



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.31:636.086

© 2018

ЛЮЦЕРНА ПОСІВНА ЯК СТАБІЛІЗУВАЛЬНИЙ ЧИННИК ІНТЕНСИФІКАЦІЇ КОРМОВИРОБНИЦТВА

В.Ф. Петриченко¹, Н.Я. Гетман², В.І.Циганський³

¹доктор сільськогосподарських наук, академік НААН

²доктор сільськогосподарських наук

³кандидат сільськогосподарських наук

^{1, 2}Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН

просп. Юності, 16, м. Вінниця, 21100, Україна

³Вінницький національний аграрний університет

вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна

e-mail: ^{1, 2}fri@mail.vinnica.ua, ³tsiganskiyslava@gmail.com

Надійшла 13.06.2018

Мета. Підвищити кормову продуктивність люцерни посівної залежно від застосування інокуляції насіння та вапнування ґрунту за безпокровного способу сівби з внесенням гербіциду. **Методи.** Системний аналіз, польовий, лабораторний, математико-статистичний, порівняльно-розрахунковий. **Обробіток ґрунту** — загальноприйнятий для зони Лісостепу. **Розрахунок норми CaCO_3** проводили за гідролітичною кислотністю. **Обприскування посіву гербіцидом (Пікадор у дозі 1,0 л/га)** — у фазі 3–4-трійчастих листків. **Результати.** Установлено, що застосування бактеризації насіння люцерни посівної та вапнування ґрунту за гідролітичною кислотністю сприяло підвищенню продуктивності травостою за скошування трьох укосів у фазі бутонізації та одного на початку цвітіння. Найбільший вихід кормових одиниць і сирого протеїну отримали за проведення інокуляції насіння Ризобіфітом у поєднанні з Емістимом С за внесення повної норми вапна за гідролітичною кислотністю. Отримані дані свідчать про безперечну ефективність використання досліджуваних чинників при вирощуванні люцерни посівної на корм. **Висновки.** Обґрунтовано перспективність використання люцерни посівної інтенсивного типу як основного чинника виробництва високобілкових кормів і біологічного азоту у результаті симбіотичної фіксації його із атмосфери повітря, що забезпечить підвищення родючості ґрунту та економію коштів на мінеральні добрива. Для створення потужного травостою та підвищення продуктивності люцерни посівної доцільно проводити інокуляцію насіння біологічними препаратами та вапнування ґрунту за безпокровного способу сівби люцерни посівної з внесенням гербіциду.

Ключові слова: люцерна посівна, вапнування, інокуляція, урожайність, сирий протеїн, обмінна енергія.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201810-03>

На сучасному етапі розвитку сільсько-го господарства найактуальнішим питанням є забезпечення населення екологічно безпечними продуктами харчування, особливо м'ясом, молоком і продуктами їх переробки. Розв'язання цієї проблеми залежить від ефективного розвитку галузі тваринництва та забезпечення її високоякісною продукцією, особливо із багаторічних бобових трав — основного джерела рослинної сировини для заготівлі об'ємистих кормів у вигляді силосу, сінажу та сіна. Для забезпечення повноцінної годівлі високопродуктивних молочних корів і м'ясного поголів'я тварин середня енергетична поживність об'ємистих кормів із бобових трав та їх бобово-злакових сумішей має містити в 1 кг сухої речовини близько 10 МДж ОЕ (0,80 к. од.) і більше 16% сирого протеїну. Таких показників можна досягти завдяки використанню сучасної кормозбиральної техніки та новітніх технологій заготівлі кормів в оптимальні фази росту і розвитку люцерни посівної, що відповідають вимогам ДСТУ для заготівлі сіна чи сінажу та ін.

Багаторічними дослідженнями та практикою доведено перспективність вирощування найбільш популярної та поширеної у світі люцерни посівної, яка за валовим збором рослинницької продукції, за умістом білка і біологічно активних речовин значно переважає бобово-злакові суміші однорічних культур.

