

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного
факультету

В.П. Коваленко

«_____» _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
рослинництва

С.М. Каленська

«_____» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «КОРМОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВИХ
ТРАВСУМШЕЙ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ
ВИРОЩУВАННЯ»**

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д. с.-г. наук, професор

_____ Каленська С.М.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

к. с.-г. н., доцент

_____ Свистунова І. В.

Виконав

_____ Глушенко Д. В.

КИЇВ –2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

рослинництва

д. с.-г. н., проф. С.М. Каленська

«___» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи здобувачу

Глушенку Денису Васильовичу

Спеціальність 201 «Агрономія».

Освітня програма «Агрономія».

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна.

Тема магістерської роботи: «Кормова продуктивність бобово-злакових травосумішей залежно від технологічних прийомів вирощування», затверджена наказом ректора НУБіП України від 18.09.2025 №1977 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.10.2025 р.

Вихідні дані до роботи: тип ґрунту, на якому проводились дослідження – чорнозем опідзолений з вмістом гумусу в орному шарі 3,4 %, рН сольової витяжки 6–6,5, ступінь насичення основами середній.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Визначити особливості росту та розвитку рослин тритикале ярого та горошку посівного у змішаних посівах залежно від співвідношення норм їх висіву та норм внесення мінеральних добрив.

2. Визначити вплив різних норм мінеральних добрив та норм висіву компонентів травосуміші на формування продуктивності та поживності кормового бобово-злакового агрофітоценозу.

3. Дати енергетичну та економічну оцінку технології вирощування досліджуваних сумішей на зелений корм.

Дата видачі завдання «___» _____ 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Свистунова І. В.

Завдання прийняв до виконання _____ Глушенко Д. В.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена вивченню кормової продуктивності однорічних бобово-злакових травосумішей у залежності від технологічних прийомів вирощування, зокрема співвідношення норм висіву тритикале ярого та горошку посівного за різних рівнів мінерального живлення.

У першому розділі наведено огляд наукових джерел щодо ролі змішаних посівів у кормовиробництві, їх агроекологічних та кормових переваг. Особливу увагу приділено впливу агротехнічних заходів: норм висіву, вибору компонентів та мінерального живлення на формування врожаю та якості зеленої маси у бобово-злакових сумішках.

У другому розділі охарактеризовано природно-кліматичні та ґрунтові умови господарства, де проводили дослідження, гідротермічний режим під час проведення досліду, а також наведена схема польового досліду.

У третьому розділі подано результати експериментальних досліджень. Зокрема, висвітлено динаміку лінійного росту рослини змішаних агрофітоценозах, рівень облиственості компонентів, а також площу асиміляційної поверхні залежно від технологічних прийомів. Показано, як удобрення впливали на наростання біомаси, урожайність та поживну цінність зеленого корму.

Четвертий розділ присвячено біоенергетичній та економічній оцінці технологій. Найбільш раціональним визнано варіант, де висівали 60 % від повної норми висіву тритикале ярого та 50 % горошку посівного з внесенням повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$. Цей агротехнічний прийом забезпечив рентабельність на рівні 86 %, чистий прибуток – 9267 грн/га та коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 2,37.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРИТИКАЛЕ ЯРЕ, ГОРОШОК ПОСІВНИЙ, ЗМІШАНІ ПОСІВИ, МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, КОРМОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ, АГРОФІТОЦЕНОЗ.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	3
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Значення змішаних посівів у кормовиробництві	9
1.2 Вплив агротехнічних прийомів на кормову продуктивність однорічних бобово-злакових сумішей	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних та погодних умов	22
2.2 Схема досліду та методика проведення досліджень	27
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
3.1 Лінійний ріст рослин у змішаних бобово-злакових агрофітоценозах	29
3.2 Облиственість компонентів змішаних агрофітоценозів	30
3.3 Нагромадження сухої речовини змішаними посівами	35
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОДНОРІЧНИХ КОРМОВИХ ТРАВСУМІШЕЙ	40
4.1 Оцінка біоенергетичної доцільності вирощування однорічних кормових травосумішей	40
4.2 Економічна доцільність вирощування однорічний кормових травосумішей	42
ВИСНОВОК	45
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	47

ВСТУП

Кормова база є ключовим фактором у розвитку тваринництва, адже саме від неї залежить продуктивність худоби та рентабельність виробництва. При вирощуванні як в одновидових, так і сумісних посівах у сівозмінах враховуються якісні показники, рівень врожайності, кормова цінність та агротехнічне значення. Особливе увагу заслуговує вирощування тритикале ярого з викою посівною. Використання цих змішаних посівів є одним зі способів забезпечення тварин повноцінними збалансованими на вміст протеїну зеленими кормами.

Вика посівна є цінним джерелом протеїну та відіграє ключову роль у збагаченні ґрунту азотом, що дуже важливо в умовах енергетичної кризи та дороговизни азотних добрив. До неї доцільно додавати злаковий компонент, такий як тритикале яре. Цей злак не лише забезпечує високу урожайність зеленої маси, але й створює оптимальний баланс поживних речовин у травостої, покращує його структуру та сприяє довговічності.

Потужним резервом у зміцненні кормової бази, вирішенні проблеми білка, здешевленні продукції тваринництва є бобові трави. Дослідженнями доведено, що повноцінними та збалансованими кормами є не одновидові посіви, а бобово-злакові травосуміші. Створення високоврожайних бобово-злакових травосумішей – це екологічний, енергозберігальний і низькозатратний спосіб забезпечення тварин високопоживними кормами.

Актуальність досліджень. У збільшенні виробництва повноцінних кормів важливе значення має вирощування бобово-злакових однорічних травосумішей. У виробничих умовах їх продуктивність часто низька, а тому існує потреба в удосконаленні існуючих технологій їх вирощування.

Використання на кормові цілі змішаних посівів тритикале ярого з викою посівною є одним зі способів забезпечення тварин повноцінними збалансованими на вміст протеїну зеленими кормами.

Мета досліджень – встановити особливості формування кормової продуктивності змішаними посівами тритикале ярого з горошком посівним залежно від їх норм висіву та мінерального удобрення.

Предмет досліджень – рослини тритикале ярого і горошку посівного, змішані посіви злакового та бобового компонентів, норми мінеральних добрив.

Об’єкт досліджень: процеси росту й розвитку злакової та бобової культури в змішаних посівах, формування ними кормової продуктивності залежно від технологічних чинників вирощування в умовах конкретного ґрунтового-кліматичного регіону.

Завдання досліджень:

– визначити особливості росту та розвитку рослин тритикале ярого та горошку посівного у змішаних посівах залежно від співвідношення норм їх висіву та норм внесення мінеральних добрив;

– визначити вплив різних норм мінеральних добрив та норм висіву компонентів травосуміші на формування продуктивності та поживність бобово-злакового агрофітоценозу;

– дати енергетичну та економічну оцінку технології вирощування досліджуваних сумішей на зелений корм.

Методи досліджень. Обліки та спостереження проводились у відповідності з вимогами загальноприйнятих у рослинництві та кормовиробництві: польовий – спостереження за ростом і розвитком рослин; лабораторні: хімічний для визначення накопичення сухої маси та якості корму; математично-статистичний – визначення вірогідності отриманих результатів; порівняльно-розрахунковий – розрахунок енергетичної й економічної оцінки ефективності досліджуваних технологічних моделей).

Наукова новизна. В умовах конкретного господарства вперше було удосконалено та доповнено знання про закономірності динаміки росту і розвитку рослин у змішаних агрофітоценозах, формування асиміляційної поверхні та облиственості компонентів залежно від комбінованого впливу

норми висіву та мінерального живлення. Також зв'язок між технологічними прийомами та поживною цінністю зеленої маси (вміст протеїну, клітковини, жиру), що дозволяє цілеспрямовано формувати кормову продукцію заданої якості.

Завдання досліджень:

- визначити особливості росту та розвитку рослин тритикале ярого та горошку посівного у змішаних посівах залежно від співвідношення норм їх висіву та норм внесення мінеральних добрив;
- визначити вплив різних норм мінеральних добрив та норм висіву компонентів травосуміші на формування продуктивності та поживність бобово-злакового агрофітоценозу;
- дати енергетичну та економічну оцінку технології вирощування досліджуваних сумішей на зелений корм.

Апробація результатів досліджень.

Основні результати досліджень, що проведені за темою магістерської кваліфікаційної роботи, доповідалися на засіданнях кафедри рослинництва НУБіП України та Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів». НУБіП України. Київ, 22–23 травня 2025.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Значення змішаних посівів у кормовиробництві

Ідею спільного вирощування рослин на корм людина взяла з природи, де, як відомо, трав'яна і деревна рослинність росте найчастіше у вигляді рослинних угруповань – фітоценозів, які краще пристосовані до умов місця, де вони ростуть. На відміну від багаторічних рослинних угруповань взаємовплив рослин в однорічних агроценозах триває короткий відрізок часу. Помилки у доборі видів для сумішей відразу позначаються на результатах – знижується приріст зеленої маси, урожайність її і якість кормів. виправити ці помилки буває важко або неможливо. Тому потрібний особливо ретельний підхід (прогнозування) особливостей взаємодії рослин у суміші, який ґрунтується на знаннях біології й екології однорічних кормових культур – компонентів агрофітоценозу. Необхідно враховувати динаміку росту і розвитку їх. В разі вдалого добору рослин, достатнього зволоження і забезпечення поживними речовинами продуктивність сумішей не тільки не поступається перед продуктивністю одновидових посівів, а й часто перевищує її [25].

Змішані посіви, або травосуміші, представляють собою агротехнологічний прийом, заснований на спільному вирощуванні двох або більше культур на одній площі протягом одного вегетаційного періоду. В умовах сучасного кормовиробництва, що вимагає стабільної та високобілкової кормової бази при одночасному зниженні екологічного навантаження, роль бобово-злакових сумішей набуває стратегічного значення [53]. Глобальна наукова спільнота, як відзначають Кравченко О.В. та ін. [41], розглядає змішані посіви як ключовий елемент сталого землеробства. Це обумовлено їхньою комплексною перевагою над чистими посівами, яка виявляється в агрономічній, біологічній, екологічній та економічній площинах. В Україні, де сільськогосподарське виробництво стикається з викликами змін клімату та зростанням вартості мінеральних добрив, використання тритикале ярого у суміші з горошком посівним або

викою є біологічно обґрунтованою та економічно доцільною альтернативою [38].

Спільне вирощування забезпечує механічну підтримку для слабких або сланких рослин (горошок посівний, вика). Злаковий компонент (тритикале), який має міцне стебло, виконує роль кулісної культури. Це критично важливо для забезпечення якості збирання врожаю, запобігаючи виляганню, що, у свою чергу, знижує втрати зеленої маси та зберігає її поживну цінність (45).

