

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Троценко В.І.

12.10. 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ

за спеціальністю 201 «Агрономія»

Виконав

Войтенко Д.А.

Група

АГР 2303-1 м

Науковий керівник

Захарченко Е.А.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ****Факультет агротехнологій та природокористування****Кафедра агротехнології та ґрунтознавства****Освітній ступінь – "Магістр"****Спеціальність – 201 "Агрономія"****"ЗАТВЕРДЖУЮ"****Завідувач кафедри****_____ В.І. Троценко****12.10. 2024р.****ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу****ВОЙТЕНКА ДМИТРА АНДРІЙОВИЧА**

1. Тема роботи *«Агроекологічна оцінка короткоротаційної сівозміни»*

Затверджено наказом по університету від 22.03.2024 р. №860/ос

2. Термін здачі закінченої роботи студентом на кафедру 13.12.2024.

3. Вихідні дані до роботи :

а) *місце проведення досліджень*: Сумська область, Роменський район, населений пункт: село Яганівка, ФГ «Агро Роман» (50.50458116333732, 33.55441200881121).

б) *методичне забезпечення досліджень*: 1. Методичні рекомендації про підготовку і захист кваліфікаційної роботи ОС "Магістр" за спеціальністю 201"Агрономія". 2. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. /В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е.Р. Ермантраут [та ін.]. К.: «Центр учбової літератури», 2013. 264 с. 3. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 316 с. 4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, 2023

- *схеми дослідю*: 2 сівозміни = а) соя-пшениця озима-кукурудза зерно-соняшник; б) кукурудза-пшениця озима-кукурудза-соняшник. Площа поля 90 га.

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі: розрахувати баланс гумусу в сівозмінах, оцінити водоспоживання культур, забур'яненість посівів соняшнику.

Керівник кваліфікаційної роботи: _____ Е.А. Захарченко

Завдання прийняв до виконання: _____ Д.А. Войтенко

Дата отримання завдання: 20.09.2023 р.

АНОТАЦІЯ

Войтенко Д.А.

Агроекологічна оцінка короткоротаційної сівозміни

Спеціальність 201 Агроніомія Ступінь вищої освіти – Магістр.

Заклад освіти Сумський національний аграрний університет.

Суми, 2024 р.

У кваліфікаційній роботі проведено еколого-агрохімічний аналіз ґрунту, що свідчить про добрі фізичні параметри ґрунту, низький вміст азоту, підвищений вміст фосфору, високий вміст калію і середній вміст мікроелементів в цілому. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунту поля – 50, агрохімічна – 58 балів.

Урожайність сільськогосподарських культур була в цілому вище в сівозміні, де попередником пшениці озимої була кукурудза на силос. Різниця в урожайності пшениці становила 15-20%.

Баланс гумусу в сівозмінах I є негативним.

Для створення бездефіцитного балансу потрібно внести як мінімум 2,03 т/га органіки в сівозміні I

Висновки. Баланс гумусу в сівозмінах I є негативним. Для створення бездефіцитного балансу потрібно внести як мінімум 2,03 т/га органіки в сівозміні I.

Ключові слова: баланс гумусу, водоспоживання культур, урожайність, забур'яненість.

ABSTRACT

Voitenko D.A.

Agroecological assessment of short crop rotation

Specialty 201 Agronomy Degree of higher education – Master.

Institute of Education Sumy National Agrarian University.

Sumy, 2024

In the qualification work, In the qualification work, an ecological and agrochemical analysis of the soil was carried out, which indicates good physical parameters of the soil, low nitrogen content, high phosphorus content, high potassium content and average content of trace elements in general. Ecological and agrochemical evaluation of the soil of the field – 50, agrochemical – 58 points.

The yield of agricultural crops was generally higher in the crop rotation, where the predecessor of winter wheat was corn for silage. The difference in wheat yield was 15-20%.

The balance of humus in crop rotations I is negative.

To create a deficit-free balance, it is necessary to apply at least 2.03 t/ha of organic matter in crop rotation I

Conclusions. The balance of humus in crop rotations I is negative. To create a deficit-free balance, it is necessary to apply at least 2.03 t/ha of organic matter in crop rotation I.

Key words: humus balance, crop water consumption, yield, weediness.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ЧЕРГУВАННЯ КУЛЬТУР В СІВОЗМІНАХ	10
1.1. Значимість сівозміни в сучасному землеробстві	10
1.2. Вплив попередника на забезпечення культури вологою та поживними елементами	14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Об'єкт та досліджень	18
2.2. Умови проведення досліджень	20
2.3. Методика проведення досліджень	21
РОЗДІЛ 3. АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СІВОЗМІН В УМОВАХ ФГ «АГРО РОМАН»	23
3.1. Еколого-агрохімічна оцінка поля	23
3.2. Урожайність сільськогосподарських культур в сівозмінах	25
3.3. Баланс гумусу в сівозмінах	26
3.3. Забур'яненість соняшнику в сівозмінах	
3.4. Водоспоживання культур в сівозмінах	
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Зі зміною клімату відбуваються відповідно й зміни у водоспоживанні – вологозабезпеченні рослини, тепловому та повітряному режимах, що відбивається також на пристосуванні рослин до створених умов. Роль сівозміни кардинально змінилася, фермери обирають сільськогосподарські культури, вирощування яких зараз у воєнних умовах принесуть найбільший прибуток. Для них важливо купити якісний посівний матеріал, спланувати систему захисту рослини, удобрення, хоча на останньому зараз якраз і економлять. Але все таки законами землеробства не треба нехтувати і потрібно враховувати фітосанітарний стан поля і майбутнє ґрунтового покриття.

Однією з головних задач створення агроекологічних раціональних сівозмін є підтримання балансу гумусу на нейтральному рівні, і, в кращому випадку, на позитивному рівні, що сприятиме оптимальному розвитку мікробіологічної активності, створенню агрономічно цінної структури ріллі, поповненню органічною речовиною ґрунту. Потрібно так планувати землеробство в господарстві, щоб створювався позитивний баланс поживних елементів та гумусу в сівозміні. Зменшення кількості чи маси рослинних решток, що залишаються на ґрунті і в ґрунті після основного обробітку ґрунту, призведе в кінцевому рахунку до деградаційних процесів [23].

Монокультура соняшнику та кукурудзи може негативно впливати на структуру ґрунту, водопроникність, вміст органічної речовини в цілому. Тому треба дбати і про майбутні покоління, а не про тимчасовий прибуток зараз та інтенсивну деградацію ґрунту. Площі кукурудзи останніми роками (до війни) постійно росли, але зміни в логістичних ланцюжках, проблем зі збутом привела до змін у структурі посівних площ. Під цією культурою площі скоротилися у 2024 році, така ж ситуація і з ячменем ярим і бачимо, що ціни піднялися на ці культури в кінці року.

В ФГ «Агро Роман» роками велася книга історії полів, проводилися спостереження і було помічено деякі погіршення в структурі ґрунту, відгуку на добрива. Було прийнято рішення розподілити поля навпіл, щоб дослідити два варіанти сівозмін, щоб продивитися ефективність чергування культур, спочатку, теоретичним розрахунком оцінити гумусний стан, а потім лабораторними аналізами на поживні елементи та рН, обґрунтувати доцільність разом з економічним поясненням. Тому тема є доволі актуальною як для фермерів, так і для науковців.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилося відповідно програми досліджень кафедри агротехнологій та ґрунтознавства СНАУ в межах НДР на тему: «Оцінка ефективності агротехнологічних заходів щодо оптимізації та екологізації основних ресурсів в органічному та інтенсивному землеробстві».