У біологічній групі багаторічних бобових трав люцерна посівна (*Medicago sativa* L.) є неперевершеною за виходом поживних речовин. У фазі початку бутонізації незалежно від ґрунтово-кліматичних умов її вирощування вона містить близько 22–24% сирого протеїну та до 22% сирі клітковини з умістом в 1 кг сухої речовини 10,9–11,0 МДж ОЕ [1]. Вона є основним компонентом під час заготівлі високоякісних грубих кормів, а останнім часом свою нішу завойовує на ринку продукції концентрованих кормів у вигляді гранул, виготовлених у ранні фази росту і розвитку бобових трав

як основного джерела рослинного білка, вітамінів за практично 100-відсотковим їх споживанням. На думку І.І. Ібатулліна, гранульовані корми доцільно включати до складу раціонів тварин, що вигодовують потомство, молодняку на відгодівлі та у молочному скотарстві. Зокрема, у птахівництві користується попитом і трав'яне борошно, яке за дотримання технології виробництва та зберігання є повноцінною кормовою добавкою до основного раціону дрібних тварин упродовж довготривалого терміну.

Цінність люцерни не обмежується тільки кормовими якостями, оскільки вона ще виконує важливі біологічні та генетичні функції, а саме, має симбіотичну здатність фіксувати атмосферний азот з повітря за допомогою бульбочок та оптимальної кислотності ґрунту (рН 7–8). Люцерна посівна повністю забезпечує себе азотом та практично не залежить від умісту його у ґрунті та внесення синтетичних мінеральних добрив, чим забезпечує економію матеріальних ресурсів на придбання та застосування мінеральних азотних добрив [2, 3].

Проте, за роки реформування сільськогосподарського виробництва істотно скоротилися площі посіву кормових культур у загальній структурі орних земель. Збільшено площі посіву під зерновими культурами, кукурудзою на зерно та соєю. Кормові культури у структурі посівних площ України у 1990 р. займали 37%, або 11999 тис./га. Більше як за чверть століття площі посіву під ними зменшились у 6,57 раза, або у 2017 р. становили 6,7% (1826 тис./га), зокрема скоротилися вони і під багаторічними травами із 3752 тис./га (11,4%) до 950 тис./га. Таке стрімке скорочення площ посіву під кормовими культурами, зокрема і люцерни посівної, призведе до погіршення структури високоякісних кормів і показників родючості ґрунту. Тому розширення площ посіву під бобовими травами зменшить антропогенне навантаження на агроєкосистему та забезпечить збереження навколишнього середовища.

Попередніми дослідженнями Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН доведено перспективність безпокровного вирощування люцерни посівної, яка за 3 роки життя і 2 роки використання травостою за оптимальних агроекологічних умов для росту і розвитку залишає в ґрунті близько 600 кг/га азоту [4, 5]. Зокрема, завдяки глибоко проникаючій стержневій та розвинутій кореневій системі люцерни посівної в орному шарі ґрунту нагромаджується близько 10,8 т/га сухої кореневої маси з умістом (кг/га): N — 55,1, P₂O — 13,8, K₂O — 21,9 [6]. Завдяки цьому поліпшується структура ґрунту та підвищується його родючість як основного чинника за вирощування всіх сільськогосподарських культур у сівозміні, особливо таких, як пшениця озима, кукурудза на зерно, причому післядія її вирощування спостерігається упродовж 3-х років.

Наявність достатньої кількості азотфіксувальних бульбочок ефективно впливає на ростові процеси рослин під час формування врожаю листостеблової маси упродовж вегетації. А на основі інокуляції насіння високоефективними штамми бульбочкових бактерій реалізується від 15 до 50% симбіотичного азотфіксувального потенціалу, а решта резерву може бути використана за оптимізації умов функціонування симбіозу [7].

Тому обов'язковим агрозаходом у адаптованих технологіях вирощування має бути передбачена передпосівна обробка насіння біопрепаратами, які підвищують продуктивність бобових культур на 10–30% [8–10]. В умовах півдня України застосування Ризобіофіту збільшує урожайність листостеблової маси до 5–8 т/га та уміст сирого протеїну — на 1–3%, а за передпосівної бактеризації насіння Ризоторфіном — до 5,5–7,5 т/га [11].

Враховуючи різнобічний вплив люцерни посівної на фізико-хімічні властивості ґрунту, збільшення її площ посіву має бути основою екологічної стабілізації в посівах зернових сільськогосподарських культур, що дасть можливість економити близько 200–250 кг/га мінерального азоту за вирощування в одновидових посівах. Тому в сучасних умовах інтенсифікації землеробства

та кормовиробництва потрібно проводити поглиблені дослідження з питань підвищення азотфіксувальної здатності бульбочок бобових трав, і насамперед люцерни посівної.