Змішані посіви позитивно впливають на структуру ґрунту завдяки різним кореневим системам (стрижнева у бобових, мичкувата у злаків). Це покращує аерацію та водопроникність. Крім того, щільно закритий травостій і швидке наростання біомаси на ранніх етапах вегетації створюють сильний конкурентний тиск на бур'яни, що знижує необхідність використання гербіцидів і сприяє екологізації технології [42].

Змішані посіви є першочерговим джерелом високоякісних кормів, необхідних для збалансованого живлення жуйних тварин. Головною перевагою змішаних посівів перед чистими посівами злаків є їхня нутріційна повноцінність. Урожай травосуміші характеризується значно вищою концентрацією сирого протеїну та перетравної енергії [19]. Дослідження Ghassemi et al. [44], що проводилися на суміші горошку/тритикале, підтверджують, що завдяки синергічному ефекту досягається оптимальний протеїново-енергетичний баланс, що дозволяє зменшити використання дорогих концентратів у раціоні. Наявність бобового компонента позитивно впливає на смакові якості корму та його перетравність. У молодому травостої клітковина ще не здерев'яніла, а високий вміст білка та мінеральних речовин робить корм більш доступним для травлення тварин. Це, у свою чергу, позитивно впливає на кінцеву продуктивність тваринництва [3].

У структурі польових кормових культур найбільшу частину повинні займати бобові трави та бобово-злакові травосуміші, площу посіву яких потрібно відновити до рекомендованих норм: у зоні Полісся – 50-55%,

Лісостепу – 45-50% та Степу – 40-45%. Традиційно склалося, що близько 50% від потреб тваринництва в кормах припадає на польове кормовиробництво. В минулому воно забезпечило виробництво 42 тис. тон сіна, 56 тис. тон зелених кормів, та майже весь обсяг сінажу, силосу та концентрованих кормів. При цьому на все це відведено тільки 2.4 млн га ріллі, що становить 10% від загальної площі [17].

Питання не лише кількості, але й якості кормової маси є ключовим для сучасного тваринництва. Оцінка кормової цінності, вмісту протеїну та енергетичної ефективності вирощування травосумішей вимагає постійного оновлення даних. Зокрема, у свіжих дослідженнях встановлено, що внесення фосфорно-калійного живлення, яке сприяє розвитку бобового компонента, забезпечує високий коефіцієнт енергетичної ефективності (4,6), що є значно вищим порівняно з варіантами, де переважає мінеральний азот (3,8-4,1) [3]. Отримані результати підтверджують, що економічний ефект вирощування травосумішей тісно пов'язаний із підвищенням частки бобового компонента, який є основним джерелом високобілкового корму.

Відомо, що використання зеленої маси з одновидових посівів бобових культур викликає білковий перекорм, внаслідок чого порушуються сприятливі ферментативні процеси в передшлунках тварин, створюється фізіологічна і енергетична напруга в печінці тварин, що зв'язана зі знешкодженням великого надлишку аміаку, який поступає з рубця тварин, внаслідок чого вони втрачають продуктивність та не раціонально використовують корми. У той же час згодовування кормів із злако-бобових сумішок сприяє запобіганню цього недоліку, бо покращується не тільки загальна поживність раціону, але й зростають його якісні показники [26].

Змішані посіви – це посіви двох і більше культур на корм чи зерно фураж, які висівають одночасно або в різні строки неповними нормами в одному рядку або черезрядно і збирають в одну транспортну місткість.

Однією з головних переваг змішаних посівів є збільшення загальної продуктивності агроценозу. Завдяки різним вимогам культур до поживних

речовин, світла та вологи, вони ефективніше використовують ресурси ґрунту та навколишнього середовища. Наприклад бобові культури (вика посівна) збагачує ґрунт атмосферним азотом, який стає доступним для тритикале ярого, знижуючи потребу в азотних добривах.

Чим більше трав на полях і на місцевостях, схильних до ерозії, тим чистіше середовище, менше ерозії, вищі родючість ґрунту і продуктивність польових культур. Розуміння і прийняття цієї простої істини, яку підтверджують практика передових господарств, вітчизняний і зарубіжний досвід, дадуть змогу збільшити виробництво зерна, кормів і продукції рослинництва.

Правильно організована, з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов і спеціалізації господарства кормова площа є гарантією високопродуктивного тваринництва. Основна продукція кормовиробництва – вегетативна маса кормових рослин, яку згодовують тваринам у свіжому (зеленому) вигляді і використовують для заготівлі кормів. Частка її у загальній потребі кормів у господарстві може становити залежно від спеціалізації тваринництва від 55 – 60 до 75 – 80%. У широкому розумінні кормова база – це насамперед зелена кормова площа. Один з основоположників кормовиробництва В.Р. Вільямс зазначав, що продуктивне тваринництво може бути організоване тільки за наявності в господарстві зеленої кормової бази. Теоретично це положення визнають усі, а на практиці високоефективну кормову площу організовано далеко не в усіх господарствах. Потрібно підвищувати продуктивність бобових культур, широко використовувати їх у змішаних посівах. Для збільшення їхньої продуктивності крім добрив, поливу та інших прийомів вирощування слід ширше використовувати селекційні штати бульбочкових бактерій, що дасть змогу збільшити урожай зеленої маси, сіна і зерна на 15-24% [13].

У кормових сівозмінах і на схилах вирощують здебільшого прості бобово-злакові суміші. Вони придатні і для укісно-пасовищного використання трав, яке нерідко практикують у кормових і ґрунтозахисних

сівозмінах. При цьому, навіть у разі деякого зниження загального збору зеленої маси порівняно з укісним використанням, продуктивність тварин значно підвищується, оскільки збільшується віддача корму, що відшкодовує можливий певний недобір корму. В такому разі слід здійснювати як агрономічний, так і зоотехнічний облік, порівнювати ефективність укісного й укісно-пасовищного використання травосумішей [25].

Основна мета змішаних посівів у рослинництві – підвищення врожайності та якості отриманої продукції, у кормовиробництві – передусім підвищення якості кормів, оскільки врожайність кормо-сумішей, особливо однорічних культур, не завжди перевищує врожайність одновидових посівів. Проте, якщо навіть урожайність суміші деякою мірою поступається урожайності одновидових посівів, то вигреш у якості (зокрема щодо вмісту протеїну в кормі) виправдовує застосування кормосуміші [24].

В однорічних траво- й кормосумішах, на відміну від багаторічних, не повинно бути видів у рецесивному (полеглому, пригніченому, зі сповільненим ростом) стані. Це знижує загальну продуктивність суміші, якість корму і має бути виключено при складанні суміші; взаємовплив рослин кращий у тих варіантах, де збігаються в часі ріст та розвиток рослин-компонентів [24].

Вика яра – цінна білкова культура, зерно якої містить 30-35% білки, приблизно 2% сирого жиру. Сумарний білок зерна вики складається в основному з глобулінів і альбумінів, що роблять його легкозасвоюваним. На 100 кг зерна припадає 20 кг перетравного протеїну і 116 кормових одиниць. Крім того в зерні вики є гіркі і отруйні ціаногенні глюкозиди – віцін і віціанін. В зеленій масі вони відсутні [16].

Зелена маса тритикале містить підвищену кількість цукрів і каротинів і добре поїдається тваринами, а з викою має чудовий баланс поживних речовин для тварин для їх збалансованого харчування [18].

Змішані посіви вики + тритикале зазвичай дають вищу кормову продуктивність порівняно з чистими посівами кожної з культур окремо. Це

пов'язано з тим, що вика збагачує корм білком, тоді як тритикале забезпечує об'єм зеленої маси, багатой на енергію.

Згідно з дослідженнями Gasmi-Boubaker та співавторів [39], суміші з часткою вики 50-67% забезпечують оптимальний баланс між врожайністю сухої речовини та вмістом перетравного протеїну. Крім того, суміш має більш збалансований амінокислотний склад, що підвищує харчову цінність корму.

Горошок посівний належить до однорічних бобових високобілкових кормових культур. Ця культура відіграє значну роль у кормовиробництві при вирішенні проблеми кормового білка. Вона є невід'ємною складовою зеленого конвеєра і, як бобовий компонент, входить до складу більшості однорічних бобово-злакових сумішей, що вирощують на зелений корм, сіно, силос, сінаж. Кормова маса горошку посівного, завдяки підвищеному вмісту сирого протеїну, каротину, незамінних амінокислот, є високоцінним кормом для всіх видів сільськогосподарських тварин [29, 30]. Крім того, горошок є добрим попередником, адже завдяки симбіозу кореневої системи з бульбочковими бактеріями здатний за вегетацію нагромадити на кожному гектарі 50-60 кг біологічного азоту [31]. Висока кормова цінність, можливість різностороннього використання, позитивна післядія у сівозміні обумовлюють розповсюдження цієї культури [32].

Змішані посіви забезпечують вищу якість корму. Бобові є багатими на протеїн, а злакові на вуглеводи та клітковину. Їхнє поєднання дозволяє отримати збалансований за поживними речовинами корм, що покращує перетравність та засвоєння, а отже, і продуктивність тварин. Це також зменшує потребу у придбанні дорогих концентрованих кормів.

Після збирання врожаю змішаних посівів з високобілковими бобовими культурами на їх площі залишається більше корневих решток, ніж після одновидових посівів [16].

Змішані посіви підвищують стійкість агроценозу до несприятливих погодних умов, шкідників та хвороб. Різноманіття видів у травостой створює

біологічне різноманіття, що ускладнює поширення шкідливих організмів та зменшує ризики втрати врожаю. Наприклад, злакові культури слугують опорою для вилягаючих бобових, запобігаючи втратам врожаю.

При підборі складу змішаних посівів слід звертати увагу на низку аспектів, від який залежить врожайність та поживна цінність кормів. Головним чином потрібно враховувати: біологічні властивості, продуктивність, реакцію рослин на умови середовища, енергетичну цінність та господарські якості. Правильно підібране кількісне співвідношення компонентів, дає можливість сформувати потрібну густоту стояння, значну листову поверхню. В свою чергу це зумовлює ефективніше використання факторів середовища, прискорення процесів фітоценозу, підвищення врожайності та цінності кормів [27, 28]

За даними Держкомстату посівна площа вики та сумішок на зерно в Україні у 2015 році становила 44 тис. га. 100 кг зеленого корму відповідають 12-18 кормовим одиницям і містять 2,8-3 кг перетравного протеїну, 100 кг соломи відповідно – 28 і 2,7, а 100 кг зерна – 117 кормових одиниць і 20,6 кг перетравного протеїну [18].

