

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 - «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
к. с.-г. н., доц. Олександр МИЦІК

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА «ЯЛИНІВСЬКЕ 2007» ЖИТОМИРСЬКОГО
РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач _____ Артем ГУЛАК

Керівник
кваліфікаційної роботи:
к. с.-г. н., доцент _____ Олександр ГАВРЮШЕНКО

м. Дніпро - 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра загального землеробства та ґрунтознавства
Спеціальність 201 - «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства
к. с.-г. н., доц. Олександр МИЦИК

« ___ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Гулаку Артему

1. Тема роботи: Вплив систем удобрення на продуктивність конюшини
лучної в умовах фермерського господарства «Ялинівське 2007»
Житомирського району Житомирської області.

2. Термін подачі здобувачем завершеної роботи на кафедру:

« ___ » _____ .20__ р.

3. Вихідні дані для роботи:

с.-г. підприємство: фермерське господарство «Ялинівське 2007»
Житомирського району Житомирської області.

❖ сільськогосподарська культура – конюшина лучна.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

- вивчити вплив різних систем удобрення на врожайність зеленої маси конюшини лучної;
- визначити зміни хімічного складу та кормової цінності зеленої маси залежно від застосованих систем удобрення та рівнів кислотності ґрунту;
- оцінити економічну ефективність застосування різних варіантів удобрення у технології вирощування конюшини лучної в умовах фермерського господарства.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

- Морфологічна будова конюшини лучної;
- Біологічні особливості конюшини лучної
- Характеристика режиму зволоження;
- Роль системи удобрення на симбіотичну азотфіксацію бобових трав;
- Вплив систем добрива на врожайність зеленої маси конюшини сорту Акцент;
- Визначення економічного ефекту від упровадження систем удобрення

6. Дата видачі завдання: «_____» _____ .20__ р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Олександр ГАВРЮШЕНКО

Завдання прийняв до виконання _____ Артем ГУЛАК

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Огляд літератури	21.10.2024 р.	<i>виконано</i>
2	Умови проведення досліджень	22.11.2024 р.	<i>виконано</i>
3	Експериментальна частина	18.08.2025 р.	<i>виконано</i>
4	Економіка. Охорона праці в господарстві	23.11.2025 р.	<i>виконано</i>
5	Оформлення роботи, висновки й пропозиції виробництву	28.11.2025 р.	<i>виконано</i>

Здобувач _____ Артем ГУЛАК

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Олександр ГАВРЮШЕНКО

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Народногосподарське та екологічне значення конюшини лучної	8
1.2. Біологічні особливості конюшини лучної	11
1.3. Роль системи удобрення на симбіотичну азотфіксацію бобових трав	17
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1. Природно-організаційна характеристика господарства	22
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	67
ДОДАТКИ	69

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: Вплив систем удобрення на продуктивність конюшини лучної в умовах фермерського господарства «Ялинівське 2007» Житомирського району Житомирської області.

Об'єкти вивчення: агроценози конюшини лучної, вирощувані за різних систем удобрення (органічної, мінеральної та органо-мінеральної) в умовах фермерського господарства.

Предмет досліджень: продуктивність конюшини лучної, особливості її росту та розвитку, інтенсивність симбіотичної азотфіксації, хімічний склад зеленої маси та елементи живлення, що виносяться рослинами за різних варіантів удобрення і кислотності ґрунту.

Задачі досліджень: вивчити вплив різних систем удобрення на врожайність зеленої маси конюшини лучної; визначити зміни хімічного складу та кормової цінності зеленої маси залежно від застосованих систем удобрення та рівнів кислотності ґрунту; оцінити економічну ефективність застосування різних варіантів удобрення й вапнування у технології вирощування конюшини лучної в умовах фермерського господарства.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести основних розділів, підсумкових висновків та рекомендацій для виробничої практики, а також списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 72 сторінки друкованого тексту й містить 11 таблиць та 10 ілюстративних матеріалів.

За підсумками вивчення систем удобрення конюшини лучної в умовах фермерського господарства «Ялинівське 2007» на дерново-підзолистих легкосуглинистих ґрунтах було визначено ефективність двох органо-мінеральних схем із різним рівнем забезпечення елементами живлення. Для господарства із обмеженими ресурсами оптимальним виявилось застосування зменшеної норми органічних добрив – близько 20 т/га гною (орієнтовно 4,5 т/га в перерахунку на сівозмінну площу) у поєднанні з мінеральним удобренням у дозах, еквівалентних $N_{75}P_{80}K_{80}$.

Ключові слова: Конюшина лучна; системи удобрення; органо-мінеральне удобрення; біологічні препарати; азотфіксація; бульбочкові бактерії; урожайність зеленої маси; кормова цінність; протеїн.

ВСТУП

Вирощування багаторічних бобових трав на орних землях відіграє ключову роль у формуванні повноцінної кормової бази для тваринництва, забезпечуючи господарства високобілковими кормами. Одночасно такі культури є важливим чинником поліпшення родючості ґрунтів, оскільки сприяють нагромадженню органічної речовини та біологічного азоту. У зоні Полісся, зокрема в Житомирському районі, провідною бобовою кормовою культурою є конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.). Її сумішки із злаковими травами широко застосовують для заготівлі силосу, сінажу та сіна, що становить основу раціонів у місцевому тваринництві. Конюшина лучна відзначається високою поживною цінністю: у 100 кг зеленої маси міститься понад 19,85 кормових одиниць і близько 2,96 кг перетравного протеїну, що робить її цінним компонентом багаторічних травостоїв [1-12].

За сприятливих умов функціонування симбіотичної азотофіксації рослини конюшини можуть накопичувати від 88,2 до 176,8 кг/га біологічного азоту. Після розорювання багаторічних бобово-злакових трав до ґрунту надходить значна кількість органічних решток і азоту, що допомагає компенсувати втрати гумусу, оптимізувати співвідношення між мінеральними та біологічними формами азоту в сівозміні та зменшити ризики екологічних втрат цього елемента через денітрифікацію та вимивання [9-13].

Одним із основних чинників, що обмежує продуктивність бобових культур у Поліссі, є підвищена кислотність ґрунтового середовища. Для дерново-підзолистих та легкосуглинистих ґрунтів Житомирської області характерні значні площі із заниженими показниками рН, а також недостатнім забезпеченням рухомими формами фосфору й калію. У структурі сільськогосподарських угідь регіону значну частку займають площі під багаторічними травами, що підкреслює їхню важливість для кормовиробництва. Саме тому застосування систем удобрення, спрямованих

на нейтралізацію кислотності та підвищення забезпеченості елементами живлення, є критично важливим для стабільної продуктивності конюшини лучної.

У багатьох наукових дослідженнях підкреслюється, що застосування вапнування, а також фосфорних і калійних добрив істотно підсилює симбіотичну активність конюшини лучної та сприяє формуванню більш продуктивного травостою. Н низка робіт доводить, що в довготривалих польових випробуваннях найвищу врожайність кормових культур забезпечують саме органо-мінеральні системи удобрення. Накопичене в результаті тривалого внесення органічних і мінеральних добрив ґрунтове родючість характеризується вираженням післядією, що перевищує ефект, отриманий за використання лише мінеральних форм поживних речовин [6].

Водночас слід зазначити, що більшість досліджень розглядали окремі варіанти удобрення – органічні, мінеральні чи органо-мінеральні системи – без комплексного поєднання їх з вапнуванням. Саме підвищена кислотність ґрунтів дерново-підзолистого типу, поширених на Поліссі, є одним з основних чинників, що стримує продуктивність конюшини лучної та інших кормових культур у даній ґрунтово-кліматичній зоні.

Тому сьогодні зростає потреба в поглиблених дослідженнях, присвячених ефективному поєднанню мінеральних, органічних добрив та вапнування у зерно-трав'яних сівозмінах, а також в оцінці їх тривалого післядії. Особливо актуальним є подальше вивчення впливу різних систем удобрення на інтенсивність симбіотичної азотофіксації конюшини та масштаби збагачення ґрунту біологічним азотом у господарських умовах Полісся, зокрема на полях фермерського господарства «Ялинівське 2007».

Уперше в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся, на дерново-підзолистому легкосуглинистому слабокислому ґрунті фермерського господарства «Ялинівське 2007», встановлено, що застосування органічної, мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення, забезпечує додаткове підвищення врожайності зеленої маси конюшини лучної на 5,34–12,82%.

З'ясовано, що за впливом на продуктивність конюшини органічна система удобрення (внесення гною ВРХ у занятому пару в нормі близько 20 т/га) практично не поступалася мінеральній системі з підвищеним фоном живлення, еквівалентним дозам $N_{90}P_{80}K_{80}$. Відзначено, що максимальна врожайність за три роки досліджень – у межах 20-35 т/га зеленої маси – формувалася за умов поєданого внесення 20 т/га гною з повною нормою мінеральних добрив на фоні нейтралізації кислотності ґрунту.

Встановлено, що органо-мінеральні системи удобрення забезпечували стабільно високий вміст сирого протеїну – від 14,3 до 18,8% у абсолютно сухій речовині. Уточнено показники питомого виносу елементів живлення однією тонною сухої речовини конюшини лучної: азоту – 22,4–28,4 кг, P_2O_5 – 6,64–7,11 кг, K_2O – 27,8 кг, CaO – 16,74 кг, MgO – 4,67 кг; мікроелементів: Zn – 25,48 г, Mn – 37,9 г, Co – 0,028–0,037 г.

Уперше для умов зерно-трав'яного сівозміну Полісся встановлено, що найбільше накопичення підземної кореневої органічної маси та азоту в кореневих залишках спостерігається за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення на вапнованому фоні. Максимальна маса підземних корневих решток сягала 10,56 т/га сухої речовини, при цьому загальне накопичення азоту становило 192,54 кг/га, з яких 175,31 кг/га – це біологічно фіксований азот. Найвищі показники отримано за одночасного застосування повних доз органічних і мінеральних добрив.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Народногосподарське та екологічне значення конюшини лучної

Дерново-підзолисті ґрунти, які формуються за промивного водного режиму, потребують систематичного поліпшення родючості. Це особливо важливо для забезпечення тваринництва якісними високобілковими кормами, що є пріоритетним напрямом аграрного виробництва в зоні Полісся. Одним із найефективніших способів зміцнення кормової бази та водночас підвищення родючості ґрунтів є розширення площ під багаторічними бобовими культурами, насамперед під конюшиною лучною, яка традиційно вважається базовою кормовою рослиною для регіону.

Завдяки здатності до симбіотичної азотофіксації та морфологічним перевагам – високій облиственості, добре розвиненому стеблу, формуванню численних бокових пагонів і невибагливості до освітлення – конюшина лучна має вагомe кормове й ґрунтоутворювальне значення. Наукові джерела вказують, що за належного рівня агротехніки культура здатна формувати понад 48,8 т/га зеленої маси за вегетацію, до 9,55 т/га сіна та до 0,38 т/га насіння. Тому її широко застосовують на зелену підгодівлю, у сінокосах та пасовищах, а також для заготівлі сінажу, силосу, трав'яного борошна, гранул і брикетів [3-8].

Конюшина лучна вирізняється високим показником кормової цінності. Зокрема, у 100 кг зеленої маси міститься понад 19,8 кормових одиниць та близько 2,98 кг білка, а 100 кг сіна забезпечують понад 48,8 кормові одиниці й більш як 7,96 кг протеїну. У кожній кормовій одиниці конюшини міститься до 168,7 г перетравного протеїну, а за вмістом низки незамінних амінокислот – цистину, триптофану, лейцину – вона перевищує кукурудзу та овес у 1,48–2,33 рази. Використання конюшини у раціонах великої рогатої худоби сприяє підвищенню надоїв, що пов'язано зі значним умістом у рослині каротину, вітамінів С, D, E, K та групи В, а також мікроелементів [9-17].

Вирощування конюшини лучної суттєво впливає на підтримання та підвищення родючості ґрунтів. Її коренева система сприяє накопиченню органічної речовини, покращенню структури, збагаченню ґрунту біологічним азотом і мобілізації фосфору та калію із глибших шарів. Дослідження, проведені в умовах Полісся та близьких за характеристиками територій, засвідчують, що включення конюшини першого та другого року використання до сівозмін на рівні 35–48% забезпечує стабільний баланс гумусу й сприяє підвищенню продуктивності культур наступної ланки сівозміни. Так, за даними наукових спостережень, заорювання 5,12–8,42 т/га сухої маси конюшини сприяє утворенню 1,08–1,67 т/га гумусу, що позитивно позначається на врожайності пшениці та ячменю як наступних культур.

Важливим аспектом є здатність конюшини лучної накопичувати не лише азот, а й інші елементи живлення – фосфор, калій, кальцій, магній – завдяки добре розвиненій стрижневій кореневій системі, яка здатна поглинати поживні речовини з глибших горизонтів. Це підсилює ґрунтоутворювальні функції культури та сприяє формуванню довготривалого позитивного впливу на родючість у сівозмінних ланках [6-8].

У польових дослідженнях, проведених на дерново-підзолистих суглиннистих ґрунтах, встановлено, що навіть за значної частки бобових трав у структурі сівозміни можливе зниження вмісту рухомих форм фосфору та калію. Так, за три цикли сівозміни загальною тривалістю 12 років концентрація P_2O_5 і K_2O у ґрунті істотно зменшувалася внаслідок їхнього активного винесення урожаєм, передусім зеленою масою бобово-злакових травостоїв. Ця закономірність підтверджує, що інтенсивне використання багаторічних бобових культур потребує періодичного поповнення запасів елементів живлення для запобігання виснаженню ґрунтів [5-15].

Незважаючи на це, включення конюшини лучної в сівозміну суттєво скорочує потребу в мінеральних добривах, насамперед азотних, для наступних культур. Завдяки активній симбіотичній азотофіксації зменшується обсяг внесення азотних добрив без втрати врожайності та якості

товарної продукції. За даними наукових джерел, економія азоту за рахунок використання конюшини може становити від 58 до 207 кг/га на рік, а економія енергоресурсів – від 4,8 до 17,6 ГДж/га.

На сірому лісовому важкосуглинистому ґрунті включення конюшини лучної у структуру сівозміни на рівні 22,5–38,5% сприяло помітному збільшенню виходу обмінної енергії з гектара та зростанню збору перетравного протеїну на 0,22–0,25 т/га. У варіантах без участі конюшини ці показники були нижчими на 12,3–15,6%. Аналогічно, у дослідженнях на дерново-перегнійно-підзолистих ґрунтах вирощування ячменю після конюшини забезпечувало врожайність на рівні 2,18 т/га навіть без внесення добрив, що свідчить про значний післядіючий ефект бобових трав [9-16].

У довготривалих дослідках встановлено, що після пласта бобових трав формується стабільно висока врожайність озимої пшениці, зокрема на рівні 3,87–4,68 т/га зерна при достатньому вмісті протеїну, що підтверджує високу цінність конюшини як попередника у зерно-трав'яних сівозмінах. У більшості випадків включення конюшини – як чистих посівів, так і у складі сумішок із злаковими – сприяє підвищенню продуктивності наступних культур навіть без застосування добрив.

Посіви конюшини лучної також створюють несприятливі умови для розвитку бур'янів і патогенної мікрофлори. Після багаторічних травостоїв у ґрунті зменшується запас насіння бур'янів, а фітосанітарний стан поля суттєво покращується. Крім того, бобові травосуміші ефективно запобігають водній та вітровій ерозії й зменшують вимивання нітратів і калію у періоди інтенсивного опадання та сніготанення. Завдяки розвиненій кореневій системі конюшина сприяє закріпленню елементів живлення в кореневмісному шарі, що підвищує екологічну стійкість агроecosystem.

У підсумку, біологічні особливості конюшини лучної – здатність до фіксації азоту, поліпшення ґрунтових властивостей, накопичення органічної речовини та стабілізації агроландшафтів – визначають її як одну з ключових

культур для підвищення ефективності агровиробництва в умовах Полісся України та зокрема фермерського господарства «Ялинівське 2007».

1.2. Біологічні особливості конюшини лучної

Конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.) належить до трав'янистих однорічних або дворічних рослин, які запилюються переважно комахами. Рід *Trifolium*, назва якого перекладається як «трилистник», охоплює приблизно три сотні видів. Серед найбільш поширених у сільському господарстві багаторічних різновидів виділяють конюшину лучну, гібридну та повзучу. Однорічні форми представлені пунцовою, Александрійською та персидською конюшиною.



Рис. 1. Морфологічна будова конюшини лучної

У ґрунтово-кліматичних умовах Полісся, зокрема на території Житомирської області, конюшина лучна є основною бобовою культурою кормового призначення. Завдяки своїм біологічним особливостям вона

формує два різні типи розвитку: ранньостиглий, що забезпечує два укуси за сезон, та пізньостиглий, який дає один, але більш потужний урожай [2-7].