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – провести аналіз чергування сільськогосподарських культур в сівозміні в умовах ФГ «Агро Роман» Роменського району Сумської області.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

1. Обрахувати баланс гумусу в сівозмінах ФГ «Агро Роман».
2. Порахувати водоспоживання сільськогосподарських культур в сівозмінах.
3. Проаналізувати наявні результати агрохіманалізу поля.
4. Проаналізувати врожайність культур короткоротаційних сівозмін.

Методи досліджень. Під час написання дипломної роботи були використані різноманітні відомі методи. Основним методом це є загальнонауковий, а конкретніше це є емпіричний, так як на полях проводився експеримент з короткоротаційними сівозмінами, спостереження відбувалися на посівах соняшнику і, відповідно, проводився опис отриманих результатів. Для зведення в розділі потребувався метод аналізу та узагальнення з наступним поясненням та обґрунтуванням спостережень.

Науково-практичне значення одержаних результатів. Було продовжено спостереження за ефективністю чергування культур в сівозміні в чорноземній зоні Лісостепу з насиченням сівозміни такими рентабельними культурами як кукурудза на зерно, пшениця озима, соняшник та соя. Отриманий новий пул матеріалів щодо фітосанітарного стану посівів та розраховано баланс гумусу в сівозмінах, що є корисним як для ведення землеробства, так і для прогнозування в подальшому стану органічної речовини в ґрунті.

Апробація результатів роботи. Обґрунтування обраної теми дипломної роботи та основні моменти міркувань викладено в одній тезі Всеукраїнської конференції, що проведено Сумським національним аграрним університетом у листопаді 2024 року.

Войтенко Д. А. Агроекологічна оцінка сівозміни. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента – (18-22 листопада 2024 р.). – Суми, 2024. – С. 10.

Структура та обсяг роботи. Дипломну роботу викладено на 40 сторінках, що складається зі вступу, трьох розділів, висновків та додатків. Містить 4 рисунки та 7 таблиць. Список використаних джерел містить 41 джерело.

РОЗДІЛ 1

ОБГРУНТУВАННЯ ЧЕРГУВАННЯ КУЛЬТУР В СІВОЗМІНАХ

1.2. Значимість сівозміни в сучасному землеробстві

Основою сьогоденного суспільства є сільське господарство, яке підтримує і годує мільярди людей у всьому світі. Оскільки населення планети продовжує зростати (хоча в Україні навпаки), підтримка стабільного та безпечного постачання продовольства стає все більш важливою. Сільське господарство не лише відіграє фундаментальну роль у забезпеченні засобів до існування, але також сприяє економічному розвитку та створює робочі місця, що приносить користь мільйонам людей у всьому світі [33]. Ми бачимо, що в Україні аграрії в воєнний час дещо змінили площі під деякими культурами, що пов'язано із воєнними діями, змінами у транспортній логістиці, постачальників, тому всі зовнішні фактори впливають наразі на ціну продукту і обрання культури для вирощування на своїх площі. Часто законами землеробства нехтують, вводять монокультури, застосовуючи велику кількість хімікатів для запобігання спалахів захворювання та створення локальних вогнищ появи шкідників. Тому, соняшник, ріпак, пшениця, кукурудза, соя – залишаються найбільш пріоритетними в країні.

Всім відомо, що пшениця є найбільш відомою і найбільш вживаною сільськогосподарською культурою у світі, на рік десь споживається на людину більше аніж п'ятдесят кілограм зерна, це дані, що зібрані з ста двох країн [33].

Вирощування кукурудзи на силос можна розглядати з двох боків. Це кормова цінна культура, яка вирощується на полях господарств, де є тваринництво. З іншого боку, наразі відпрацьована методика отримання біогазу від силосної кукурудзи як моносировини або у поєднанні з курячим послідом чи свинячим гноєм. Звісно, щоб отримати якомога більше урожаю зеленої маси, треба вносити мінеральні добрива, підбирати гарні поля, гібриди і виконувати всі технологічні операції вчасно. Погодні умови можуть підвести, як це було у

2024 році, коли влітку кукурудза підсихала і у деяких рослин були опіки, листки скручувалися і краї були бурими. Так і порівняння урожайних даних фахівцями KWS [12]. показують, що у більш посушливий 2023 рік порівняно з менш посушливим 2023 роком відбувається зниження долі качану у силосі та врожайність сухої речовини на тридцять-тридцять один відсоток, до того ж і відсоток крохмалю знижується аж удвічі. І треба констатувати, що площі під кукурудзою на силос у 2024 році є найменшими в Україні, за статистикою, з 2017 року йде постійно падіння площ, хоча у 2020 році була спроба вийти з цього піке.

Як і для інших культур, при плануванні вирощуванні кукурудзи на силос потрібно підібрати правильний гібрид для конкретних ґрунтово-кліматичних умов, врахувати показник ФАО, продумати систему удобрення, захисту [29]. Чого потрібно контролювати саме захист, і також наявність полютантів в деяких регіонах у ґрунтах – бо силос буде йти в харчування тваринам, потім ланцюжок йде далі – до столу людини і тут треба контролювати ГДК забруднювачів та залишків пестицидів. Зараз дуже актуальним є використанням біопрепаратів при вирощуванні кукурудзи на силос та зелений корм, особливо в країнах Західної Європи.

Американські вчені зазначають, що через зміну клімату відмічаються спалахи розмноження інфекції, що викликані аскоміцетними грибами, які викликають ураження вуха або гнилі стебла та хвороби листя (такі як плямистість) [31]. Коли силосна кукурудза зібрана й заражена, то може спостерігатися накопичення мікотоксинів, особливо коли силос не щільно складували. Підкреслюється значущість селекції гібридів кукурудзи, що будуть стійкими до такого сценарію і акцентується увага на підбір фунгіцидів, раціональної дати сівби та норми висіву. Монокультура можлива, але за обґрунтованої системи захисту.

За останні сто років спостерігалось помітне збільшення кількості та інтенсивності кліматичних явищ, які спричиняють надзвичайні реакції в

наземних екосистемах [41]. Глобальна зміна клімату є основною причиною абіотичного та біотичного тиску. Ці наслідки негативно впливають на сільськогосподарське виробництво та ставлять під загрозу стале сільське господарство. Зміни клімату, які тривають, почастишали екстремальні погодні явища. Це загрожує виживанню та розвитку рослин. Екстремальні умови, такі як посуха, холод або висока солоність ґрунту, перешкоджають росту рослин і вимагають певних адаптивних здібностей. Ці абіотичні стреси, спричинені зміною клімату, зокрема посуха, екстремальні температури, циклони та повені, впливають на морфологічні, фізіологічні, біохімічні та метаболічні характеристики рослин. Це відбувається за допомогою різних механізмів і шляхів. У підсумку вони пригнічують ріст, розвиток і продуктивність рослин. Важливим є комплексний підхід щодо технології вирощування з підбором попередника, раціональних систем удобрення та захисту, якісним посівним матеріалом.

В тих господарствах, де обирають в якості обробітку ноу-тіл або мінімальний обробіток ґрунту, роль сівозміни є найбільш ваговою. Залишення рослинних решток на полі дозволяє повільніше вивільняти поживні речовини шляхом розкладання рослинного матеріалу, а також впливає на фізичні властивості. Впливаючи на структуру ґрунту, інфільтрацію води, здатність до утримання, аерацію та розвиток коренів, а також доступність поживних речовин і мікробну активність, органічна речовина, що надходить і залишається на поверхні, сприяє стабільності агрегатів. В регіонах тропічних, де відбувається інтенсивна і швидка мінералізація органічної речовини, в сівозміні включають і покривні культури, які допомагатимуть боротися з сегетальною рослинністю, вкриватимуть поверхню ґрунту, сприяючи покращенню хімічних, фізичних та біологічних властивостей [30].