Вивчення динаміки формування урожаю різних за тривалістю вегетаційного періоду кормових культур дало змогу дійти висновку, що в інтенсивному кормовиробництві, як і в будь-якому виробничому процесі, дуже важливо мати максимальну кількість продукції за одиницю часу або скоротити час для одержання цієї кількості її. Отже, в інтенсивному кормовиробництві потрібно враховувати не тільки кількість вирощеної продукції взагалі, а й час, протягом якого її виростили. При цьому також треба брати до уваги темп формування врожаю [13].

Все вище сказане каже про те, що змішані посіви є економічно вигідними. Збільшення врожайності, покращення якості корму, зниження витрат на добрива та зменшення ризиків втрат урожаю – все це безпосередньо впливає на збільшення прибутковості кормовиробництва та тваринницької галузі.

1.2 Вплив агротехнічних прийомів на кормову продуктивність однорічних бобово-злакових сумішей

Останні наукові дослідження в Україні та світі підтверджують, що норми висіву та мінеральне живлення є ключовими технологічними прийомами для максимізації кормової продуктивності бобово-злакових сумішей. Це також узгоджується з висновками Demidas & Veiler [38] та Karbivska et al. [45], які раніше наголошували на важливості вибору компонентів та технології вирощування. Зокрема, у дослідженнях, що проводилися з аналогічними компонентами (горошок посівний та тритикале яре), було встановлено, що оптимізація співвідношення висіву та рівня азотного живлення значно впливає на загальну врожайність зеленої маси та її якість. Так, іноземні автори [44] довели, що правильно підібрана норма висіву та рівень азоту дають змогу не лише підвищити кількісні показники, але й контролювати вміст сирого протеїну в кормі. Щодо системи живлення, сучасні українські наукові роботи деталізують реакцію травосумішей на внесення добрив. У дисертаційній роботі Карасевич Н.В. [3] наведено свіжі дані про позитивний вплив помірних норм азоту на формування щільності травостою та висоту рослин, що є важливим для підтримки злакового компонента. Водночас, іноземні дослідження [42] акцентують увагу на критичному значенні фосфорних добрив для стимуляції розвитку бобового компонента та загального підвищення кормової цінності суміші. Питання не лише кількості, але й якості кормової маси є ключовим. У роботі [3] також встановлено, що внесення фосфорно-калійного живлення, яке сприяє розвитку бобового компонента, забезпечує високий коефіцієнт енергетичної ефективності (4,6), що є значно вищим порівняно з варіантами, де переважає мінеральний азот (3,8-4,1). Отримані результати підтверджують, що економічний ефект вирощування травосумішей тісно пов'язаний із підвищенням частки бобового компонента [3]. Таким чином, питання

визначення оптимального співвідношення насіння та найбільш ефективної норми добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) залишається актуальним і потребує подальшого вивчення в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах для забезпечення стабільно високої кормової продуктивності.

Формування високої та якісної кормової продуктивності однорічних бобово-злакових сумішей значною мірою залежить від комплексу агротехнічних заходів, що застосовуються протягом вегетаційного періоду. Поєднання цих прийомів дозволяє максимально реалізувати потенціал кожної культури в суміші, забезпечити їхню синергічну дію та отримати збалансований за поживністю корм.

При вирощуванні кормових культур у сівозміні водопроникність ґрунту, повітряний режим його не обов'язково поліпшується полицевою оранкою. При надходженні великої кількості органічної речовини у ґрунт (багаторічні трави, проміжні культури, органічні добрива) цей обробіток можна чергувати з безполицевим, поверхневим. При цьому пористість, аерація, водопрпускна здатність ґрунту не тільки не погіршується, а навіть можуть поліпшуватись.

На відміну від польових сівозмін, на інтенсивній кормовій площі має бути відкинутий ранній зяблевий обробіток, який призводить до надмірної мінералізації органічної речовини, створенням умов, які аналогічні паровому полю, але в літньо-осінній період [13].

Суміш вики-тритикале добре реагує на внесення органічних та мінеральних добрив. Під час вирощування суміші необхідно вносити 30-45 кг/га азоту під передпосівну культивуацію. При розміщенні вики і її сумішок зі злаковими застосовують поверхневий обробіток ґрунту [18].

Надмір азоту в ґрунтах призводить не тільки до забруднення навколишнього середовища, нагромадження в рослинах нітратів, а й до зниження вмісту найважливіших поживних речовин: цукрів, вітамінів, амінокислот та ін. Підвищена кількість нітратів, які згодом перетворюються в нітрити, негативно впливає на ферментативну систему людини і тварин. У

більшості випадків зменшенню кількості нітратів у рослинах сприяє застосування азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих бактеріальних препаратів. Використання біопрепаратів азотфіксуючих бактерій під бобові та злакові культури замінює 20-50кг/га мінеральних добрив. Біопрепарати фосфатмобілізуючих бактерій здатні перетворювати важкорозчинні фосфати ґрунту у легкорозчинні, доступні рослинам сполуки [33].

Основними джерелами живлення кормових рослин є органічні добрива (гній, сидерати), кореневі і стерньові рештки попередніх культур, біологічний азот бобових, а також мінеральні добрива. У кормовиробництві особливо необхідні азотовмісні добрива як важливий фактор підвищення врожайності кукурудзи, коренеплодів, зернокормових культур, багаторічних і однорічних кормових трав [13].

Удобрення (мінеральні, органічні) збільшує продуктивність біомаси, особливо сухої речовини, впливає на хімічний склад (протеїн, клітковина), ефективність використання ресурсу. У досліджах Демидася Г. та Вейлера С. на фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$ продуктивність у змішаних посівах збільшилась на 21-24% [38].

Строки сівби є одним з критично важливих агротехнічних заходів. Для бобово-злакових сумішей оптимальним є ранній весняний строк сівби тому, що саме цей період дозволяє культурам використати зимові запаси вологи у ґрунті, що забезпечує швидкий старт розвитку, що важливо для бобових, і сприяє ефективнішому використанню ресурсів на початку вегетації. Запізнення зі сівбою призводить до зниження врожайності та погіршення якості корму через потрапляння періоду формування врожаю на більш спекотні та сухі місяці.

Одним із ключових агротехнічних чинників є співвідношення насіння вики і тритикале у суміші. В дослідженні Gasmi-Boubaker [39], вивчали різні співвідношення та строки скошування. Результати показали: коли переважав тритикале (більша частка злаку), суха речовина досягала вищих значень, тоді як при збільшенні частки вики зростала концентрація протеїну. Оптимальним

співвідношенням для балансу між кількістю і якістю автори назвали 67:33, або 50:50 вики : тритикале, при ранньому збиранні.

У дослідженні [40] було встановлено, що комбінація 50% вики + 50% тритикале забезпечила найвищий врожай кормової маси – близько 15,21 т/га зеленої маси, а також гарне співвідношення якості.

Ці дані підтверджують, що вибір оптимального співвідношення компонентів є стратегічним завданням: занадто велика частка тритикале може пригнічувати бобову складову, знижуючи біологічну азотфіксацію, а занадто велика – зменшувати обсяг кормової маси. Норма сівби та густина також важливі: зайва густина злакового компоненту затемнює вику, зменшуючи її продуктивність і роль у формуванні білкового шару.

Строки збирання мають суттєвий вплив на кількість і якість корму. У дослідженні Gasmi-Voubaker [39]. було показано, що ранні строки збирання забезпечують вищий вміст протеїну, але нижчу суху речовину порівняно з пізнішими. Наприклад, чистий тритикале дав 11,02 т/га але найбільший СР спостерігали в першому терміні збирання для сумішей із вики.

Фізіологічна роль азоту для рослин полягає в тому, що він використовується рослинами для синтезу білків, входить до складу нуклеїнових кислот, ферментів, гормонів та інших речовин. Із посиленням азотного живлення в рослинах підвищується вміст хлорофілу, вони набувають темно-зеленого кольору, підвищується інтенсивність фотосинтезу [18].

Сівбу бобово-злакових травосумішок проводять навесні або восени. У посушливих районах бобово-злакові травосумішки потребують поливу [35].

Особливо важливим аспектом є листяність, оскільки відомо, що в зелених листках відбувається фотосинтез, процес якого визначає величину врожаю кормової маси. Формування посівів з оптимально розвиненим листовим апаратом є одним із основних шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу, оскільки листок є головним органом для засвоєння сонячної

енергії та синтезу органічних сполук, які використовуються для формування нових органів рослин та врожаю [34].

Для удобрення можна використовувати фосфорно-калійні добрива, які сприяють розвитку кореневої системи, підвищують стійкість до стресових факторів та покращують якість корму. Їх можна вносити як під основний обробіток, так і при посіві. Ще можна добавляти азотні добрива для кращого старту, щоб прискорився початковий ріст, особливо на бідних ґрунтах, до початку активної азотфіксації бобовими. Якщо будуть надмірні дози азоту це може призвести до пригнічення розвитку бобового компонента та вилягання злаків.

В досліджах науковців, включення бобових трав до складу травосумішок на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{20}$) в середньому за три роки використання підвищило продуктивність сухої маси 33,8-68,6 ц/га кормових одиниць та 60,5-66,8 ГДж/га обмінної енергії [20].

Добре розвинений фотосинтетичний апарат є ключовим фактором отримання високого врожаю сільськогосподарських культур, і тому він повинен відзначатися високою інтенсивністю та продуктивністю протягом всіх фаз росту та розвитку рослин. Всі технологічні заходи вирощування травосумішок повинні бути спрямовані на створення сприятливих умов для функціонування фотосинтетичного апарату та підвищення коефіцієнта використання сонячної енергії рослиною [36].

Застосування біопрепаратів, таких як азотфіксуючі та фосфатмобілізуючі бактерії, дозволяє зменшити потребу в мінеральних добривах. Це сприяє зниженню вмісту нітратів у рослинах та покращує їх поживну цінність [43].

Крім того, листки бобових і злакових трав містять значно більше поживних речовин порівняно з іншими органами рослин[37].

Для захисту від бур'янів потрібно застосовувати механічний обробіток або гербіциди з урахуванням видового складу суміші. Боротьба за бур'янами

є критично важливою, оскільки вони конкурують з рослинами за світло, воду та поживні речовини, значно знижуючи врожайність та якість корму.

Завдяки здатності бобових трав за допомогою бульбочкових бактерій фіксувати молекулярний азот з повітря і використовувати його для формування урожаю вони є альтернативою мінеральному азоту, для виробництва якого потрібні великі затрати енергії. Це дає змогу зменшити енергоємність вирощеної продукції [21].

Таким чином, бобово-злакові травосуміші є ефективним агротехнічним прийомом для отримання якісного та збалансованого корму. Аналіз літератури засвідчив, що врожайність та якість зеленої маси значною мірою залежать від співвідношення норм висіву компонентів та рівня мінерального живлення. Проте, необхідне подальше дослідження для встановлення оптимального поєднання цих факторів, яке забезпечить максимальну біоенергетичну та економічну доцільність вирощування суміші тритикале ярого і горошку посівного в конкретних умовах.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних та погодних умов

Дослід був закладений у 2025 році на полях ТОВ НВФ Урожай в с. Рижанівка Звенигородського району Черкаської області.