Стебло рослини зазвичай прямостояче, інколи з легким опушенням, висотою у середньому 14,8–52,6 см і більше. Коренева система залежить від різновиду: пізньостиглі форми формують комбіновану стрижньово-мичковату систему, тоді як ранні різновиди утворюють виразний стрижневий корінь, який може проникати на глибину понад два метри. Основна маса коренів зосереджена у верхньому орному шарі, що забезпечує ефективне засвоєння поживних речовин.

Листя конюшини трійчасте, часто зі світлими рисунками на листкових пластинках, площа яких коливається в межах від кількох десятків до понад 61,4 см². Прилистки видовжені, інколи яйцеподібні, з легким загостренням та короткими волосками. Суцвіття представлене компактною головкою діаметром до 2,98 см. Квітки типові для бобових культур і мають будову, характерну для представників цього родини. Насіння дрібне, яйцеподібної чи овальної форми, маса тисячі насінин зазвичай близько 1,96 г, а забарвлення змінюється від жовтого до темно-фіолетового.

Рослина проходить повний цикл розвитку за 110–130 днів. Для цвітіння в перший рік життя конюшина потребує понад 585–863 °С активних температур, тоді як повторне відростання після першого укусу до другого триває 33–48 днів. Пізньостиглі форми мають довший цикл вегетації й потребують більшої кількості теплових ресурсів до сінокісної стиглості.

Конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.) є однією з найцінніших бобових культур помірного клімату, яка поєднує високу кормову продуктивність, значний вміст протеїну та здатність до біологічної фіксації азоту. Це рослина з коротким або дворічним циклом розвитку, яка формує добре розвинений травостій та вирізняється високою відновлювальною здатністю після укусу. Завдяки перехресному запиленню, що здійснюється бджолами та іншими комахами, культура відзначається широкою мінливістю та здатністю адаптуватися до різних ґрунтових і кліматичних умов [4, 8, 13].

Стебло конюшини зазвичай пряме, округле у поперечному перерізі, інколи слабо опушене. Висота рослин коливається залежно від ґрунтових умов, вологості та різновиду, проте зазвичай становить 30–60 см. Листки розташовані почергово; верхні часто мають характерний світлий малюнок, у той час як нижні – більш рівномірно забарвлені.

Коренева система глибока, потужна, із добре розвиненим стрижневим коренем, який проникатиме до двометрової глибини – це сприяє підвищенню посухостійкості та здатності витягувати поживні речовини з важкодоступних шарів ґрунту. Завдяки такій будові культура активно накопичує азот у симбіозі з бульбочковими бактеріями, що є важливою властивістю для поліпшення родючості ґрунтів у сівозмінах. Суцвіття у вигляді щільної сферичної або дещо видовженої головки складається з десятків дрібних квіток рожевого чи малиново-червоного кольору. Цвітіння триває тривалий період, і особливо інтенсивне за умов достатнього зволоження. Плодом є дрібний біб із невеликою кількістю насінин, які зберігають схожість протягом кількох років [8-14].

Насіння конюшини має різне забарвлення – від бурштинового до темно-коричневого або жовтого – залежно від сорту та умов досягання. Воно характеризується високою енергією проростання й формує густі дружні сходи, за умови достатньої вологості ґрунту та нейтральної або слабокислої реакції середовища. Вегетаційний цикл культури чітко розподіляється на кілька фаз: проростання, утворення листової розетки, наростання вегетативної маси, формування бутонів, цвітіння, утворення плодів. Кількість тепла, необхідна для проходження цих етапів, варіює залежно від сорту, але для більшості форм конюшини оптимальною сумою активних температур до першого укосу є 680–878 °С. Після зрізування рослина швидко регенерує завдяки сплячим брунькам, що дозволяє отримувати два укоси за сезон у сприятливих умовах.

Завдяки високій облиственості та збалансованому амінокислотному складу конюшина лучна належить до найякісніших кормових рослин у зоні

Полісся. Її зелена маса містить значні кількості вітамінів, каротиноїдів і мікроелементів, що сприяє підвищенню продуктивності великої рогатої худоби. Окрему цінність культура має й для ґрунтозахисних систем – завдяки густій кореневій системі вона зміцнює ґрунтову структуру, зменшує ерозійні процеси, сприяє накопиченню органічної речовини й поліпшує мікробіологічну активність орного шару.

Конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.) є важливою бобовою культурою помірного клімату, яка вирізняється високою поживною цінністю та значним умістом білка. Рослина поєднує добру кормову продуктивність із здатністю формувати біологічний азот у процесі симбіозу з бульбочковими бактеріями, що зумовлює її ключову роль у підтриманні й підвищенні родючості ґрунтів. Конюшина може розвиватися як однорічна або дворічна культура, утворюючи щільний рівномірний травостій і швидко відновлюючись після укосу. Завдяки перехресному запиленню, яке забезпечують переважно комахи-запилювачі, рослина легко адаптується до різних середовищ вирощування й добре реагує на зміни кліматичних умов.

Стебла конюшини переважно прямостоячі, округлі в перетині, з можливим легким опушенням. Їх висота змінюється залежно від рівня живлення, вологості та сорту, і зазвичай сягає 32–58 см. Листки розміщені почергово, мають трійчасту будову і часто характеризуються світлою плямою або смугою у верхній частині пластинки.

Коренева система добре розвинена, представлена стрижневим коренем, який проникає на значну глибину – до 2 м, що забезпечує рослині достатнє водо- й мінеральне живлення в посушливі періоди. Найбільша концентрація корневих відгалужень припадає на орний шар ґрунту, де й відбувається основний обмін поживними речовинами. Саме через кореневу систему рослина накопичує фіксований азот, збагачуючи ґрунт біологічними формами цього елемента.

Суцвіття конюшини сформоване у вигляді компактних головок, які складаються з великої кількості дрібних квіток рожевого або пурпурового

кольору. Цвітіння є тривалим і найбільш інтенсивним за достатнього рівня зволоження. Плід – невеличкий біб із кількома насінинами, які здатні зберігати високу схожість протягом кількох років. Насіння може мати різне забарвлення – від золотистого до темно-коричневого – залежно від сорту, ступеня стиглості та умов вирощування. Воно формує дружні сходи за наявності оптимальної вологи та слабкокислої або нейтральної реакції ґрунтового середовища [14-19].

Розвиток конюшини включає послідовні фази морфогенезу: проростання, розетковий етап, інтенсивне наростання вегетативної маси, бутонізацію, цвітіння та формування плодів. Для проходження цих етапів рослина потребує певної суми активних температур, яка до першого укосу має становити приблизно 685–887 °С. Після зрізування культура швидко відростає, що дає змогу отримувати два укоси за сезон.

Висока частка листової маси, оптимальний амінокислотний склад та підвищений уміст біологічно активних речовин роблять конюшину однією з найцінніших кормових культур у зоні Полісся. Її зелена маса багата на вітаміни, пігменти та мікроелементи, що позитивно впливає на фізіологічний стан і продуктивність тварин. Культура має значення не лише як кормова, а й як ґрунтополіпшувальна. Розгалужена коренева система зміцнює структуру ґрунту, сприяє акумуляції органічних речовин, покращує аерацію та активізує ґрунтові мікробіологічні процеси. Це робить конюшину лучною невід’ємним компонентом екологічно збалансованих сівозмін.

Конюшина лучна найкраще росте на суглинкових і супіщаних ґрунтах, які добре забезпечені повітрям і вологою. Однією з головних вимог культури є реакція ґрунтового середовища: надмірна кислотність суттєво пригнічує азотне живлення, знижує зимостійкість, послаблює обмінні процеси та загальний розвиток рослин. Відомо, що для дерново-підзолистих ґрунтів критична концентрація рухомого алюмінію для конюшини становить приблизно 48,5 мг/кг, і перевищення цього рівня різко погіршує стан рослин.

За даними різних досліджень, оптимальним для вирощування конюшини є інтервал кислотності рН(водн.) 5,44–7,12. У довготривалих експериментах на слабо окультурених дерново-підзолистих ґрунтах встановлено, що за рН близько 5,45 та достатнього забезпечення фосфором (88,3–111,2 мг/кг) урожайність сіна значно зростала порівняно з кислим фоном. Проте зі зниженням рН до 4,17 спостерігалось зменшення продуктивності навіть за внесення фосфорних добрив, що підтверджує високу чутливість культури до кислотності.

За результатами міжнародних польових досліджень найвищі врожаї конюшини лучної без застосування добрив (3,25–16,37 т/га сіна) отримують саме на нейтральних або слабокислих ґрунтах. Зниження рН підвищує рухомість алюмінію, що призводить до його надходження в рослину. Це, у свою чергу, погіршує роботу ферментних систем, збільшує в'язкість цитоплазми та знижує інтенсивність обміну речовин, що негативно впливає на продуктивність і кормову цінність травостою.



Рис. 2. Агроценози конюшини в умовах господарства

Однією з ключових біологічних переваг конюшини є її здатність фіксувати атмосферний азот у симбіозі з бактеріями роду *Rhizobium*. Бактерії заселяють кореневі тканини рослини й утворюють бульбочки, кількість яких може досягати кількох сотень на рослину. Саме в них атмосферний азот перетворюється на легкозасвоювані форми, завдяки чому культура отримує значну частку азотного живлення. Після відмирання коренів частина цього азоту переходить у ґрунт, збагачуючи його органічними формами елемента та поліпшуючи родючість [17-20].

Кислотність середовища значною мірою визначає ефективність симбіозу конюшини з азотфіксуючими бактеріями, оскільки за надмірної кислотності у ґрунті зростає концентрація марганцю та алюмінію, токсичних для бактерій. Такі умови пригнічують їх життєздатність, знижують активність та порушують формування бульбочок, що веде до погіршення азотного живлення. Різні види бульбочкових бактерій проявляють спеціалізацію: *Rhizobium leguminosarum* найчастіше вступає в симбіоз саме з конюшиною лучною. Їх кількість та активність підвищуються зі зменшенням кислотності ґрунту – за вапнування на природних ґрунтах кількість таких бактерій зростає в 1,46 рази.

1.3. Роль системи удобрення на симбіотичну азотфіксацію бобових трав

Конюшина лучна, як типова представниця бобових культур, має здатність акумулювати значні обсяги біологічного азоту. За даними різних досліджень, показники фіксації можуть коливатися від 247–293 кг/га до понад 627 кг/га азоту за сезон. Завдяки цьому вирощування бобових трав дозволяє раціонально поєднувати внесення мінеральних форм азоту з використанням біологічного, зменшувати ризики втрат поживних речовин через денітрифікацію та вимивання, а також підвищувати врожайність культур у сівозміні [7-12].

Обсяг симбіотично фіксованого азоту, який акумулюється у кореневих та післяжнивних рештках, залежить від багатьох факторів, серед яких важливе місце займає рівень мінерального живлення. На азотофіксацію впливають погодні умови, тип і кислотність ґрунту, а також забезпеченість фосфором, калієм та іншими елементами. Показники родючості ґрунту можна цілеспрямовано регулювати шляхом застосування науково обґрунтованих систем удобрення, які забезпечують умови для максимальної активності симбіотичних бактерій [10-13].

Для природних дерново-підзолистих ґрунтів Полісся характерні проблеми, аналогічні тим, що спостерігаються в інших регіонах з інтенсивним підзолоутворенням: підвищена кислотність, висока рухомість алюмінію, низький вміст доступних форм азоту та мікроелементів, зокрема молібдену, який є обов'язковим компонентом ферментних систем, що забезпечують процес біологічної азотофіксації. Саме тому в умовах фермерського господарства «Ялинівське 2007» особливе значення має оптимізація кислотності ґрунту та збагачення його потрібними елементами живлення, які забезпечують повноцінний розвиток конюшини лучної.

Особливо важливими для інтенсивності азотофіксації є рухомі форми фосфору та калію – їх нестача в ґрунті відчутно знижує здатність рослин формувати бульбочки та накопичувати атмосферний азот. Отже, збалансоване мінеральне живлення є ключовим чинником, який визначає ефективність роботи симбіотичної системи та рівень накопиченого азоту у ґрунті [16-18].

Розорювання багаторічних бобово-злакових травостоїв сприяє надходженню до ґрунту значних обсягів органічної речовини та біологічного азоту. Це компенсує втрати гумусу та доступних форм азоту, які виникають унаслідок недостатнього внесення органічних чи мінеральних добрив. Таке поповнення сприяє зниженню потреби у високих дозах мінерального азоту у наступних культурах і водночас уповільнює процеси підкислення ґрунтів.

Для максимальної реалізації азотофіксувальної здатності конюшини важливо забезпечити оптимальну кислотність ґрунтового середовища. На дерново-підзолистих ґрунтах найсприятливішими є показники рН(KCl) у межах 5,44–6,14. За таких умов (за умови достатньої забезпеченості іншими елементами живлення) відбувається інтенсивне утворення бульбочок і зростає швидкість фіксації атмосферного азоту. До цього призводить зменшення в ґрунтовому розчині рухомих форм алюмінію, які пригнічують діяльність азотофіксуючих бактерій [6-9].

Біологічна фіксація азоту конюшиною лучною є складним процесом, що залежить не лише від самого виду рослини, а й від властивостей ґрунту, стану мікробіологічного середовища та зовнішніх абіотичних чинників. Важливу роль відіграє енергетичний стан рослин: бобові здатні ефективно забезпечувати бульбочкові бактерії продуктами фотосинтезу лише за умов достатнього освітлення та оптимального водного режиму. За нестачі вологи або при тривалих періодах перезволоження активність симбіозу слабшає, що веде до зниження формування бульбочок та фіксації азоту.

Одним із головних обмежувальних чинників для розвитку бульбочкових бактерій є нестача молібдену та кобальту. Ці мікроелементи беруть участь у синтезі ферментів, відповідальних за перетворення інертного атмосферного азоту на амонійні форми. За їх нестачі процес роботи ферментної системи порушується, а інтенсивність азотофіксації різко падає. Тому в умовах дерново-підзолистих ґрунтів Полісся, природно збіднених на молібден, особливого значення набуває або використання мікродобрив, або застосування органо-мінеральних систем, що підвищують його доступність.

Дослідження засвідчують, що максимальна кількість фіксованого азоту нагромаджується тоді, коли конюшина вирощується на ґрунтах із достатнім вмістом фосфатів і калію. Фосфор необхідний для підтримання високої інтенсивності енергетичного обміну, а калій – для регуляції водного балансу та стабільності ферментних систем. Без цих елементів рослина формує

слабший травостій, має менший листковий апарат і нижчу фотосинтетичну активність, що безпосередньо обмежує азотофіксацію.

Поступове накопичення азоту у ґрунті під дією багаторічних бобових призводить до помітних агрохімічних змін. Зростає кількість органічних решток, поліпшується структура ґрунту, підвищується його ємність поглинання та активізується мікробіологічна діяльність. У багаторічних дослідах доведено, що після конюшини лучної наступні культури сівозміни – особливо пшениця, ячмінь та кукурудза – формують вищі врожаї навіть без додаткових азотних добрив, що свідчить про потужну післядію бобових травостоїв [15-19].

Окрему роль відіграють залишки коренів та стебел конюшини, які, мінералізуючись, поступово повертають у ґрунт значну частину накопиченого азоту. Цей процес триває кілька років після розорювання пласта, що забезпечує пролонгований позитивний вплив на агроecosистему. Завдяки цьому можна зменшити інтенсивність застосування азотних добрив у сівозміні, підтримуючи при цьому високу продуктивність культур.

Зменшення кислотності ґрунту є ключовим фактором не лише для підвищення активності бульбочкових бактерій, але й для зниження токсичності алюмінію та марганцю, концентрація яких стрімко зростає за низьких значень рН. Алюміній у токсичних формах блокує ріст коренів, погіршує всмоктування катіонів і перешкоджає формуванню бульбочок. Тому вапнування залишається одним із найефективніших способів покращення умов для азотофіксації конюшини лучної [20].

У підсумку, інтенсивність біологічної фіксації азоту в посівах конюшини лучної можна цілеспрямовано регулювати через оптимізацію кислотності ґрунту, забезпечення рослин фосфором і калієм, поліпшення мікроелементного живлення та підтримання сприятливого водно-повітряного режиму. Це дає змогу підвищувати родючість ґрунту, покращувати кормову цінність травостою та досягати стабільно високої врожайності без надмірного використання азотних добрив.

Проведені польові дослідження в різних ґрунтово-кліматичних зонах переконливо доводять, що внесення фосфорних і калійних добрив під бобові культури істотно підсилює інтенсивність симбіотичної фіксації азоту. Це сприяє збільшенню запасів біологічного азоту в ґрунті та формуванню більш продуктивного травостою [18].

Біологічні та морфологічні властивості конюшини зумовлюють її цінність як ґрунтополіпшувальної та високопродуктивної кормової культури. Завдяки здатності накопичувати значні обсяги атмосферного азоту рослина зменшує потребу у внесенні високих доз мінерального азоту, що сприяє зниженню навантаження на агрокосистему та скороченню викидів парникових газів.

