

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**ТИМОЩУК СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ**

**УДК 631.5**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ  
БАГАТОРІЧНИХ БОБОВИХ ТРАВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ  
КОНСТРУКЦІЇ КОСАРКИ-ПЛЮЩИЛКИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_ Тимощук С.М.

**Керівник роботи**

Міненко С.В.

кандидат технічних наук, доцент

**Житомир – 2024**

## АНОТАЦІЯ

*Тимощук Сергій Миколайович. Удосконалення технології вирощування багаторічних бобових трав з модернізацією конструкції косарки-плющилки. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці ефективних методів вирощування багаторічних бобових трав, які відіграють важливу роль у сільському господарстві завдяки своїм поживним властивостям та здатності збагачувати ґрунт азотом. В роботі акцентується увага на вдосконаленні технологічного процесу вирощування та збирання врожаю, що сприятиме підвищенню продуктивності та якості кормових культур.

Основна мета проекту полягає в аналізі сучасних методів вирощування багаторічних бобових трав та розробці рекомендацій щодо їх удосконалення. Одним із ключових аспектів роботи є модернізація конструкції косарки-плющилки, що дозволить значно покращити ефективність збирання врожаю та зменшити втрати під час цього процесу. У проекті розглядаються питання оптимізації конструкції, підвищення надійності та довговічності обладнання, а також зменшення витрат на його обслуговування.

На основі отриманих даних були розроблені рекомендації щодо оптимізації агротехнічних заходів, включаючи підбір сортів, методи підготовки ґрунту, норми висіву та системи удобрення.

Висновки проекту підтверджують доцільність удосконалення технологічного процесу вирощування багаторічних бобових трав та модернізації конструкції косарки-плющилки.

*Ключові слова: косарка-плющилка, модернізація, бобові трави, технологія, конструкція.*

## ANNOTATION

*Tymoshchuk Sergii Mykolaiovych. Improving the technology of cultivation of perennial legumes with modernization of the mower-conditioner design. – Qualification work on the rights of the manuscript.*

The qualification work is devoted to the development of effective methods of growing perennial legumes, which play an important role in agriculture due to their nutritional properties and ability to enrich the soil with nitrogen. The work focuses on improving the technological process of growing and harvesting, which will help to increase the productivity and quality of fodder crops.

The main goal of the project is to analyze modern methods of growing perennial legumes and develop recommendations for their improvement. One of the key aspects of the work is to modernize the design of the mower-conditioner, which will significantly improve the efficiency of harvesting and reduce losses during this process. The project addresses the issues of optimizing the design, increasing the reliability and durability of the equipment, and reducing maintenance costs.

Based on the data obtained, recommendations were developed to optimize agrotechnical measures, including the selection of varieties, soil preparation methods, seeding rates, and fertilization systems.

The conclusions of the project confirm the feasibility of improving the technological process of growing perennial legumes and modernizing the design of the mower-conditioner.

*Keywords: mower-conditioner, modernization, legumes, technology, design.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ БАГАТОРІЧНИХ БОБОВИХ ТРАВ У ЗБЕРЕЖЕННІ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ.....	8
РОЗДІЛ 2. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ПРОГРЕСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ БОБОВИХ ТРАВ ТА ЗАГОТІВЛЯ СІНАЖУ.....	15
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	22
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Вирощування багаторічних бобових трав має велике значення для сучасного сільського господарства. Ці культури відіграють ключову роль у забезпеченні тваринництва високоякісними кормами, а також сприяють покращенню родючості ґрунту завдяки здатності збагачувати його азотом. В умовах сучасного аграрного виробництва, де важливими є ефективність, продуктивність та економічна доцільність, питання удосконалення технології вирощування багаторічних бобових трав набуває особливої актуальності.

Одним з найважливіших аспектів вирощування багаторічних бобових трав є забезпечення своєчасного та якісного збирання врожаю. Використання сучасних технічних засобів дозволяє значно покращити ефективність цього процесу, зменшити втрати врожаю та знизити витрати на його збирання. Косарки-плющилки є одними з основних машин, які використовуються для збирання багаторічних бобових трав. Однак, існуючі моделі цих машин мають низку недоліків, що обмежують їх ефективність і потребують вдосконалення.

**Мета даного дипломного проекту** полягає у дослідженні та вдосконаленні технології вирощування багаторічних бобових трав з акцентом на модернізацію конструкції косарки-плющилки. Вибір цієї теми зумовлений необхідністю підвищення продуктивності та якості збирання врожаю, зменшення втрат під час цього процесу та зниження витрат на експлуатацію і обслуговування техніки.

У процесі роботи над проектом було проведено аналіз сучасних методів вирощування багаторічних бобових трав, вивчено особливості агротехнічних заходів та визначено основні напрямки їх удосконалення. Окрему увагу було приділено дослідженню конструкції косарки-плющилки та виявленню її слабких місць, що потребують модернізації.

Завдяки впровадженню запропонованих у дипломному проекті рішень, аграрні підприємства зможуть досягти стабільно високих врожаїв багаторічних бобових трав, покращити якість кормів та знизити витрати на виробництво. Це сприятиме підвищенню економічної ефективності сільськогосподарського виробництва та забезпеченню стійкого розвитку аграрного сектору.

Завдання проекту включають:

- провести аналіз сучасних методів вирощування багаторічних бобових трав та виявити основні проблеми, що впливають на ефективність їх вирощування.
- вивчити конструкції існуючих косарок-плющилок, визначити їх недоліки та можливості для модернізації.
- розробити та обґрунтувати нові конструктивні рішення для удосконалення косарки-плющилки з метою підвищення продуктивності та якості збирання врожаю.

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес вирощування та збирання врожаю багаторічних бобових трав, зокрема використання косарки-плющилки у цьому процесі.

**Предметом дослідження** є конструктивні особливості та ефективність роботи косарки-плющилки, а також технологічні заходи, що сприяють удосконаленню вирощування багаторічних бобових трав.

**Перелік публікацій за темою роботи:**

1. Міненко С. В., Курський О. О., **Тимощук В. В.**, Дармограй М. М., Кошман М. С. Підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки. Збірник тез Х-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 54-56.
2. Міненко С. В., **Тимощук В. В.** Роль багаторічних бобових трав у збереженні родючості ґрунтів. Міжнародна науково-практична конференція

молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки». м. Рівне, 9-10 травня 2024 року. Рівне : НУВГП. С.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє модернізована конструкція косарки-плющилки.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 20 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 35 сторінок комп'ютерного тексту, містить 2 таблиці та 4 рисунки.

