підстанції, підземні газопроводи та лінії зв'язку, пошкодження яких загрожує життю людей і міста, склади пестицидів та міндобрив в господарствах. Природні кліматичні НС – урагани, град, заметілі, шквальні вітри (із швидкістю понад 25 м/с) та інше можуть паралізувати життєдіяльність району. Також став, який розміщений в центрі міста, може являти собою загрозу при паводку через підтоплення прилеглих територій.

В адміністрації міської ради розроблені плани ліквідації наслідків

аварій та рятувальних невідкладних аварійно-відновних робіт (РНАВР) при різних НС.

Для реалізації цих планів виділяються наявні матеріально-технічні засоби. Плани ліквідації аварій та аварійно-відновних робіт повинні вводитися в дію відразу ж після отримання сигналу про НС, який поступає по радіо, телебаченню, іншими джерелами зв'язку.

Дуже важливим є оперативність і швидкість реагування на НС, оскільки при запізненні значно зростають розміри втрат та можливі жертви серед населення.

Велику роль у набутті навиків поведінки при НС має навчання населення з питань цивільного захисту. З цією метою регулярно проводяться лекції і заняття з ЦО з працівниками установ, організацій, підприємств. Основною метою таких занять є прищеплення навичок і вмінь практичного використання засобів індивідуального захисту, надання само- та взаємної допомоги при травмуваннях та пошкодженнях, поведінки при сигналах ЦО та інших важливих діях.

До комплексу заходів, що проводяться в масштабі держави і складають систему заходів захисту населення, відносяться: укриття населення в захисних спорудах, розосередження та відселення з районів лиха та можливих бойових дій, медичний захист, протирадіаційний, протихімічний захист, а також захист від біологічних засобів ураження [60].

Укриттю в захисних спорудах у надзвичайних ситуаціях підлягає усе населення. Фонд захисних споруд створюється шляхом обстеження і обліку підземних та надземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту населення.

Евакуація населення з небезпечних районів і зон (крім зон карантину) проводиться при загрозі життю та здоров'ю людей. Евакуаційні заходи передбачають завчасну розробку планів евакуації, підготовку зон і районів розташування для нормальної життєдіяльності евакуйованого населення; підготовку всіх видів транспорту; створення необхідних структур і органів

управління на період евакуації; проведення комплексу заходів для охорони громадського порядку і підтримання організованості серед населення [60].

Для виконання покладених завдань і функцій на формування ЦО у їх структурі створені такі служби і підрозділи: служба оповіщення і зв'язку, яка своєчасно інформує керівний склад, працівників і все населення про загрозу виникнення НС; медична служба, яка забезпечує комплектування і готовність медичних формувань; служба охорони громадського порядку; служба енергопостачання – забезпечує безперебійне постачання газу, тепла, електроенергії на об'єкти; аворійно-технічна служба – здійснює заходи по підвищенню стійкості інженерного обладнання, роботи по розбиранню завалів, локалізація аварій на комунальних об'єктах міста; служба сховищ і укриттів – забезпечує разом із транспортною службою евакуацію і укриття населення та участь в рятувальних роботах; служба матеріально-технічного постачання – своєчасно забезпечує формування ЦО всіма необхідними матеріально-технічними ресурсами.

Таким чином з проведеного аналізу стану охорони праці при вирощуванні кукурудзи видно, що всі заходи виконуються на задовільному рівні із незначним рівнем травмування і подразнення серед працівників.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень з кукурудзою гібриду Фотон в ТзОВ «Агро Радехів» Радехівського району Львівської області на темно-сірому опідзоленому ґрунті можна зробити наступні висновки:

1. Збільшення на фоні органічного рівня удобрення мінерального удобрення кукурудзи привело до збільшення вмісту лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію в ґрунті. Так, у варіанті за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною вміст лужногідролізованого азоту перед збиранням врожаю становив 118, рухомого фосфору 84 і обмінного калію 126 мг на 1 кг ґрунту.

2. Підвищені норми мінеральних добрив позитивно вплинули на проходження фаз вегетації кукурудзи. У варіанті досліду за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною фаза повної стиглості наступали на 4-5 діб пізніше в порівнянні з контролем, що відобразилось на більшій урожайності. Між рівнем органо-мінерального удобрення і тривалістю вегетації кукурудзи відмічено пряму залежність: чим вищий рівень органо-мінерального удобрення, тим довший період вегетації.