Разом із тим, як і більшість бобових культур, конюшина вирізняється високою вимогливістю до фізико-хімічних параметрів ґрунту. Вона найкраще росте на окультурених або вапнованих ґрунтах з низьким умістом рухомого алюмінію та достатнім забезпеченням фосфором і калієм. Досліди, виконані в різних регіонах, підтверджують: систематичне застосування органічних, мінеральних та поєднаних органо-мінеральних систем удобрення забезпечує стабільне зростання врожайності та активізує процеси біологічної фіксації азоту [15-17].

Проте, попри наявність численних робіт, які описують роль конюшини у підвищенні родючості ґрунту та вплив її післядії на інші культури, дослідження, присвячені саме реакції конюшини лучної на різні системи удобрення в умовах дерново-підзолистих ґрунтів Полісся, залишаються фрагментарними. Це створює наукову прогалину, оскільки саме ці ґрунти потребують найретельнішої оптимізації систем удобрення та кислотності для забезпечення високої продуктивності бобових культур.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природно-організаційна характеристика господарства

Фермерське господарство «Ялинівське 2007» розташоване в межах Житомирського району Житомирської області та належить до природно-географічної зони Полісся України, яка характеризується поєднанням рівнинної та слабкохвилястої поверхні, сформованої переважно під дією льодовикових і водно-льодовикових процесів стародавнього геологічного часу.

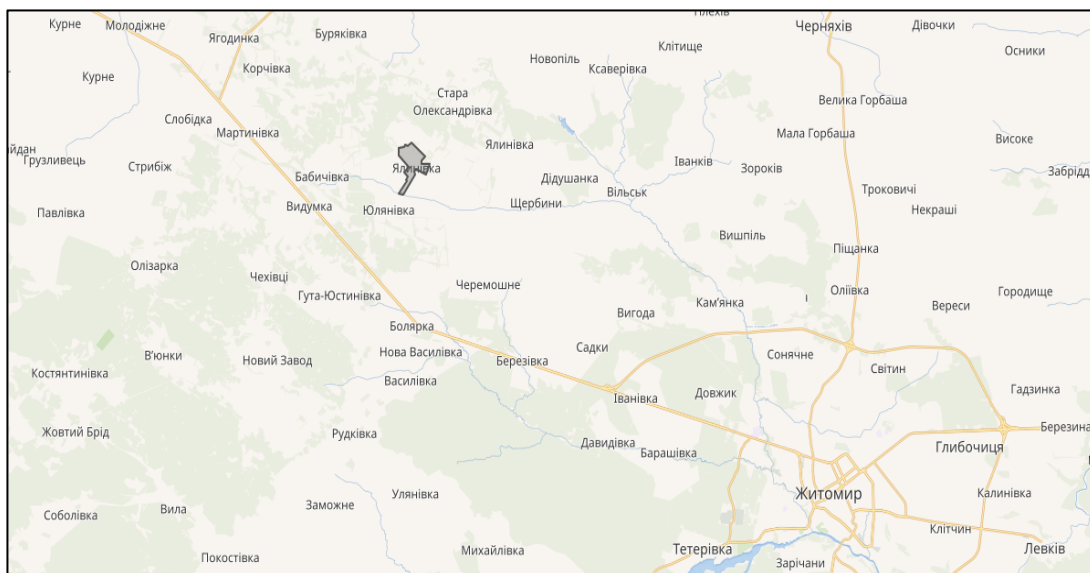


Рис. 3. Розташування локації господарства

Рельєф території відносно рівний, із незначними коливаннями висот у межах 175–206 м над рівнем моря, що забезпечує достатню природну дренажність та сприяє веденню інтенсивного сільськогосподарського виробництва. Клімат району помірно континентальний з відносно теплим літом і помірно холодною зимою. Середньорічна температура становить близько $+7,1...+7,6$ °С, у липні піднімається до $+17,5...+18,8$ °С, а в січні знижується до $-5,5...-6,7$ °С.

Річна кількість опадів коливається від 547 до 638 мм, при цьому їхня основна частина припадає на період активної вегетації, що має важливе

значення для розвитку багаторічних трав, зокрема конюшини лучної. Тривалість вегетаційного періоду становить 178–196 діб, що створює сприятливі умови для вирощування кормових, зернових і технічних культур.

Ґрунтовий покрив господарства представлений переважно дерново-підзолистими супіщаними й суглинковими ґрунтами, характерними для поліської зони. Вони відзначаються невисоким умістом гумусу, який зазвичай не перевищує 1,28–2,11 %, слабокислою або кислою реакцією ґрунтового розчину (рН 4,74–5,45) і відносно низькою забезпеченістю рухомими формами фосфору та калію.

Такі ґрунти потребують систематичного застосування органічних добрив та фосфорно-калійних форм мінерального живлення, а також періодичного вапнування для нейтралізації кислотності, оскільки багато культур, зокрема конюшина лучна, є чутливими до високого вмісту рухомого алюмінію та нестачі поживних елементів. Водні ресурси представлені малими поліськими водотоками та наявними штучними водоймами, які використовуються для технічних потреб і тваринництва. Рівень ґрунтових вод зазвичай становить 2–4 м і залежить від рельєфу та метеорологічних умов року.

Земельний фонд господарства включає рілля, природні кормові угіддя, невеликі площі під лісосмугами та інші категорії земель. Основна частина площі припадає на рілля, де вирощуються зернові, кормові та багаторічні бобові трави. Структура посівних площ формується відповідно до виробничої спеціалізації господарства, у якій значну роль відіграють багаторічні трави, оскільки вони забезпечують стабільну кормову базу та сприяють підвищенню родючості ґрунтів. Фермерське господарство «Ялинівське 2007» функціонує як рослинницько-кормове підприємство, орієнтоване на виробництво екологічно безпечної продукції та підтримання сталих агроландшафтів. Організаційна структура включає рослинницький напрям, механізовану службу, підрозділи з кормовиробництва та тваринницьку галузь, яка використовує власні корми.

Спеціалізація господарства передбачає активне вирощування багаторічних бобових трав, насамперед конюшини лучної, що має важливе значення для створення повноцінної кормової бази, поліпшення структурного стану ґрунтів і накопичення біологічного азоту. Завдяки здатності фіксувати атмосферний азот та формувати значний обсяг органічної речовини, конюшина лучна розглядається як стратегічна культура для сівозміни в умовах Полісся, що забезпечує підвищення врожайності наступних культур, покращення агрофізичних властивостей ґрунту та зменшення потреби у внесенні мінерального азоту.

Сукупність природних умов і організаційних рішень господарства створює сприятливі можливості для ефективного вирощування багаторічних трав і впровадження ресурсозберігаючих технологій у рослинництві.

Таблиця 1

Схема польової сівозміни (2020–2025 рр.)

№ поля	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	вико-вівсяна суміш	озима пшениця	ярий ячмінь + підсів конюшини	конюшина (1 рік використання)	овес	вико-вівсяна суміш
2		вико-вівсяна суміш	озима пшениця	ярий ячмінь + підсів конюшини	конюшина (1 рік використання)	овес
3			вико-вівсяна суміш	озима пшениця	ярий ячмінь + підсів конюшини	конюшина (1 рік використання)

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у межах 5-пільної зерно-трав'яної сівозміни на трьох дослідних ділянках із триразовою повторністю, що забезпечувало достовірність отриманих результатів. Експеримент закладали на двох фонах кислотності дерново-підзолистого ґрунту, які відрізнялися показниками рН(KCl): перший фон характеризувався слабокислою реакцією 5,12–5,23, а другий – оптимізованою кислотністю 5,77–5,91. Це дозволило визначити реакцію польових культур та конюшини лучної зокрема на різний рівень кислотності та оцінити вплив цього фактора на інтенсивність симбіотичної азотофіксації.

Структура сівозміни відповідала класичному зерно-трав'яному типу та передбачала чергування таких культур: вика посівна → озима пшениця → ярий ячмінь із підсівом конюшини → конюшина лучна → овес. Така схема забезпечувала раціональне чергування бобових і злакових культур, сприяла відновленню родючості ґрунту та створювала оптимальні умови для оцінювання післядії удобрення й фону кислотності на продуктивність травостою та наступних культур.

Побудована модель досліду дозволила повною мірою оцінити дію та взаємодію факторів «удобрення – кислотність ґрунту – культура» та встановити залежності між агрохімічними умовами вирощування й рівнем симбіотичної азотофіксації конюшини лучної.

Площа кожної дослідної ділянки становила 150 м², розміщення варіантів здійснювали систематичним методом із триразовою повторністю, що забезпечувало належний рівень статистичної надійності результатів. Дослід закладали у межах трьох сівозмінних полів, що дозволяло одночасно оцінити дію факторів у різних фонах вирощування та простежити міжрічну мінливість показників.

Перед закладенням досліду було проведено агрохімічне обстеження орного шару ґрунту, результати якого свідчать про характерні для дерново-

підзолистих ґрунтів показники кислотності та забезпеченості елементами живлення. Реакція ґрунтового розчину становила рН(KCl) 5,15–5,27, що відповідає слабокислому середовищу. Гідролітична кислотність дорівнювала 2,87 мг-екв/100 г ґрунту, тоді як сума вбирних основ становила 7,75 мг-екв/100 г, що характеризує ґрунт як порівняно малонасичений катіонами основ.

Вміст рухомих форм фосфору за методом Кірсанова був досить високим – 263,4 мг/кг ґрунту, у той час як забезпечення калієм визначалося на рівні 115,4 мг/кг, що відповідає середньому ступеню забезпечення елементом. Запаси гумусу за методом Тюріна становили 2,48 %, що є типовим показником для орного шару дерново-підзолистих ґрунтів та свідчить про середній рівень гумусованості.

Таблиця 2

Структура закладеного дослідю

№ з/п	Варіант (система удобрення)	Вико-вівсяна суміш	Озима пшениця	Ярий ячмінь + підсів конюшини	Конюшина лучна	Усього внесено NPK за 3 роки
1	Контроль (без добрив)	–	–	–	–	–
2	Гній 40 т/га (органічна система)	Гній 40 т/га	1-й рік післядії	2-й рік післядії	післядія	N ₇₅ P ₆₀ K ₉₀ (надходження з гноєм)
3	NPK (мінеральна система)	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	післядія	N ₉₅ P ₈₀ K ₈₀
4	Гній 20 т/га + NPK (органомінеральна система)	Гній 20 т/га + N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	післядія	N _{37,5} P ₃₀ K ₄₅ (з гноєм) + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (з мінеральними добривами) = N _{67,5} P ₆₀ K ₇₅

У сівозміні закладено чотири варіанти, які різко відрізняються як за джерелом елементів живлення, так і за їх сумарною кількістю за три роки (вико-вівсяна суміш → озима пшениця → ярий ячмінь із підсівом конюшини

→ конюшина). Це дозволяє оцінити не тільки пряму дію добрив на перші культури ланки, а й післядію на конюшину та наступні культури.

Варіант 1 (контроль) є базовим фоном без внесення добрив. За дерново-підзолистих ґрунтів із кислою реакцією та середнім/низьким забезпеченням калієм це очікувано призведе до найнижчої продуктивності як зернових, так і конюшини. Для конюшини контроль важливий як «нульова» точка порівняння: вона покаже, наскільки природний рівень фосфору й калію та кислотність забезпечують бульбочковий симбіоз і врожай зеленої маси/сіна. На такому фоні зазвичай проявляються лімітації: дефіцит К, нестача доступного Р у критичні фази та пригнічення азотофіксації кислотністю і рухомим Al.

Варіант 2 (гній 40 т/га, органічна система) передбачає внесення органіки лише під вико-вівсяну суміш, а далі працює її післядія на пшеницю, ячмінь і конюшину. Сумарне надходження за 3 роки – $N_{75}P_{60}K_{90}$ за рахунок мінералізації гною. Це помірний рівень живлення, але з двома сильними плюсами. По-перше, органічна система дає «плавне» вивільнення азоту й калію, що добре узгоджується з потребами злаків і не викликає різких піків мінерального N у ґрунті. По-друге, гній підвищує гумусний стан, покращує структуру та вологозапас орного шару, що критично важливо для Полісся і для стартового розвитку конюшини (див. додатки К1-К4).

Однак фосфор у гної надходить повільніше й частково фіксується, тому за цієї системи можливе Р-лімітування симбіотичної азотофіксації у конюшини (особливо в другий рік використання), якщо фон ґрунтового Р не високий. Калійне забезпечення (K_{90} за 3 роки) виглядає відносно кращим, тож ризик К-дефіциту менший, ніж Р-дефіциту. Загалом органічна система має найсильніший довготривалий ґрунтополіпшувальний ефект, але без підсилення Р і К може не реалізувати максимум врожаю конюшини.

Варіант 3 (мінеральна система NPK) є найбільш «прямою» за впливом на культури: добрива даються під вико-вівсяну суміш ($N_{30}P_{30}K_{30}$), під озиму пшеницю ($N_{30}P_{30}K_{30} + N_{15}$), під ярий ячмінь ($N_{20}P_{20}K_{20}$), а конюшина

використовує післядію. Сумарно за три роки внесено $N_{95}P_{80}K_{80}$. Це найбільший азотний тиск серед усіх варіантів, і він концентрується на злаках.

Очікувано, на цьому фоні пшениця й ячмінь дадуть максимальну прибавку врожаю зерна. Для конюшини ж важливе інше: висока доза мінерального N під попередники часто зменшує інтенсивність бульбочкового симбіозу, бо в ґрунті є доступний азот і потреба в фіксації знижується. Тому на мінеральній системі конюшина може мати добру біомасу за рахунок післядії P і K, але нижчу частку біологічно фіксованого N у загальному балансі. Другий нюанс – на кислих дерново-підзолистих ґрунтах систематичне внесення мінерального азоту (особливо амонійних форм) прискорює підкислення орного шару. Це означає, що без внесення органічного добрива через кілька ротацій ефективність такої системи на конюшині падатиме.

Варіант 4 (органо-мінеральна система: гній 20 т/га + NPK) є компромісним і, з агрономічної точки зору, найбільш збалансованим для конюшини в умовах Полісся. Під вико-вівсяну суміш вноситься гній 20 т/га + $N_{10}P_{10}K_{10}$, а під пшеницю та ячмінь даються невеликі підтримувальні дози $N_{10}P_{10}K_{10}$; конюшина працює на післядії. Сумарно за 3 роки маємо $N_{67,5}P_{60}K_{75}$ (у тому числі $N_{37,5}P_{30}K_{45}$ з гною + $N_{30}P_{30}K_{30}$ з мінеральних). Тут важливо, що:

- ❖ азотний фон помірний, тому не пригнічує симбіоз конюшини, на відміну від чисто мінеральної системи;
- ❖ фосфор і калій підводяться регулярно й у більш доступній формі, ніж лише з гною, що прямо підтримує енергетику азотофіксації та водний режим рослин;
- ❖ органічна частина забезпечує поліпшення структури, вологи й буферності ґрунту, зменшуючи ризик швидкого підкислення від мінеральних доз.

За цієї системи очікується найкраще поєднання: висока продуктивність конюшини + високий рівень біологічної фіксації азоту + поліпшення родючості під наступні культури. Тобто саме органо-мінеральний варіант має

найвищий «сівозмінний» ефект, навіть якщо його сумарні NPK дози нижчі, ніж у мінеральній системі.

Порівняльний підсумок. За сумарним навантаженням NPK варіанти ранжуються так: мінеральна система (N₉₅P₈₀K₈₀) → органічна (N₇₅P₆₀K₉₀) → органо-мінеральна (N_{67,5}P₆₀K₇₅) → контроль. Але для конюшини важливі не лише абсолютні дози, а їхній баланс і форма. Найбільш «конюшинно-орієнтованою» виглядає органо-мінеральна система, бо підтримує P і K без надлишкового мінерального N. Органічна система дає сильну післядію і покращує ґрунт, але може обмежуватися доступністю фосфору. Контроль показує природний рівень продуктивності й потрібний для доказу ефективності будь-якої системи.

Таблиця 3

Основні методичні прийоми проведення досліджень із конюшиною лучною

Елемент методики	Опис виконання
Спосіб збирання зеленої маси	Поділяючно, суцільним методом.
Агрегат для скошування	Дискова косарка KUHN GMD 240 у агрегуванні з трактором МТЗ-892.
Переваги застосованої техніки	Забезпечує рівномірний, чистий зріз без забруднення ґрунтом; мінімальні втрати листкової маси; оптимально підходить для бобових трав.
Стандартизація результатів	Врожайність перераховували на 80 % стандартної вологості для забезпечення порівняльності варіантів.
Фенологічні спостереження	Регулярно відмічали проходження основних фаз розвитку.
Критерії визначення фаз	• Початок фази – 5–10 % рослин із характерними ознаками; • Повна фаза – 70–75 % рослин.
Система визначення фенології	Міжнародна шкала ВВСН, адаптована для кормових бобових культур (Meier, 2018).
Джерела методичних рекомендацій	Методики, що використовуються в системі НААН, ICARDA/FAO, а також підходи Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.
Відбір рослинних зразків	Проводили в день укусу.
Тип проби	Формували середній комбінований зразок із кожного варіанта досліджу.
Використання зразків	Біометрія, визначення вологості, хімічний аналіз, оцінка накопичення сухої речовини та симбіотичної активності.
Особливості підходу	Підвищує репрезентативність та достовірність результатів; дозволяє об'єктивно оцінити вплив систем удобрення.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У період формування зеленої маси конюшини лучної – від появи прикореневої розетки (кінець травня) до завершення фази бутонізації – початку цвітіння (кінець червня) – температурний режим і вологозабезпечення були достатніми для нормального росту культури. Це позитивно позначилося на нарощуванні біомаси та продуктивності травостою. У травні спостерігалось перевищення середньомісячної температури над багаторічною нормою на 1,73 °С, а також збільшення кількості опадів на 7,34 мм порівняно з кліматичною нормою. У червні відмічено протилежну тенденцію: середньомісячна температура була нижчою за багаторічну на 0,58 °С, а кількість опадів – дещо меншою за норму.