## РОЗДІЛ 1

### РОЛЬ БАГАТОРІЧНИХ БОБОВИХ ТРАВ У ЗБЕРЕЖЕННІ РОДЮЧОСТІ ГРУНТІВ

Багаторічні бобові трави незалежно від ґрунтово-кліматичних умов зон, розмірів і спеціалізації господарств, типу й призначення сівозмін зберігають головну роль в отриманні високобілкових кормів, поліпшенні водно-фізичних властивостей ґрунтів, примноженні їхньої родючості, забезпеченні наступних культур доступними елементами живлення [1, 2, 6, 7, 8, 13].

На основі аналізу літератури [1, 2, 6, 7, 8, 13] виділено три основні агроекологічні передумови формування високопродуктивних травостоїв багаторічних трав:

- обґрунтування оптимальних способів посіву та густоти стояння рослин, за яких створюються умови для повнішого використання сонячної радіації, що приходить, протягом вегетації;

- на основі врахування біологічних особливостей сортів багаторічних трав визначено потребу рослин у теплі, воді, добривах, що дає змогу за раціонального поєднання регульованих чинників утилізувати щонайменше 2,5-3,5 % ФАР, формувати високі врожаї насіння і зеленої маси;

- вибір сортів, управління густотою травостою, зрошенням, удобренням з метою формування таких агрофітоценозів, що якнайповніше реалізують генетичний потенціал продуктивності трав та ефективно використовують природні ресурси зони Полісся та Лісостеп.

Встановлено, що максимальну кількість кореневої маси в півметровому шарі ґрунту на кінець третього року життя накопичено люцерною синьо- і строкатогібридною, еспарцетом віколістним і піщаним – 7,80-10,98 т/га. Після чотирьох років вязель строкатий і конюшина лучна залишали 8,90-12,25, а після п'яти років використання козлятнику східного, люцерни жовтогібридної,



конюшини білої, лядвенця рогатого в півметровому шарі ґрунту залишалось 11,40-16,05 т/га сухих коренів (таблиця 1.1).

Проведений хімічний аналіз кореневих решток бобових трав засвідчив, що вміст азоту в них змінюється від 1,50 до 1,77, фосфору – 0,74-0,96 і калію 0,86-1,24. %. З урахуванням цього слід зазначити, що люцерна залишає після себе в півметровому шарі ґрунту 188-216 кг азоту, 69-76 кг фосфору і 97-116 кг/га калію. Конюшина, відповідно 150-194, 57-68 і 88-106; еспарцет - 151-163, 37-42 і 83-89; козлятник східний - 257-313 кг азоту, 64-84 - фосфору і 134-172 кг/га калію.

Для отримання запланованих урожаїв конюшини лугової встановлено, що на фоні природної родючості ґрунту підтримання передполивного порога вологості активного шару ґрунту в межах 60 % НВ забезпечує одержання на посівах другого року життя 32,0...36,0, третього року – 20,0...23,5 т/га зеленої маси. Збільшення вологості ґрунту до 70 % НВ підвищує врожайність посівів другого року до 31,5-38,0, третього – до 26,4- 31,8 т/га. Максимально високі врожаї конюшина формує за порогу вологості до 80 % НВ - 39,0-42,2 і 28,0-33,0 т/га.

Внесення розрахункових доз добрив сприяло збільшенню врожайності конюшини на режимі 60 % НВ до 47,0...67,0 на посівах другого і до 37,0...55,0 т/га зеленої маси на посівах третього року життя, 70 % НВ - відповідно 52,0...72,5 і 45,5...63,4, 80 % НВ – 70,0...101,8 і 53,5...82,4 т/га зеленої маси.

Найвищі врожаї в усі роки життя травостоїв формують сорти конюшини лугової ВІК 7, ВІК 84 і Пелікан.

Таблиця 1.1 – Виніс елементів живлення з урожаєм конюшини другого року життя, кг/га.

Вологість ґрунту, % НВ	Фон живлення	ВІК 84			Пелікан			Спадкоємець		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KO <sub>2</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KO <sub>2</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KO <sub>2</sub>
60	Без добрив.	313	51	170	300	48	170	188	77	170
	НРК <sub>1</sub>	300	73	340	385	78	378	375	79	300
	НРК <sub>2</sub>	437	105	350	400	97	330	419	91	333
	НРК <sub>3</sub>	455	109	374	400	97	330	410	93	348
70	Без добрив.	330	55	184	305	49	174	300	54	171
	НРК <sub>1</sub>	315	77	353	317	177	354	384	70	384
	НРК <sub>2</sub>	475	114	380	447	107	357	403	93	404
	НРК <sub>3</sub>	500	130	400	447	108	358	438	104	405
80	Без добрив.	373	73	310	343	58	194	330	54	311
	НРК <sub>1</sub>	375	90	300	353	85	383	353	83	355
	НРК <sub>2</sub>	505	131	404	473	111	370	433	107	453
	НРК <sub>3</sub>	735	153	508	570	134	448	549	133	471

На підставі аналізу хімічного складу рослин нами встановлено винос поживних речовин, відчужуваних з урожаєм конюшини різних років життя. Отримані дані свідчать про те, що на його величину впливали умови вологозабезпеченості та харчового режиму ґрунту. Підвищення передполивного порога зволоження з 60 до 70 % НВ призводило до збільшення виносу азоту з урожаєм у рік сівби на 15...130, з 70 до 80 % НВ - на 12...162 кг/га. На посівах другого і третього років життя ця закономірність зберігається за вищих показників.

Мінімальне відчуження поживних речовин з урожаєм за всіма роками життя конюшини характерне для варіантів із природною родючістю ґрунту. Максимальне винесення азоту, фосфору і калію з урожаєм відмічено на режимі

80 % НВ при внесенні найвищих доз добрив ( $NPK_2$ ,  $NPK_3$ ), розрахованих на одержання 10...12,5 т у перший, 20...25 - у другий, 17,5-22,5 т/га сухої маси у третій рік життя.

Найбільшим виносом азоту, фосфору і калію характеризувалися сорти ВІК 84 і Пелікан, що формують найвищі врожаї. Наприклад, на посівах другого року життя за порогу вологості ґрунту не нижче 80 % НВ і внесення розрахункових доз добрив урожайність посівів сорту ВІК 84 становила 70,0...101,8 т зеленої або 17,5-25,4 т/га сухої маси, виношення азоту відповідно 437...635, фосфору - 105-152, калію - 350-508 кг/га. Сорт Пелікан сформував 50,8...89,5 т/га зеленої маси, винос елементів живлення відповідно становив: 317...560, 76...134 і 254...448 кг/га.