Черкаська область розташована в центральній частині України, в межах Лісостепової фізико-географічної зони, що зумовлює характерні риси її клімату. Клімат регіону можна класифікувати як помірно-континентальний із вираженою сезонністю, що проявляється у значних відмінностях між температурами зимового і літнього періодів, а також у нестійкості атмосферних процесів.

Взимку регіон характеризується помірно холодними температурами з частими відлигами, що пояснюється періодичним вторгненням атлантичних повітряних мас. Тепловий режим зими залежить від активності західного переносу, що призводить до коливань температурного фону. Упродовж січня середні температури повітря переважно знаходяться в межах $-4 - -6$ °С. Однак у деякі роки можливі суттєві відхилення у вигляді короткочасних морозів до -20 °С і нижче.

Весняний період на Черкащині характеризується швидким підвищенням температури повітря та активізацією біологічних процесів у природному середовищі. Вже у березні можливі позитивні середньодобові температури, що сприяє ранньому початку вегетації. Проте ранньовесняні заморозки та нестабільність атмосферних процесів залишаються ймовірними до кінця квітня. Зволоження ґрунтів у весняний період забезпечується талими водами та весняними дощами, що має важливе значення для сільськогосподарського виробництва.

Літо в області зазвичай тепле, іноді спекотне, з частими періодами посух. Середньомісячна температура липня коливається в межах від +20 до +24 °С. У окремі роки максимальні температури можуть перевищувати +35 °С. Водночас відзначається нерівномірний розподіл опадів, що може ускладнювати агротехнічні заходи. У літні місяці частими є грозові явища, які супроводжуються зливами, шквалистими вітрами, іноді градом.

Осінь на Черкащині загалом характеризується поступовим зниженням температур, стабільнішими погодними умовами на початку сезону та зростаючою нестійкістю ближче до листопада. У вересні утримується тепла погода, іноді з ознаками «бабиного літа», проте вже в жовтні починається зниження температурного режиму. Листопад, як правило, є перехідним місяцем між осінню та зимою, з поступовим наближенням середньодобових температур до нуля та можливими першими снігопадами.

Середньорічна кількість опадів в області становить приблизно 500–600 мм. Більша частина їх припадає на теплий період року — з травня по вересень. Найвища кількість опадів фіксується у червні та липні, що обумовлено активною конвекцією та грозовою діяльністю. Зимові опади переважно мають форму снігу, але нестабільність температурного режиму призводить до частої зміни фаз атмосферних опадів.

Кліматичні умови Черкаської області мають важливе значення для ведення сільського господарства, формування гідрологічного режиму річок, зокрема Дніпра, та впливають на природні екосистеми регіону. Останні роки фіксуються ознаки кліматичних змін, зокрема підвищення середньорічних температур, зростання частоти екстремальних погодних явищ, нерівномірність розподілу опадів, що потребує адаптації господарської діяльності до нових кліматичних реалій.

Таким чином, клімат Черкаської області є типовим для Лісостепу України, але з ознаками мінливості та чутливості до глобальних кліматичних змін, що потребує подальших наукових досліджень і моніторингу.

Гідротермічні умови в період проведення досліджень наведені в таблиці (табл. 2.1). Середньомісячна температура повітря у березні становила 4,1 °С, що на 3,0 °С вище багаторічної норми 1,1 °С. Такий хід температури свідчить про раннє, прискорене настання весни та активне прогрівання поверхневого шару ґрунту.

Таблиця 2.1

Агрометеорологічні умови впродовж проведення досліджень

Місяць	Температура повітря, °С		Кількість опадів, мм	
	2025 р.	середнє багаторічне	2025 р.	середнє багаторічне
Березень	4,1	1,1	32,0	32,0
Квітень	12,3	8,5	43,0	36,1
Травень	15,0	14,7	51,0	45,2
Червень	20,2	18,1	69,0	67,4
Липень	25,0	19,9	44,0	67,0
Серпень	19,5	19,3	55,0	48,7

Кількість опадів становила 32 мм, що повністю відповідає середньобагаторічним значенням. Опади були рівномірними, без різких коливань, що створило добрі передумови для накопичення продуктивної вологи в орному шарі. Для тритикале ярого та горошку посівного такі умови є сприятливими, оскільки раннє потепління дозволяє провести сівбу в оптимальні строки та забезпечує швидке проростання насіння.

Температура у квітні становила 12,3 °С, що на 3,8 °С вище норми. Це прискорило проходження початкових фенологічних фаз, зокрема кущення у тритикале та формування першої трійчастої пари листків у горошку. Опади становили 43 мм, що перевищує кліматичну норму (36,1 мм). Вологість ґрунту залишалась достатньою, що сприяло розвитку кореневої системи та інтенсивному наростанню вегетативної маси. Комбінація тепла й вологи у квітні є однією з найоптимальніших для ранніх ярих культур.

Середня температура травня дорівнювала 15 °С, тобто повністю відповідала багаторічним показникам (14,7 °С). Оподи становили 51 мм, що трохи перевищувало норму та забезпечило стабільне й рівномірне зволоження, яке є особливо важливим для горошку в період бутонізації та початку цвітіння, а для тритикале - на етапі виходу в трубку та колосіння. Умови місяця можна охарактеризувати як максимально сприятливі. За таких кліматичних показників культури формують потужний листковий апарат, активно накопичують біомасу, що позитивно впливає на майбутню урожайність.

Температура у червні складала 20,2 °С, що вище за норму (18,1 °С). Підвищення температури сприяло швидкому розвитку репродуктивних органів: у тритикале - фаза колосіння та початок наливу зерна; у горошку - масове цвітіння й формування бобів. Оподи становили 69 мм, що також практично збігалось з багаторічними даними. Це забезпечило оптимальну вологість ґрунту для культур, які мають підвищену потребу у волозі саме в червні. Червень був одним із найсприятливіших місяців для формування майбутньої продуктивності обох культур.

Температурний режим липня був підвищеним на 5,1 °С більше за норму (19,9 °С), що створило умови теплового стресу для рослин. Оподи були суттєво нижчими за норму: 44 мм проти звичних 67 мм. Дефіцит вологи в поєднанні з високими температурами спричинив зниження загального рівня урожайності. Липень був критичним місяцем щодо формування остаточного врожаю.

Середня температура серпня становила 19,5 °С, що було наближено до багаторічної норми 19,3 °С. Оподів випало 55 мм, що більше за середньобагаторічні показники (48,7 мм). Для тритикале більша частина серпня - це період завершення наливу та досягання, тому додаткова волога не є критичною, але може подовжувати вегетацію або впливати на рівномірність досягання. Для горошку серпневі умови зазвичай не мають вагомого значення, оскільки культура дозріває дещо раніше.

Таким чином, погодні умови 2025 вегетаційного року можна охарактеризувати як сприятливі з окремим стресовим періодом, який частково знизив потенціал врожайності.

Грунтовий покрив господарства, де проводили дослідження характеризується строкатістю. Польовий дослід було закладено на чорноземі опідзоленому (табл. 2.2). Цей тип ґрунту характеризується потужним гумусовим горизонтом та сприятливішими фізичними властивостями і має високу потенційну родючість.

Таблиця 2.2

Характеристика ґрунтового покриву господарства

Основні ґрунтові відміни		Показник властивостей і їх оцінка		Заходи з підвищення родючості
Тип ґрунту	площа, га	середній вміст гумусу, %	гранулометричний склад	
Чорнозем опідзолений	6344,4	3,4%	суглинок середній	внесення органічних і мінеральних добрив
Темно-сірий опідзолений	2660,0	3,2%	суглинок середній	внесення органічних і мінеральних добрив
Світло-сірі опідзолені	1646,0	2,8%	суглинок важкий	внесення органічних і мінеральних добрив

Таким чином, ґрунтово-кліматичні є цілком сприятливими для вирощування бінарних кормових травосумішей ярих культур. Погодні умови під час проведення досліджень хоч і відрізнялись подеколи від багаторічної норми в регіоні, проте загалом характеризувались як сприятливі для реалізації потенціалу продуктивності досліджуваних культур.

2.2 Схема досліду та методика проведення досліджень

Дослід був закладений у 2025 році на полях ТОВ НВФ Урожай в с. Рижанівка Звенигородського району Черкаської області. Польові досліді закладали згідно вимог методики проведення дослідів з кормовиробництва [8]. Схема досліді була наступною:

Фактор А – норми висіву, %:

1. Тритикале яре, 100;
2. Горошок посівний, 100;
3. Тритикале яре, 50 + горошок посівний, 50;
4. Тритикале яре, 60 + горошок посівний, 50;
5. Тритикале яре, 70 + горошок посівний, 50;

Фактор В – норми мінеральних добрив, кг/га д. р:

1. Без добрив (контроль);
3. N₄₅;
4. N₄₅P₄₅K₄₅.

Після збирання попередника – кукурудзи на силос, проводили лущення стерні й полицевий обробіток ґрунту на глибину 20–22 см. Насіння висівали звичайним рядковим способом за допомогою сівалки СН–16А, яку агрегували з трактором Т-25А. Компоненти суміші висівали в один рядок. Горошок посівний висівали з нормою висіву в одновидовому посіві – 2,0 млн./га схожих насінин, тритикале яре – 5,0 млн./га схожих насінин. Після сівби поверхню ґрунту коткували кільчасто-шпоровими котками ЗККШ–6. Мінеральні добрива вносили під передпосівну культивуацію у вигляді нітроамофоски й вапнякової селітри.

Для проведення польового досліді використовували сорт горошку посівного Веснянка (2017 рік) та сорт тритикале ярого Булат харківський (2019 рік).

Обліки, спостереження й лабораторні аналізи були проведені у повній відповідності з вимогами загальноприйнятих у рослинництві та кормовиробництві методик:

- обліки та спостереження будуть проведені у відповідності з вимогами загальноприйнятих у рослинництві та кормовиробництві методик;
- фенологічні спостереження – згідно «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [22];
- ботанічний склад змішаних посівів – відбиранням пробних снопів вагою по 2 кг у трикратній повторності з подальшим їх розкладанням на компоненти;
- густоту рослин – у фазі повних сходів на постійно закріплених кілочками майданчиках;
- висоту рослин – шляхом вимірювання висоти 100 рослин, взятих по діагоналі ділянки з двох несуміжних повторень [23];
- площу листя – методом «висічок»;
- вміст сухої речовини – термостатно-ваговим методом;
- облік урожаю вегетативної маси – шляхом суцільного її скошування з усієї облікової ділянки у фазі молочної стиглості зерна тритикале;
- математичну обробку результатів досліджень – з застосуванням пакетів програм Excel та Statistica.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Лінійний ріст рослин у змішаних бобово-злакових агрофітоценозах

Оцінка бобово-злакового травостою вимагає розуміння показників лінійного росту рослин, зокрема їхньої висоти. Висота травостою залежить від її складу. Наявність верхових трав у травосуміші помітно підвищує висоту травостоїв.