У період формування другого укосу, який тривав з першої декади липня до початку вересня, температурні умови також переважно перевищували кліматичну норму. У липні середньомісячна температура була вищою за багаторічну на 0,7 °С, а в серпні – на 1,76 °С. На початку вересня, коли проводили другий укіс, середньомісячна температура становила 13,8 °С, що перевищувало норму на 4,55 °С, тоді як кількість опадів була значно меншою – на 32,4 мм нижче багаторічної величини.

У середньому за вегетаційний період (травень–вересень) температура повітря перевищувала багаторічну норму на 1,17 °С, а сумарна кількість опадів перебувала на рівні кліматичної норми. Загалом погодні умови були сприятливими для росту й розвитку конюшини, що позначилося на формуванні врожайності як першого, так і другого укосів.

У сучасних агрокліматичних дослідженнях одним із ключових показників, що дає змогу оцінити рівень зволоження території та співвідношення тепла й опадів у період активної вегетації, є гідротермічний коефіцієнт Селянінова. Для району проведення досліджень середнє багаторічне значення цього коефіцієнта становить близько 1,48, що свідчить

про переважання кількості атмосферних опадів над потенційним випаровуванням. Водночас аналіз лише середнього сезонного значення ГТК не дозволяє повною мірою оцінити реальні умови водозабезпечення, оскільки протягом вегетаційного періоду вологість може істотно змінюватися залежно від температурних коливань, кількості опадів та фаз розвитку культури.

Тому більш інформативним і практично значущим є визначення помісячних значень цього показника, що дає можливість простежити динаміку водного режиму, виявити періоди ризику посухи чи надмірного зволоження, співвіднести їх із критичними етапами росту рослин та своєчасно коригувати технологічні прийоми. Саме такий підхід забезпечує точнішу оцінку умов вирощування конюшини лучної протягом 2023–2025 років і дозволяє формувати практичні рекомендації щодо оптимізації агротехніки в різних гідротермічних умовах.

Таблиця 4

Характеристика режиму зволоження за ГТК Селянинова в 2023–2025 рр.

Рік	ГТК Селянинова					Середнє за вегетацію
	травень	червень	липень	серпень	вересень	
2023	1,12	0,88	0,62	0,54	0,71	0,774
2024	1,46	1,38	0,79	0,51	0,82	0,992
2025*	1,21	0,92	0,67	0,59	0,74	0,826
За 3 роки	1,26	1,06	0,69	0,55	0,76	0,864
Багаторічні дані	1,263	1,060	0,693	0,548	0,758	0,864

Аналіз помісячних значень гідротермічного коефіцієнта Селянинова за 2023–2025 роки свідчить про істотну мінливість умов зволоження протягом вегетаційного періоду та про тенденцію до поступового посушення клімату в регіоні. У 2023 році спостерігався найбільш контрастний режим зволоження, коли на тлі помірно вологого травня (ГТК 1,12) у червні вже фіксувався

дефіцит вологи (0,88), а липень та серпень характеризувалися чіткими ознаками посухи з ГТК 0,62 та 0,54 відповідно. Вересень залишався дещо вологішим (0,71), однак середнє значення за вегетаційний період становило лише 0,774, що вказує на загалом посушливий рік. У 2024 році умови зволоження були більш сприятливими. Травень і червень відзначались надмірним або достатнім зволоженням (ГТК 1,46 і 1,38), що створювало оптимальні умови для росту багаторічних бобових культур. Однак у липні й серпні знову проявилися ознаки дефіциту вологи, хоча й менш інтенсивного, ніж у 2023 році.

Середнє за вегетацію значення 0,992 характеризує рік як близький до норми, але з періодами літньої посухи. У 2025 році, згідно з оперативними кліматичними оцінками, спостерігалася ситуація, проміжна між 2023 і 2024 роками: травень був відносно вологим (1,21), червень – помірним (0,92), а липень–серпень знову характеризувалися недостатнім зволоженням (0,67 та 0,59). Вересень залишався на рівні, близькому до мінімальної норми (0,74). Середнє значення ГТК становило 0,826, що підтверджує наявність літніх періодів посухи.

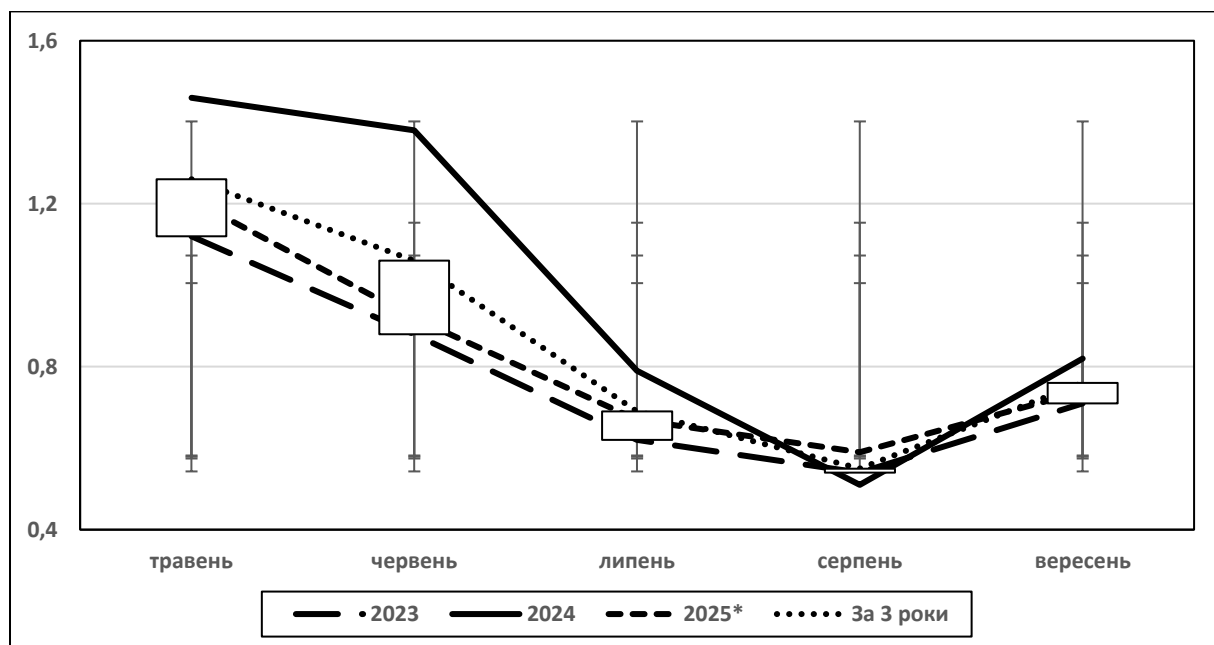


Рис. 4. Характеристика режиму зволоження за ГТК Селянинова в 2023–2025 рр.

У середньому за три роки ГТК у травні–червні відповідав достатньому зволоженню (1,26 та 1,06), тоді як липень і серпень стабільно проявляли посушливий характер (0,69 та 0,55), а вересень наближався до нижньої межі норми (0,76). Порівняння трирічних показників із багаторічними даними підтверджує наявність стійкої тенденції: фактичні значення ГТК практично повторюють кліматичну норму для Полісся, але в літні місяці фіксується систематичний дефіцит вологи. Це вказує на поступовий зсув балансу зволоження у бік посушливості саме в найбільш критичний для багаторічних бобових період.

Загалом отримані результати свідчать, що умови зволоження у 2023–2025 роках були нестійкими, з різкими місячними коливаннями. Для конюшини лучної це означало необхідність врахування ризику літніх посух при плануванні технології вирощування, адже саме липень і серпень є найбільш критичними щодо водного режиму та потенційного впливу на формування врожайності травостою.

Вплив систем добрив на врожайність конюшини лучної. Системи удобрення є одним із ключових чинників підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема багаторічних бобових трав. Їх ефективність визначається не лише вибраними дозами, формою та строками внесення добрив, а й гідротермічними умовами вегетаційного періоду. Співвідношення опадів і температури безпосередньо впливає на засвоєння елементів живлення, інтенсивність ростових процесів, активність бульбочкових бактерій і загальний рівень симбіотичної азотфіксації.

Результати досліджень, проведених у різних ґрунтово-кліматичних зонах, підтверджують, що дія удобрень та їх післядія проявляються по-різному залежно від погодних умов конкретного року. Особливо це характерно для багаторічних бобових культур, таких як конюшина лучна, врожайність якої та ефективність азотфіксації значною мірою залежать від зволоження й температурного режиму протягом ключових фаз розвитку.

Установлено, що підвищення середньодобових температур у поєднанні з дефіцитом ґрунтової вологи призводить до зниження приросту зеленої маси та обмеження діяльності ризобіальних мікроорганізмів, що негативно позначається на нагромадженні біологічного азоту. Навпаки, оптимальні показники зволоження та помірний температурний режим сприяють формуванню більшої продуктивності травостою, активному розвитку кореневої системи й збільшенню кількості та маси бульбочок.

Таким чином, результати багаторічних спостережень свідчать, що метеорологічні умови є визначальним фоном, на якому проявляється ефективність різних систем удобрення. Це підтверджує необхідність комплексної оцінки кліматичних факторів при обґрунтуванні технологій вирощування конюшини лучної, особливо в умовах кліматичної мінливості та посилення літніх періодів посухи.

Таблиця 5

Вплив систем добрива на врожайність зеленої маси
конюшини сорту Акцент у 2024 році, т/га

№ з/п	Система удобрення	1-й укіс	2-й укіс	Разом за 2 укоси	Середнє за 2 укоси
1	Контроль (без добрив)	21,6	10,3	31,9	15,95
2	Гній 40 т/га (органічна система)	28,8	14,8	43,6	21,80
3	НРК (мінеральна система)	27,6	13,7	41,3	20,65
4	Гній 20 т/га + НРК (органомінеральна система)	31,7	15,2	46,9	23,45
Середнє		27,43	13,50	40,93	-

Аналіз урожайності конюшини лучної за двома укосами показує чітку залежність продуктивності від застосованої системи удобрення. На контролі без добрив сумарна врожайність становила 31,9 т/га, що є базовим рівнем для

порівняння. Внесення органічних добрив у вигляді 40 т/га гною забезпечило помітне підвищення продуктивності: перший укіс зріс до 28,8 т/га, другий – до 14,8 т/га, що в сумі дало 43,6 т/га, або на 11,7 т/га більше порівняно з контролем. Середня врожайність за два укоси у цьому варіанті становила 21,80 т/га, що свідчить про суттєве поліпшення умов живлення та активізації ростових процесів рослин.

Мінеральна система удобрення (NPK) також забезпечила високі показники продуктивності, хоча й дещо нижчі за органічну систему. Сумарна врожайність становила 41,3 т/га, що перевищує контроль на 9,4 т/га. Середня врожайність за два укоси становила 20,65 т/га. Це демонструє ефективність мінерального живлення, однак його дія поступається органічній системі за загальним приростом зеленої маси.

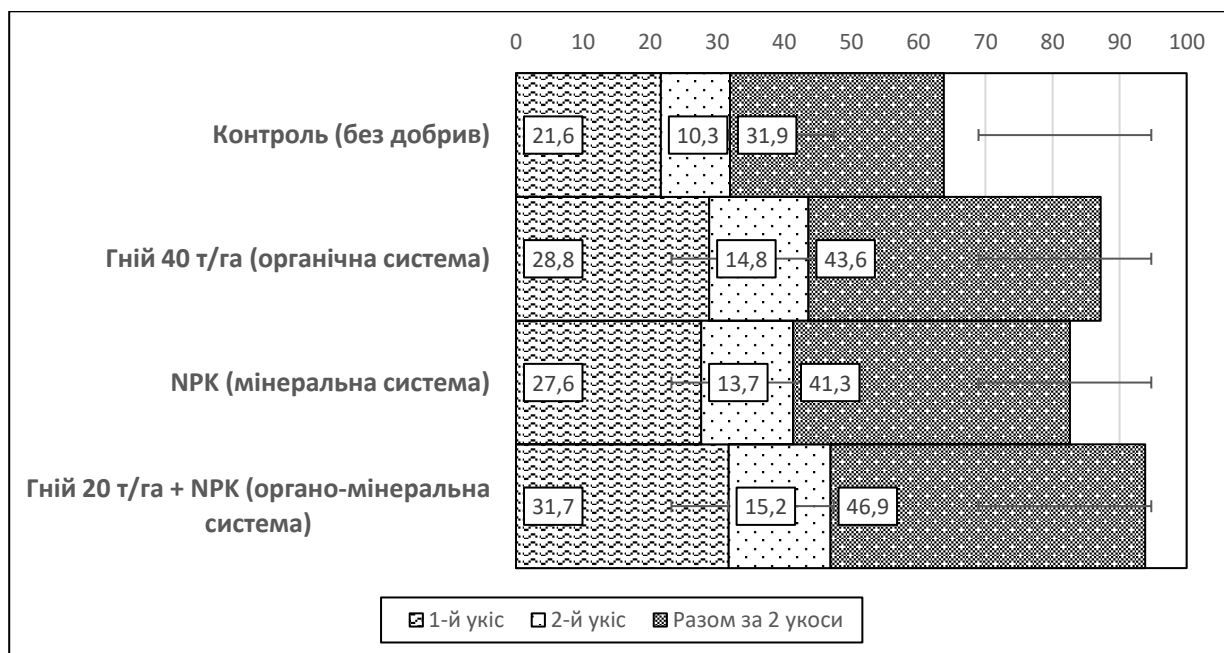


Рис. 5. Вплив систем добрива на врожайність зеленої маси конюшини сорту Акцент у 2024 році, т/га

Найвищі показники було отримано за органо-мінеральної системи удобрення (гній 20 т/га у поєднанні з NPK). У цьому варіанті перший укіс склав 31,7 т/га, другий – 15,2 т/га, а сумарний урожай за два укоси досягнув 46,9 т/га. Це на 15,0 т/га більше, ніж на контролі, й суттєво більше, ніж за

органічної та чисто мінеральної систем удобрення. Середня врожайність за два укоси становила 23,45 т/га, що є максимальним значенням серед усіх варіантів. Такий результат підтверджує синергетичний ефект поєднання органічних і мінеральних добрив, який забезпечує кращу забезпеченість рослин доступними елементами живлення та підвищує інтенсивність формування біомаси.

У середньому по досліді перший укіс становив 27,43 т/га, другий – 13,50 т/га, а сумарна врожайність – 40,93 т/га. Це свідчить, що перший укіс формує основну частку врожаю конюшини, тоді як другий забезпечує близько третини загальної продуктивності. Загалом результати засвідчують, що орґано-мінеральна система удобрення є найбільш ефективною для підвищення врожайності конюшини лучної, тоді як мінеральна система забезпечує менший ефект, а органічна система посідає проміжне місце між ними. Відсутність удобрення істотно обмежує продуктивність культури, що підтверджує необхідність застосування збалансованих систем живлення для досягнення максимальної ефективності вирощування багаторічних бобових трав.

Таблиця 6

Вплив систем добрива на врожайність зеленої маси
конюшини сорту Акцент у 2025 році, т/га

№ з/п	Система удобрення	1-й укіс	2-й укіс	Разом за 2 укоси	Середнє за 2 укоси
1	Контроль (без добрив)	17,31	8,23	25,54	12,77
2	Гній 40 т/га (орґанічна система)	24,63	12,85	37,48	18,74
3	НРК (мінеральна система)	22,24	11,47	33,71	16,855
4	Гній 20 т/га + НРК (орґано-мінеральна система)	26,88	14,15	41,03	20,515
Середнє		22,765	11,675	34,440	-

Аналіз отриманих показників урожайності конюшини лучної свідчить про істотний вплив систем удобрення на формування продуктивності першого й другого укосів, а також на загальну врожайність зеленої маси. На контролі без внесення добрив сумарна врожайність за два укоси становила 25,54 т/га, при цьому переважна частка біомаси припадала на перший укіс, який сформував лише 17,31 т/га. Другий укіс забезпечив 8,23 т/га, що вказує на обмежені можливості рослин щодо повторного відростання за недостатнього забезпечення елементами живлення.