3. Проведеними дослідженнями встановлено, що найвищими рослинами 203 см були у варіанті п'ятому за внесення на фоні 20 т/га гною мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$.

4. За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною одержали найвищі показники структури врожаю кукурудзи: довжина качана – 20,5 см, діаметр качана – 4,8 см, кількість зерен в качані – 526 шт., маса 1000 зерен 382 г.

5. Найвищу урожайність кукурудзи, у середньому за 2 роки досліджень, одержали у варіанті досліду за норми мінерального удобрення $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною – 87,0 ц/га з приростом до контрольного варіанту 42,3 ц/га, або 94,6 %. Дещо нижчу урожайність з приростами до контролю

одержано на третьому і четвертому варіантах досліду 28,8 ц/га і 35,7 ц/га. У контрольному варіанті одержали найнижчу урожайність кукурудзи 44,7 ц/га.

6. Найвищий вміст білка в зерні кукурудзи 8,6 % одержали у варіанті за рівня мінерального удобрення в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною, а найнижчим він був на контролі і становив 7,1 %. Вміст крохмалю найвищий одержали у контрольному варіанті – 72,9 %, а найнижчий у варіанті за норми $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною – 70,2 %. Вміст жиру і клітковини 4,4 і 2,0% був найвищим на п'ятому варіанті досліду.

7. Найвищий чистий прибуток 33632 грн./га, рівень рентабельності 93,5 % та окупності 1 грн. затрат на добрива та їх внесення 3,3 грн. одержано за рівня мінерального удобрення $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною. У контрольному варіанті ці показники були найнижчими і становили 6737 грн. і 23,2 %. За розрахунками оцінки економічної ефективності удобрення кукурудзи встановлено, що окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення підвищується з підвищенням норм добрив до $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною.

За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{92}P_{76}K_{90}Mg_{30}$ на фоні 20 т/га гною одержали найвищу енергоємність урожаю 131683 МДж та коефіцієнт енергетичної ефективності 3,8.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За вирощування кукурудзи на зерно гібриду Фотон на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України після попередника пшениці озимої пропонуємо вносити азотні добрива у формі карбаміду в нормі N_{92} в передпосівну культивуацію. Фосфорні у формі гранульованого суперфосфату P_{57} і калійні у формі калімагнезії в нормі K_{90} вносити під основний обробіток ґрунту, а стартову дозу P_{19} при посіві. За такого внесення мінеральних добрив на фоні органічних добрив 20 т/га гною можна одержати високу урожайність 87,0 ц/га, підвищити якісні показники зерна кукурудзи гібриду Фотон і покращити агрохімічні властивості ґрунту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Андрущенко Г.О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів : „Вільна Україна”, 1970. 183 с.
2. Банников А.Г. та ин. Охрана природы. К. : Либідь. 1993. 302 с.
3. Білявський Г.О. та ін. Основи загальної екології. К. : Либідь, 1993. 302 с.
4. Бадагуев Б. Т. Охрана труда в сельском хозяйстве. М. : Альфа-Пресс, 2010. 424 с.
5. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Тучапський О., Коцюба А. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного університету. Агронімія.* №21. 2017. С. 48-51.
6. Бомба М.І. Кукурудза: загальні особливості технології у західному регіоні. *Агроном.* 2004. №4(6). С. 40-41.
7. Бомба М.Я., Бомба М.І. Використаймо кукурудзу сповна. *Пропозиція.* 2001. С.40-43.
8. Бурукова С.А. Охрана труда в сельском хозяйстве: учеб. пособие. К. : Выща школа, 1989. 255 с.
9. Бутко Д.А., Луценков В.Л., Лехман С.Д. Практикум з охорони праці. К. : Урожай, 1995. 144 с.
10. Генъ С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2011. № 1. С. 117–124.
11. Глушко Т.В. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від фону живлення та біостимуляторів. *Зрошуване землеробство.* 2011. Вип. 55. С. 264–274.
12. Гнатенко О.Ф. Вітвицький С.В., Капштик М.В., Петренко Л.Р. Ґрунтознавство з основами геології: навч. посіб. К. : Оранта. 2005. 648 с.
13. Городній М.М. та ін. Агрохімія: підручник. К. : ТоВ „Алефа”, 2003. 778 с.