Мета досліджень — визначити продуктивність люцерни посівної залежно від інокуляції насіння та вапнування ґрунту.

Матеріали та методи досліджень. Польові досліді проводили упродовж 2011–2013 рр. на полях агротехнічної сівозміни відділу польових кормових культур, сіножатей і пасовищ Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Ґрунти дослідної ділянки — сірі опідзолені, середньосуглинкові на лесі, типові для правобережного Лісостепу і Вінницької обл. Орний шар ґрунту (0–30 см) має такі агрохімічні показники: вміст гумусу — 2,06% (за Тюрнімом), лужно-гідролізованого азоту — 62 мг/кг (за Корнфілдом), рухомого фосфору та обмінного калію — відповідно 149 і 80 мг на 1 кг ґрунту (за Чиріковим), pH_{сол} — 5,9, гідролітична кислотність — 1,14 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Обробіток ґрунту — загальноприйнятий для зони Лісостепу. Розрахунок норми CaCO₃ проводили за гідролітичною кислотністю. Обприскування посіву гербіцидом (Пікадор у дозі 1,0 л/га) — у фазі 3–4-трихчастих листків.

Гідротермічні умови в роки проведення досліджень дещо відрізнялися від багаторічних показників і характеризувалися недостатнім вологозабезпеченням і підвищенням середньодобової температури повітря порівняно із багаторічними даними.

Дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками [12, 13].

Результати досліджень. За період формування травостою люцерни посівної у рік сівби потрібна тривалість світлової доби — в межах 16 год з інтенсивністю світла 35–60 тис. лк. Дослідженнями встановлено, що такі умови створюються за безпокровного способу її вирощування з використанням на посівах спеціальних гербіцидів [14].

Фенологічні спостереження свідчать, що ростові процеси у період вегетації люцерни посівної в основному зумовлювалися досліджуваними чинниками та погодними умовами. У результаті цього люцерна посівна

сортів Синюха у рік сівби сформувала 2 укоси: 1-й — через 64 доби після повних сходів у фазі початку цвітіння, 2-й — у фазі бутонізації.

При цьому у створенні потужного травостою особливу роль відгравало проведення передпосівної інокуляції насіння люцерни посівної Ризобофітом або Ризобофітом у поєднанні зі стимулятором росту Емістимом С у комплексі з вапнуванням ґрунту та мінеральними добривами. Вплив цих елементів був ефективним упродовж 1- та 2-го років життя за інтенсивного використання травостою. Особливо проходження продукційних процесів найкраще відбувалося за внесення 1,0 норми вапна за безпокровного способу сівби з унесенням гербіциду Пікадор (д.р. Імазетапір 100 г/л) у дозі 1 л/га за формування 3–4-х трійчастих листків, що забезпечило приріст листостеблової маси на рівні 12,1–23,9% залежно від років використання травостою.

Однак за циклічного використання травостою механізм впливу біологічних препаратів на продуктивність люцерни посівної відрізнявся за періоди життя. Виявлено, що у перший рік вегетації травостою за проведення інокуляції насіння люцерни Ризобофітом приріст листостеблової маси становив 2,88 т/га та зростав до 4,90 т/га за поєднання його з Емістимом С. А найбільша активність бульбочок у мікрофлорі ґрунту

виявилася на 2-й рік життя люцерни посівної за більш розвинутої кореневої системи завдяки рівномірному вологозабезпеченню ґрунту упродовж вегетації. Тому люцерна посівна забезпечила 3 укоси у фазі бутонізації та 4-й — на початку цвітіння з урожайністю листостеблової маси на рівні 66,94 т/га, приріст становив 10,4–16,3%, або 6,15–9,62 т/га (табл. 1).

На 3-й рік життя (2-й рік використання травостою), за дотримання режиму використання травостою урожайність листостеблової маси досягала 58,11–59,30 т/га, або зменшилася на 10,88–13,64%. Нами виявлено зниження приросту урожаю листостеблової маси порівняно з 2-м роком, що становив 7,71–9,92% щодо контролю без обробки насіння біологічними препаратами.