Застосування мінеральних добрив підвищувало вміст поживних речовин не тільки в рослинах, а й у кореневих рештках конюшини. Так, внесення розрахункових доз  $NPK$  на режимі 60 % НВ у другий рік життя, наприклад, підвищувало вміст азоту в розрахунку на гектар на 5...22, фосфору – на 2...9, калію – на 12-17 кг.

Проведені розрахунки засвідчили, що позитивний баланс азоту відзначено в усіх варіантах режиму зрошення. Із призначенням поливів за вологості ґрунту 60 % НВ чисельні значення його змінювалися від 46 до 118 кг/га. Поліпшення умов вологозабезпеченості на режимі зрошення 70 % НВ і внесення розрахункових доз добрив забезпечувало отримання позитивного балансу азоту від 20 до 95 кг/га.

Оптимальне зрошення конюшини з підтриманням переддоливної вологості 80 % НВ у всіх варіантах з добривами значною мірою підвищувало врожайність і витратну частину азоту з ґрунту. На варіанті без добрив прихід азоту був більшим від виносу його рослинною масою на 50...52, а при виході на заплановану врожайність за 3 роки 140 т – 45...52 кг/га.

Внесення мінерального азоту розрахунковими дозами для одержання за 3 роки врожайності 47,5...60 т/га сухої маси сприяло перевищенню витрат над

прибутковою частиною балансу на 18...76 кг за сортом Пелікан і 21...77 кг за сортом ВІК 84

Без застосування добрив в умовах інтенсивного у сумі за три роки використання травостою конюшини складався від'ємний баланс  $P_2O_5$ .

Дефіцит фосфору на посівах сорту ВІК 84 сягав 144, Пелікан - 135 кг/га. Внесення фосфорних добрив (160...270 кг/га з розрахунку на три роки використання травостою) сприяло зниженню дефіциту фосфору за сортом Пелікан до 50...65 кг, а за інтенсивнішим сортом ВІК 84 – до 60-91 кг/га (таблиця 4).

В умовах 60 % НВ отримаємо мінімальні врожаї і винос фосфору коливався від 108 до 255 кг, що на 27-105 кг/га нижче, ніж на режимі 80 % НВ. Визначення інтенсивності балансу фосфору (ступеня відшкодування вносу з урожаєм внесенням з добривом) показало, що в сумі за три роки вона склала на варіантах із внесенням  $P_{160}$  – 73-102,  $P_{215}$  - 73-95,  $P_{270}$  - 73-116. %, тобто зі збільшенням доз фосфорних добрив інтенсивність балансу фосфору збільшувалася.

Баланс калію на всіх варіантах був від'ємним, досягаючи максимального значення на посівах із найвищою фактичною врожайністю за 80 % НВ і внесення 240-300 кг/га калійних добрив – 752...907 на посівах ВІК 84 і 694...770 кг/га на посівах сорту Пелікан. Зі зниженням вологості ґрунту до 70 % НВ дефіцит знижувався до 448...648, до 60 % НВ – 472..558 кг/га.

Інтенсивність балансу калію за 60 % НВ склала 30...39, 70 % НВ – 27...34, 80 % НВ – 24...28 %.

У дослідженнях кафедри агроінженерії та технічного сервісу Поліського національного університету експериментально підтверджено теорію доцільності створення змішаних багаторічних агрофітоценозів із бобових і тонконогових трав для отримання збалансованих кормів за позитивного впливу на родючість ґрунту. У комплексі вивчено вплив кількості, співвідношення і просторового розміщення компонентів сумішей на формування запланованих урожаїв,

особливості пагоноутворення рослин, накопичення органіки і поліпшення мікроагрегатного складу ґрунтів.

До кінця третього року життя травосуміші короткого терміну використання (з 2-х бобових і 2-х тонконогових компонентів) у півметровому шарі ґрунту нагромаджували 9-11 т/га сухого коріння із вмістом 150...170 кг азоту, 60...70 – фосфору і 125...140 кг/га калію. Після п'ятирічного зростання суміші середнього терміну використання (з 3-х бобових і 2-х тонконогових) залишалось 12...15 т коренів, 200...240 кг азоту, 85...95 – фосфору і 170...200 кг/га калію. Довгострокові суміші (з 3-х бобових і 3-х тонконогових трав) після семирічного використання нагромаджували 17-18 т/га коренів із вмістом у них 250...270 кг азоту, 100...115 кг фосфору і 200...220 кг/га калію.

### **Висновок по розділу**

Три-, чотирирічний обробіток багаторічних бобових культур забезпечує бездефіцитний баланс азоту в ґрунті. За рахунок накопичення азоту в кореневих і пожнивних рештках, симбіотичної азотфіксації бульбочковими бактеріями в ґрунт надходить на 50...200 кг/га азоту більше, ніж витрачається на формування врожаїв.

Визначення інтенсивності балансу фосфору показало, що вона зі збільшенням доз фосфорних добрив збільшується і становить 75...116 %. Розрахунки щодо балансу калію показали, що за всіх сполучень режимів зрошення і доз добрив він негативний, досягаючи максимуму на варіантах із найвищою фактичною врожайністю. Інтенсивність балансу калію змінювалася від 24 до 35 %.

Більш тривале використання змішаних посівів бобових і тонконогових трав (5-7 років) сприяє накопиченню 12...18 т/га органіки з вмістом 200...270 кг азоту, 85...115 - фосфору і 170...220 кг/га калію.

Таким чином, включення багаторічних бобових трав та їхніх сумішей із тонконіжними до структури всіх типів сівозмін на є не тільки гарантом одержання високоякісних об'ємистих кормів, а й запорукою збереження родючості ґрунту.

## РОЗДІЛ 2

### РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ПРОГРЕСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ БОБОВИХ ТРАВ ТА ЗАГОТІВЛЯ СІНАЖУ

У сучасних умовах ринкової економіки важливим є ефективне та інтенсивне використання землі (ріллі), як основного засобу виробництва в агропромисловому секторі економіки. Під час вирощування багаторічних трав, як відомо, більшість дослідників дотримуються у використанні покривних культур під час посіву багаторічних трав. Ще наприкінці XVII століття, точніше в 1789 р. учений-агроном І. Комов у своїй праці "Про землеробство" вказував, що конюшину слід сіяти з яким-небудь злаком [8].

У виробничих умовах широко розповсюджений і економічно виправданий посів багаторічних трав під покрив однорічних культур (на зелену масу і зерно). Перевагу підпокривних посівів Є.В. Руденко пояснює отриманням урожаю покривної культури в рік посіву [5]. Підвищується виробництво продукції рослинництва в перший рік використання ріллі та її продуктивність [7].