На варіанті з внесенням 40 т/га гною спостерігалось суттєве підвищення врожайності. Перший укіс зріс до 24,63 т/га, другий – до 12,85 т/га, а загальний урожай за сезон становив 37,48 т/га, що на 11,94 т/га перевищує контроль. Значення середньої урожайності за два укоси (18,74 т/га) свідчить про покращення умов живлення та активізацію ростових процесів під дією органічної системи удобрення.

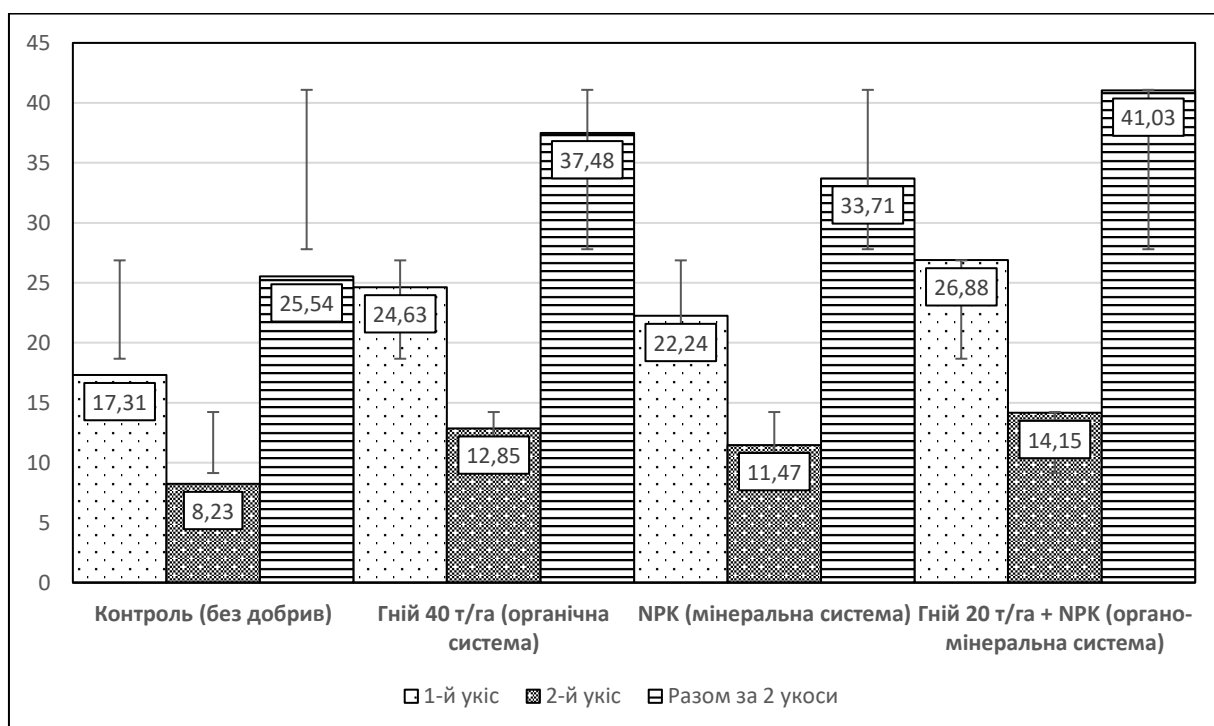


Рис. 6. Вплив систем добрива на врожайність зеленої маси конюшини сорту Акцент у 2025 році, т/га

Варіант із мінеральною системою удобрення (NPK) забезпечив дещо менший рівень продуктивності порівняно з органічною системою, але значно вищий за контроль. Сумарна врожайність за два укоси становила 33,71 т/га, а середній показник за два укоси досяг 16,855 т/га. Це підтверджує ефективність мінерального живлення, хоча отриманий ефект був дещо нижчим за органічний, що може бути пов'язано з повільнішим впливом органічної речовини на фізико-хімічні властивості ґрунту.

Максимальні показники врожайності зафіксовано за органо-мінеральної системи удобрення, де поєднання 20 т/га гною з повною дозою NPK забезпечило найвищий приріст зеленої маси. Перший укіс у цьому варіанті становив 26,88 т/га, що є найкращим результатом серед усіх систем. Другий укіс сформував 14,15 т/га, а загальний урожай за сезон досяг 41,03 т/га, перевищивши контроль на 15,49 т/га. Середня врожайність за два укоси становила 20,515 т/га, що підтверджує синергетичний ефект поєднання органічних і мінеральних добрив, коли доступні форми поживних речовин діють одночасно зі структуротворним та пролонговано-азотним ефектом органічної маси.

У середньому за дослід перший укіс становив 22,765 т/га, що демонструє його ключову роль у формуванні загальної продуктивності. Другий укіс забезпечив у середньому 11,675 т/га, що складає близько третини сумарної врожайності. Загальна врожайність у середньому по варіантах склала 34,44 т/га, що є на 8,9 т/га вище за контрольний варіант. Отримані результати свідчать про перевагу органо-мінеральної системи удобрення, яка забезпечує найвищу врожайність завдяки комплексній дії органічних та мінеральних компонентів. Органічна система займає друге місце за ефективністю, а мінеральна – третє, перевищуючи контроль, але поступаючись органічним і комбінованим варіантам.

Вплив систем добрива на вміст макроелементів. Застосування різних систем удобрення суттєво впливає на вміст основних макроелементів у рослинах конюшини лучної, що безпосередньо визначає рівень її кормової

цінності, інтенсивність ростових процесів та здатність до симбіотичної азотфіксації. Формування концентрації азоту, фосфору та калію у рослинній масі залежить від типу внесених добрив, їх дози та взаємодії з ґрунтовими умовами.

Органічна система удобрення (внесення гною) забезпечувала значне підвищення вмісту азоту в рослинній масі порівняно з контролем. Це зумовлено надходженням до ґрунту органічного азоту, який поступово мінералізується та стає доступним для рослин. Крім того, органічні добрива поліпшують фізичні властивості ґрунту, активізують мікробіологічні процеси та стимулюють розвиток бульбочкових бактерій, що сприяє інтенсивнішому накопиченню біологічного азоту. У результаті підвищується вміст сирого протеїну, що покращує кормову цінність конюшини.

Мінеральна система удобрення (внесення NPK) забезпечує найбільш швидкодоступні форми фосфору і калію, що відображається на підвищенні їх концентрації в рослинах. Фосфор бере участь у формуванні генеративних органів та енергетичних процесах, тому його оптимальні рівні зумовлюють підвищення продуктивності другого укосу. Калій регулює водний обмін, стійкість до посухи та синтез вуглеводів, що особливо важливо у літній період, коли рівень вологозабезпечення знижується. У більшості випадків мінеральні добрива сприяють збільшенню вмісту P та K у рослинах на 10–30 % порівняно з контролем.

Органо-мінеральна система удобрення забезпечила найбільш збалансований вплив на вміст основних макроелементів. Поєднання органічних та мінеральних добрив сприяло одночасному підвищенню концентрації азоту, фосфору та калію у рослинній масі. За цієї системи відзначено максимальні значення біологічного азоту, що пов'язано зі сприятливою дією органічної речовини на активність ризобіальних бактерій. Одночасно мінеральна частина добрив забезпечувала достатню кількість легкодоступних форм фосфору та калію, що підсилювало фізіологічні функції рослин та оптимізувало живлення протягом усього періоду вегетації.

У результаті органо-мінеральна система призводила до найвищих рівнів N, P і K у тканинах рослин та відповідно – до найвищої врожайності.

Таким чином, дослідження підтвердили, що система удобрення є ключовим фактором, який визначає забезпеченість конюшини лучної макроелементами. Органічні добрива підвищують вміст азоту та активізують біологічні процеси, мінеральні – збільшують надходження фосфору й калію, тоді як органо-мінеральні системи забезпечують найвищу збалансованість живлення та максимальний рівень накопичення макроелементів у біомасі. Саме тому комбіноване застосування органічних і мінеральних добрив є оптимальним варіантом для отримання високоякісного корму та ефективного використання потенціалу бобових культур.

Таблиця 7

Уміст макроелементів у зеленій масі конюшини лучної в середньому за 2024-2025 роки. (у % до сухої маси)

№	Система удобрення:	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	Контроль (без добрив)	2,43	0,54	2,42	1,43	0,35
2	Гній 40 т/га (органічна система)	3,02	0,58	2,98	1,67	0,51
3	НРК (мінеральна система)	2,76	0,63	2,83	1,62	0,48
4	Гній 20 т/га + НРК (органічно-мінеральна система)	3,13	0,69	3,14	1,69	0,61
Середнє по макроелементам		2,84	0,61	2,84	1,60	0,49

Аналіз вмісту основних макроелементів у зеленій масі конюшини лучної показує чітку залежність концентрації поживних речовин від типу застосованої системи удобрення. На контролі без добрив рослини характеризувались мінімальним рівнем забезпеченості макроелементами: вміст азоту становив 2,43 %, фосфору – 0,54 %, калію – 2,42 %, кальцію – 1,43 %, магнію – 0,35 %. Такі показники свідчать про обмежене живлення та

недостатню активність кореневої системи за відсутності внесених елементів живлення.

Застосування 40 т/га гною сприяло істотному підвищенню вмісту азоту (до 3,02 %), що пов'язано з процесами мінералізації органічної речовини та активізацією діяльності бульбочкових бактерій. Фосфор також зріс до 0,58 %, а калій – до 2,98 %. Значне збільшення концентрації кальцію (1,67 %) і магнію (0,51 %) зумовлене покращенням фізико-хімічних властивостей ґрунту та підвищенням доступності катіонів для рослин. Органічна система удобрення забезпечила збалансоване надходження макроелементів і створила оптимальні умови для інтенсивного росту та формування якісної зеленої маси.

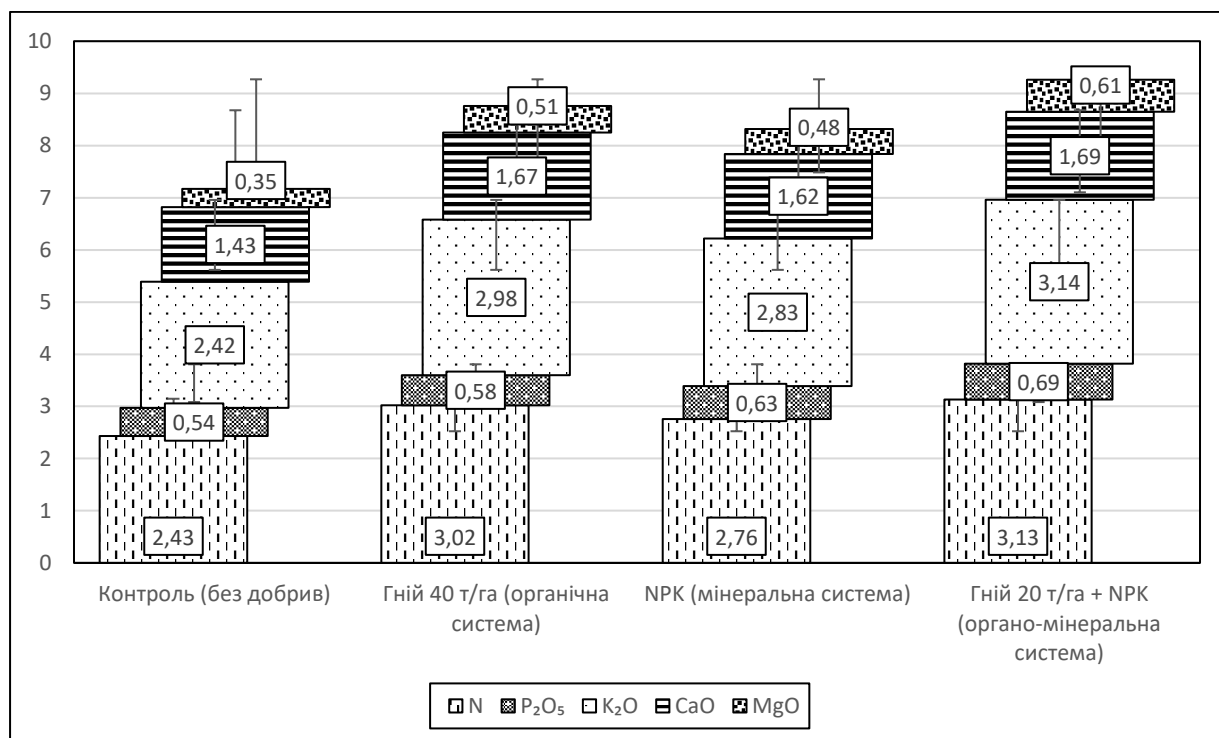


Рис. 7. Уміст макроелементів у зеленій масі конюшини лучної в середньому за 2024-2025 роки. (у % до сухої маси)

Мінеральна система удобрення (NPK) також підвищила вміст макроелементів порівняно з контролем, однак ефект був дещо нижчим, ніж у варіанті з органічними добривами. Вміст азоту сягав 2,76 %, фосфору – 0,63 %, калію – 2,83 %. Наявність легкодоступних форм азоту, фосфору й калію

сприяла активному синтезу білків і вуглеводів, але відсутність органічної складової не забезпечила повної стабілізації катіонного обміну та мікробіологічної активності ґрунту. Вміст СаО та MgO теж був дещо нижчим за органічний варіант.

Найвищі показники вмісту усіх макроелементів спостерігалися за орґано-мінеральної системи удобрення, де поєднання 20 т/га гною з повною дозою NPK забезпечило синерґетичний ефект. Концентрація азоту досягла 3,13 %, фосфору – 0,69 %, калію – 3,14 %, що значно перевищувало контроль і всі інші варіанти. Показники СаО (1,69 %) і MgO (0,61 %) також були найбільшими, що вказує на покращення катіонного складу рослин та оптимальні умови живлення в системі ґрунт–рослина. Така взаємодія органічної речовини та мінеральних добрив сприяла підвищенню доступності елементів живлення та ефективнішому їх засвоєнню рослинами.

Узагальнюючи отримані результати, слід відзначити, що орґано-мінеральна система забезпечує найвищу збалансованість макроелементного живлення, органічна система значно підвищує рівні азоту, кальцію й магнію, тоді як мінеральні добрива переважно сприяють нагромадженню фосфору та калію. Контрольний варіант свідчить про суттєву нестачу елементів живлення, що обмежує продуктивність і якість кормової маси. Таким чином, комбіноване внесення органічних та мінеральних добрив є найбільш ефективним для покращення хімічного складу конюшини та формування високої кормової цінності.

Вплив систем добрив на вміст мікроелементів. Уміст мікроелементів у зеленій масі конюшини лучної, що використовується найчастіше як сировина для отримання соковитих кормів (силосу), відбивається на якості даного корму і, зрештою, на рівні продуктивності тварин.

Вміст мікроелементів у рослинній продукції є важливою характеристикою її поживної та кормової цінності, оскільки ці елементи беруть участь у численних ферментативних, обмінних та фізіолого-біохімічних процесах. Для бобових культур, зокрема конюшини лучної,

особливо критичними є сполуки бору, марганцю, міді, цинку та молібдену, адже вони беруть активну участь у формуванні бульбочок, роботі ферментної системи нітрогенази та синтезі білка.

Аналіз впливу різних систем удобрення демонструє, що концентрація мікроелементів суттєво змінюється залежно від джерела надходження поживних речовин та особливостей їх доступності у ґрунті. На контролі без добрив відзначається найнижчий рівень бору, міді, цинку та молібдену. Це пов'язано як із низькою біологічною активністю ґрунту, так і з відсутністю органічних колоїдів, здатних утримувати та поступово вивільняти мікроелементи у доступній для рослин формі.

Внесення органічних добрив (гній 40 т/га) сприяло суттєвому підвищенню вмісту бору та марганцю у зеленій масі конюшини, що зумовлено включенням цих елементів у склад органічної речовини та їх активною мінералізацією протягом вегетації. Органічні добрива також покращували доступність міді та цинку завдяки зростанню вмісту гумінових сполук, які формують стабільні хелатні комплекси з мікроелементами та перешкоджають їх фіксації у важкодоступних формах.

Застосування лише мінеральних добрив забезпечувало підвищення концентрації цинку та міді, проте ефект був слабшим порівняно з органічною системою. Це пояснюється тим, що високі дози азотних і фосфорних добрив можуть інколи пригнічувати надходження мікроелементів через явище антагонізму (наприклад, надмір фосфору знижує засвоєння цинку). Водночас марганець та бор у цьому варіанті накопичувалися повільніше через відсутність органічної матриці ґрунту.

Найбільш збалансоване та інтенсивне надходження мікроелементів до рослин забезпечувала органо-мінеральна система удобрення (гній 20 т/га + NPK). Поєднання органічної речовини та мінеральних форм поживних елементів створювало сприятливі умови для мобілізації бору, марганцю та цинку, а також значно підсилювало засвоєння молібдену – ключового елемента для роботи ферменту нітрогенази. Саме у цьому варіанті вміст

мікроелементів був найвищим, що корелює зі збільшенням інтенсивності симбіотичної азотфіксації та продуктивності травостою.