У публікації Молдаван з колегами [37] з колегами зазначається про посилення деградації ґрунтів, що охоплює третину наявних с.-г. угідь світу. З деградаційних процесів здебільшого це вітрова та водна ерозія і, відповідно,

дегуміфікація. Вже за статистикою відмічається, що на відновлення пошкоджених ерозією ґрунтів підуть сотні років. Але ситуація з деградацією погіршується, тому так швидко її не зупинити, тому все це відіб'ється потім на зниженні врожайності та ліміт харчів для населення планети. Дослідники вказують на проблеми з чергуванням культур не тільки в Україні, а й інших країнах. Скажімо так, що той же самий підбір с.-г. культур, інтенсивні технології спричинили розвиток деградаційних процесів. Це наслідки так званої зеленої революції, наслідки якої ми бачимо своїми очима зараз. Викорчовування лісів, переорювання перелогів, освоєння площ з піщаними та супіщаними ґрунтами, відмова від тваринництва і, відповідно, від вирощування багаторічних трав та сидератів, дуже несприятливо відбивається на накопиченні органічної речовини і функціонуванні ґрунтового біому. Якщо вирощувати ті самі культури, то бактерії і віруси, що викликають хвороби, набувають резистентності. Це також відноситься і до бур'янів. Погано діє гербіцид – то буде більше доза або буде новий гербіцид, більш токсичний, застосований на полі. Та сама тенденція і для боротьби з шкідниками культурних рослин. Також часто монокультури приводять до погіршення структури ґрунту, фізичних параметрів ґрунту, і часточки ґрунту більш не стійкі і можуть змиватися або переноситися вітром. Тому, згідно стратегії ФАО щодо подальшого землекористування потрібно повертатися до створення біорізноманіття, регенеративного землеробства, бо саме один і той же лімітований набір с.-г. культур, що на наших полях відноситься наразі до одного з п'ятьох суттєвих факторів зниження біорізноманіття [32].

Також Kaloterakis та ін. [34] відмічають негативну тенденцію частого повертання на полі пшениці озимої, вони наголошують, що обов'язково пшеницю чергувати з незерною культурою, бо підвищується ризик інфекції, що передаються через ґрунт, що в деяких випадках знижує врожайність майже удвічі. Зазначається, що ріпак є добрим попередником для озимини, але треба досліджувати проходження взаємодії між попередником та мікробіотою в

верхньому шарі ґрунту, бо ці механізми ще не повністю вивчені. Пшениця озима виділяє багато асимільованого вуглецю через кореневу систему і це може як стимулювати діяльність паразитів, так і просто бути джерелом для мікробіоти. Внаслідок посилення ферментативної та, в цілому, біологічної активності ґрунту, може спостерігатися підвищення рівня поглинання поживних елементів рослинами, що, в підсумку, буде впливати на охоплення кореневої системою рослини ґрунтової маси і поглинанню води та нутрієнтів.

1.2. Вплив попередника на забезпечення культури вологою та поживними елементами

Як зазначає Віталій Пічура з авторами публікації [40], «сівозміни — це практика, спрямована на підвищення стійкості ґрунтових систем до абіотичних і біотичних стресів у зоні дефіциту вологи». За даними супутникових знімків вчені оцінювали індекс NDVI, забезпеченість вологою посіви пшениці озимої. Було відзначено, що всім відомий попередник озимини підтвердив найкращий рейтинг серед інших попередників, і його включення в сівозміну впливало на стабілізацію параметрів родючості, зниженню рівня забруднення і зростанню прибутку. Водний баланс був більш позитивним саме під горохом порівняно з такими попередниками як ячмінь та соняшник, вегетація проходила у 1,6 та 1,7 рази швидше відповідно. Запаси вологи в метровому шарі під горохом були більша на двадцять відсотків порівняно з іншими попередниками.

Також доведено значущий вплив попередника і на богарних землях Узбекистану, бобові культури однозначно є кращим попередником для пшениці озимої, тут був використаний нут [38]. Це дослідження показало, що впровадження диверсифікованих систем сівозміни, які включають бобові, може вирішити обмеження виробництва, з якими стикається територія; запровадження ресурсозберігаючих і ґрунтозахисних технологій у сільському господарстві підтримує біологічне життя в ґрунті. Ґрунтова флора і фауна підвищують продуктивність землі шляхом розкладання рослинних залишків і

покращення родючості ґрунту, обміну поживними речовинами, структури ґрунту, водопоглинання, утримання вологи та аерації ґрунту [35]. Ці прийоми позитивно впливають на ґрунтове середовище та допомагають позбутися шкідників та хвороботворних організмів. Але Нурбеков підкреслює, що значення сівозміни пересікається зі значенням обробітку ґрунту, їх вплив посилюється і це треба враховувати.

У статті Ліщук з співпвторами [36] зазначається про ризик розмноженні інвазійної флори в посівах сільськогосподарських культур і зниження їх конкурентоспроможності з більш агресивними рослинами, що швидко набувають наземної маси. Якість с.-г. продукції також знижується при цьому, тобто створюються так звані екологічні ризики, погіршується фітосанітарний стан. Тому потрібно періодично проводити і агрохімічне обстеження полів, і облік бур'янів, визначення переважаючих хвороб, чисельність шкідників в часі та просторі для своєчасного реагування, прогнозу та планування відповідних заходів.

Кириленко та ін. [14] стверджують, потенціал гібридів та сортів можна повністю реалізувати при виконанні технологічний прийомів згідно законам землеробства і при виконанні всіх запланованих технологічних операцій вчасно. Також селекціонери нарікають на якість посівмат, бо багато на ринку з'являється фальсифікату. Метеорологічні та інші фактори також впливають на якість насіння, ведення селекційних посівів. Роль попередника також не остання для отримання якісного насіння. Проведені досліді в умовах Миронівського інституту пшениці показують, що серед шости вивчених сортів пшениці озимої активність наклёвування насінини у відсотковому відношенні (60% випадків) було вище за попередника соняшник, а не соя. Різні сорти за різних строків висіву по-різному реагували на фактор попередника.

Панченко та ін. [39], провівши дослідження у Правобережному Лісостепу БНАУ винайшли, що в різних сівозмінах накопичується різний запас

продуктивної вологи, що й впливало на продуктивність пшениці озимої. Там, де більше просапних культур, то витрати вологи найбільші.

Тараріко Ю. та ін. [25] підводили підсумки вивчення продуктивності сівозмін, дослідження яких тривали з 1962 року. Було ґрунтовно оцінено чергування культур в шістнадцяти сівозмінах. Вчені підсумовують негативні наслідки зменшення внесення органічних добрив на площі ріллі і також говорять про зменшення вмісту гумусу з часом. Роль попередника також підкреслюють і особливо в плані залишання мульчі на поверхні ґрунту. Важливо прораховувати баланс гумусу для правильного обґрунтування сівозмін.

Кудря та ін. [15] протягом своїх досліджень встановили, що за сприятливих умов зволоження соя на зелений корм давала більший приріст врожаю, аніж кукурудза на силос, різниця майже в півтонни в умовах чорнозему типового Харківського району. А от за середніх та несприятливих умовах за зволоження, враховуючи НР05, між цими попередниками не встановлено різниці.

Гангур В.В. та Котляр Я.О. [5] при проведенні досліджень в Полтавській області також зауважують на роль гороху як попередника пшениці озимої, не рекомендують сіяти пшеницю по пшениці. Обираючи чорний пар, більше накопичується вологи аніж за розміщення пшениці після еспарцету. Але по впливу на урожайність, використання еспарцету на один укіс буде практично дорівнювати попереднику горох.

Цимбал Я.С. в тезах конференції зазначає [28], що раціональна сівозміна повинна базуватися на наступних стовпах:

I. Найкращий, науково обґрунтований вибір найкращих парів або попередників культур.

II. Поєднання одновидових культур із допустимою періодичністю повернення на одне й те ж поле з урахуванням напрямку галузі господарства, погодних умов та переважаючих ґрунтових підтипів.