Позитивний бік використання покривних культур проявляється в захисті посівів багаторічних трав від бур'янів, запобіганні сходам від перегріву, забезпеченні гарного снігового покриву, що гарантує добру їхню перезимівлю [8]. Слабкий розвиток багаторічних бобових трав у підпокривних посівах пов'язаний із конкуренцією між покривною та основною культурою насамперед за площу живлення, потім за світло і меншою мірою - за вологу [2]. Багаторічні трави в рік посіву повільно ростуть і розвиваються, пригнічуються бур'янами [4, 7]. Оцінки ролі покривних культур багаторічних трав неоднозначні. За даними [2] врожайність вико-вівсяної суміші, а також багаторічних трав першого і другого років життя не залежала від способу посіву покривної культури [3]. Проте є й суперечливі судження, коли низка дослідників вважають, що ресурс рослин у полівидових посівах обмежений через дефіцит вологи та висушування ґрунту [9], з чим теж не можна не погодитися.

Для нас важливим було вивчення впливу різних видів покривних культур і безпокривної сівби на ріст і розвиток конюшини панської в наступні роки життя і вивчення ефективності використання ріллі, що має важливе значення в умовах освоєння сучасних технології ресурсозбереження.

Часто в науковій літературі під час оцінювання поживності кормів використовують такий показник, як кормова одиниця (к.од.), що дорівнює поживності 1 кг вівса. Однак проведені широкомасштабні дослідження з аналізу кормів показали, що навіть сам овес не завжди відповідає за поживністю на 1 к.од. Так, наприклад, поживність вівса лісостепової зони становив 0,96 к.од, із Поліської зони – 0,90 к.од. Зерно вівса зі степової зони виявилось більш поживним – 0,97 к.од. Аналогічні дані було отримано щодо інших зернових культур (яра пшениця, ячмінь, жито тощо).

Як показали роботи ряду авторів [2, 3, 4, 7, 9], врожайність зерна покривних культур конюшини панської, як і передбачалося, виявилася нижчою порівняно з чистими посівами. Це пояснюється міжвидовою конкуренцією з конюшиною панською. Підпокривна культура (конюшина панська) певною мірою використовує вологу, елементи живлення для росту та розвитку, що є причиною зниження продуктивності покривної культури (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Урожайність зернових культур

Культура	Чистий посів				Покривний посів			
	зерно, т /га	к.од.т /га		виручка, тис. грн./га	зерно, т /га	к.од.т /га		виручка, тис. грн/га
		1 кг	т /га			1 кг	т /га	
Яра пшениця	20,7	1,12	23,1	934	15,8	1,12	17,5	69,7
Ячмінь	17,7	1,11	19,5	77,7	14,6	1,11	16,1	64,1
Овес	21,9	0,96	20,8	82,9	20,2	0,96	19,2	76,5

Схожість насіння без покриву перебуває на рівні 57,0%. Протягом вегетаційного періоду 3% сходів з різних причин загинули. Відсоток польової схожості конюшини панської підпокривними культурами варіював від 47,0 до 52%. Найсприятливішими умовами для забезпечення польової схожості була відзначена схожість під ярою пшеницею - 52%. Серед плівчастих культур



найменшу схожість забезпечено під овес - 47,0% за 51,1% під ячменем. Зниження польової схожості під овес пояснюється інтенсивним використанням рослинами елементів живлення за рахунок підвищення врожайності зерна та використанням вологи. Закономірно знизилася збереженість рослин наприкінці вегетації після збирання покривних культур - від 46,3 до 39,6%.

Ріст і розвиток рослин конюшини в перший рік вегетації залежить від виду покривної культури. Багаторічні трави, зокрема конюшина, вирізняються порівняно повільним розвитком у перші періоди життя. У дослідженнях у рік посіву рослини формували прикореневу розетку листків. Тому в перший рік вегетації продуктивність конюшини паннонської була найнижчою. До кінця вегетаційного періоду рослини досягали висоти 7...8 см, було відзначено куціння. Загалом, рослини під зиму пішли в зеленому стані у формі розетки. На безпокровних посівах сходи конюшини паннонської розвивалися краще, рослини були більш стійкі до несприятливих погодних умов, що відзначив свого часу П.А. Сергєєв, коли в рік посіву рослина "розвивається краще" [6].

У перший рік зимівлі на 1 м<sup>2</sup> загинули від 8 (під покрив ярої пшениці) до 2 (під овес) пагонів рослин. Під покрив ячменю та на безпокровних посівах загинуло по 7 пагонів. Низька кількість загиблих пагонів під овес пояснюється найменшою щільністю рослин на одиницю площі перед зимівлею. У період вегетації другого року життя кількість пагонів збільшувалася за рахунок розвитку кореневої системи та появи в них додаткових пагонів. Збільшення кількості пагонів варіювало від 63 шт./м<sup>2</sup> на безпокровних посівах до 81 шт./м<sup>2</sup> під покрив ярої пшениці. Проте кількість пагонів під покрив вівса залишалася найменшою порівняно з іншими покривними культурами і за безпокровного посіву, де різниця становила від 8 до 25 пагонів.

Вживаність рослин конюшини панської першого року вегетації за безпокровним посівом становила 52%, за покривними культурами - 38,0-43,4%. Протягом вегетації другого року життя кількість пагонів збільшувалася на 70 шт./м<sup>2</sup> і становила 200 рослин/м<sup>2</sup>. Із покривних культур найменшу кількість

пагонів відзначено у вівса - 174 рослин/м<sup>2</sup>. До кінця вегетації другого року життя рослин густота рослин конюшини панської сягнула 80% за безпокровного посіву та 69,6-75,6% за покривних посівів.

Дослідження впливу різних прийомів посіву конюшини панської (безпокровного та під покрив із зерновими культурами) показали невелику перевагу безпокровного посіву над підпокровними культурами. На другий рік господарського використання (на третій рік життя) конюшина панська практично забезпечила однакову продуктивність рослин. Середня врожайність зеленої маси варіювала з найбільшою різницею на рівні 0,9 т/га. Різниця збору кормових одиниць становила 0,23 т/га, КПЕ - 0,9 т/га. В.О. Петрук зазначає, що покривні культури найважче впливають на врожайність багаторічних трав у перший рік життєдіяльності, а в наступні роки врожайність трав нівелюється [3].

Під час заготівлі сіна з бобових трав втрати основних поживних речовин і обмінної енергії сягають 40% і більше в процесі польового сушіння і технології збирання, а під час заготівлі сінажу вони знижуються до 10-15% за рахунок зменшення механічних втрат маси листя. Втрата листя під час заготівлі корму з люцерни критична тому, що листя становить 50 % від маси всієї рослини, і містить 70 % протеїну, 90 % каротину і понад 65 % засвоюваної енергії.