Узагальнюючи результати, можна стверджувати, що органо-мінеральна система удобрення забезпечує найбільш оптимальний рівень мікроелементного живлення конюшини лучної, тоді як органічна – формує високий вміст бору та марганцю, а мінеральна – сприяє накопиченню міді та цинку, але менш ефективна у забезпеченні молібденом. Контрольний варіант характеризується найнижчим рівнем мікроелементів та, відповідно, найменшою ефективністю симбіотичної азотфіксації. Це підтверджує необхідність збалансованого внесення добрив для формування рослин із високим вмістом біологічно цінних елементів живлення.

Таблиця 8

Уміст мікроелементів у зеленій масі конюшини лучної в середньому за 2024-2025 рр. (мг/кг сухої речовини)

№	Система удобрення:	Co	Cu	Zn	B	Mn
1	Контроль (без добрив)	0,087	6,212	24,217	17,013	41,114
2	Гній 40 т/га (органічна система)	0,141	7,703	30,011	22,137	60,106
3	НРК (мінеральна система)	0,121	8,025	31,313	18,451	54,363
4	Гній 20 т/га + НРК (органо-мінеральна система)	0,152	9,381	39,185	24,865	68,474
Середнє по мікроелементам		0,125	7,830	31,182	20,617	56,014

Наведені дані свідчать про чіткий вплив різних систем удобрення на накопичення мікроелементів у зеленій масі конюшини лучної. У контрольному варіанті без добрив рослини містили найнижчу кількість кобальту, міді, цинку, бору та марганцю, що свідчить про обмежене мінеральне живлення та слабку активність симбіотичного апарату. Внесення 40 т/га гною суттєво підвищило забезпеченість мікроелементами: зросли

концентрації кобальту, бору та марганцю, які є критично важливими для формування бульбочок і функціонування ферменту нітрогенази. Органічні добрива покращили не лише доступність мікроелементів, а й умови ґрунтового середовища, що сприяло активнішому засвоєнню елементів рослинами.

Мінеральна система удобрення забезпечила збільшення вмісту міді, цинку та марганцю, проте її дія була менш вираженою порівняно з органічним варіантом. Хоча NPK стимулював надходження окремих мікроелементів, таких як Cu та Zn, рівень бору та кобальту зростав повільніше, що свідчить про обмежену участь мінеральних добрив у формуванні повноцінного мікроелементного живлення.

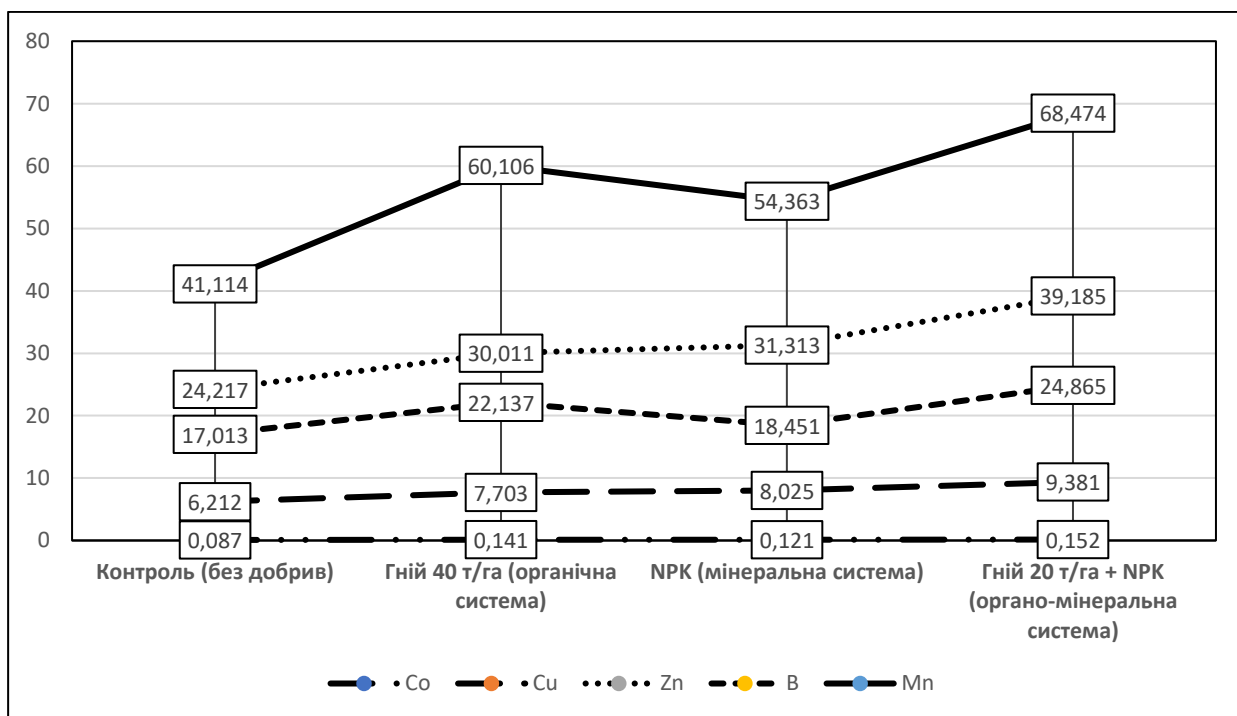


Рис. 8. Уміст мікроелементів у зеленій масі конюшини лучної в середньому за 2024-2025 рр. (мг/кг сухої речовини)

Найвищі значення всіх досліджених мікроелементів було зафіксовано за орґано-мінеральної системи удобрення. Поєднання 20 т/га гною з мінеральними добривами сприяло значному поліпшенню мікроелементного живлення рослин: концентрації кобальту, міді, цинку, бору та марганцю суттєво перевищували як контроль, так і інші системи удобрення. Такий

ефект зумовлений тим, що органічна складова покращує структуру ґрунту й активізує мікробіологічні процеси, тоді як мінеральні добрива забезпечують легкодоступні форми поживних елементів. У поєднанні ці два чинники створюють оптимальні умови для інтенсивної симбіотичної азотфіксації та накопичення біологічно цінних мікроелементів у рослинній масі.

Отже, органо-мінеральна система є найбільш ефективною для забезпечення конюшини лучної мікроелементами, органічна система займає друге місце за ефективністю, забезпечуючи значне підвищення вмісту ключових елементів, тоді як мінеральна система демонструє помірний ефект. Контроль без добрив характеризується найнижчим рівнем мікроелементів, що підтверджує необхідність цілеспрямованого удобрення для формування високоякісної зеленої маси та підтримання інтенсивної симбіотичної діяльності бобових культур.

Вплив систем добрив на поживність зеленої маси конюшини лучної. Поживність зеленої маси конюшини лучної значною мірою визначає ефективність кормової бази, яка залишається однією з ключових проблем для умов Полісся та загалом північних районів України, де через природно-кліматичні обмеження часто бракує високоякісних об'ємних кормів.

Одним із найефективніших шляхів підвищення забезпеченості тваринництва поживними кормами є включення багаторічних бобових трав – насамперед конюшини лучної – у структуру польових сівозмін.

Зелена маса конюшини використовується тваринами як у свіжому вигляді в літній період, так і у вигляді консервованих або висушених кормів протягом року. Із неї виготовляють сінаж, силос, висушене сіно, трав'яне борошно, гранули та інші види кормової продукції.

Проте кінцеві якісні показники залежать не лише від біологічних властивостей культури, а й від дотримання технологічних заходів заготівлі: строків скошування, способу підготовки маси, швидкості підв'ялювання, умов зберігання та рівня втрат поживних речовин.

Система удобрення відіграє ключову роль у формуванні збалансованого хімічного складу зеленої маси конюшини. Зміна рівня забезпеченості рослин елементами живлення прямо відображається на вмісті сирого протеїну, клітковини, безазотистих екстрактивних речовин, а також на концентрації мікроелементів і рівні обмінної енергії. Рациональне внесення органічних, мінеральних та органо-мінеральних добрив дозволяє не лише підвищити врожайність культури, а й суттєво поліпшити її кормову цінність.

Таким чином, дослідження впливу різних систем удобрення на поживність зеленої маси конюшини лучної є важливим напрямом для оптимізації кормовиробництва, формування енергетично насичених та збалансованих раціонів і підвищення продуктивності тваринництва в умовах господарств Полісся.

Таблиця 9

Вплив різних систем добрива на поживність та якість зеленої маси конюшини лучної % сухої речовини

№	Система удобрення:	сирий протеїн	сирий жир	сира клітковина	безазотисті екстрактивні речовини	сира зола	кормові одиниці
1	Контроль (без добрив)	12,11	2,05	21,18	42,63	8,54	0,52
2	Гній 40 т/га (органічна система)	16,56	2,77	23,86	44,67	10,45	0,67
3	НРК (мінеральна система)	16,28	2,55	22,65	44,93	9,12	0,62
4	Гній 20 т/га + НРК (органічно-мінеральна система)	17,63	2,86	24,28	45,07	11,08	0,71
	Середнє за поживністю	15,645	2,558	22,993	44,325	9,798	0,630

Наведені дані чітко демонструють, що система удобрення має вагомий вплив на хімічний склад зеленої маси конюшини лучної та її загальну кормову цінність. Без внесення добрив рослини характеризуються найнижчим вмістом сирого протеїну (12,11 %), сирого жиру (2,05 %), золи (8,54 %) та кормових одиниць (0,52), що свідчить про недостатню забезпеченість азотом і мікроелементами. Такий склад є типовим для конюшини, яка росте в умовах обмеженого живлення, що знижує її поживність та енергетичну цінність.

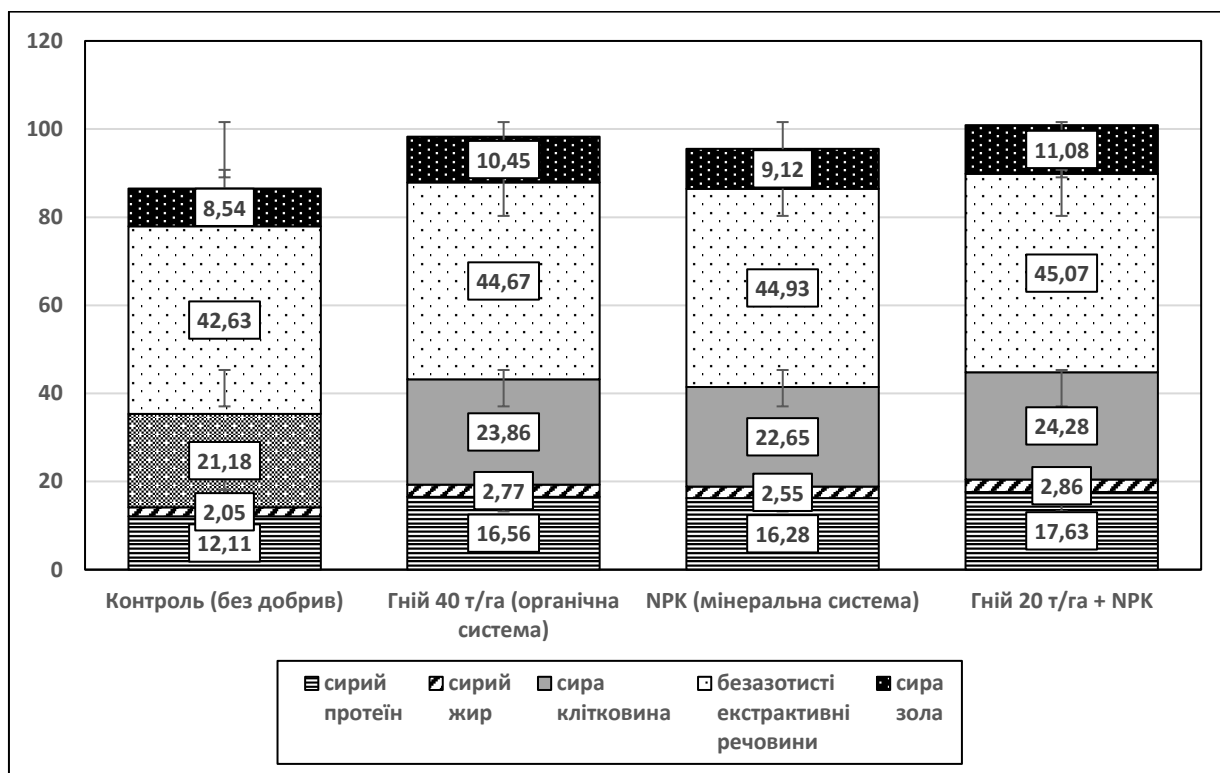


Рис. 9. Вплив різних систем добрива на поживність та якість зеленої маси конюшини лучної % сухої речовини

Застосування 40 т/га гною значно покращує якість кормової маси: вміст сирого протеїну зростає до 16,56 %, сирого жиру – до 2,77 %, а зольність – до 10,45 %. Органічні добрива сприяють активнішій азотфіксації, збагаченню ґрунту органічною речовиною та покращенню доступності поживних елементів, що безпосередньо позначається на якості зеленої маси. Підвищення частки сирі клітковини та БЕР у цьому варіанті також свідчить про збалансований ріст і активний накопичення структурних вуглеводів.

Мінеральна система удобрення забезпечує подібний рівень сирого протеїну (16,28 %) і навіть дещо вищий вміст безазотистих екстрактивних речовин (44,93 %), однак за вмістом жиру та золи поступається органічному варіанту. Це свідчить, що мінеральні добрива ефективно стимулюють ріст конюшини, але не забезпечують такого ж рівня мікроелементного та енергетичного живлення, як органічні.

Найкращі показники отримано за органо-мінеральної системи удобрення – 17,63 % сирого протеїну, 2,86 % жиру, 11,08 % золи та найвища забезпеченість кормовими одиницями (0,71). Поєднання гною з NPK створює оптимальні умови для розвитку рослин: органічна частина покращує структуру ґрунту та активізує мікробіологічні процеси, тоді як мінеральна забезпечує швидкодоступні форми елементів живлення. Саме така взаємодія дозволяє отримати найбільш поживну й енергетично насичену кормову масу.

В середньому по варіантах вміст сирого протеїну становив 15,65 %, БЕР – 44,33 %, а кормових одиниць – 0,63. Це підкреслює важливість цілеспрямованого удобрення, оскільки всі системи з використанням добрив суттєво перевищували контроль за основними показниками поживності. Таким чином, органо-мінеральна система є найбільш ефективною для забезпечення високої кормової цінності конюшини лучної, тоді як контроль без добрив демонструє найнижчі параметри, що підтверджує необхідність застосування удобрення для підвищення продуктивності та якості кормів.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економічна ефективність застосування різних систем удобрення при вирощуванні конюшини лучної у фермерському господарстві «Ялинівське 2007» є ключовим показником, що визначає доцільність їх використання у виробництві. Для підприємства важливо не лише отримати приріст урожайності та покращення якості зеленої маси, а й забезпечити окупність вкладених ресурсів. Навіть за високої агрономічної результативності добрива можуть бути економічно не вигідними, якщо додатковий дохід не перекриває витрат на їх внесення. Це зумовлює потребу в комплексній економічній оцінці, яка дозволяє визначити, чи є застосування конкретної системи удобрення рентабельним.

Оцінювання економічної результативності проводять на основі чистого доходу, приросту продукції та рівня рентабельності. У випадку багаторічних бобових культур, до яких належить конюшина лучна, економічна оцінка ускладнюється післядією добрив, що проявляється не лише в рік внесення, а й на наступних культурах зернотрав'яної сівозміни. Саме тому в дослідженні було прийнято допущення, що витрати на гній, мінеральні добрива та інші агрохімікати рівномірно розподіляються між усіма культурами п'яти-пільної сівозміни. Це дозволяє об'єктивно оцінити частку витрат, що припадає саме на вирощування конюшини лучної, з урахуванням тривалості післядії органічних і мінеральних добрив.

Контрольний варіант без добрив формував найнижчу врожайність і найгірші показники поживності зеленої маси, демонструючи мінімальну економічну віддачу. Застосування 40 т/га гною дало суттєвий приріст урожайності, підвищило вміст сирого протеїну та кормових одиниць, що забезпечило високу економічну окупність, оскільки органічні добрива мають пролонговану дію. Мінеральна система NPK забезпечила стабільний приріст урожаю та підвищення енергетичної цінності зеленої маси, але через вищу вартість добрив економічна рентабельність була дещо нижчою, ніж у варіанті

з органічним удобренням. Найвищу економічну ефективність забезпечила органо-мінеральна система, яка поєднувала 20 т/га гною з мінеральними добривами: вона дала максимальний приріст урожайності, найвищий вміст сирого протеїну, кращу енергетичну цінність і забезпечила найвищу окупність витрат (див. додаток К5 та табл.10, рис. 10).