14. Городній М.М., Лісовал А.П., Бикін А.П. та ін. ; за ред. М.М. Городнього. 2-ге вид. Агрохімічний аналіз : підручник. К. : Арістей, 2005. 476 с.
15. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. К. : ННЦ «ІАЕ», 2011. 400 с.
16. Господаренко Г. М. Система застосування добрив : навч. посіб. Київ : СІК ГРУП Україна, 2015. 332 с.
17. Гряник Г.М. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. К. : Урожай, 1989. 208 с.
18. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А.. Охорона праці. К. : Урожай, 1994. 272 с.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
20. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенка. К. : Дія. 2005. 288 с.
21. Довідник з охорони праці в сільському господарстві / Лехман С.Д., Целинський В.П., Козирев С.М. та ін.; за ред. С.Д. Лехмана. К. : Урожай, 1990. 400 с.
22. Дзюбецький Б.В., Писаренко В.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В. Морфологічні показники продукційного процесу та врожай насіння материнської форми гібрида кукурудзи Борисфен 433 МВ в умовах зрошення. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2000. № 14. С. 20-22.
23. Злобін Ю.А. Основи екології. К. : Лібра, 1998. 248 с.
24. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К. : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
25. Конарев Ф.Н. Охрана труда. М. : Колос, 1982. 315 с.
26. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. К.: Логос, 2005. 150 с.

27. Крамарев С.М., Скрипник Л.Н. Интенсивность поступления основных макроэлементов в растения кукурудзы в онтогенезе. *Агрoхимия*. 2002. №12. С.21-30.
28. Крамарев С.М., Скрипник Л.Н. Повышение содержания белка в зерне кукурудзы путем оптимизации азотного питания растений. *Кукурудза и сорго*. 2000. №1. С. 13-16.
29. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 42-49.
30. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. *Науковий вісник НУБІП України*. 2017. Вип. 269. Сер. Агрономія. С. 10-17.
31. Ківер В.Х., Галечко І.Д. Реакція гібридів кукурудзи на способи та строки внесення азотних добрив при різних рівнях мінерального живлення. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 8. С. 18-21.
32. Крамарьов С., Красенков С., Пащенко Ю., Коцюбан А., Підгорна Л., Шевченко В., Ісаєнко В., Андрієнко А. Урожайність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від рівня мінерального живлення в північному Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія*. 2009. №13. С. 306-320.
33. Крамарьов С.М., Красенков С.В., Пащенко Ю.М. Оптимизированная система удобрения гибридов кукурудзы разных групп спелости и их родительских форм в условиях степной зоны Украины. *Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування : зб. наукових праць Уманського державного аграрного університету*. К. 2008. С. 622-632.
34. Крамарев С.М., Якунин А.А., Коваленко В.Е. Дозы, строки, формы и внесения минеральных удобрений под кукурудзу при различной основной обработке обыкновенных черноземов. *Агрoхимия*. 1995. №2. С. 47-62.

35. Крамарев С.М., Макаренко И.В., Усенко Ю.И. Эффективность применения азотных удобрений в агроценозах кукурудзы. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2003. №2. С. 36-41.
36. Крамарев С.М., Шевченко В.Н. Припосевное внесение минеральных удобрений в посевах кукурудзы. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 1997. №4. С. 104-107.
37. Крикунов В.Г. Грунти і їх родючість. К. : Вища школа, 1993. 283 с.
38. Куценко О.М., Писаренко В.М. Агроєкологія: підручник. К. : Урожай, 1995. 256 с.
39. Лехман С.Д., Кубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. К. : Урожай, 1993. 270 с.
40. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : Українські технології, 2008. 312 с.
41. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
42. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Растр-7, 2021. 288 с.
43. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза. 2 вид. доп. і перероб. Львів : НВФ «Українські технології» 2003. 72 с.
44. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. №8 (279).
45. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Системи застосування добрив : підручник. К. : Вища шк., 2002. 317 с.
46. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. К. : 2001. 246 с.
47. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полюхович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 запитань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. / за ред. В.І. Лопушняка. Львів : Простір М, 2018. 488 с.