Тому з бобових трав краще готувати об'ємистий корм із вологістю 60-65 %, тобто сінаж. Основними показниками, що характеризують якість консервованих кормів, є: показник активної кислотності (рН) і масова частка органічних кислот [2].

У якісному сінажі та силосі має переважати молочна кислота і бути відсутня масляна. У кормах, приготованих із порушенням технології заготівлі, присутні бактерії роду *Clostridium*, які продукують масляну кислоту.

З даних багатьох робіт [12, 13, 16] видно, що біоконсервант "Біовет-закваска" дозволив більш ефективно законсервувати конюшину у фазі бутонізації, пров'ялену до вологості 58 %.

В отриманому кормі не міститься масляної кислоти, а відношення молочної кислоти до оцтової становило 4:1, тобто за якістю сінаж відповідав вимогам першого класу.

Сінаж, приготований із маси конюшини з вищою вологістю (66 і 76 %), навіть із застосуванням "Біовет-закваски", був істотно нижчим за якістю. У контрольних варіантах отримали сінаж неklasний, третього і другого класу із вмістом масової частки масляної кислоти, відповідно, 0,14; 0,28 і 0,46 %. А відношення молочної кислоти до оцтової становило 1,34:1 і 1,05:1 за вологості маси, відповідно, 66 і 76 %.

У варіантах сінажу, приготованого з використанням біоконсерванту "Біовет-закваска" за вологості маси 58 %, масляна кислота була відсутня. А в сінажі з вологістю 66 і 76 % масляної кислоти містилося, відповідно, в 1,75 і 1,77 разів менше, ніж у контрольних зразках.

Відомо, що конюшина містить мало цукру, тому добавка патоки сприяє більш сприятливому протіканню процесу бродіння і сприяє кращому поїданню тваринами сінажу.

Спільне внесення патоки та біоконсерванту "Біовет-закваска" знижує рН до 4,4 одиниці. За даними В.А. Бондарєва рН 4,6 є тим порогом, за якого не розвиваються клостридії, а в результаті не утворюється масляна кислота та інші антипоживні речовини. Внесення 20 кг патоки на 1 тону сінажної маси спільно з "Біовет-закваскою" дає змогу отримати доброякісний корм із конюшини навіть зі зниженим вмістом сухої речовини (30-35 %).

У серії дослідів із вивчення впливу на якість сінажу з конюшини із внесенням патоки та "Біовет-закваски" встановлено, що біоконсервант не тільки покращує якість бродіння в сінажі, а й сприяє збереженню поживних речовин корму, зокрема білкового азоту. Так, у сінажі з "Біовет-закваскою" краще зберігається загальний азот, ніж у сінажі без консерванту. Білок, що міститься в траві, наполовину використовується як поживне середовище для мікроорганізмів

у разі сінажування без консерванту, тому білкова частина загального азоту становить 49 %.

Використання при консервуванні "Біовет-закваски" сприяє збереженню білкової частини загального азоту сінажу з люцерни порівняно з вихідною рослинною масою люцерни до 71 %. Встановлено, що якщо консервант "працює", то вже на третій день у сінажній масі з конюшини рН знижується до 4,6 у перші три дні після закладання сінажної маси, це важливо для збереження в сінажі поживних речовин, а також пригнічення розвитку шкідливої мікрофлори. Внесення в сінажну масу "Біовет-закваски" спільно з патокою дає змогу на третій знизити рН до 4,5 одиниць.

Важливим моментом під час заготівлі сінажу з конюшини є процес бродіння, який відображає накопичення в масі корму органічних кислот за показником рН (кислотність у масі корму), що через 3 дні має бути для сінажу на рівні рН 4,5-4,7. У лабораторних умовах проведено дослід у 3-х повторностях із вивчення процесу бродіння в сінажній масі люцерни з використанням біологічного консерванту "Біовет-закваска" без бурякової меляси та з додаванням її з розрахунку 20 кг на одну тонну маси, що сінажується.

### **Висновки по розділу**

Дослідження впливу різних прийомів посіву конюшини панської (безпокровного та під покрив із зерновими культурами) показали невелику перевагу безпокровного посіву над підпокровними культурами. На другий рік господарського використання (на третій рік життя) конюшина паннонська практично забезпечила однакову продуктивність рослин. Середня врожайність зеленої маси варіювала з найбільшою різницею на рівні 0,9 т/га. Різниця збору кормових одиниць становила 0,23 т/га, КПЕ - 0,9 т/га. В.О. Петрук зазначає, що покривні культури найважче впливають на врожайність багаторічних трав у перший рік життєдіяльності, а в наступні роки врожайність трав нівелюється [3].

Внесення в сінажну масу молочнокислих і пропіоновокислих бактерій спільно з буряковою патокою істотно поліпшило процес бродіння з утворенням більшої кількості органічних кислот.

При консервуванні зелених рослин використання біоконсерванту "Біовет-закваска" сприяє збереженню поживних речовин корму та швидкому (на третій день) зниженню рН сінажованої маси до 4,8-4,5 од., і, тим самим, гарантує отримання корму високої якості.

Застосування "Біовет-закваски" під час заготівлі кормів сприяє зниженню втрат поживних речовин, збереженню обмінної енергії на 8 %, кормових одиниць - на 10 %.

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Опис існуючих конструкцій косарок-плющилок

Косарки-плющилки причіпні типу КПП-3,1 призначені для скошування природних і сіяних трав на великих площах з укладанням скошеної трави у валок або прокошування. Застосування в конструкції активатора бильно-декового типу дозволяє прискорити сушку валків за рахунок руйнування воскового шару стебел і утворення рихлого валка, що добре аерується. За замовленням споживача косарка КПП-3,1-1 замість кондиціонера (активатора) може бути обладнана плющильними вальцями [2].

Косарка обладнана поворотним редуктором (рис. 3.1), що забезпечує підвищення маневреності за рахунок зменшення радіусу розвороту агрегату, а також можливість розвороту без відключення ВВП трактора, що знижує втрати часу і підвищує продуктивність роботи.

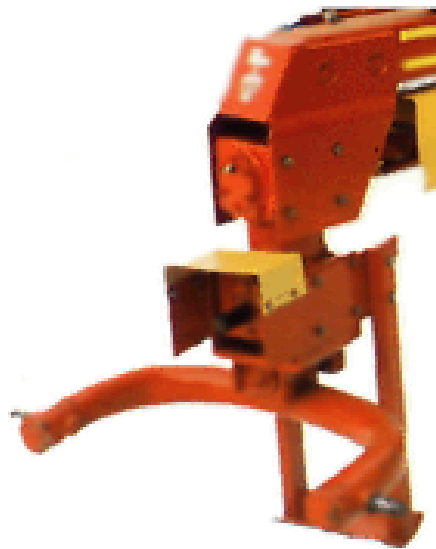


Рис. 3.1 Поворотний редуктор косарки-плющилки.