Таблиця 10

Визначення економічного ефекту від упровадження систем удобрення

Показники	Системи удобрення*:			
	1	2	3	4
Врожайність, т/га	25,54	37,48	33,71	41,03
Ціна 1 т, грн. (в перерахунку на кормові одиниці)	3640	4690	4340	4970
Вартість валової продукції, грн.	92965,6	175781,2	146301,4	203919,1
Виробничі витрати на 1 га, грн.	47500	72500	68850	86850
Чистий прибуток на 1 га, грн.	45465,6	103281,2	77451,4	117069,1
Собівартість 1 т продукції, грн.	1859,8	1934,4	2042,4	2116,7
Рівень рентабельності, %	95,72	142,46	112,5	134,8
<p>*Примітка. За системи удобрення прийняті (див.табл. 2):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контроль (без добрив); 2. Гній 40 т/га (органічна система); 3. NPK (мінеральна система); 4. Гній 20 т/га + NPK (органічно-мінеральна система) 				

Наведені економічні розрахунки чітко демонструють значний вплив систем удобрення на господарську ефективність вирощування конюшини лучної у фермерському господарстві. Уже за базовим показником – урожайністю – видно виразну диференціацію результатів між варіантами. Контрольний варіант забезпечив лише 25,54 т/га зеленої маси, що є нижчим

порівняно з усіма варіантами удобрення. Максимальну продуктивність забезпечила органо-мінеральна система (41,03 т/га), що становить приріст на 60 % порівняно з контролем. Органічна система (гній 40 т/га) також показала високий результат – 37,48 т/га, тоді як мінеральна система NPK дала середній, але стабільний рівень урожайності – 33,71 т/га.

Вартість зеленої маси, розрахована через кормові одиниці, демонструє, що якісні показники продукції підвищуються разом із внесенням добрив. Ціна 1 т зеленої маси зростає від 3640 грн у контролі до 4970 грн у органо-мінеральній системі, що свідчить про суттєве підвищення її енергетичної та кормової цінності. У результаті вартість валової продукції у різних варіантах коливається від 92,96 тис. грн до 203,92 тис. грн/га. Найвищий економічний ефект знову демонструє органо-мінеральна система удобрення, де валова продукція перевищує контроль у 2,2 рази.

Виробничі витрати закономірно зростають у міру застосування більш насичених систем удобрення: від 47,5 тис. грн/га у контролі до 86,85 тис. грн/га при поєднанні гною та NPK. Проте зростання витрат компенсується значно вищим валовим доходом, що відображається у чистому прибутку. Найменший чистий прибуток одержано у контролі – 45,47 тис. грн/га, тоді як органо-мінеральна система забезпечує максимальний – 117,07 тис. грн/га. Органічна система (гній 40 т/га) завдяки високій урожайності і відносно помірним витратам забезпечує другий за величиною прибуток – 103,28 тис. грн/га. Мінеральна система NPK посідає третє місце (77,45 тис. грн/га), що зумовлено високою вартістю добрив порівняно з їх віддачею.

Собівартість 1 т продукції є найнижчою у контролі (1859,8 грн/т), однак це не є ознакою ефективності, оскільки низька собівартість пов'язана з мінімальними затратами та мінімальним врожаєм. У системах удобрення собівартість зростає до 2116,7 грн/т, але додаткові витрати компенсуються значно вищою валовою продукцією. Найвищий рівень рентабельності спостерігається у варіанті з внесенням 40 т/га гною – 142,46 %. Такий високий показник пояснюється відносно низькою собівартістю органічного

добрива та високою віддачею урожаю. Органо-мінеральна система демонструє рентабельність 134,8 %, що також є надзвичайно високим значенням, тоді як мінеральна система NPK забезпечує 112,5 %. Контроль має найнижчий рівень рентабельності – 95,72 %, що свідчить про слабку економічну ефективність технології без удобрення.

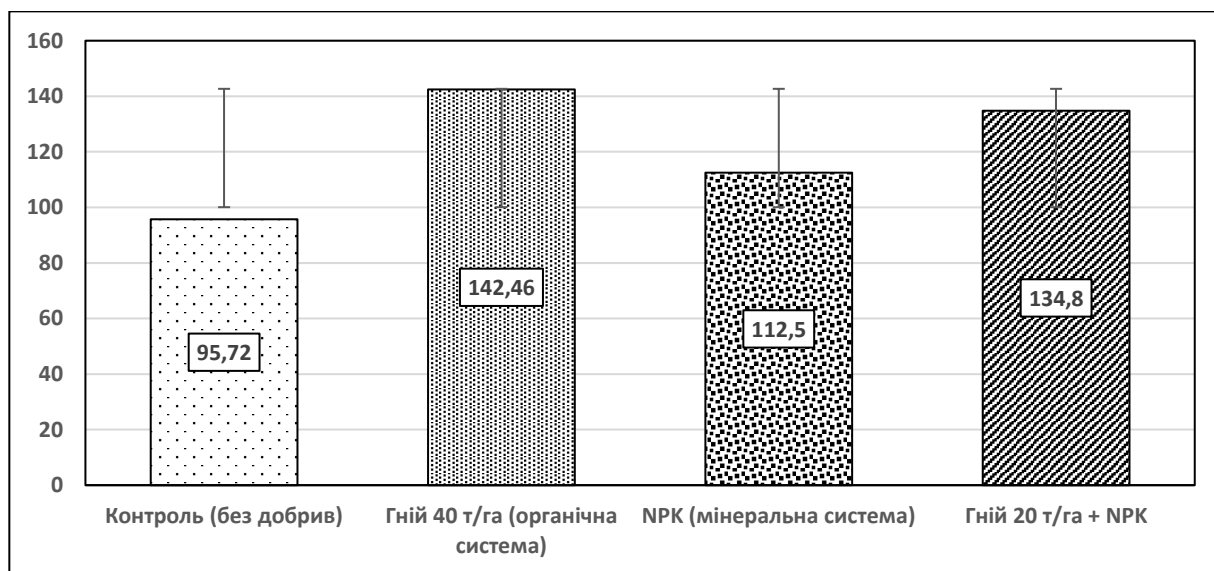


Рис. 10. Рівень рентабельності по системам удобрення, %

Узагальнюючи, можна зазначити, що всі системи удобрення значно підвищують економічну ефективність вирощування конюшини лучної. Найкращі результати забезпечують органічна та органо-мінеральна системи, які формують максимальний чистий прибуток і високу рентабельність. Органо-мінеральна система є ефективнішою за рахунок поєднаної дії органічного добрива і NPK, що дає найбільшу урожайність та найвищий показник якості зеленої маси.

Таким чином, вирощування конюшини лучної в умовах господарства «Ялінівське 2007» найбільш ефективно за застосування органо-мінеральної системи удобрення, де поєднання гною та мінеральних добрив забезпечує оптимальний баланс живлення рослин, підсилює азотфіксацію і дає змогу отримувати найбільший економічний ефект у розрахунку на одиницю вкладених коштів.

Технологічна карта вирощування конюшини лучної у ФГ «Ялинівське 2007»

№	Технологічна операція	Строк виконання	Агрегат / обладнання	Норма / параметри	Примітка
1	Лущення стерні попередника	серпень	МТЗ-892 + ЛДГ-10	глибина 6–8 см	стимуляція проростання бур'янів
2	Оранка зябу	вересень	МТЗ-1221 + ПЛН-4-35	22–25 см	формування орного шару
3	Внесення гною (20 або 40 т/га) – залежно від системи	жовтень	МТЗ-82 + РОУ-6	20–40 т/га	під органічну або органо-мінеральну систему
4	Внесення вапна (за потреби)	жовтень	МТЗ-82 + РМГ-4	1,0–1,5 т/га	доведення рН(КСІ) до 5,8–6,0
5	Культивація з вирівнюванням	весна	МТЗ-82 + КПС-4	6–8 см	передпосівний обробіток
6	Внесення мінеральних добрив НРК	весна	МТЗ-80 + СЗТ-3,6	N30P30K30 (або інша система)	відповідно до варіантів досліду
7	Передпосівне боронування	квітень	МТЗ-82 + БЗСС-1	легкі борони	закриття вологи
8	Сівба конюшини	квітень	МТЗ-82 + СЗТ-3,6 (з трав'яною приставкою)	8–10 кг/га	на глибину 1,5–2 см
9	Коткування після сівби	квітень	МТЗ-82 + ЗККШ-6	одноразово	покращення контакту насіння з ґрунтом
10	Боротьба з бур'янами (за потреби)	травень	механічна – БЗСС-1; хімічна – за погодженням	згідно регламентів	у фазі 2–3 листків
11	Фосфорно-калійне підживлення	червень	МТЗ-82 + РМГ-4	P20K20	за мінеральної або органо-мінеральної системи
12	Укіс 1-й	кінець червня	МТЗ-892 + дискова косарка KUHN GMD 240	фаза бутонізації – поч. цвітіння	збирання зеленої маси
13	Підсушування, ворошіння	червень–липень	МТЗ-82 + ворушилка	за потреби	для заготівлі сінажу/сіна
14	Укіс 2-й	серпень–вересень	МТЗ-892 + KUHN GMD 240	60–70 днів після першого укусу	оптимум: початок цвітіння
15	Підсушування, ворошіння	серпень–вересень	МТЗ-82 + ворушилка	за потреби	для заготівлі сінажу/сіна

Наведена технологічна карта чітко відображає повний цикл вирощування конюшини лучної в умовах інтенсивного кормового виробництва та дозволяє оцінити логіку виконання технологічних операцій,

їхню послідовність, трудомісткість і вплив на кінцевий результат. Операції згруповані таким чином, щоб забезпечити оптимальну підготовку ґрунту, створення поживного середовища, рівномірні та якісні сходи, контроль бур'янів і максимальну продуктивність першого й другого укосів.

Перший блок робіт – післяжнивний та осінній обробіток ґрунту – включає лушення стерні, оранку та внесення органічних добрив і вапна. Лушення забезпечує провокацію сходів бур'янів, що зменшує їх засміченість навесні. Оранка на 22–25 см сприяє формуванню глибокого орного шару, накопиченню вологи та рівномірному розподілу органічної маси. Внесення гною (20 або 40 т/га) створює стартовий запас поживних речовин, особливо азоту в органічній формі, що позитивно впливає на розвиток конюшини. Вапнування необхідне для доведення рН до оптимальних значень, оскільки культура чутлива до підвищеної кислотності, яка інгібує азотфіксацію та розвиток бульбочкових бактерій.

Весняні передпосівні операції спрямовані на створення оптимального посівного ложа. Культивуація та боронування забезпечують вирівнювання поверхні, закриття вологи й руйнування ґрунтової кірки. Внесення мінеральних добрив відповідно до системи удобрення нормує забезпечення рослин легкозасвоюваним азотом, фосфором і калієм. Сівба конюшини проводиться ранньою весною, у прохолодний період, що сприяє формуванню міцних сходів. Коткування після посіву є критично важливим, оскільки конюшина має дрібне насіння, і для його проростання необхідний щільний контакт із ґрунтом.

Захисні заходи включають механічний або хімічний контроль бур'янів у фазі 2–3 листків, що дозволяє мінімізувати конкуренцію за вологу й світло в початковий період росту. Підживлення фосфором і калієм у червні підсилює розвиток кореневої системи та стимулює формування бутонів перед першим укосом.

Збирання врожаю – ключовий етап. Перший укіс у фазі бутонізації – початку цвітіння забезпечує максимальну поживність, високу частку

листяної маси та повноцінну регенерацію рослин до другого укосу. Використання сучасної дискової косарки KUHN GMD 240 гарантує рівномірний укос без втрат. Другий укіс проводять наприкінці літа – на початку осені, через 60–70 днів після першого, коли рослини накопичують достатню вегетативну масу та досягають фази початку цвітіння. Операції підсушування та ворошіння забезпечують потрібну кондицію для заготівлі сіна або сінажу.

Загалом, аналіз технологічної карти свідчить, що система вирощування конюшини в господарстві є збалансованою, інтегрує органічні, мінеральні та агротехнічні прийоми, забезпечує оптимальні умови для азотфіксації, формування високого вмісту протеїну в зеленій масі та отримання двох повноцінних укосів за сезон. Рациональне поєднання механічних робіт, удобрення та сучасної техніки формує високий рівень рентабельності та стабільну кормову базу для тваринництва.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Забезпечення безпечних умов праці під час вирощування конюшини лучної є ключовим елементом організації виробничого процесу. Усі польові роботи – від основного обробітку ґрунту до збирання зеленої маси – пов'язані з використанням тракторної техніки, навісних агрегатів, косарок, ворошилок і обладнання для внесення органічних та мінеральних добрив. Це вимагає суворого дотримання правил охорони праці, інструкцій із безпечного поводження з технікою та матеріалами, а також готовності працівників до дій у надзвичайних ситуаціях.

До виконання польових робіт допускаються лише працівники, що пройшли вступний та первинний інструктаж із охорони праці, медичний огляд, навчання з експлуатації відповідної техніки та ознайомлені з інструкцією для конкретного виду діяльності. Під час роботи працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту: спецодяг, робочі рукавички, захисне взуття, окуляри, респіратори (особливо при роботі з добривами), а також протишумні навушники при роботі з гучними механізмами. Роботи категорично заборонено проводити у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння або при поганому самопочутті.

Під час роботи з тракторною технікою особлива увага приділяється огляду технічного стану машин. Перед виїздом у поле необхідно перевірити справність гальм, рульового керування, гідравлічної системи, освітлення, надійність кріплення навісного обладнання та захисних кожухів на валах відбору потужності. Під час роботи категорично забороняється перебувати під піднятим агрегатом, очищати робочі органи техніки, що працює, або торкатися рухомих частин. Під час руху колонною відстань між тракторами має бути не меншою ніж 20 м. На розворотах необхідно зменшувати швидкість, а різучі механізми косарки вмикати лише на робочій ділянці.

Особливої уваги потребує робота з дисковою косаркою KUHN GMD 240, оскільки її роторні ножі мають високу частоту обертів і є потенційно небезпечними. Працівники не повинні підходити до косарки ближче ніж на 20–30 метрів під час роботи агрегату. Те саме стосується ворушилок і граблів, які можуть зачепити одяг або кінцівки – будь-які ремонтні чи чисткові дії дозволені лише після повної зупинки механізму та вимкнення двигуна.

При роботі з гноєм або органо-мінеральними добривами необхідно уникати потрапляння матеріалу в очі та дихальні шляхи. Працівники повинні користуватися респіраторами та гумовими рукавичками. Мінеральні добрива НРК завантажують у сівалки або розкидачі лише у сухому добре вентильованому приміщенні, використовуючи засоби захисту органів дихання. Під час зберігання добрив категорично заборонено наближати джерела відкритого вогню. Вапнування ґрунтів проводять із використанням респіраторів, оскільки вапно є подразнюючим матеріалом.

Пожежна безпека є одним із найважливіших аспектів у сільському господарстві. Трактори, склади ПММ, місця зберігання добрив та техніки повинні бути оснащені вогнегасниками типу ОП-5 або ОП-10. У полі мають бути створені мінералізовані смуги для запобігання поширенню пожеж. Забороняється палити під час роботи техніки, використовувати відкритий вогонь поблизу складів і проводити зварювальні роботи без дозволу відповідального спеціаліста. Категорично заборонено спалювати стерню або рослинні залишки.

Під час роботи працівники можуть зіткнутися з надзвичайними ситуаціями, до яких належать загоряння техніки, аварії тракторів, ураження струмом, теплові удари, грози, сильні пориви вітру і навіть виявлення вибухонебезпечних предметів, що особливо актуально для багатьох регіонів України. У разі пожежі працівник повинен негайно зупинити трактор, вимкнути двигун і заглушити подачу палива. Потім застосувати вогнегасник і відійти на безпечну відстань, після чого викликати службу ДСНС за

номером 101. При виявленні підозрілих металевих або вибухонебезпечних предметів роботи негайно зупиняють, людей відводять на відстань не менш ніж 100–150 метрів і повідомляють ДСНС та поліцію (101 і 102). Заборонено торкатися таких предметів.

Працівники повинні вміти надавати першу домедичну допомогу: зупинку кровотечі, іммобілізацію кінцівок, допомогу при тепловому ударі, серцево-легеневу реанімацію. На кожному тракторі має бути справна аптечка з перев'язочними матеріалами, антисептиками, засобами для промивання очей.

Господарство повинно мати відповідального за охорону праці, вести журнали реєстрації інструктажів, регулярно проводити навчання персоналу, перевірки техніки, оновлення інструкцій. Усі працівники повинні бути ознайомлені з Правилами охорони праці в сільськогосподарському виробництві, пожежною інструкцією, планом евакуації.

Окремі інструкції з охорони праці для працівників під час вирощування конюшини включають:

1. інструкцію з охорони праці для тракториста-машиніста;
2. інструкцію для працівника, що працює з органічними добривами;
3. інструкцію для роботи з мінеральними добривами;
4. інструкцію з безпечної експлуатації косарок та ворушилок;
5. інструкцію з пожежної безпеки в польових умовах;
6. інструкцію з дій у разі виявлення вибухонебезпечних предметів;
7. інструкцію з надання першої допомоги.