III. Чергування сільськогосподарських культур має бути теоретичним базисом планування сівозміни, оскільки суцільний спосіб вирощування зернових колосових, зернобобових культур, та і система удобрення повинні бути спрямовані на збереження родючості ґрунту та екологічного стану довкілля. Біологічний потенціал сільськогосподарської продуктивності та збереження родючості ґрунту найкраще реалізується в умовах плодозміни.

Кіріяк Ю. [13] у своїй кандидатській дисертації підкреслює, що попередники впливають не тільки на водний режим ґрунту, але й на поживний режим, на кількість поживних елементів, що буде доступно або не доступно для наступної культури.

В останні роки кількість публікацій щодо впливу попередників в сівозмінах зменшилася. Причина в тому, що аграрії обрали свій набір культур і працюють з ними. Але час минає і деградаційні процеси все більше проявляються, тому інтерес у деяких знову вертається, все більше питань і тому потрібно проводити нові дослідження з використанням нової ґрунтообробної техніки, інтенсивними сортами.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт та досліджень

Об'єкт дослідження – культури короткоротаційних сівозмін, баланс гумусу.

Предмет дослідження – забезпечення культур вологою, урожайність культур сівозмін.

При вирощуванні кукурудзи на зерно в господарстві використовували ДКС 3730 з ФАО 280, який характеризується виробником як такий, що швидко віддає вологу при дозріванні, має потужну кореневу систему [9]. Яка бачимо з рис. 2.1, в Сумському районі у 2023 році отримано максимальний врожай в 12,3 т/га, але зерно було вологе, що потребувало сушіння. Виробник рекомендує використовувати даний гібрид в умовах середнього та високого забезпечення поживними елементами, хоча і на пісках він дає доволі добрий результат. Гібрид і зернового, і силосного спрямування, сіяти вже можна при досяганні середньодобової постійної температури не менше восьми градусів. Прайс від 3140 грн. за мішок 22 кг. Занесений у реєстрі сортів України з 2016 року.

ФГ «Агро Роман» співпрацює з колегами «по цеху», а це ФГ «Кривоzub» в с. Яганівка, які мають 700 корів та 100 свиней, і поруч розташованому землями СП «Альянс» в с. Яснопільщина, тому залежно від попиту кукурудза вирощується на силос і постачається до тваринницьких відділів даних господарств як кооперація.

Соя РЖТ САЛЬСА, що вирощувався в господарстві, введений у реєстр у 2021 році. Вегетаційний період у середньому становить від сто двох до ста вісімнадцяти діб, це середньорання група, напівдетермінантний, уміст білку може сягати до сорока чотирьох відсотків [22, 24].

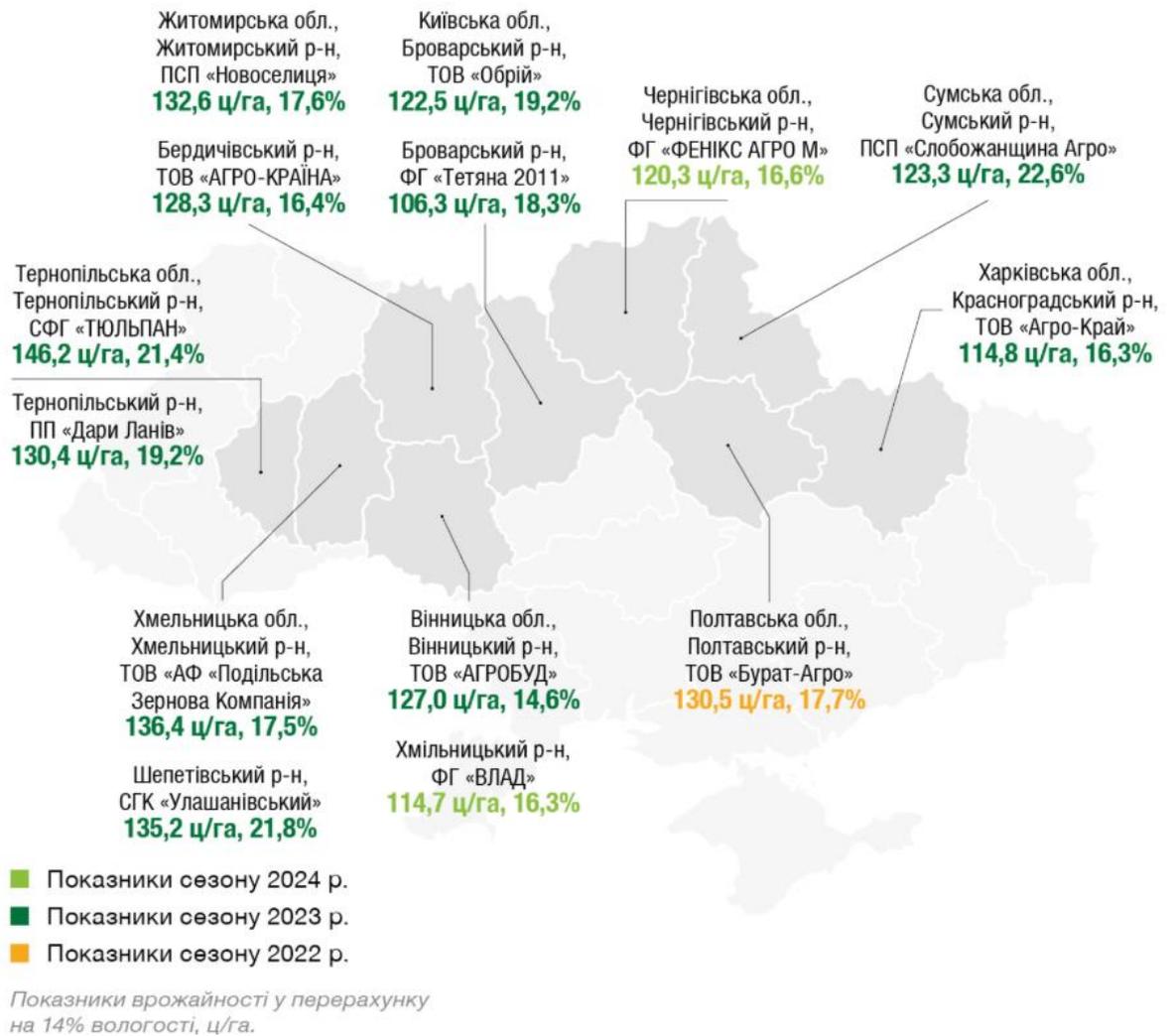


Рис. 2.1. Результати демо-посівів від Dekalb (ДКС 3730)

На ринку за насіннєвий матеріал сої РЖТ САЛЬСА становить 35 тис. грн. за тонну на сайті Growex. Рекомендується висівати у нормі шістьсот п'ятдесят насінин на гектар.

З соняшнику використовувався ранньостиглий гібрид Азимут (вегетаційний період сто чотири – сто дев'ять діб), який був введений в реєстр сортів України з дві тисячі вісімнадцятого року [1]. Уміст олії може доходити до п'ятдесяти одного відсотка, це особливість цього гібриду. Стійкий до ламання, до хвороб, але також не рекомендується використовувати за низького агрофону. Ціна на посівний матеріал коливається на разі 3950-4400 грн.

Соя культурна

РЖТ САЛЬСА новинка

Сорт поєднує стабільно високі врожаї з високим вмістом протеїну.