Косарка КПП-3,1 може поставлятися споживачам в трьох виконань:

- з бильно-дековим кондиціонером;
- з плющильними вальцями;
- без додаткових пристосувань для прискорення сушки трави.

Косарка з кондиціонером рекомендується для скошування злакових трав. Кондиціонер забезпечує видалення воскового шару із стебел скошеної трави і укладання її в рихлий валок або прокошування для маси, яка добре аерується, що прискорює сушку трави [2].

Косарка з плющильними вальцями забезпечує щадне плющення скошеної маси для прискорення і підвищення рівномірності її сушки, а також подальшою її укладання у валок або прокошування і рекомендується для косіння бобових трав (люцерна, конюшина).



Рис. 3.2 Кондиціонер (а) та плющильні вальці (б) косарок

Косарка без кондиціонера і плющильного апарату забезпечує укладання скошеної маси у валок або прокошування і дозволяє при цьому понизити споживану потужність. Вартість такої косарки до 16% нижче за вартість косарки з кондиціонером.

Використання причіпної схеми агрегування косарки дозволяє при збереженні маневреності і стійкості агрегату косарки працювати з тракторами тягового класу 1,4 т.с. (МТЗ-80/82).

Косарка-плющилка ротаційна КПРН-3,0 призначена для скошування сіяних трав, одночасного плющення стебел і укладання скошеної маси у валок шириною 1,2 м. У сиру погоду валкоутворюючий пристрій знімають і траву скошують у прокіс. Різальний апарат має шість роторів. Щоб запобігти втратам через підвищене подрібнювання стебел різальним апаратом, при роботі косарки зі швидкістю до 12 км/год, на кожному роторі закріплюють один ніж, а на протилежній стороні - балансир, що врівноважує. Якщо швидкість вище 12 км/год, то на роторі встановлюють два ножі [20].

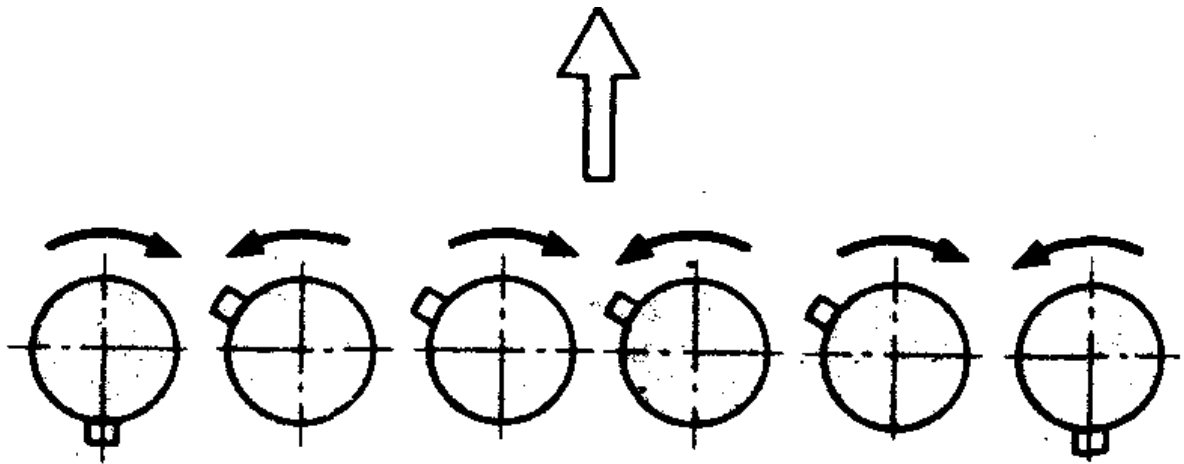


Рис. 3.3 Схема розміщення ножів різального апарата косарки КПРН-3:

Регулювання косарки – плющилки. Зазор між плющильними вальцями регулюється гвинтами 18 (рис. 23.4). Мінімальний зазор складає 8мм. При роботі в дощову погоду вальці встановити на максимальний зазор (робота без плющення). Регулювання взаємного розташування ребер вальців здійснюються таким чином: від'єднати однорядний ланцюг приводу верхнього вальця, регулювальними гвинтами 18 підняти верхній валець так, щоб його ребра при обертанні не зачіпали за ребра нижнього вальця. Проверніть верхній валець і поставте його в таке положення, щоб ребра верхнього вальця знаходилися між ребрами нижнього вальця, з'єднайте ланцюг, натягніть його натяжною зірочкою. При регулюванні тиску між вальцями важливо пам'ятати, що надмірний тиск знижує пропускну здатність машини і підвищує пошкодження стебел. Перевірте якість плющення, для цього візьміть пучок стебел, тримаючи кожне стебло і, струснувши його, переконайтеся, що на стеблах є характерні надлами з проміжками 100 мм. Якщо значна кількість стебел немає надламів, підтягніть пружини [3].