У більшості випадків зі збільшенням щільності рослин зменшується лінійний ріст, тобто індивідуальні рослини можуть бути меншими за розмірами. Зворотне спостерігається, коли щільність зменшується – рослини мають більше простору для росту, і лінійний ріст збільшується.

Згідно з джерелами з літератури, бобові трави позитивно впливають на злаки [11].

Висота рослин в значній мірі залежить від агрометеорологічних умов, таких як, опади, температура, вологість повітря та інші фактори клімату. Наприклад, сухі періоди або засухи можуть призвести до зменшення висоти рослин через стрес для них [12].

У наших дослідженнях внесення мінеральних добрив позитивно впливало на наростання лінійного росту злакової культури (табл. 3.1). Так, в період «трубкування–початок колосіння» висота тритикале за відсутності удобрення в одновидових посівах зроста від 45 до 69 см, в змішаних – від 46 до 73 см. Без внесення добрив більш високорослі рослини злакової культури формувались на ділянці, де тритикале яре висівали з нормою 60 % від повної та горошок посівний з нормою 50 % від повної.

При внесенні азотних добрив у нормі N_{45} приріст висоти рослин тритикале ярого за вказаний період становив 27 см за одновидової сівби та 26–27 см – за сумісної сівби з бобовим компонентом, залежно від кількісного співвідношення складників суміші.

Таблиця 3.1

Динаміка лінійного росту рослин тритикале ярого залежно від технологічних чинників вирощування, см.

Видовий склад і норма висіву компонентів	Норма добрив	Фенологічна фаза		
		трубкування	початок колосіння	молочна стиглість
Тритикале яре, 100 %	без добрив	45	69	99
	N ₄₅	52	79	102
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	55	82	104
Горошок посівний, 100 %	без добрив	–	–	–
	N ₄₅	–	–	–
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	–	–	–
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	46	73	99
	N ₄₅	51	78	103
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	54	81	106
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	50	73	101
	N ₄₅	54	80	105
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	56	82	108
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	49	72	101
	N ₄₅	56	82	105
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	57	83	109
НІР _{0,05}		2	4	6

Найбільш високорослі – на рівні 57 см рослини тритикале ярого у фазі трубкування були за внесення повного мінерального добрива у нормі N₄₅P₄₅K₄₅. Таку закономірність відмічали до настання молочної стиглості зерна, з настанням якої висота рослин тритикале становила 104 см в одновидових посівах та 106–109 см, за змішаної сівби з горошком посівним.

Максимальна висота злакової культури була в бінарному посіві за норм висіву тритикале та горошку, відповідно, 70 та 50 %.

Інтенсивність наростання головного пагону у рослин горошку посівного менше залежала від рівня мінерального удобрення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка наростання висоти рослин горошку посівного залежно від технологічних чинників вирощування, см

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Фенологічна фаза		
		бутонізація	цвітіння	фізіологічна стиглість (нижній ярус)
Тритикале яре, 100 %	без добрив	–	–	–
	N ₄₅	–	–	–
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	–	–	–
Горошок посівний, 100 %	без добрив	33	53	92
	N ₄₅	37	59	97
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	40	63	102
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	31	61	95
	N ₄₅	38	68	102
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	41	69	108
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	33	63	97
	N ₄₅	40	69	105
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	41	72	109
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	34	65	98
	N ₄₅	41	71	106
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	43	73	110
НІР _{0,05}		3	5	6

Так, на ділянці без проведення удобрення висота рослин бобової культури за період «бутонізація–цвітіння» в монопосівах зростала на 20 см, у змішаних посівах зі злаковою культурою – на 30–31 см залежно від норми висіву компонентів. Внесення азотних добрив у нормі N₄₅ підвищувало висоту рослин у фазі бутонізації на 4 см, у фазі цвітіння на 7 см в одновидових

посівах і 6–7 см у змішаних фітоценозах. За внесення повного мінерального добрива в нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ – висота рослин горошку відносно неудобрених варіантів зростала, відповідно, на 10 та 8–9 см. До настання фізіологічної стиглості зерна в нижньому ярусі найвищі рослини горошку (110 см) формувались за внесення повного мінерального добрива та висівання бобового компоненту з нормою 50 % від повної з тритикале ярим з нормою 70 % від повної.

Таким чином, за змішаної сівби злакового й бобового компонентів шляхом висівання їх в один рядок максимальну висоту рослини тритикале ярого (109 см) та горошку посівного (110 см) формували за їх висіву, відповідно, з нормами 70 та 50 % від повної.

3.2 Облиственість компонентів змішаних агрофітоценозів

Облиственість характеризує ступінь розвитку асиміляційної поверхні рослин, тобто загальну площу їхніх зелених частин, здатних до фотосинтезу. Цей показник має вирішальне значення не лише для формування високого врожаю, а й для оцінки його якісних характеристик, особливо у випадку кормових культур, де листя є найбільш цінною, багатого на білок фракцією.

У наших дослідженнях на час настання укісної стиглості кормового агрофітоценозу, у фазі молочної стиглості злакового компоненту, облиственість останнього залежно від варіанту дослідження різнилась (табл. 3.3).

Так, у монопосівах тритикале ярого облиственість рослин за відсутності удобрення становила 18,4 %, в той час як за внесення мінеральних добрив вона зростала на 0,5-1,1 %. Порівнюючи однакові норми азоту – N_{45} на фоні внесення фосфорно-калійних добрив і без них, виявлено, що більшу частку листя рослини формували за проведення лише азотного удобрення.

У змішаних посівах більшу частку листя – 19,5–23,4 % рослини злакової культури формували в сумішах, де тритикале висівали з нормою 60 % від повної. За таких норм висіву і внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ отримували

найбільшу у досліді облистненість – 23,4 %. За інших варіантів норм висіву облистненість змінювалась у межах 19,1–22,2 % залежно від удобрення.

Облистненість рослин горошку посівного в монопосівах становила 43,5– 47,5 % залежно від варіанту удобрення.

Таблиця 3.3

Облистненість тритикале ярого та горошку посівного залежно від технологічних чинників вирощування, %

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Облистненість тритикале ярого, %	Облистненість горошку посівного, %
Тритикале яре, 100 %	без добрив	18,4	–
	N ₄₅	19,3	–
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	18,9	–
Горошок посівний, 100 %	без добрив	–	43,5
	N ₄₅	–	45,8
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	–	47,5
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	19,1	45,8
	N ₄₅	22,0	48,2
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	22,0	48,2
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	19,5	46,3
	N ₄₅	22,5	47,7
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	23,4	48,3
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	19,1	45,1
	N ₄₅	21,8	47,7
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	22,2	47,4
НІР _{0,05}		2,1	3,5

Максимальна облистненість рослин була при внесенні повного мінерального добрива у нормі N₄₅P₄₅K₄₅ та становила 47,5 %. Внесення лише азотного добрива у нормах N₄₅ забезпечувало облистненість рослин бобового компоненту на рівні даного показнику зменшувалось та знаходилось майже на одному рівні 45,7–45,8 %. Найменшу частку листя – у межах 43,5 % формували рослини горошку на абсолютному контролі.

Максимальний відсоток облистненості – 46,3–48,3 %, горошок посівний мав в сумісних посівах з тритикале на варіанті, де його висівали з нормою 50 % від повної, а злаковий компонент з нормою 60 %. За внесення лише азотних добрив частка листя в структурі рослин не змінювалась і становила 47,7 %. Внесення повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищувало облистненість культури до 48,3 %, що було найвищим значенням у досліді.

Отже, максимальна облистненість (48,2–48,3 %) горошку посівного була вищою при внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$ за норм висіву тритикале ярого і горошку посівного, відповідно 50 : 50 та 60 : 50 % від повної. Найвищу облистненість рослин тритикале (22,5–23,4 %) відмічали на варіанті бінарного посіву, де вносили повне мінеральне добриво та висівали злаковий і бобовий компоненти з нормами, відповідно, 60 та 50 % від повної. Загалом, максимальна облистненість рослин тритикале ярого сорту Булат харківський (23,4 %) та горошку посівного сорту Веснянка (48,3 %) була за сівби їх у змішаному посіві, внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$ та висіванні з нормами, відповідно, 60 та 50 %.

3.3 Площа листкової поверхні тритикале ярого та горошку посівного залежно від технологічних чинників вирощування

Формування високопродуктивних посівів с.-г. культур обумовлюється в тому числі ефективністю засвоєння рослинами фотосинтетично-активної радіації (ФАР) Сонця. Максимальне використання сонячної променистої енергії можливе лише в посівах з оптимальною оптико-біологічною структурою та тривалим періодом синтезу органічної речовини. За недостатнього розміру асиміляційної поверхні – знижується коефіцієнт використання ФАР, за надлишкової листкової площі – внаслідок взаємозатінення листя нижніх ярусів не приймає участі у фотосинтезі і стає лише споживачем асимілятів. Сформувавши за допомогою агротехнічних чинників оптимальну для кожного виду та сорту індивідуальну асимілюючу

поверхню, можна досягти отримання максимального і стабільного врожаю.

У наших дослідженнях площа листя тритикале ярого в монопосіві наростала у межах 13,2–15,7 тис. м²/га (табл. 3.4).

Найменша асиміляційна поверхня в посівах злакової культури була на контрольному варіанті – 13,2 тис. м²/га, максимальна – на рівні 15,7 тис. м²/га була на ділянці, де вносили повне мінеральне добриво у нормі N₄₅P₄₅K₄₅.

Таблиця 3.4

Площа листкової поверхні тритикале ярого та горошку посівного залежно від технологічних чинників вирощування, тис. м²/га

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Площа листкової поверхні, тис. м ² /га
Тритикале яре, 100 %	без добрив	13,2
	N ₄₅	14,5
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	15,7
Горошок посівний, 100 %	без добрив	38,5
	N ₄₅	42,1
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	45,8
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	32,6
	N ₄₅	39,5
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	38,5
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	32,9
	N ₄₅	39,6
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	38,8
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	31,7
	N ₄₅	36,4
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	36,5
НІР _{0,05}		2,1

Посіви горошку посівного за одновидової сівби формували площу листя від 38,5 до 45,8 тис. м²/га. Найбільшу листкову поверхню – 45,8 тис. м²/га рослини бобової культури нарощували за внесення N₄₅P₄₅K₄₅,

найменшу – 38,5 тис. м²/га на ділянці без удобрення.