48. Маслак О. Переваги – за кукурудзою. *Пропозиція*. 2013. No 5 (215). С. 32-34.
49. Мокрієнко В.А. Мінеральне живлення рослин. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2008. №13-14. С. 6-7.
50. Фотон. Каталог. Кукурудза. [Електронний ресурс]. URL:
<https://www.syngenta.ua/product/seed/si-foton>
51. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 208 с.
52. Мілютенко Т. Б. Оптимізація поживного режиму ґрунту в агроценозі кукурудзи. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 2. С. 81-87.
53. Мілютенко Т. Б. Удобрення кукурудзи на зерно при вирощуванні на дерново-підзолистому ґрунті. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 39-43.
54. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. *Хімія. Агрохімія. Сервіс*. 2008. №13-14 (257-258). С. 6-7.
55. Мокрієнко В. А., Усатий Г. Ю. Особливості засвоєння поживних речовин гібридами кукурудзи. *Землеробство*. 2006. Вип. 78. С. 12-20.
56. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив строків сівби , густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31-38.
57. Надь Я. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.
58. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза; селекція та вирощування гібридів. Вінниця : Данилюк В. Г., 2011. 432 с.
59. Пащенко Ю.М., Пащенко Ю.М. Оптимізація мінерального удобрення різних біотипів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2007. №31. С. 125-131.

60. Пістун І.П., Березовецький А.П., Березовецький С.А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво) : навчальний посібник. Суми : ВТД „Університетська книга”, 2009. 368 с.
61. Піщенко В.Ф., Березовецький А.П., Ковальчук Ю.О. та ін. Аналіз виробничого травматизму: методичні рекомендації. Львів, 1998. 17 с.
62. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
63. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. К. : Форт, 2001. 384 с.
64. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України. К. : Основа, 2007. 184 с.
65. Практикум з охорони праці / за ред. І.П. Пістуна. Суми: Університетська книга, 2000. 207 с.
66. Присташ І.В. Урожайність і якість зерна кукурудзи залежно від системи удобрення на лучно-чорноземному ґрунті. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства Української акад. аграр. наук.* К. : ЕКМО, 2003. С. 58-63.
67. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. та ін. Агроєкологія. К. : Вища освіта, 2006. 671 с.
68. Сметанська І.М. Вплив мінерального живлення на продуктивність посівів кукурудзи. *Вісник аграрної науки.* 2000. № 1. С. 72-73.
69. Ступенко О.В. Вплив внесення соломи і сидератів на баланс азоту мінеральних добрив і продуктивність культур. *Вісн. аграр. науки.* 2005. №4(624). С. 23-26.
70. Телих К.М. Факторы, влияющие на урожайность зерна кукурузы. *Кормопроизводство.* 2002. № 5. С. 20-22.
71. Тимофійчук О. Вплив біостимуляторів росту рослин нового покоління на продуктивність кукурудзи на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія.* №16. 2012. С. 622-628.
72. Томашевський Д.Ф. Кукурудза. Київ : Урожай, 1970. 364 с.

73. Трубілов О.В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту і мінерального живлення. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 114-117.
74. Цыков В.С. Кукурудза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.
75. Чабан В. И. Влагозабеспеченность и урожайность кукурузы при внесении органических и минеральных удобрений. *Бюллетень Института кукурузы*. Днепропетровск, 1993. № 77. С. 82.
76. Якунін О. П., Заверталюк В. Ф. Продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку з густотою стояння рослин і рівнем мінерального живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. № 20. С. 48-49.
77. Bennetzen J. L., Hake C. Handbook of Maize: Its Biology. Springer Science Business Media, 2009. 146 p.
78. Corn History and How it Grows [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.garden.org/foodguide/browse/veggie/corn_getting_started/397.
79. Corn Technology [Електронний ресурс] / DuPont Launches Next Generation Technology to Accelerate Corn Research and Increase Productivity. – Режим доступу: <http://www.pioneer.com/home/site/about/news-media/media-kits/fast-corn-technology>.

ДОДАТКИ

Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно на площі 100 га
Урожайність з 1 га основної продукції 80 ц, побічної 400 ц