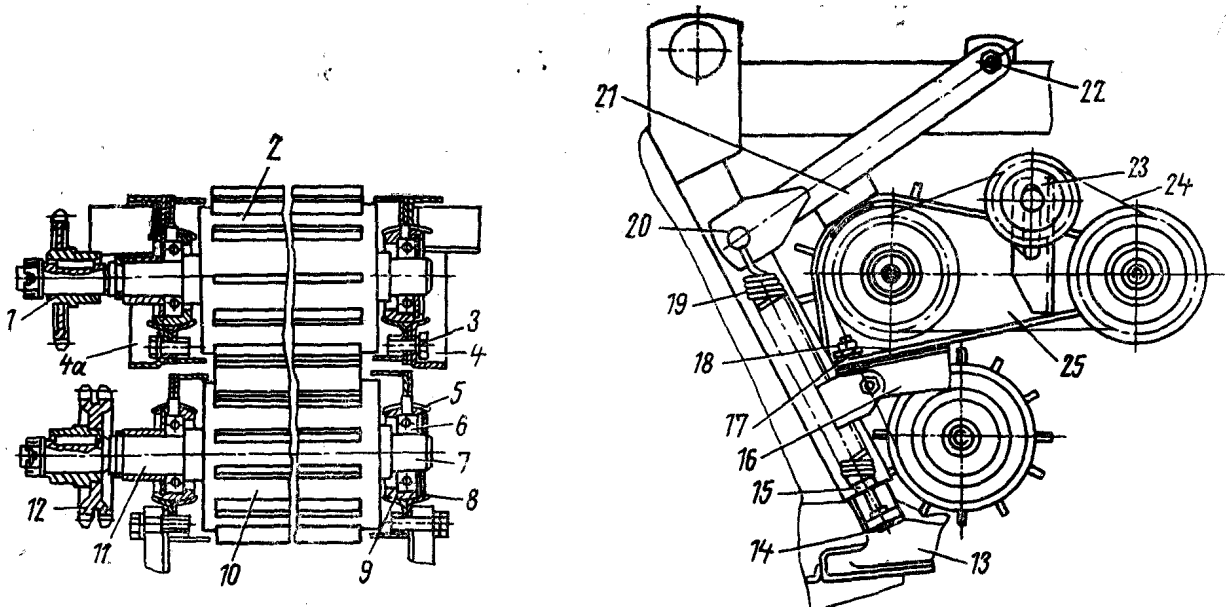


Рис. 3.4 Плющильні вальці КПРН-3 [3]: 1 – зірочка; 2 – валець верхній; 3 – болт; 4 – кронштейн лівий; 4а – кронштейн правий; 5 – корпус підшипника сферичний; 6 – підшипник; 7 – цапфа вальця; 8 – фланець сферичний; 9 – фланець кріплення підшипника; 10 – валець нижній; 11 – цапфа приводу; 12 – зірочка; 13 – кронштейн рами кріплення різального апарата; 14 – натяжний пристрій; 15 – пробка пружини; 16 – косинець опори вальця; 17 – гайка; 18 – гвинт регулювальний; 19 – пружина; 20 – важіль; 21 – пластина натискна; 22 – вісь; 23 – зірочка; 24 – ланцюг; 25 – кронштейн.

Тиск різального апарата на ґрунт (600-650 Н) регулюється натягом пружин зрівноважувального механізму. Також зміною жорсткості пружини регулюється тиск між вальцями (20-60 Н/см). При тиску 20 Н/см та зазорі 8мм відстань між витками пружини складає 116 мм. Колія трактора повинна складати 1800 мм. Огляд технічних характеристик серійних машин наведено в додатку 1.

Для збільшення продуктивності МТА на скошуванні трав з плющенням ми пропонуємо використовувати 2 косарки – на передню навісну систему – навісну та причіпну. При цьому вдосконаливши причіпну косарку пристосуванням для здвоєння валка від передньої косарки. Дана розробка також сприятиме більш повному завантаженню прес-підбирача, зменшенню

проходів про полю –а отже і економії ПММ та часу. Пристосування складається з полотняного транспортера з системою приводу і механізмом переводу в транспортне положення.

### 3.2 Розрахунок транспортера

Транспортер на косарці призначений для переміщення маси перпендикулярно до осі МТА для формування валка.

Подача рослинної маси на транспортер визначається за формулою [10]:

$$q = BvY ; \quad (3.1)$$

де,  $B$  – робоча ширина захвату косарки, м;

$v$  - швидкість руху МТА, приймаємо 12 км/год;

$Y$  - урожайність рослинної маси.

$$q = 3 \cdot 3.33 \cdot 0.4 = 4 \text{ кг/с.}$$

Умова відриву рослин від транспортера описується виразом [10]::

$$u_{mp} \geq \sqrt{9,8 \cdot r} ; \quad (3.2)$$

де,  $r$  - радіус вектор від осі обертання до прошарку рослин на полотні.

Попередньо приймаємо  $r = 0,25$  м.

$$u_{mp} \geq \sqrt{9,8 \cdot 0.25} = 1.57 \text{ м/с.}$$

Приймаємо колову швидкість транспортера 2 м/с [10,21].

Товщина прошарку рослин на транспортері визначається за формулою [10]:

$$h = \frac{q}{\rho_p l u_{mp}}; \quad (3.3)$$

де,  $\rho_p$  - густина рослинної маси;

$l$  - середня довжина стебла рослини.

$$h = \frac{4}{0.45 \cdot 0.7 \cdot 2} = 6.35 \text{ см.}$$

Для розрахунку полотна необхідно прийняти стандартну швидкість. Згідно ДСТУ [11] м/с стандартною швидкістю.

Ширина полотна визначається за формулою [10]:

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{v \rho_p k k_\beta}} + 0.05 \right); \quad (3.4)$$

де,  $Q$  - продуктивність елеватора, т/год;

$k$  - коефіцієнт кута природного відкосу матеріалу [(табл. 6.16) 11];

$k_\beta$  - коефіцієнт кута нахилу конвеєра [(табл. 6.17) 11].

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{14,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 240 \cdot 0,98}} + 0.05 \right) = 0,29 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину полотна 0,5 м.

Визначимо тягову силу для переміщення конвеєра:

$$F_0 = [\omega L_T (q + q_k) + qH] g k_k ; \quad (3.5)$$

де,  $\omega$  - коефіцієнт опору;

$L_T$  - довжина проекції елеватора на горизонтальну площину, м;

$q$  - погонна маса вантажу, кг/м;

$q_k$  - погонна маса конвеєра, кг/м;

$H$  – відстань переміщення вантажу, м;

$k_k$  - коефіцієнт геометричних параметрів елеватора.

Коефіцієнт геометричних параметрів визначається за формулою [11, 16]:

$$k_k = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 ; \quad (3.6)$$

де,  $k_1 k_2 k_3 k_4 k_5$  - коефіцієнти геометричних параметрів елеватора [(табл. 6.20)11].

$$k_k = 1.2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.2.$$

$$F_0 = [0.018 \cdot 3.1(1.6 + 6.1) + 1.6 \cdot 0.3] 9.81 \cdot 1.2 = 107 H.$$

Максимальний статичний натяг стрічки [11, 16]:

$$F_{\max} = k_3 F_0 ; \quad (3.7)$$

де,  $k_3$  - коефіцієнт зчеплення стрічки з барабаном.

$$F_{\max} = 1,44 \cdot 107 = 154,1 H.$$

Міцність гумової стрічки визначається за формулою [10]:

$$F \frac{B_c}{t} \geq F_{\max}; \quad (3.8)$$

де,  $F$  - агрегатна міцність стрічки, Н.

$B_c$  - ширина серцевини стрічки, мм;

$t$  - відстань між осями серцевин, мм.

$$16000 \frac{40}{9} = 71111.11 \geq 154.1.$$

Отже, умова міцності виконується.

Відзначимо, що ми вибрали гумову стрічку типу РТЛ (ТУ 38 105841-75) [8].