У змішаних посівах площа листя бобово-злакових травостою становила 31,7–39,6 тис. м²/га. Незалежно від норми висіву найменша площа асиміляційної поверхні була при вирощуванні кормових бінарних посівів на неудобрених ділянках – 31,7–32,9 тис. м²/га.

За сівби тритикале та горошку з нормами 50 : 50 % та 60 : 50 % від повної найбільшу листкову поверхню формували посіви за внесення лише азотних добрив. У посівах, де тритикале висівали з нормою 70 % від повної, а горошок з нормою 50 % різниця за інтенсивністю наростання асимілюючої поверхні залежно від удобрення було незначним, оскільки розмір листкової поверхні коливався у межах 36,3–36,5 тис. м²/га.

Отже, максимальну листкову поверхню (39,5–39,6 тис. м²/га) формували бінарні травосуміші за сівби злакового та бобового компонентів з нормами висіву, відповідно, 50 : 50 та 60 : 50 % від повної та внесення N₄₅.

3.4 Урожайність вегетативної маси кормових змішаних агрофітоценозів залежно від технологічних чинників вирощування

До найважливіших критеріїв доцільності застосування тих чи інших агротехнічних заходів належить рівень урожайності сільськогосподарських культур, сформованих в результаті обраної технологічної моделі.

За результатами проведених досліджень встановлено, що ефективність застосування мінерального удобрення обумовлювалась умовами вологозабезпечення, оскільки за кращих умов зволоження рослини активніше засвоюють поживні речовини мінеральних добрив (табл. 3.5). Найменший урожай кормової маси формували одновидові посіви тритикале ярого – 18,0–23,5 т/га залежно від варіанту удобрення. Мінімальна урожайність у досліді – 18,0 т/га було відмічено на ділянці, де висівали злаковий компонент та зовсім не проводили удобрення.

Максимальний урожай зеленої маси, на рівні 28,0 т/га забезпечив бінарний посів за внесення N₄₅P₄₅K₄₅ та висівання тритикале ярого з нормою

висіву 60 % від повної та горошку посівного 50 %. Зменшення норми висіву злакового компоненту до 50 % призвело до зниження врожаю вегетативної маси на 2,1 т/га і навпаки, за збільшення норми висіву тритикале до 70 % знижувалась відносно кращого за даним параметром варіанту на 2,9 т/га.

Незалежно від варіанту удобрення більш продуктивною за обсягами нагромадження зеленого корму – 22,6–28,0 т/га, був бінарний посів, де злаковий компонент висівали з нормою 60 % від повної, а бобовий – 50 %.

Таблиця 3.5

Урожайність вегетативної маси досліджуваних культур залежно від технологічних чинників вирощування, т/га

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Вегетативна маса, т/га	Частка бобового компоненту, т/га
Тритикале яре, 100 %	без добрив	18,0	–
	N ₄₅	20,0	–
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	23,5	–
Горошок посівний, 100 %	без добрив	21,8	–
	N ₄₅	23,6	–
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	25,6	–
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	21,9	7,6
	N ₄₅	24,8	8,9
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	25,9	9,8
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	22,6	6,9
	N ₄₅	26,0	8,6
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	28,0	10,1
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	19,9	5,1
	N ₄₅	24,1	6,0
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	25,1	6,5
НІР _{0,05}		2,3	0,7

Найменша частка бобового компоненту – 5,1–6,5 % була за висіву його з нормою 50 % від повної на фоні висіву 70 % від повної злакової культури. Причому, внесення мінеральних добрив мало впливало на значення даного показнику – 6,0–6,5 %. Проте, найбільшою частка бобового компоненту, а

відповідно, й потенційна поживність корму була за висіву злакової і бобової культури з нормами, відповідно, 60 та 50 % від повної – 6,9–10,1 %. Причому, внесення лише азотних добрив не мало впливу на величину зазначеного показнику.

Отже, сівба тритикале ярого в змішаних посівах з горошком посівним на корм з нормами, відповідно, 60 та 50 % від повної на фоні внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило формування максимальної в досліді врожайності – 28,0 т/га.

3.5. Формування сухої речовини кормовими бінарними посівами однорічних культур

Встановлено, що за сівби тритикале ярого в одновидовому посіві продуктивність кормової площі за збором сухої речовини становила 5,23 т/га на недобреному варіанті та 5,61–6,42 т/га – за внесення добрив (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Збір сухої речовини з посівів тритикале ярого, горошку посівного та їх сумішей залежно від технологічних чинників вирощування, т/га

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Збір сухої речовини, т/га
Тритикале яре, 100 %	без добрив	5,23
	N_{45}	5,76
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	6,42
Горошок посівний, 100 %	без добрив	4,72
	N_{45}	5,00
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,18
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	5,31
	N_{45}	5,86
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,67
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	5,55
	N_{45}	6,17
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	6,22
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	4,87
	N_{45}	5,82
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,74

НІР _{0,05}	0,6
---------------------	-----

Найбільш продуктивною була ділянка, де вносили повне мінеральне добриво у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$. За сівби горошку посівного в чистих посівах збір сухої речовини становив 4,72–5,18 т/га. За внесення лише N_{45} продуктивність за виходом з гектару сухої речовини знижувалась лише на 0,18 т/га.

Висіваючи тритикале яре та горошок посівний в змішаних посівах з нормами висіву по 50 % від повної, вихід сухої маси на неудобреному становив 5,31 т/га, що на 0,4–6,1 % більше ніж в чистому посіві злакової культури. За внесення мінеральних добрив суха речовина наростала більш інтенсивно та найбільший її вихід був за внесення N_{45} – 5,86 т/га.

На варіантах зі збільшеною нормою висіву тритикале ярого до 70 % від повної та зниженою нормою висіву бобового компоненту – 50 % за темпами та обсягом нагромадження посівами сухої речовини рослини реагували аналогічно. Максимальну продуктивність – на рівні 5,82 т/га забезпечував варіант, де вносили N_{45} .

На ділянці, де висівали тритикале яре висівали з нормою 60 % від повної та горошок посівний 50 % від повної при внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$ вихід сухої маси був максимальним та складав 6,22 т/га. Серед досліджуваних варіантів удобрення найнижчу продуктивність – на рівні 6,01 т/га забезпечувало внесення N_{45} .

Отже, максимальну продуктивність за виходом сухої речовини (6,22 т/га) забезпечувала технологічна модель, згідно якої тритикале яре та горошок посівний висівали з нормами 60 та 50 % від повних та вносили $N_{45}P_{45}K_{45}$.

3.6 Кормова продуктивність сумісних посівів тритикале ярого та горошку посівного

Важливою характеристикою кормової цінності корму є вміст у ньому кормових одиниць та забезпеченість кожної з них перетравним протеїном.

Повноцінними є корми, в яких вміст перетравного протеїну в кормовій одиниці становить 110–115 г. У більшості тваринницький господарств на сьогодні дефіцит кормового білку складає 20-30 г, а тому вирішення проблеми пошуку шляхів підвищення поживності корму є актуальним науковим питанням. Задля покращення збалансованості корму за вмістом білків і вуглеводів, а також поліпшення родючості ґрунту вчені рекомендують вирощувати змішані агрофітоценози бобових та злакових компонентів. Окрім зазначеного чинника на хімічний склад корму впливають також технологічні чинники вирощування змішаних агрофітоценозів та погодно-кліматичні умови [54].

Нами встановлено, що одновидові посіви тритикале ярого за відсутності удобрення забезпечують збір 4,28 т/га кормових одиниць, тоді як при внесенні N_{45} – 4,94 т/га. Найбільший приріст кормових одиниць – 1,26 т/га отримано на ділянці, де вносили $N_{45}P_{45}K_{45}$ (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Кормова продуктивність змішаних бобово-злакових залежно від технологічних чинників вирощування

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Вихід кормових одиниць, т/га	Вихід перетравного протеїну, т/га	Вміст перетравного протеїну в кормовій одиниці, г
Тритикале яре, 100 %	без добрив	4,28	0,40	93,5
	N_{45}	4,94	0,48	97,2
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,54	0,59	106,5
Горошок посівний, 100 %	без добрив	3,71	0,57	153,6
	N_{45}	4,01	0,72	179,6
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	4,23	0,82	193,9
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	3,83	0,50	130,5
	N_{45}	4,30	0,68	158,1
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	4,27	0,71	166,3
Тритикале яре, 60 % + горошок	без добрив	4,03	0,51	126,6
	N_{45}	4,50	0,71	157,8

посівний, 50 %	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,52	0,78	172,6
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	3,47	0,45	129,7
	N ₄₅	4,24	0,63	148,6
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,23	0,70	165,5

Одновидові посіви горошку посівного за відсутності удобрення забезпечили вихід кормових одиниць на рівні 3,71 т/га, за внесення мінеральних добрив 4,01–4,26 т/га. За сівби злакового та бобового компонентів змішаних посівах вихід кормових одиниць залежав як від норми висіву культур, так і від мінерального удобрення. Так, за половинних норм висіву тритикале ярого та горошку посівного збір кормових одиниць становив 3,83–4,30 т/га. Причому найвищу продуктивність забезпечував варіант, де вносили лише N₄₅.

Висіваючи тритикале яре і горошок посівний з нормами, відповідно, 70 та 50 % від повної продуктивність кормової площі за даним показником становила 3,47–4,38 т/га. Приріст від внесення добрив становив 0,76–0,91 т/га.

Найбільш продуктивною щодо кількісної структури кормового агрофітоценозу було висівання злакового та бобового компонентів з нормами 60 та 50 % від повної. Як результат, вихід кормових одиниць з гектару становив 4,03–4,55 т. За такої структури травостою неудобрений варіант формував кормових одиниць 4,03 т/га, за внесення добрив – 4,50–4,55 т/га.

Обсяг збору перетравного протеїну також обумовлювався рівнем удобрення та нормами висіву складників сумішей. Найнижчий збір протеїну у досліді отримано на ділянках одно видового посіву тритикале ярого за відсутності удобрення – 0,40 т/га. Внесення добрив підвищувало продуктивність кормової площі за даним параметром до 0,48–0,59 т/га, залежно від норми добрив. Найбільший вихід кормового протеїну на монопосівах злакової культури – на рівні 0,59 т/га отримано за внесення повного мінерального добрива.

Одновидові посіви бобової культури забезпечували вихід перетравного протеїну на рівні 0,57 т/га на контролі та 0,72–0,82 т/га – за внесення добрив. Вищу продуктивність забезпечував варіант з внесенням повного мінерального добрива. За сівби зазначених культур у змішаних посівах збір перетравного протеїну на варіантах без удобрення становив 0,45–0,51 т/га, за внесення мінеральних добрив – 0,63–0,78 т/га. Найбільш продуктивними за виходом з гектару перетравного протеїну (0,71–0,78 т) були варіанти, де тритикале яре та горошок посівний висівали, відповідно, з нормами 60 та 50 % від повної.