 Оригіатор РАЖТ 2н, Франція	 Рік занесення в Державний реєстр сортів, придатних для поширення в Україні - 2021 р.
 Тип росту Напівдетермінантний (напівобмежений)	 Група стиглості Суперранній
 Веgetаційний період 95-100 днів	 Висота рослин Середньорослий (70,7-90,0 см)
 Кількість накопичених одиниць тепла 2400 СНУ	 Забарвлення насінини Жовте
 Висота прикріплення першого бобу 11,0-14,1 см	 Забарвлення рубчика Жовте
 Маса 1000 насінин (за стандартної вологості 14%) 158,5-176,3 г	 Норма висіву при ширині міжрядь 18 см - 650 тис. схожих насінин/га при ширині міжрядь 35 см 620 тис. схожих насінин/га
 Стойкість до, бал вилягання - 8,3 осипання - 8,3 посухи - 8,7	 Стойкість до хвороб, бал пероноспороз - 7,7 аскохітоз - 8,7; бактеріоз - 8,0; септоріоз - 8,3; фузаріоз - 8,7
 Вміст білка 39,1-41,6 %	 Напрямок використання Кормовий і продовольчий
 Вміст олії 20,6-22,2 %	 Потенційна урожайність 50-55,0 ц/га
 Рекомендовані зони вирощування Полісся, Лісостепова і Степова зони України	 Урожайність в господарствах Європейського Союзу 2019 р. - 41,3 ц/га 2021 р. - 38,1 ц/га (демо)



Рис. 2.2. Опис сорту сої від Growex

Від виробника Лімагрейн господарство закупило сорт пшениці озимої Колонія. Ціна ринку наразі 12500-15000 грн. за тону посівмат. Це середньоранній сорт, який рекомендується вирощувати в зоні Лісостепу та Полісся. Сорт внесений до реєстру в 2013 році (Німеччина), так що добре відомий аграріям, бо потенціал до тринадцяти тон з гектару.

2.2. Умови проведення досліджень

Площі ФГ «Агро Роман» знаходяться на території Сумської області, Роменський район (в минулому Липоводолинський, населений пункт: село Яганівка (50.50458116333732, 33.55441200881121). Це територія характеризується плато, але часто пересічене балками, ярами, річковими долинами та їх притоками. На супутниковому знімку видно, що на полі є прояви розвитку ерозійного процесу, наявний ухил на полі в бік балково-

яружної мережі на півдні (рис. 2.3). Середина поля дещо підвищена, а по краях є пониження, в верхній частині поля декілька замкнених блюдець.

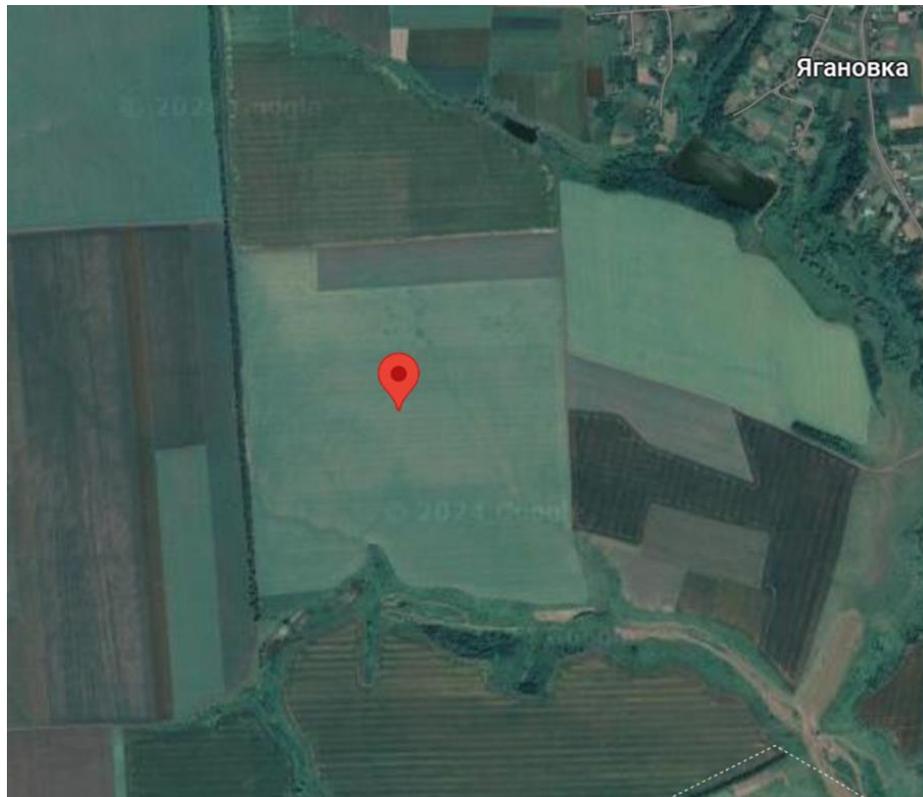


Рис. 2.3. Розташування поля в ФГ «Агро Роман»

Кількість опадів з початку року 515 мм, температура сягала рекордів в літній період, на поверхні ґрунту утворювалися тріщини. Період перезимівлі пшениці озимої характеризувався м'якою зимою, але швидко набуття високої температури навесні і потім бездощовий період привів до більш швидкого дозрівання зерна і дещо меншої висоти рослини.

2.3. Методика проведення досліджень

В господарстві з 2021 року досліджуються два варіанта сівозміни, які відрізняються попередником пшениці озимої – це соя в сівозміні I та кукурудза на силос в сівозміні II. Загальна площа поля 108 га, яке поділене було в 2021 році на два попередника

Таблиця 2.1

Схема досліду

<i>Рік</i>	<i>Культури сівозміни I</i>	<i>Культури сівозміни II</i>
2021	Соя	Кукурудза на силос
2022	Пшениця озима	Пшениця озима
2023	Кукурудза на зерно	Кукурудза на зерно
2024	Соняшник	Соняшник

Урожайність визначалася методом прямого комбайнування. Запаси продуктивної вологи визначалася як початковий етап визначенням польової вологості термогравіметричним методом шляхом відбору ґрунту пошарово до глибини один метр, подальшим сушінням згідно ДСТУ, зважуванням та розрахунком. Забур'яненість в посівах соняшнику у 2024 році оцінювали шляхом обрахунку чисельності бур'янів на площі 0,25 м².

РОЗДІЛ 3

АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СІВОЗМІН В УМОВАХ ФГ «АГРО РОМАН»

3.1. Еколого-агрохімічна оцінка поля

Аналіз ґрунту проводився в 2021 році ще в працюючій Сумській філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів».

В таблиці 3.1 представлено агрохімічний паспорт поля з більш уніфікованими показниками на даний час. Залишки пестицидів в ґрунті за звичай визначається Інститутом охорони ґрунтів, а це дихлордифенілтрихлоретан та його метаболіти, гексахлоран (сума ізомерів). У 2021 році таких залишків не виявлено. Ґрунт не засолений, має нейтральну реакцію ґрунтового середовища. Фізичної глини 40,1%, а це означає згідно класифікації Качинського, що на полі суглинок середній і серед фракцій фізичної глини переважає мул. Щільність ґрунту $1,14 \text{ г/см}^3$ знаходиться в межах оптимального для верхнього шару чорнозему типового. Водні, кислотні-основні характеристики також оптимальні. Вміст гумусу 4,83%, і це малогумусний вид чорнозему. Уміст азоту низький (входить в градацію 100-150 мг/кг ґрунту), уміст рухомого фосфору підвищений (входить в градацію 100-150 мг/кг ґрунту), уміст калію високий (входить в градацію 120-180 мг/кг ґрунту), що зумовлено і природним джерелом калію – материнською породою – лесом, що має калій в силікатних мінералах та породах. Уміст сірки підвищений, уміст бору дуже високий, молібдену - середній, марганцю – низький, кобальту – дуже високий, міді – низький та цинку - дуже низький.