№ п/п	Назва робіт і	Одиниця виміру	Обсяг робіт		Склад агрегату		Обслуговуючий персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	
			фізичний, га	умовний еталонний, га	трактор, машина	сільськогосподарська машина	трактористів	інших працівників		трактористів	інших працівників
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Лущення стерні дисковими лущильниками на глибину 5-6 см в 2 сліди	га	200	43,2	МТЗ	ЛДГ-5	1	-	18,5	10,8	-
2	Навантаження органічних добрив на розкидачі	т	3000	81,0	МТЗ	ГЭ-0,8Б	1	-	420	7,1	-
3	Транспортування органічних добрив	т	3000	300	МТЗ	2ПТС-4М	1	-	40	75	-
4	Розкидання органічних добрив	га	100	182	МТЗ	Р0У-5	1	-	2,2	45,5	-
5	Оранка на зяб на глибину 25-28 см	га	100	146,6	Т-150 К	ПЛН-6-5	1	-	7,9	12,7	-
6	Непередбачені витрати	х	х	75,3	х	х	х	х	х	х	х
7	Разом за період основного обробітку ґрунту	х	х	828,1	х	х	х	х	х	х	х
8	Закриття вологи та шлейфування	га	100	12,6	Т-74	СП-11+ШБ-25	1	-	57	1,8	-
9	Підготовка і змішування мінеральних добрив	т	80	6,2	МТЗ-82	СЗУ-20	1	1	65	1,2	1,2
10	Транспортування мінеральних добрив до 5 км	т	80	18,7	МТЗ	2ПТС-4	1	-	22	3,6	-
11	Внесення мінеральних добрив	га	100	28,9	Т-150К	РУМ-8	1	-	40	2,5	-
12	Культивація з боронуванням на глибину 10-12 см	га	100	32	МТЗ	БЗСС-1,0 КПС-4	1	-	12,5	8,0	-
13	Навантаження насіння та нітрофоски (1,0 ц/га)	т	15	-	вручну		-	2	6	-	5,0
14	Завантаження насіння і добрив в сівалку	т	15	-	вручну		-	1	6	-	2,5
15	Сівба з внесенням добрив	га	100	32,2	МТЗ	СУПН-8	1	1	15,5	6,5	6,5
16	Непередбачені витрати	х	х	13,0	х	х	х	х	х	х	х
17	Разом за період підготовки ґрунту і посів	х	х	143,6	х	х	х	х	х	х	х
18	Приготування робочої рідини гербіцидів та транспортування робочої рідини до 5 км	т\км	30	3,5	МТЗ	АПЖ-12	1	1	42	0,7	0,7
19	Внесення гербіцидів суцільним способом	га	100	15,0	МТЗ	ОПШ-15	1	1	33	3,0	3,0
20	Розпушування міжрядь на глибину 10-12 см	га	100	28,0	МТЗ	КРН-5,6	1	-	18	5,6	-
21	Розпушування міжрядь на глибину 6-8 см	га	100	26,8	МТЗ	КРН-4,2	1	-	15	6,7	-
22	Непередбачені витрати	х	х	7,3	х	х	х	х	х	х	х
23	Разом за період догляду за посівами	х	х	80,6	х	х	х	х	х	х	х

Продовження дод. А

№ п/п	Розряди		Заграти праці, люд.-год.		Тарифна ставка, за 1 год., грн.		Тарифний фонд, грн.		Паливо		Авто-тран-спорт, т-км	Живе-тягло, к-дні	Електро-енергія, кВт-год.
	трак-тористів	інших працівників	тракто-ристів	інших працівників	тракто-ристів	інших працівників	тракто-ристів	інших працівників	на оди-ницю, кг	на весь обсяг, ц			
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
1	IУ	-	75,6	-	3,29	-	248,72	-	2,4	4,8	-	-	-
2	IУ	-	49,7	-	3,29	-	163,51	-	0,2	6,0	-	-	-
3	IУ	-	525	-	3,29	-	1727,25	-	1,2	36,0	-	-	-
4	IУ	-	318,5	-	3,29	-	1047,87	-	12,0	12,0	-	-	-
5	VI	-	88,9	-	4,39	-	390,27	-	14,1	14,1	-	-	-
6	x	x	105,7	-	x	x	357,76	-	x	7,3	-	-	-
7	x	x	1163,5	-	x	x	3935,38	-	x	80,2	-	-	-
8	IУ	-	12,6	-	3,29	-	41,45	-	1,1	1,1	-	-	-
9	IУ	III	8,4	8,4	3,29	2,27	27,64	19,07	1,0	0,8	-	-	-
10	III	-	25,2	-	2,93	-	73,84	-	1,25	1,0	-	-	-
11	У	-	17,5	-	3,78	-	66,15	-	3,0	3,0	-	-	-
12	IУ	-	56	-	3,29	-	184,24	-	3,8	3,8	-	-	-
13	-	III	-	35	-	2,27	-	79,45	-	-	-	-	-
14	-	III	-	17,5	-	2,27	-	39,73	-	-	-	-	-
15	У	III	45,5	45,5	3,78	2,27	171,99	103,28	3,4	3,4	-	-	-
16	x	x	16,5	10,6	x	x	56,53	24,15	x	1,3	-	-	-
17	x	x	181,7	117,0	x	x	621,84	265,68	x	14,4	-	-	-
18	У	IУ	4,9	4,9	3,78	2,55	18,52	12,50	1,2	0,4	-	-	-
19	VI	IУ	21,0	21,0	4,39	2,55	92,19	53,55	1,4	1,4	-	-	-
20	IУ	-	39,2	-	3,29	-	128,97	-	2,8	2,8	-	-	-
21	IУ	-	46,9	-	3,29	-	154,30	-	2,7	2,7	-	-	-
22	x	x	11,2	2,6	x	x	39,40	6,6	x	0,8	-	-	-
23	x	x	123,2	28,5	x	x	433,38	72,65	x	8,1	-	-	-