Основною характеристикою кормової цінності вирощеного корму є вміст перетравного протеїну в одній кормовій одиниці. Нами встановлено, що кращими у досліді за даним параметром були одновидові посіви горошку посівного – 153,6–193,9 г, в той час як кормова одиниця зеленого корму одновидових посівів тритикале ярого містила лише 93,5–106,9 г перетравного протеїну. Серед варіантів змішаних посівів менші значення даного показнику були в бінарних агрофітоценозах, де злаковий і бобовий компонент висівали з нормами, відповідно, 70 та 50 % від повної – 129,7–165,5 г, однак навіть за такої частки бобового компоненту одержаний корм відповідає фізіологічним вимогам тварин та може гарантувати хороші приріст і надої молока.

Таким чином, за сівби тритикале ярого та горошку посівного з нормами 60 та 50 % від повної і внесення N_{45} та $N_{45}P_{45}K_{45}$ бінарні посіви забезпечують вихід 4,52–4,55 т/га кормових одиниць та 0,72–0,78 перетравного протеїну. Найвищий вміст перетравного протеїну в одній кормовій одиниці – на рівні 172,6 г одержано на варіанті, де вносили повне мінеральне добриво.

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОДНОРІЧНИХ КОРМОВИХ ТРАВСУМІШЕЙ

4.1 Оцінка біоенергетичної доцільності вирощування однорічних кормових травосумішей

Біоенергетична оцінка технології вирощування є одним із найбільш об'єктивних критеріїв сталого розвитку аграрного виробництва, оскільки вона дозволяє оцінити, наскільки ефективно вкладена в агроценоз енергія перетворюється на кінцеву продукцію. Основним показником тут є коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ), який відображає співвідношення між сукупною енергією, накопиченою в урожаї, та сукупними енергетичними витратами на його вирощування [49].

Важливість бобово-злакових сумішей (тритикале яре + горошок посівний) у контексті біоенергетики полягає у здатності бобового компонента до біологічної азотфіксації [50]. Завдяки цьому процесу відбувається «безкоштовне» надходження азоту, що значно знижує загальні енергетичні витрати на одиницю площі порівняно з чистими посівами злаків [44]. У сучасних наукових роботах підтверджено, що високий відсоток бобових у травостої, досягнутий за рахунок фосфорно-калійного удобрення, забезпечує найвищий КЕЕ, який може сягати 4,6 [3].

Вирощування однорічних кормових травосумішей є біоенергетичною доцільним, оскільки вони забезпечують швидке виробництво біомаси, яку можна використовувати для виробництва біогазу, біопалива, а також для отримання тепла та електроенергії. Ці трави характеризуються швидким ростом, високим вмістом сухої речовини та ефективною конверсією сонячної енергії в біомасу, що робить їх привабливим джерелом відновлюваної енергії.

Встановлено, що за вирощування тритикале ярого та горошку посівного в одновидових посівах і відсутності удобрення вихід обмінної енергії становив, відповідно, 54,42 та 38,73 ГДж/га (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Енергетична ефективність вирощування бінарних злаково-бобових сумішок залежно від технологічних чинників вирощування

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Вихід обмінної енергії, ГДж/га	Затрати сукупної енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
Тритикале яре, 100 %	без добрив	54,42	22,89	2,38
	N ₄₅	60,32	24,54	2,46
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	67,51	24,91	2,71
Горошок посівний, 100 %	без добрив	38,73	21,84	1,77
	N ₄₅	41,86	23,47	1,78
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	44,06	23,86	1,85
Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	49,47	22,38	2,21
	N ₄₅	55,42	24,01	2,31
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	53,51	24,39	2,19
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	51,87	22,74	2,28
	N ₄₅	58,09	24,37	2,38
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	58,63	24,76	2,37
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	45,23	22,64	2,00
	N ₄₅	54,68	24,27	2,25
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	54,36	24,66	2,20

У бінарних посівах параметри цього показнику залежно від норми висіву компонентів на неудобрених варіантах коливався в межах – 45,23–51,87 ГДж/га. Максимальний вихід обмінної енергії було відмічено на варіанті, де висівали тритикале та горошок з нормами 60 і 50 % від повної.

Згідно результатів розрахунку коефіцієнт енергетичної ефективності за відсутності удобрення на варіантах змішаних бобово-злакових посівів становив 2,00–2,28. За внесення N_{45} КЕЕ зростав до 2,25–2,38, за внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ – до 2,19–2,37. Серед усіх варіантів різних співвідношень норм висіву за даним показником кращою була сумішка, де тритикале та горошок висівали з нормами висіву, відповідно, 60 та 50 %.

Таким чином, найбільш енергетично доцільним є вирощування тритикале ярого та горошку посівного з нормами 60 та 50 від повної та внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$. Така технологічна модель обґрунтовується коефіцієнтом енергетичної ефективності на рівні 2,37.

4.2 Економічна доцільність вирощування однорічний кормових травосумішей

Ефективність виробництва кормів у сучасних умовах є критично важливою, оскільки собівартість кормової одиниці безпосередньо впливає на рентабельність тваринництва [46]. Дослідження останніх років доводять, що однорічні бобово-злакові травосуміші, зокрема поєднання тритикале ярого з горошком посівним, є не лише біологічно, але й економічно доцільною ланкою кормовиробництва в Україні [47].

Економічна ефективність вирощування травосумішей безпосередньо залежить від правильно обраних норм висіву та системи удобрення, які є предметом нашого дослідження. Оптимальне співвідношення насіння (60% злаку до 50% бобового) не лише максимізує вихід зеленої маси, але й знижує ризики вилягання, що зменшує втрати під час збирання та мінімізує витрати на сушіння. Міжнародні дослідження підтверджують, що правильно

підібране співвідношення насіння є ключовим фактором контролю собівартості та кінцевої якості корму [44].

Попри високу ефективність однорічних травосумішей, їх економічна доцільність залишається чутливою до зовнішніх факторів, зокрема логістики та цін на мінеральні добрива та паливно-мастильні матеріали. У зв'язку з цим, подальші дослідження, включаючи й нашу роботу, мають важливе значення для обґрунтування мінімальної собівартості однієї кормової одиниці в умовах конкретної ґрунтово-кліматичної зони, підтверджуючи місце однорічних бобово-злакових травосумішей як надійного та економічно вигідного джерела високоякісних кормів.

Економічна оцінка є критично важливим етапом дослідження, оскільки вона переводить агрономічні показники (врожайність, якість) у фінансові результати (прибуток, рентабельність). Метою цього розділу є не лише констатація фактів, але й визначення технологічного прийому, який забезпечує максимальну фінансову віддачу на одиницю вкладених ресурсів.

Дослідженнями встановлено, що найбільш суттєві виробничі витрати були на варіантах з проведенням удобрення (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Економічна ефективність вирощування бінарних злаково-бобових сумішок залежно від технологічних чинників вирощування

Видовий склад та норма висіву компонентів, %	Норма добрив	Виробничі витрати, грн	Вартість продукції, грн	Умовно чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Тритикале яре, 100 %	без добрив	7556	18959	11403	151
	N ₄₅	8680	20839	12159	140
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	11147	22019	10872	98
Горошок посівний, 100 %	без добрив	6421	18379	11958	186
	N ₄₅	7556	18979	11423	151
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10008	19419	9411	94

Тритикале яре, 50 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	6993	18619	11626	166
	N ₄₅	8121	19559	11438	141
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10582	19219	8637	82
Тритикале яре, 60 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	7141	19001	11860	166
	N ₄₅	8270	19959	11689	141
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10734	20001	9267	86
Тритикале яре, 70 % + горошок посівний, 50 %	без добрив	7275	17901	10626	146
	N ₄₅	8405	19441	11036	131
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10865	19419	8554	79

Так, за вирощування змішаних бобово-злакових агрофітоценозів і внесення N₄₅ виробничі витрати становили 8121–8405 грн./га, а за внесення N₄₅P₄₅K₄₅ – зростали до 10582–10865 грн./га. Вищі виробничі витрати були за вирощування тритикале ярого в одновидових посівах – 7556–11147 грн./га. Умовно чистий прибуток без внесення добрив складав 8554–12159 грн./га залежно від варіанту. Умовно чистий прибуток з ділянок вирощування тритикале ярого на зелений корм за відсутності удобрення становив 11403 грн./га, за вирощування горошку посівного – 11958 грн./га.

Серед варіантів змішаних посівів максимальний умовно чистий прибуток – на рівні 11689 грн./га одержали за вирощування тритикале з горошком, висіяними з нормами висіву 60 : 50 % від повної та внесення 45 кг/га д. р. азотних добрив. За внесення N₄₅P₄₅K₄₅ умовно чистий прибуток за таких норм висіву становив 9267 грн./га. Одновидові посіви злакового та бобового компонентів порівняно із їх змішаними посівами забезпечували вищий умовно чистий прибуток.

Вищу рентабельність було одержано на варіантах без проведення заходів удобрення: в одновидових посівах тритикале – 151 %, в одновидових посівах горошку посівного – 186 %, в бінарних посівах – 146–166 % з нормою висіву компонентів 50:50, 60:50 та 70:50 % від повної. При внесенні мінеральних добрив рівень рентабельності була нижчою: на варіантах

змішаних посівів і внесенні 45 кг д. р. до 125–132 %, за внесення повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$ – до 79–86 %. Серед варіантів мінерального удобрення змішаних посівів найбільш рентабельним було вирощувати суміш, де злаковий компонент висівали з нормою 60 % від повної, а горошок посівний – 50 %.

ВИСНОВОК

За результатами опрацювання наукової літератури, виконання польових та лабораторних досліджень, а також проведеного аналізу одержаних результатів досліджень можна зробити наступні висновки:

1. У змішаних посівах тритикале ярого та горошку посівного найбільш високорослі їх рослини, відповідно, 109 та 110 см, формувалась за норм їх висіву 70 та 50 % від повної та внесення повного мінерального добрива у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$.

2. Максимальна облиственість рослин тритикале ярого сорту Булат харківський (23,4 %) та горошку посівного сорту Веснянка (48,3 %) була за сівби їх у змішаному посіві, внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$ та висіванні з нормами, відповідно, 60 та 50 % від повної.

3. Найбільшу площу листя (39,5-39,6 тис. м²/га) відмічено за сівби злакового та бобового компонентів з нормами висіву, відповідно, 60 та 50 і 50 та 50 % від повної за внесення N_{45} .

4. Максимальну врожайність зеленої маси (28,0 т/га), вихід сухої речовини (6,22 т/га) забезпечувала травосуміш тритикале ярого з горошком

посівним, висіяними з нормами, відповідно, 60 та 50 % від повної за внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$.