Виходячи з таких даних, можемо констатувати, що вирощування сільськогосподарських культур потребують систематичного удобрення, значну увагу треба приділяти азотним добривом і в разі економії та воєнного стану, фосфор і калію за градації високий та підвищений вміст можна вносити під час сівби комплексним добривом [6].

Таблиця 3.1

Агрохімічний паспорт поля ФГ «Агро Роман»

Показники стану ґрунту	Методи визначення	Середньозважені величини за 2021 рік
<i>Гранулометричний склад ґрунту:</i>		
Фізична глина, %	За Качинським	40.1
Мул, %	За Качинським	24.4
<i>Щільність ґрунту, г/см³</i>		1,14
<i>Максимально можливий запас продуктивної вологи в 0-100 см, мм</i>	за Йовенко Н.Т.	170
<i>Кислотність, мг-екв/100 г:</i>		
• Гідролітична	За Каппеном	0.8
• рН сольовий	ЦИНАО	6.7
<i>Сума увібраних основ (Са+Mg), мг - екв/100 г</i>	За Каппеном	32.2
<i>Тип засолення</i>		відсутнє
<i>Вміст у ґрунті:</i>		
• гумусу, %;	За Тюрніним	4.83
<i>елементів живлення (мг/кг ґрунту):</i>		
• азоту, що легко гідролізується	За Корнфілдом	147
• сірки	ЦИНАО	8.0
<i>рухомих сполук (мг/кг ґрунту):</i>		
• фосфору	За Чириковим	144
• калію	За Чириковим	148
<i>Рухомих форм (мг/кг ґрунту):</i>		
• бору	по Бергера-Труога ЦИНАО	1.32
• молібдену	по Гріггу ЦИНАО	0.08
• марганцю	АА спектрофотометрії	6.8
• кобальту	АА спектрофотометрії	0.24
• міді	АА спектрофотометрії	0.12
• цинку	АА спектрофотометрії	0.33
• кадмію	АА спектрофотометрії	0.07
• свинцю	АА спектрофотометрії	0.56
• ртуті		0.00
<i>Залишки пестицидів мг/кг ґрунту:</i>		
дихлордифенілтрихлоретан і його метаболіти	ТШХ	Не виявл
гексахлоран (сума ізомерів)	ТШХ	Не виявл
інші		
<i>Щільність забруднення, Кі/км²:</i>		
• цезієм-137	Радіометрія	0.12
• стронцієм-90	ЦИНАО	0.013
Агрохімічна оцінка, в балах		58
Еколого - агрохімічна оцінка, в балах		50

Що стосується забезпечення мікроелементами. Якщо усереднити градації мікроелементів і спроектувати на урожайність зернових колосових,

зернобобових, кукурудзи та соняшнику, то в середньому по полю це середній вміст з лімітом цинку, марганцю та міді. За звичай дефіцит міді спостерігається на більш кислих й заболочених ґрунтах, кукурудза та пшениця можуть відчувати нестачу цього елемента і проявляти ознаки фізичного голодування, бо саме оптимальний вміст міді сприяє нормальному проходженню процесів метаболізму у рослинах, допомагає фіксувати молекулярний азот з атмосфери. Також мідь часто вносять з метою посилення стресостійкості рослин до контрастного перепаду температур, до заморозків чи до дуже жаркої погоди, суховіїв, а також часто препарати з міддю мають фунгіцидні властивості і використовуються достатньо часто в садівництві. Для просапних можна додавати хелатні форми мікродобрив у позакореневі підживлення чи додавати у посівний матеріал.

Мідь впливає на фіксацію молекулярного азоту — активує процеси зв'язування атмосферного азоту та на метаболізм рослин. Підвищує стійкість рослин до високих і низьких температур, та до грибкових і бактеріальних захворювань; сприяє стійкості рослин до вилягання.

3.2. Урожайність сільськогосподарських культур в сівозмінах

В таблиці 3.2 наведено урожайність культур сівозмін I та II.

Таблиця 3.2

Урожайність с.-г. культур в сівозмінах

Сівозміна I		Сівозміна II	
Культура	Урожайність, т/га	Культура	Урожайність, т/га
Соя	2,1	Кукурудза на зерно	37,0
Пшениця озима	5,7	Пшениця озима	6,86
Кукурудза на зерно	8,5	Кукурудза на зерно	8,55
Соняшник	3,4	Соняшник	3,46

Як бачимо з таблиці, рівень врожайності культур знаходиться на середньому рівні як для Сумської області. Урожайність пшениці озимої після сої сформувала 5,7 т/га в I сівозміні, а в II сівозміні 6,86 т/га. Незначно підвищується урожайність кукурудзи на зерно і соняшнику в II сівозміні. Такий відгук пшениці на попередники пересікається з даними деяких вчених. Так, Артеменко [2] наголошує, що соя як попередник для пшениці озимої дещо гірше, ніж горох, але краще, ніж кукурудза на зелений корм чи силос. Вчений каже, що внесення азоту після бобового попередника рекомендується, якщо тільки в ґрунті визначено низький вміст легкогідролізованого азоту. Також говориться й про те, що більше ніж двадцять кілограм на гектар вносити не доцільно. Неоднозначно про сою як попередник відгукуються в статті Лихочвора та ін. [16]. Акцентується на тому, що соя збирається пізно і під нею зберігається менше продуктивної вологи, ніж під такими попередниками як горох і зелений корм. І урожайність пшениці була отримана менше саме під соєю порівняно з іншими попередниками. Також можливою причиною певного зниження врожайності пшениці може бути явище алелопатії, бо також Артеменко [2] зазначає, що енергія проростання після кукурудзи виходила на дев'яносто п'ять відсотків, а після сої на п'ятнадцять, пророщували на субстраті з решток культур лабораторним шляхом.

3.2. Баланс гумусу в сівозмінах

Науковці кафедри агротехнологій та ґрунтознавства тривало досліджували баланс гумусу в різних сівозмінах та розроблювали моделі оцінки ефективності добрив, структур сівозмін. Харченко О.В. та ін. [17, 26] підкреслювали, що для стабільного розвитку землеробства потрібно дотримуватися раціонального співвідношення культур в сівозміні згідно законам землеробства, біологічним особливостям. Орендарі часто не думають про майбутнє ґрунту, а просто його виснажують. Пропозиція вчених була такою, щоб при оренді вписувати в документацію за раніше обговорену

сівозміну, або прикладати аналіз ґрунту і після збігання терміну використання, знову повторно зробити аналіз і за погіршення параметрів родючості стягувати штраф. Можливо тоді орендарі будуть дбайливо ставитися до ґрунту як незамінного ресурсу для більшості сільськогосподарських культур, садів та парків. Потрібно не стільки забезпечити підвищення продуктивності за рахунок виснаження ґрунту, природних запасів, а і поповнення вмісту поживних елементів в ґрунті і стабілізацію вмісту органічної речовини в ґрунті. Харченко підкреслює в своїх роботах, урожайність культури в сівозміні залежить від її відсотки площ в сівозміні і впливає цілісно на продуктивність всієї сівозміни [19].

Баланс гумусу ділять на три типи – це позитивний, негативний та нейтральний чи бездефіцитний [3, 10]. В основному на полях сучасної України спостерігається негативний чи бездефіцитний. Але там, де вносяться органічні добрива, залишається гарна мульча на поверхні поля, особливо після колосових та кукурудзи, то можна спостерігати плюсові значення [18].