Тепер можемо визначити потужність, необхідну для приводу елеватора [11, 16]:

$$P = \frac{F_0 v}{10^3 \eta_{np}}; \quad (3.9)$$

де,  $\eta_{np}$  - к.к.д. приводного барабана.

$$\eta_{np} = \frac{1}{1 + \omega_0(2k_3 - 1)}; \quad (3.10)$$

де,  $\omega_0$  - коефіцієнт опору барабана.

$$\eta_{np} = \frac{1}{1 + 0,04(2 \cdot 0,8 - 1)} = 0,977.$$

$$P = \frac{107 \cdot 2}{10^3 \cdot 0,977} = 0,3 \text{ кВт.}$$

Потужність приводу з врахуванням коефіцієнта запасу визначається за формулою [11, 16]:

$$P = \frac{kP}{\eta}; \quad (3.11)$$

де,  $\eta$  - к.к.д приводу від двигуна;

$k$  - коефіцієнт запасу.

$$P = \frac{1.35 \cdot 0.3}{0.91} = 0.45 \text{ кВт.}$$

Отже, для приводу елеватора необхідно 0,45 кВт потужності.

Визначимо частоту обертання приводного вала [11, 16]:

$$n = \frac{60v}{\pi D_{n.б.}}; \quad (3.12)$$

де,  $D_{n.б.}$  - діаметр приводного барабана, м.

$$n = \frac{60 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,1} = 382 \text{ хв}^{-1}.$$

Уточнена продуктивність елеватора визначається за формулою [11, 16]:

$$Q = k k_{\beta} (0.9B - 0.05)^2 v \rho; \quad (3.13)$$

$$Q = 240 \cdot 1 (0.9 \cdot 0.5 - 0.05)^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 53.76 \text{ m/год.}$$

Отже, для приводу елеватора необхідна потужність 0,45 кВт, частота обертання вала приводу 382 об/хв.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломного проекту на тему "Удосконалення технології вирощування багаторічних бобових трав з модернізацією конструкції косарки-плющилки" було досягнуто поставлених цілей і завдань, що дозволило зробити низку важливих висновків і рекомендацій. Проведена робота підтвердила актуальність теми, враховуючи значну роль багаторічних бобових трав у сільськогосподарському виробництві, їх високу кормову цінність та здатність поліпшувати ґрунтові властивості.

Аналіз сучасних методів вирощування багаторічних бобових трав виявив низку проблем, пов'язаних із ефективністю технологічних процесів, зокрема зі збиранням врожаю. Основні труднощі включають високі витрати енергії, втрати врожаю через механічні пошкодження рослин та недостатню продуктивність існуючого обладнання. Ці проблеми визначили напрямок удосконалення як агротехнічних заходів, так і конструкційного вдосконалення косарок-плющилок.

Проведений аналіз конструкцій існуючих косарок-плющилок дозволив виявити їх слабкі місця та недоліки. В результаті було розроблено нові конструктивні рішення, спрямовані на підвищення ефективності збирання багаторічних бобових трав. Зокрема, модернізація косарки-плющилки включала покращення ріжучих і плющильних механізмів, що дозволило знизити втрати врожаю та підвищити якість збирання.

Впровадження удосконаленої технології вирощування багаторічних бобових трав та модернізації косарки-плющилки сприятиме підвищенню загальної продуктивності аграрних підприємств. Запропоновані агротехнічні заходи, включаючи оптимізацію строків сівби, норми висіву, системи удобрення та догляду за посівами, забезпечать стабільно високі врожаї багаторічних бобових трав. Модернізована косарка-плющилка дозволить зменшити



енерговитрати на процес збирання, підвищити ефективність плющення та зменшити механічні пошкодження рослин.

Таким чином, результати кваліфікаційної роботи можуть бути успішно впроваджені у практику сільськогосподарського виробництва, забезпечуючи підвищення ефективності технології вирощування багаторічних бобових трав та збирання їх врожаю. Впровадження удосконаленої косарки-плющилки сприятиме покращенню якості кормів для тваринництва та підвищенню стійкості аграрних підприємств до економічних викликів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк С. Г., Бойко, В. Ф. Технології вирощування бобових культур. Київ: Урожай, 2010. 240 с.
2. Бабич А. О. Селекція і насінництво багаторічних трав. Харків: Основа, 2012. 368 с.
3. Губенко О. П. Агротехнічні прийоми вирощування кормових культур. Львів: Афіша, 2008. 192 с.
4. Денисенко В. М., Іванов, Ю. В. Сільськогосподарська техніка для обробітку ґрунту. Полтава: Аграрний університет, 2015. 220 с.
5. Євтушенко О. С. Інноваційні технології в аграрному виробництві. Чернігів: НДІ сільського господарства, 2014. 304 с.
6. Коваленко О. В., Семенюк, І. П. Основи агротехніки вирощування кормових трав. Київ: Нора-Друк, 2011. 160 с.
7. Ковальчук Л. М. Машини та обладнання для тваринництва. Львів: Аверс, 2013. 288 с.
8. Козак В. Г. Агроекологія: теорія і практика. Вінниця: Нова книга, 2016. 352 с.
9. Лавренко С. О. Біологічні основи вирощування багаторічних трав. Одеса: ВМВ, 2009. 276 с.
10. Литвиненко В. І. Технології виробництва кормів. Дніпро: Ліра, 2017. 232 с.
11. Макаренко П. І. Механізація сільського господарства. Київ: Арістей, 2018. 256 с.
12. Мельник Ю. В., Кравченко, М. П. Обладнання для заготівлі кормів. Запоріжжя: Поліграф, 2014. 200 с.

13. Михайлов О. О. Сільськогосподарська техніка. Черкаси: Вид. Черкаського університету, 2015. 240 с.
14. Мороз В. М. Сучасні технології вирощування багаторічних трав. Харків: Майдан, 2012. 312 с.
15. Нестеренко Л. Г. Інноваційні агротехнології. Київ: Видавничий дім КМ, 2016. 284 с.
16. Петров І. В., Сидоренко, А. Л. Косарки і плющілки: конструкція та експлуатація. Київ: НДІ агротехніки, 2013. 264 с.
17. Савчук М. П., Бондаренко, О. М. Технології заготівлі сіна. Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2017. 248 с.
18. Сидоренко В. Г. Економіка аграрного виробництва. Полтава: Аграрний університет, 2014. 328 с.
19. Тарасенко О. М. Техніка і технології в сільському господарстві. Суми: Університетська книга, 2015. 272 с.
20. Федоренко Л. І., Кравець, В. С. Обладнання для переробки кормів. Київ: Знання, 2011. 192 с.