5. Вирощування суміші тритикале ярого з горошком посівним за норм їх висіву 60 та 50 % при внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло одержанню корму з найвищою у досліді поживністю корму – 172 г перетравного протеїну в одній кормовій одиниці.

7. Найбільш енергетично доцільним є вирощування тритикале ярого та горошку посівного з нормами 60 та 50 % від повної та внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$. Така технологічна модель обґрунтовується коефіцієнтом енергетичної ефективності на рівні 2,37.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Лісостепу Правобережного на чорноземі опідзоленому для забезпечення потреб великої рогатої худоби в збалансованих кормах рекомендується висівати тритикале яре з нормою висіву 3,0 млн. насінин/га та горошок посівний з нормою висіву 1,0 млн. насінин/га в змішаних посівах на фоні внесення повного мінерального добрива у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$, що забезпечує формування врожаю зеленої маси на рівні 28,0 т/га, збір сухої речовини на рівні 6,22 т/га та перетравного протеїну – 0,78 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Meteoblue.com – Погода та клімат для аграріїв. URL: <https://www.meteoblue.com/>
2. Карта ґрунтів України. Superagronom.com URL: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy#win9>
3. Карасевич Н.В. Вплив азотного удобрення на елементи продуктивності бобово-злакових травосумішок: Дис. д-ра філос. (PhD) за спец. 201 «Агрономія». Київ, 2023. 215 С.
4. Гордієнко Т. І. Єрмолаєва Т. М. Левковська Г. В. Енергетична оцінка вирощування травосумішок багаторічних трав залежно від добрив та способів поліпшення лук. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства». Ред.кол.: В. Ф. Сайко (відп.ред.). К.: ВД «Екмо», 2006. № 1 - 2. С. 134 - 139
5. Боговін А. В., Макаренко П. С., Кургак В. Г. та інші. Довідник по сіножатях і пасовищах; за ред. Боговіна А. В. К.: Урожай, і 990. 208 с.

6. Ефремова Г. В. Вплив бобових трав на якість корму. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. Ред.кол.: Еайко В. Ф. (відп.ред.). К.: Фітосоціоцентр. 2003. № 1 - 2. Е. 100
7. Карачка В. Застосування змішаних добрив. Пропозиція. 2005. № 10. С. 66-67
8. Під редакцією Бабича А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця. 2016 С. 148
9. Під ред. Волкодава В.В. Удовенко Г.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2001. Вип. II. 9.
10. Кургак В. Г. "Екологічне значення лучних угідь в агроландшафтах Українського Полісся." Вісн. аграр. науки 2. 1997. С. 50- 54.
11. Волкогон В. В. Біологічний азот. За ред. Патики В. П. К. Світ, 2003. 424 с.
12. Камінський В. Ф., Глієва О. Ф. Площа листкового апарату та фотосинтетична діяльність проса за різних рівнів мінерального живлення. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2014. Вип. 3. С. 79– 84.
13. Зінченко О. І. Кормовиробництво: Навчальне видання. 2-е вид., доп. і перероб. К.: Вища освіта, 2005. 448 с
14. Білоцерківська дослідна станція URL: <https://bc-selecstation.com.ua/>
15. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С. Данилюк В.Г. та ін. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посіб. Вінниця: 2010. 633 с.
16. Січкач А.О. к.с.-г.н., доцент кафедри рослинництва. Уманський національний університет садівництва Вишнеvsька Л.В. Рослинні рештки змішаних посівів як фактор поліпшення поживного режиму ґрунту. 2013. Вип. 83, Ч. 2. С. 256 – 262

17. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Бугайов В. Д., Гулько Л. П. Високопродуктивні суміші в годівлі тварин. Корми і кормовиробництво. 2012. №5. С. 253
18. Єрмакова Л.М., Івановська Р.Т., Шевніков М.Я. За редакцією Єрмакової Л.М. Кормовиробництво: Навчальний посібник. К., 2008. С. 396
19. Поліщук І.М., Заїка А.В. Вплив технології живлення на якість кормів та рентабельність виробництва зеленої маси. Вісник аграрної науки. 2023. № 6. С. 34–40.
20. Гордієнко Т. І. Продуктивність лукопасовищних угідь залежно від способів їх поліпшення, складу травосумішок та удобрення на осушуваних 60 органогенних ґрунтах Лісостепу України : автореферат: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. с.-г. наук Гордієнко Т. І. Київ, 2014. 22 с
21. Векленко Ю. А. Економічна оцінка маловитратних прийомів створення і використання сіяних укісно-пасовищних травостоїв. Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Ред.кол.: Петриченко В. Ф. (відп.ред.). Вінниця: Вид.-во «Друк-діло». 2003. Вип.51. С. 235 -237.
22. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. 2016. С. 82
23. За ред. Ткачик С. О. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю. Методика проведення експертизи сортів рослин картоплі та груп овочевих, баштанних, пряно-смакових на придатність до поширення в Україні (ПСП). 2017. 95 с.
24. Базалій В.В., Зінченко О.І., Лавриненко Ю.О., та ін. Р 753 Рослинництво: Підручник Базалій В.В., Зінченко О.І., Лавриненко Ю.О., Салатенко В.Н., Коковіхін С.В., Домарацький Є.О. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 520 слів.
25. Кормовиробництво Зінченко О. І. Навчальне видання. 2-е вид., доп. і перероб. К.: Вища освіта. 2005. 448 слів.

26. Гноєвий В.І., Ільченко О.М., Роздайбіда Ю.О. Пріоритетні злако-бобові сумішки на силос і зерно сінаж. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2006. Вип. 57. С. 116-123
27. Матіаш. Н.О. Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вплив бактеріальних препаратів на ботанічний склад однорічних бобовозлакових сумішок. м. Вінниця. 2014р. 35-41с
28. Панчишин В.З. Продуктивність та кормова оцінка вівсяно-бобових сумішок залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. Агробіологія, вип. № 2 2015р. 90-94с
29. Храмов Ю.О. Наукові школи в НАН України URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/fe8a1228-887f-4799-b2ac-aa1bbcb0bf27/content>
30. Бабич А.О. Вирощування зернобобових на корм. 2-е вид. К.: Урожай, 232с.
31. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 432с.
32. Бабич А.О. Селекція і виробництво сої в Україні. К.: Аграрна наука. 1998. 330с. ISBN 966-95490-6.
33. Патики В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В., Шерстобоева О.В., Мельничук Т.М., Калініченко А.В., Гриник І.В. (за ред. Патики В.П.). Біологічний азот. К.: Світ, 2003. 424 с.
34. Мащак Я. І., Тригуба І. Л. Продуктивність злаково-бобових травосумішок залежно від удобрення та їх складу в умовах західного Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2009. Вип. 51(1). С. 119-126.
35. Зінченко О.І., Слюсар І.Т., Адамень Ф.Ф. та ін. Кормовиробництво: практикум. К.: Нора-прінт, 2001. 470 с.
36. Тригуба І.Л. Фотосинтетична продуктивність злаково-бобових травостоїв залежно від складу травосумішок та удобрення. Вісник

Львівського національного аграрного університету. Аграрна економіка. 2018. №22(1). С. 352-356.

37. Karbivska U.M., Butenko A.O., Masyk I.M. et al. Influence of Agrotechnical Measures on the Quality of Feed of Legume-Grass Mixtures. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. 9(4). P. 547-551. Doi: 10.15421 / 2019_788. WoS.

38. DemidasP., & Veiler, S. (2022). Feed productivity of the biomass of spring triticale and common vetch companion sowings depending on the elements of cultivation technology. Feeds and Feed Production, (94), 57-66.

39. Effect of harvest date on yield and quality of vetch (*Vicia villosa*, Roth) and triticale (*X tritosecale*, Witmack) forage mixtures Gasmi-Boubaker Aziza*, S Ben Youssef, C Benila and N Rebai.

40. Forage yield and quality of common vetch mixtures with triticale and annual ryegrass Emine Budakli Carpici* , Necmettin CELIK Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Bursa, TURKEY
*Corresponding author:ebudakli@uludag.edu.tr Received: 08.01.2013.

41. Кравченко О.В., Шевчук І.А., Ковальов А.С. Принципи сталого землеробства та місце в ньому бобово-злакових сумішей. Аграрний вісник. 2022. № 10. С. 55–62.

42. Sari E. Aktas T. Gür M. The effect of different planting patterns and phosphorus applications on forage yield and quality of vetch/triticale mixtures. Field Crops Research. 2023. Vol. 295. P. 108-117.

43. FAO (Food and Agriculture Organization) — Біологічне азотфіксування в сільському господарстві. 2003. С. 226

44. Ghassemi, F., Hosseini, S. Z., and Moghaddam, H. S. Evaluation of different seeding ratios and nitrogen levels on the quantity and quality of forage in pea/triticale intercropping. Journal of Agronomy and Crop Science. 2024. Vol. 210(3). P. 120-135.

45. Karbivska U.M., Butenko A.O., Masyk I.M. et al. Influence of Agrotechnical Measures on the Quality of Feed of Legume-Grass Mixtures. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9(4). P. 547–551.
46. Кушніренко С.І., Бабич І.А. Економічна ефективність вирощування бобово-злакових травосумішок в умовах Лісостепу України. *Економіка АПК*. 2022. № 3. С. 60–67.
47. Мельник А.В., Лазарева О.В. Аналіз собівартості та рентабельності виробництва кормів для тваринництва. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2021. Вип. 100. С. 45–52.
48. Іващенко С.А., Галушко О.М. Виклики та перспективи кормовиробництва в умовах воєнного часу: логістичні та цінові фактори. *Зерно і хліб*. 2023. № 4. С. 10–14.
49. Гудзь В.П., Карпенко В.О., Костенко О.А. Біоенергетична оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Агрономія сьогодні*. 2021. № 4. С. 15–20.
50. Коваленко В.П., Демченко О.В. Особливості формування бобово-злакової травосуміші залежно від удобрення та інокуляції: біоенергетичний підхід. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. № 72(1). С. 13–21.
51. Макаренко В.М., Коломієць Л.А. Фізіологічні основи формування врожаю кормових культур. *Агробіологія*. 2022. № 3. С. 10–18.
52. Поліщук І.С., Грінченко О.М., Супрун В.В. Вплив норми висіву на формування продуктивності та якості насіння пшениці озимої. *Агробіологія*. 2025. № 1. С. 123–129.
53. Мельничук С.І., Бабич В.О. Роль змішаних агроценозів у забезпеченні кормової бази АПК. *Землеробство*. 2023. № 5. С. 110–118.
54. Гетман Н.Я., Чернецька С. Г. Продуктивність сумішей тритикале ярого з горошком посівним залежно від рівня удобрення та норм висіву в умовах Лісостепу Правобережного. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 2. С.39–42.