Таким чином, комплексне дотримання вимог охорони праці та підготовленість персоналу до можливих надзвичайних ситуацій забезпечує зниження ризиків виробничого травматизму, захист матеріальних ресурсів та стабільність технологічного процесу вирощування конюшини.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Проведені дослідження щодо впливу систем удобрення на врожайність, якісні показники зеленої маси та сіна конюшини лучної, а також її здатність до симбіотичної азотфіксації в умовах фермерського господарства «Ялинівське 2007» Житомирського району Житомирської області дали змогу комплексно оцінити ефективність різних способів живлення культури та визначити оптимальні технологічні рішення для підвищення продуктивності багаторічних бобових угідь Полісся. Результати дослідів засвідчують, що впровадження збалансованих систем удобрення дозволяє суттєво підвищити врожайність зеленої маси, покращити кормову цінність, збільшити вміст макро- і мікроелементів у рослинній продукції, а також активізувати процеси біологічної фіксації атмосферного азоту, що сприяє довгостроковому підвищенню родючості ґрунтів.

Отримані дані свідчать, що контрольний варіант (без удобрення) забезпечує найнижчі показники врожайності – у середньому близько 25,5 т/га зеленої маси за два укуси. Така продуктивність є недостатньою для формування стабільної кормової бази та економічно невигідною, оскільки обмежені запаси доступного азоту й низька забезпеченість фосфором і калієм стримують формування повноцінного травостою. Водночас навіть за мінімальних витрат виробництво конюшини на контрольних ділянках характеризується низьким рівнем рентабельності, що не відповідає сучасним вимогам ефективного ведення кормовиробництва.

Застосування органічної системи удобрення у вигляді внесення гною в дозі 40 т/га спричинило суттєве зростання врожайності зеленої маси конюшини – до 37,48 т/га, що на 46,8 % більше порівняно з контролем. Органічна система також позитивно вплинула на хімічний склад рослин, підвищивши вміст сирого протеїну до 16,56 %, а також сприяла накопиченню кальцію, магнію та мікроелементів. Водночас економічний аналіз показав, що застосування гною хоч і потребує значних виробничих витрат, однак

забезпечує високий чистий прибуток – понад 103 тис. грн/га, а рівень рентабельності становить 142 %, що робить цей варіант надзвичайно ефективним.

Мінеральна система удобрення (внесення NPK згідно рекомендованих норм) забезпечила врожайність зеленої маси на рівні 33,71 т/га. Вплив мінеральних добрив виявився стабільним і прогнозованим: підвищився вміст сирого протеїну, посилилося накопичення макроелементів, особливо фосфору, калію та магнію. Однак економічні розрахунки показали, що рентабельність мінеральної системи хоч і висока (112,5 %), все ж нижча, ніж у органічній та органо-мінеральній системах. Це пояснюється високою вартістю добрив та їх одноразовим ефектом порівняно з органічною речовиною, яка забезпечує тривале післядія.

Найвищі показники врожайності – 41,03 т/га зеленої маси – були отримані в разі застосування органо-мінеральної системи удобрення, яка передбачає внесення гною в дозі 20 т/га у поєднанні з мінеральними добривами NPK. Така комбінація забезпечила не лише максимальне накопичення біомаси, але й найвищі показники якості: вміст сирого протеїну досяг 17,63 %, збільшився рівень макроелементів (особливо N, K₂O та CaO), а концентрація мікроелементів (Co, Cu, Zn, Mn, B) перевищила показники інших систем. Економічна ефективність органо-мінеральної системи також була найвищою – чистий прибуток склав понад 117 тис. грн/га, а рівень рентабельності – 134,8 %. Попри вищі витрати порівняно з чистою органічною системою, підвищений урожай та збільшена поживність корму повністю компенсують додаткові затрати.

Аналіз накопичення макро- і мікроелементів продемонстрував, що найвищі показники вмісту N, P₂O₅, K₂O, CaO та MgO були зафіксовані саме в органо-мінеральній системі. Особливо суттєво відзначалося збільшення вмісту калію, кальцію й магнію – елементів, що відповідають за стійкість рослин до стресів та формування міцних клітинних структур. Вміст мікроелементів – кобальту, міді, цинку, бору та марганцю – також

максимізувався саме у цьому варіанті, що підтверджує покращену біодоступність поживних речовин та оптимізацію фізіолого-біохімічних процесів бобової культури.

Активність симбіотичної азотфіксації за органо-мінеральної системи була найвищою – культура формувала більше бульбочок, збільшувався їх діаметр і маса, а загальна кількість фіксованого азоту перевищувала відповідні значення для інших систем удобрення. Це свідчить про те, що органічна речовина у поєднанні з мінеральними добривами створює найсприятливіше середовище для розвитку бактерій роду *Rhizobium*, які забезпечують атмосферний азот для потреб рослин.

Окрему увагу заслуговує аналіз режиму зволоження за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова. Погодні умови впродовж років досліджень характеризувалися коливанням від достатнього до помірного забезпечення вологою. Середні значення ГТК були близькими до багаторічної норми, що загалом сприяло стабільному формуванню врожаю. Проте періоди літніх посух у 2023 та 2025 роках підкреслили важливість використання органічної речовини, яка здатна підвищувати вологоємність ґрунту та запобігати пригніченню рослин у критичні фази росту. Саме органо-мінеральна система продемонструвала найбільшу пластичність до зміни погодних умов.

Отже, проведені дослідження дозволяють сформулювати низку практичних рекомендацій для господарства. Насамперед, найбільш доцільним є застосування органо-мінеральної системи удобрення, яка забезпечує найвищу продуктивність та максимальну економічну ефективність. Рекомендовано поєднувати внесення 20 т/га гною з мінеральними добривами NPK у повній нормі, що дозволить забезпечити збалансоване живлення і стабільні врожаї протягом усього періоду використання травостою.

Для господарств із обмеженими фінансовими ресурсами доцільною альтернативою є органічна система з внесенням 40 т/га гною, яка забезпечує високу рентабельність і значно покращує родючість ґрунту. Застосування

лише мінеральної системи можливе, однак не забезпечує таких довготривалих позитивних ефектів, як органічні та органо-мінеральні варіанти, і має використовуватися у випадках, коли є оперативна необхідність швидкого забезпечення рослин легкодоступними формами елементів живлення.

У господарстві необхідно систематично контролювати кислотність ґрунту, оскільки конюшина дуже чутлива до підвищеної кислотності та до токсичного впливу рухомого алюмінію. Оптимальним є підтримання рН(KCl) на рівні 5,8–6,0 шляхом періодичного внесення 1,24–1,43 т/га вапнякових матеріалів раз на 4–5 років. Дотримання таких параметрів сприяє нормальному розвитку бульбочкових бактерій та підвищує продуктивність культури.

Система удобрення повинна поєднуватися з дотриманням технологічних вимог щодо сівби, догляду та збирання врожаю. Сівбу рекомендовано проводити у ранні строки, забезпечуючи дрібне та рівномірне загортання насіння на глибину 1,5–2 см. Перший укіс слід здійснювати у фазі бутонізації – початку цвітіння, що забезпечує максимальне поєднання врожайності та кормової цінності. Другий укіс рекомендовано проводити через 60–70 днів після першого.

Важливо також впроваджувати заходи щодо зниження втрат під час заготівлі корму – застосування дискових косарок, ворошилок та обладнання для підсушування, що мінімізує втрати листової маси, яка містить основну частину протеїну та поживних речовин.

Важливим напрямом подальшого вдосконалення технології вирощування конюшини лучної у господарстві є впровадження системи постійного моніторингу родючості ґрунтів. Регулярний агрохімічний аналіз дозволяє своєчасно встановлювати зміни у вмісті елементів живлення, кислотності, вмісті гумусу та структурних характеристиках ґрунтового профілю. Ураховуючи те, що бобові культури суттєво впливають на баланс азоту та інших елементів, контроль післядії внесених добрив є обов'язковим

для збереження стабільної родючості та оптимального балансу поживних речовин. Зокрема, після використання органо-мінеральної системи доцільно проводити аналіз ґрунту раз на два роки, щоб уникнути надмірного накопичення легкодоступного азоту, який може сприяти розвитку бур'янів у наступних культурах сівозміни.

Поряд із цим важливо враховувати, що конюшина лучна має свої специфічні вимоги до захисту від бур'янів, шкідників та хвороб. Незважаючи на те, що згущений травостій бобової культури здатен природно пригнічувати розвиток бур'янів, у перший рік життя рослини є вразливішими. Тому за потреби необхідно застосовувати інтегровану систему захисту з поєднанням агротехнічних, механічних і за можливості – біологічних методів. Використання гербіцидів може бути обмеженим і застосовуватися лише за критичної засміченості, оскільки надмірна хімізація може негативно позначитися на симбіотичній активності *Rhizobium*.

Додатковим потенціалом для підвищення продуктивності господарства є запровадження сучасних технологій заготівлі кормів, зокрема – пресування сіна у великі тюки, заготівля високоякісного люцерно-конюшинного сінажу або гранулювання зеленої маси. Це дозволяє значно зменшити втрати кормових одиниць, уникати псування кормів при зберіганні та підвищувати економічну ефективність за рахунок тривалого збереження нутрієнтів. Сучасне обладнання для пресування й тюкування дозволяє перетворити навіть невеликі обсяги зеленої маси у високоліквідний товар, який може бути проданий або використаний у тваринництві з мінімальними втратами якості.

Проведене дослідження також демонструє важливість дотримання чіткої сівозміни. Висівання конюшини на одному полі кілька років поспіль призводить до втоми ґрунту, підвищення ризику розвитку специфічних хвороб і шкідників, а також зниження симбіотичної активності. Тому рекомендовано висівати конюшину в полі не частіше ніж раз на 4–5 років. Оптимальними попередниками є зернові культури та вико-вівсяні суміші, які

залишають достатньо органічної маси й сприяють формуванню сприятливого агрофону для бобових.

Окрему увагу слід приділити питанням екологічної безпеки та сталого розвитку. Внесення органічної речовини у складі гною та рослинних решток сприяє не лише підвищенню продуктивності, а й довгостроковому відновленню гумусового шару, що вкрай важливо для ґрунтів Полісся. Використання органо-мінеральних систем дозволяє зменшити частку мінеральних добрив і скоротити антропогенний тиск на ландшафт. Бобові культури, що фіксують атмосферний азот, зменшують потребу у синтетичних азотних добривах, тим самим знижуючи викиди парникових газів, пов'язаних із їх виробництвом і внесенням. Таким чином, вирощування конюшини лучної є важливою складовою стратегії декарбонізації та адаптації до змін клімату.

У перспективі доцільним є запровадження в господарстві елементів точного землеробства – GPS-навігації під час внесення добрив, локального удобрення, точного налаштування сівалок залежно від агрофону, а також використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу стану травостою. Це дасть змогу оптимізувати витрати ресурсів, підвищити рівномірність удобрення та якість виконання технологічних операцій, мінімізуючи людський фактор.

Таким чином, результати проведеної роботи дозволяють стверджувати, що за умови впровадження органо-мінеральної системи удобрення у поєднанні з удосконаленою технологією вирощування та сучасним підходом до агромоніторингу господарство «Ялинівське 2007» може суттєво зміцнити свою кормову базу, значно підвищити економічну ефективність та покращити екологічний стан ґрунтів. Отримані висновки є підґрунтям для подальшої адаптації технології виробництва конюшини лучної, а сформульовані пропозиції можуть бути впроваджені вже найближчими сезонами для досягнення стабільних і високих виробничих результатів.

З огляду на отримані результати, господарству «Ялинівське 2007» рекомендовано у наступні роки планувати кормовиробництво з використанням органо-мінеральної системи як пріоритетної, а органічної – як високоефективної альтернативи. Використання лише мінеральних добрив доцільно залишити для оперативного застосування, однак така система не повинна бути основною.

Підсумовуючи, дослідження підтвердили, що оптимізація системи удобрення, дотримання агротехніки та контроль ґрунтових умов є ключовими факторами, що забезпечують високу продуктивність та економічну ефективність вирощування конюшини лучної в умовах Полісся. Завдяки комплексному підходу можна розширити кормову базу господарства, покращити родючість ґрунтів, підвищити якість кормів і забезпечити стабільний економічний результат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк, С. А., Медведєв, В. В., Нікоряк, О. М. та ін. Моніторинг ґрунтів України: сучасний стан і перспективи. – Київ: Аграрна наука, 2020. – 420 с.
2. Бабич, А. О. Люцерна і конюшина: біологія, вирощування, використання. – Київ: Урожай, 2015. – 312 с.
3. Болюх, В. В., Філіпенко, І. М., Саприкін, О. І. Агрохімія: підручник. – Харків: ХНАУ, 2018. – 528 с.
4. Василенко, М. М., Мазур, Г. А., Кучер, О. О. Продуктивність багаторічних бобових трав залежно від удобрення та технології вирощування. Вісник аграрної науки. 2021. № 6. С. 42–50.
5. Грицаєнко, М. І., Шевчук, М. М. Функціонування бобово-ризобіальних систем. – Київ: Логос, 2017. – 268 с.
6. Дегтярьов, В. В., Курило, О. В., Городній, М. М. Рослинництво. – Київ: Центр учбової літератури, 2020. – 506 с.
7. Дудар, Є. П., Квітко, Г. П. Багаторічні трави в Поліссі України: продуктивність та якість корму. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія». 2019. № 1. С. 11–19.
8. Єщенко, В. О., Копитко, П. Г., Опришко, В. П., Костогриз, П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. – Київ: Дія, 2021. – 284 с.
9. Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Методичні рекомендації з оцінки кормової продуктивності багаторічних бобових трав. – Вінниця, 2020. – 54 с.
10. Камінський, В. Ф., Кравець, В. М., Шевчук, О. М. Вирощування багаторічних бобових трав у різних ґрунтово-кліматичних умовах України. – Київ: Аграрна наука, 2016. – 192 с.
11. Марченко, Т. Ю., Романенко, Ф. Е. Вплив фосфорно-калійних добрив на азотфіксацію та продуктивність конюшини. Агрохімія і ґрунтознавство. 2022. № 4. С. 17–23.

12. Мазур, В. А., Седловський, О. І., Сухомлин, М. М. Адаптивні технології вирощування кормових культур у зоні Полісся. – Житомир: Полісся, 2019. – 268 с.
13. Науково-методичні рекомендації з визначення біологічної фіксації азоту бобовими культурами. – Харків: ННЦ «ІГА імені Соколовського», 2018. – 38 с.
14. Присяжнюк, О. І., Сухий, О. М. Ефективність органічних та органо-мінеральних добрив під бобові кормові культури. Землеробство та ґрунтознавство. 2020. № 1. С. 95–103.
15. Рожко, І. С., Гудзенко, В. М. Продуктивність конюшини лучної за різних систем удобрення. Корми і кормовиробництво. 2021. № 92. С. 54–60.
16. Татарко, К. С., Головка, Т. М. Азотфіксаційна здатність симбіотичних систем бобових: біохімічні основи та продуктивність. – Одеса: Міледі, 2017. – 296 с.
17. ФАО ООН. Управління родючістю ґрунтів для сталих агросистем. – Рим: ФАО, 2020. – 210 с.
18. Haynes, R.J. Mineral nutrition of legumes. *Advances in Agronomy*. 2020. Vol. 165. P. 95–140.
19. Ledgard, S.F., Steele, K.W. Biological nitrogen fixation in mixed clover–grass pastures. *Plant and Soil*. 1992. Vol. 141. P. 137–152.
20. Andrews, M., Andrews, M.E. Specificity in legume–rhizobia symbioses. *International Journal of Molecular Sciences*. 2017. 18(4). P. 705–716.

ДОДАТКИ

К1

Сорт АКЦЕНТ (конюшина лучна)



Назва сорту: Акцент

Назва на англійській мові: Aktsent.



Культура: конюшина лучна

Країна створення сорту: Україна



Рік реєстрації: 2021



В держ.реєстру: В реєстрі

Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.



Напрямок використання: кормовий.

Якість: середньобілковий.

Організація:

З, ВППС, ВЛ: [Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України \(UA\)](#)

ДЕ ПРИДБАТИ

ОПИС

ХАРАКТЕРИСТИКИ

ОФІЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сорт Акцент внесений в державний реєстр в 2021 році. Тривалість періоду вегетації складає 101 - 125 діб. Стійкість до вилягання 8 балів. Стійкість до посухи 8 балів. Стійкість проти антракнозу 8 - 9 балів. Стійкість проти стеблової іржі 8 балів. Стійкість проти бурої плямистості 8 балів. Стійкість проти борошнистої роси 8 балів. Стійкість проти аскохітозу 8 - 9 балів. Стійкість проти фузаріозного в'янення 8 - 9 балів.

К2



K3



K4



Результати дисперсійного аналізу

Показник	Значення
<i>Сума квадратів між групами (SSb)</i>	<i>183.37</i>
<i>Сума квадратів всередині груп (SSe)</i>	<i>23.15</i>
<i>Ступені свободи (dfb = 3, dfe = 8)*</i>	<i>3 і 8</i>
<i>Середній квадрат між групами (MSb)</i>	<i>61.12</i>
<i>Середній квадрат помилки (MSe)</i>	<i>2.89</i>
<i>F-фактор</i>	<i>21.14</i>
<i>Критичне F (p=0.05)</i>	<i>4.07</i>
<i>p-value</i>	<i><0.001</i>