Раціональні сівозміни є основною ланкою землеробства і формують стале землеробство, сталу продовольчу безпеку [20]. Різні культури допомагають формувати біорізноманіття не тільки відносно флори, але і фауни, що допомагає отримувати баланс в цьому антропогенному світі. При плануванні того чи іншого попередника планують систему удобрення, способи та терміни обробітку ґрунту, систему захисту. Якщо будуть проводиться технологічні операції без врахування попередника і без врахування майбутньої на полі культури, то скоріш за все таке відношення призведе до засміченості полів, їх занедбаності, низької віддачі [27]. Колообіг елементів живлення повинен бути компенсованим, так краще буде функціонувати сівозміна. Різні культури мають різні кореневі системи як по масі, так і по структурі, по охопленню ґрунтової маси; вони можуть підтягувати поживні елементи з більш глибоких шарів і залишати після себе також рештки, які будуть розкладатися і макро- мезо- і

мікроелементи знову ввійдуть в колообіг [7]. У таблиці 3.3-3.4 представлено результати розрахунку балансу гумусу в сівозмінах I та II.

Баланс гумусу був оцінений за кількістю решток, що залишається на полі у вигляді соломи, стебел, обгорток, качанів і також кореневої системи за відповідними рівняннями регресії. При обчисленні балансу гумусу в полі кожної культури враховується коефіцієнт гуміфікації та мінералізації [11].

Як бачимо з таблиці 3.2, під кукурудзою та пшеницею озимою створюється позитивний баланс гумусу, що саме через добру врожайність культур і залишення решток на полі. Під соєю та соняшником створюється негативний баланс, більш негативний саме під соєю. При розрахунку балансу гумусу в цілій короткоротаційній сівозміні I нами встановлено негативний баланс $-0,11$ т/га. Треба відмітити, що залежно від гібриду кукурудзи, може формуватися різне співвідношення наземної та підземної маси рослинних решток, що буде прямо впливати на процеси гуміфікації та мінералізації [21].

В польовій сівозміні II відбулася заміна сої на кукурудзу (табл. 3.3). Позитивний баланс також отримано в полі з кукурудзою на зерно та пшеницею озимою. Якщо порівнювати баланс під кукурудзою на силос та соняшником, то він дуже схожий, різниці в $0,04$ т/га. При розрахунку балансу гумусу в сівозміні II ситуація з балансом гумусу краще $+0,08$ – це є бездефіцитний баланс гумусу.

При розрахунку для створення бездефіцитного балансу гумусу в сівозміні I потрібно забезпечити ще надходження $2,03$ т/га органічних добрив чи їх альтернативи. Можна в сівозміні за сприятливих умов використати сидерати, які мають перевідний коефіцієнт $0,25$, тому десь 4 тони заробленої сидеральної маси допоможе створити бездефіцитний баланс гумусу. Або можна використати підстилковий гній, що є в сусідньому господарстві.

Таблиця 3.3

Баланс гумусу в I польовій сівозміні

№ поля	Культура	Урожайність основної продукції, ц/га	Кількість рослинних решток, т/га			Кількість внесених органічних добрив, т/га	Коефіцієнт гуміфікації (К)	Утворилося, т/га			Кількість гумусу, який мінералізувався, т/га	Баланс гумусу (+/-), т/га
			Поверхневих решток	корневих решток	всього			З рослинних решток	Органічних добрив	Всього		
I сівозміна												
1	Соя	21,10	0,89	1,65	2,54	-	0,21	0,53	-	0,53	1,5	-0,97
2	Озима пшениця	57,2	3,18	5,06	8,24	-	0,25	2,06	-	2,06	1,35	+0,71
3	Кукурудза	85,0	1,86	7,7	9,56	-	0,20	1,91	-	1,91	1,56	+0,35
4	Соняшник	34,0	1,71	4,43	6,14	-	0,14	0,86	-	0,86	1,39	-0,53
										∑5,36	∑5,8	

Бг I сівозміни, т/га = $(5,36-5,8):4 = -0,11$ т/га.

Таблиця 3.4

Баланс гумусу в II польовій сівозміні

№ поля	Культура	Урожайність основної продукції, ц/га	Кількість рослинних решток, т/га			Кількість внесених органічних добрив, т/га	Коефіцієнт гуміфікації (К)	Утворилося, т/га			Кількість гумусу, який мінералізувався, т/га	Баланс гумусу (+-), т/га
			Поверхневих решток	кореневих решток	всього			З рослинних решток	Органічних добрив	Всього		
I сівозміна												
1	Кукурудза на силос	370,0	0,79	5,05	5,84	-	0,17	0,99	-	0,99	1,47	-0,48
2	Озима пшениця	68,6	3,54	5,87	9,41	-	0,25	2,35	-	2,35	1,35	1,0
3	Кукурудза	85,5	1,87	7,81	9,68	-	0,20	1,94		1,94	1,56	0,38
4	Соняшник	34,6	1,73	4,50	6,23	-	0,14	0,87		0,87	1,39	-0,52
										∑6,12	∑5,77	

Бг II сівозміни, т/га = (6,12-5,77):4 = -0,08 т/га.

В сівозміні II дефіцит органіки становить 1,48 т/га, тому знову ми можемо запропонувати внесення підстилкового гною в цій нормі як мінімум, або використання сидеральної маси 2,44 т.

Також було пораховано коефіцієнт водоспоживання, що представлено в таблицях 3.5 та 3,6.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Агрохімічний аналіз ґрунту, що проведений у довоєнний 2021 рік, свідчить про добрі фізичні параметри ґрунту, низький вміст азоту, підвищений вміст фосфору, високий вміст калію і середній вміст мікроелементів в цілому. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунту поля – 50, агрохімічна – 58 балів.
2. Урожайність сільськогосподарських культур була в цілому вище в сівозміні II, де попередником пшениці озимої була кукурудза на силос. Різниця в урожайності пшениці становила 15-20%.
3. Баланс гумусу в сівозмінах I та II є негативним, але не критично = - 0,11 та 0,08 т/га.
4. Для створення бездефіцитного балансу потрібно внести як мінімум 2,03 т/га органіки в сівозміні I та 1,48 т/га в сівозміні II.

Пропозиції

В умовах ФГ «Агро Роман», на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому на лесі, для створення бездефіцитного балансу гумусу в короткоротаційних сівозмінах з чергуванням культур соя/кукурудза на силос – пшениця озима – кукурудза на зерно – соняшник, рекомендується внести органічні добрива (підстилковий гній) або використати сидерати чи додатково соломі бобових чи зернових культур. Надавати пріоритет кукурудзі на силос як більш доброму попереднику для пшениці озимої. Для запобігання проявів фізичного голодування пропонується застосувати при вирощуванні сільськогосподарських культур внесення добрив, що містять мідь, молібден та цинк (останній особливо при вирощуванні кукурудзи).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Азимут. URL: <https://bit.ly/4giWThF>
2. Артеменко С. Соя як один із попередників під озиму пшеницю. Пропозиція. 13.08.2013. URL: <https://bit.ly/3ZBib2U>
3. Балюк С. А., Греков В. О., Лісовий М. В., Комариста А. В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління Харків: КП Міська друкарня, 2011. 30 с.
4. Гамаюнова В.В., Литовченко А.О. Особливості водоспоживання пшениці озимої залежно від сортів, місця в сівозміні та удобрення в південному Степу України. Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету. 2017. Вип. 2(44). С. 17-21.
5. Гангур В. В., Котляр Я. О. Вплив попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 122-127.
6. Греков В. О., Панасенко В. М., Осередько Н. М. [та ін.]. Рекомендації з охорони і збереження родючості ґрунтів. К.: Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів «Центрдержродючість», 2009. 44 с.
7. Ґрунтознавство /За ред. Д.Г. Тихоненка. К.: Вища освіта, 2005. С. 131-133.
8. Демчук Н. Особливості вирощування ярих зернових в умовах посухи у Південному та Східному регіонах. SuperAgronom.com. 1 березня 2021. URL: <https://bit.ly/3ZGsgvv>
9. ДКС 3730. URL: <https://www.dekalb.ua/katalog-produkcii/kukurudza/dks3730>
10. Заришняк А. С., Балюк С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин у ґрунтах України. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 1. С. 28-32.
11. Захарченко Е. А. Ґрунтознавство з основами геології. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи по темі «Розрахунок балансу гумусу в ґрунтах сівозмін» для студентів 2 курсу денної та заочної форми навчання