Продовження дод. А

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	Збирання кукурудзи на зерно	га	100	166,6	Т-74	Херсон-4	2	-	4,2	47,6	-
25	Транспортування качанів	т	500	129,2	МТЗ	2ПТС-4М	1	-	16	31,3	-
26	Транспортування подрібнених стебел	т	600	150	МТЗ	2ПТС-4М	1	-	16	37,5	-
27	Непередбачені витрати	х	х	44,6	х	х	х	х	х	х	х
28	Разом за період збирання врожаю	х	х	490,4	х	х	х	х	х	х	х
29	Всього по культурі	х	х	1542,7	х	х	х	х	х	х	х

Продовження дод. А

№ п/п	Розряди		Затрати праці, люд.-год.		Тарифна ставка, за 1 год., грн.		Тарифний фонд, грн.		Паливо		Авто-тран-спорт, т-км	Живе-тягло, к-дні	Електро-енергія, кВт-год.
	трак-тористів	інших праців-ників	тракто-ристів	інших праців-ників	тракто-ристів	інших праців-ників	тракто-ристів	інших праців-ників	на оди-ницю, кг	на весь обсяг, ц			
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
24	У	-	333,2	-	3,78	-	1259,50	-	14,5	14,5	-	-	-
25	ІУ	-	219,1	-	3,29	-	720,84	-	0,5	2,5	-	-	-
26	ІУ	-	262,5	-	3,29	-	863,63	-	0,5	3,0	-	-	-
27	х	х	81,5	х	х	х	284,40	х	х	2,0	-	-	-
28	х	х	977,8	х	х	х	3128,37	х	х	22,0	-	-	-
29	х	х	2446,2	145,5	х	х	8118,97	338,33	х	124,7	-	-	-

Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2020 рік

Таблиця 1 – Урожайність кукурудзи у 2020 році, ц/га

Варіант дослідження	Повторення				ΣV	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Контроль – без добрив	36,8	38,4	40,4	43,5	159,1	39,8
20 т/га гною – фон	43,1	45,2	46,6	48,8	183,7	45,9
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	47,2	49,2	50,6	52,5	199,5	49,9
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	51,1	53,4	55,2	57,4	217,1	54,3
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	55,4	57,2	60,1	61,2	233,9	58,5

Таблиця 2 – Результати дисперсійного аналізу (метод рендомізованих повторень)

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	F ₀₅
Загальна	907,99	19			
Повторень	84,40	3			
Варіантів	817,96	4	204,49	436,67	5,41
Залишок	5,62	12	0,47		3,26

$S_x = 0,5$ ц (помилка дослідження);

$S_d = 0,9$ ц (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 3,1$ ц;

$HP_{05} = 3,7$ %.

Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2021 рік

Таблиця 1 – Урожайність кукурудзи у 2021 році, ц/га

Варіант досліджу	Повторення				ΣV	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Контроль – без добрив	40,1	42,4	44,3	46,5	173,3	43,3
20 т/га гною – фон	53,1	55,2	57,6	59,8	225,7	56,4
фон + N ₄₆ P ₃₈ K ₃₀ Mg ₁₀	67,2	69,2	71,6	78,5	286,5	71,6
фон + N ₆₉ P ₅₇ K ₆₀ Mg ₂₀	72,1	76,4	79,2	84,6	312,3	78,1
фон + N ₉₂ P ₇₆ K ₉₀ Mg ₃₀	79,4	84,2	85,5	91,2	340,3	85,1

Таблиця 2 – Результати дисперсійного аналізу (метод рендомізованих повторень)

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	F ₀₅
Загальна	934,86	19			
Повторень	106,39	3			
Варіантів	823,73	4	205,93	522,32	5,41
Залишок	4,73	12	0,39		3,26

$S_x = 0,6$ ц (помилка досліджу);

$S_d = 0,8$ ц (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 3,4$ ц;

$HP_{05} = 4,2$ %.