- ОС Бакалавр спеціальності 201 Агрономія. Суми : Сумський національний аграрний університет, 2024. 27 с.
- 12.Каламбет В. «Зелені» жнива 2024. Результати й перспективи. URL: <https://bit.ly/3VKfM4R>
 - 13.Кіріяк Ю. П. Дисертація продуктивність сортів пшениці озимої залежно від агротехнологічних чинників за умов змін клімату в південному Степу України 06.01.09. «Рослинництво» «Аграрні науки і продовольство» Миколаїв – 2019.
 - 14.Кириленко В. В., Судденко Ю. М., Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Мурашко Л. А., Лось Р. М., Замліла Н. П., Сабадин В. Я. Вплив попередників і строків сівби на посівні якості насіння у північно-східній частині Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 174-182.
 - 15.Кудря С. І., Ключко М. К., Кудря Н. А., Вологозабезпеченість і урожайність пшениці озимої залежно від попередника. *Вісник аграрної науки*. 2007. Вип. 11. С. 23-26.
 - 16.Лихочвор В. В., Іванюк В. Я., Панасюк Р. М. Чому соя – не найкращий попередник під озиму пшеницю. 05.07.2024. URL: <https://bit.ly/3VJZ9WM>
 - 17.Методологічні аспекти еколого-економічного обґрунтування рівнів урожайності сільськогосподарських культур до проектів землеустрою /за ред. д. с.-г. н. О.В. Харченка. Суми: Університетська книга, 2013. 50 с.
 - 18.Оцінка балансу гумусу та біогенних елементів у проектованій сівозміні. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-23-1.html>
 - 19.Прогноз і програмування врожаїв сільськогосподарських культур : навчальний посібник / За ред. О.В. Харченка. Суми: ФОП Цьома С.П., 2020. 94 с.
 - 20.Примак І. Д., Панченко О. Б., Войтовик М. В., Ображій С. В., Панченко І. А. Баланс гумусу в короткоротаційній сівозміні Правобережного Лісостепу України залежно від систем удобрення чорнозему типового. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 151–159.

21. Рихлівський І. П., Вахняк В. С., Бурдига В. М., Строяновський В. С. Вплив скоростиглості гібридів кукурудзи на морфологічні показники і продуктивність в умовах НВЦ „Поділля”. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип. 26. С. 157-174.
22. РЖТ Сальса (Перша репродукція). Growex. URL: <https://bit.ly/3VKfStf>
23. Савчук О. І., Приймачук Т. Ю., Дребот О. В., Цуман Н. В., Ільїнський Ю. М. Агроекологічна оцінка короткоротаційної сівозміни на дерново-підзолистому ґрунті. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1(1). С. 118-126.
24. Соя. Proseed. URL: <https://bit.ly/3P11r02>
25. Тараріко Ю., Кудря С., Лукашук В. Вплив змінних гідротермічних умов на поживний режим чорнозему типового та ефективність побічної продукції як добрива. *Вісник аграрної науки*. 2021. №8 (821). С. 64-72.
26. Харченко О. В., Міщенко Ю. Г., Масик І. М., Прасол В. І., Давиденко Г. А. Агроекономічне та екологічне оцінювання сівозміни : наукове видання. Суми : Мрія, 2015. 70 с.
27. Хромяк В. М., Наливайко В. В., Будков С. П. [та ін.]. Баланс гумусу й поживних речовин у ґрунтах Луганської області та шляхи подолання дефіциту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Вип. 88. Харків: ННЦ “ІГА ім. О.Н. Соколовського”. 2019. С. 101-105.
28. Цимбал Я. С. Сівозміна – основа землеробства. принципи побудови науково обґрунтованих сівозмін. Інноваційні технології в рослинництві: Всеукраїнська наукова інтернет-конференція. (25 травня 2022 р.). С. 171-173.
29. Як збільшити врожайність кукурудзи на силос в 2024. 2024-01-03. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/kak-uvlichit-urozhaynost-kukuruzy-na-silos>
30. Alves M. S. S., Nascimento N. M., Pereira L. A. F. M., Barbosa T. A., Martins da Costa C. H., Guimarães T. M., Bezerra A. C. T., Machado D. L. Long-term effect of crop succession systems on soil chemical and physical attributes and soybean yield. *Plants*. 2024. V. 13(16). 2217.

- 31.Harkirat K. Enhancing yield and quality in silage and grain corn through improved understanding of plant-pathogen interactions: a dissertation submitted to Michigan State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Crop and Soil Sciences- Doctor of Philosophy 2024. URL: <https://bit.ly/49IpaU>
- 32.EU (2020) EU biodiversity strategy for 2030: Bringing nature back into our lives. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels. 20.5.2020. 380 Final. URL: <https://bit.ly/3P3cLsI>
- 33.Jouini O., Aoueilyne M.O.-E., Sethom K., Yazidi A. Wheat leaf disease detection: a lightweight approach with shallow CNN based feature refinement. *AgriEngineering*. 2024. V. 6(3): 2001-2022.
- 34.Kaloterakis N., Rashtbari M., Razavi B. S., Braun-Kiewnick A., Giongo A., Smalla K., Kummer C., Kummer S., Reichel R., Brüggemann N. Preceding crop legacy modulates the early growth of winter wheat by influencing root growth dynamics, rhizosphere processes, and microbial interactions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2024. Vol. 191. 109343.
- 35.Lin R., Chen C. Tillage, crop rotation, and nitrogen management strategies for wheat in central Montana. *Agronomy Journal*. 2014. V. 106. P. 475–485.
- 36.Lishchuk A. M., Parfenyk A. I., Karachinska N. V., Topchii N.M. Environmental risks in agrophytocoenoses under the influence of segetal phytobiota. *Environmental & Socio-economic Studies*. March 2024. Vol. 12(1). <https://doi.org/10.2478/environ-2024-0003>
- 37.Moldavan L., Pimenowa O., Wasilewski M., Wasilewska N. Crop rotation management in the context of sustainable development of agriculture in ukraine. 2024. *Agriculture*. V. 14(6). P. 934.
- 38.Nurbekov A., Kosimov M., Islamov S., Khaitov B., Qodirova D., Yuldasheva Z., Khudayqulov J., Ergasheva K., Nurbekova R. No-till, crop residue

- management and winter wheat-based crop rotation strategies under rainfed environment. *Front. Agron.* 2024. V. 6. 1453976.
- 39.Panchenko O., Melnyk V., Zhovtun M. Change of available soil moisture reserves in agrocenoses of winter wheat in short rotation crop rotations. *Scientific Reports of NULES of Ukraine.* 2024. 0(3/109). [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3\(109\).2024.023](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.023)
- 40.Pichura V., Potravka L., Domaratskiy Y., Nikonchuk N., Samoilenko M. The Impact of pre-crops on the formation of water balance in winter wheat agrocenosis and soil moisture in the Steppe zone. *Journal of Ecological Engineering.* 2024. V. 25(3). P. 253–271.
- 41.Zafar S., Shah A. A., Ashraf M. A., Rasheed R., Muddasar M., Khan I. M., Bilal M., Iqbal R. Plant growth under extreme climatic conditions. *In: Fahad, S., Saud, S., Nawaz, T., Gu, L., Ahmad, M., Zhou, R. (eds). Environment, climate, plant and vegetation growth, 2024. Springer, Cham. P. 133–178.*

ДОДАТКИ