Водночас основною вимогою для інтенсивного росту і розвитку та проходження процесів фотосинтезу люцерни посівної в онтогенезі є кислотність ґрунту, для якої найсприятливіші показники $pH_{\text{сол}}$ 6,5–7,5. Тому вапнування є обов'язковим агротехнічним заходом вирощування люцерни посівної, особливо на ґрунтах з підвищеною кислотністю [14], оскільки зменшує рухомість токсичних елементів алюмінію та марганцю [15] та від показників ґрунтового розчину встановлено пряму залежність продуктивності й азотфіксації бульбочок.

1. Урожайність листостеблової маси люцерни посівної сорту Синюха залежно від проведення інокуляції насіння біологічними препаратами

Рік вегетації	Передпосівна обробка насіння	Листостеблова маса, т/га	Приріст	
			т/га	%
Перший	Без обробки	13,43	–	–
	Ризобофіт	16,31	2,88	21,4
	Ризобофіт + Емістим С	18,33	4,90	36,5
Другий	Без обробки	59,05	–	–
	Ризобофіт	65,20	6,15	10,4
	Ризобофіт + Емістим С	68,67	9,62	16,3
Третій	Без обробки	53,95	–	–
	Ризобофіт	58,11	4,16	7,7
	Ризобофіт + Емістим С	59,30	5,35	9,9
НІР ₀₀₅ : 1-й рік — 0,49; 2-й — 0,73; 3-й — 0,69.				

2. Урожайність листостеблової маси люцерни посівної сорту Синюха залежно від вапнування та інокуляції насіння біологічними препаратами (у середньому за 3 роки)

Вапнування ґрунту	Передпосівна обробка насіння	Листостеблова маса, т/га	Приріст			
			від обробки насіння		від вапнування	
			т/га	%	т/га	%
Без вапна	Без обробки	36,77	—	—	—	—
	Ризобофіт	38,50	1,73	4,7	—	—
	Ризобофіт + Емістим С	39,58	2,81	7,6	—	—
	У середньому	38,28	2,27	6,2	—	—
0,5 норми за г.к.	Без обробки	39,96	—	—	3,19	8,7
	Ризобофіт	43,19	3,23	8,1	4,69	12,2
	Ризобофіт + Емістим С	45,02	5,06	12,7	5,44	13,7
	У середньому	42,72	4,14	10,4	4,44	11,5
1,0 норми за г.к.	Без обробки	42,14	—	—	5,37	14,6
	Ризобофіт	46,54	4,40	10,4	8,04	20,9
	Ризобофіт + Емістим С	48,77	6,63	15,7	9,19	23,2
	У середньому	45,82	5,52	13,1	7,53	19,6
НІР ₀₀₅ : 1-й рік А — 0,49, В — 0,49, АВ — 0,85; 2-й рік — А — 0,73, В — 0,73, АВ — 1,26; 3-й рік А — 0,69, В — 0,69, АВ — 1,19.						

Останнім часом завдяки багаторічній дослідницькій праці вітчизняних селекціонерів виведено нові сорти люцерни посівної інтенсивного типу, які толерантні до кислотності ґрунту [16] та мають підвищену азотфіксацію [17]. Вони занесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» і відзначаються стійкістю до кореневої гнилі та подовженим періодом продуктивного довголіття (3–4 роки).

Установлено, що за 3 роки життя та 2 роки використання травостою люцерна посівна сорту Синюха, незважаючи на толерантність щодо кислотності ґрунту, позитивно реагувала на проведення його меліорації. Так, показники продуктивності за дотримання строків скошування травостою були підвищеними, що і гарантувало стале надходження рослинної сировини упродовж тривалого використання агрофітоценозу. Істотний приріст листостеблової маси люцерни посівної на рівні 12 т/га, або 32,6% отримали за внесення 1,0 норми вапна та проведення передпосівної

обробки насіння композицією препаратів Ризобофіту з Емістимом С, порівняно з контролем без вапнування та без обробки насіння (табл. 2).

Отримані дані свідчать про безперечну ефективність використання досліджуваних чинників за вирощування люцерни посівної на корм. Зокрема від проведення передпосівної обробки насіння приріст листостеблової маси збільшився на 6,2–13,1%, або 2,27–5,52 т/га, проте інтенсивність формування травостою підвищилася при застосуванні вапнування ґрунту, де показники були на рівні 11,5–19,6% та становили у середньому 4,44–7,53 т/га.

Генетичний потенціал агрофітоценозу люцерни посівної на основі комплексного застосування агротехнічних заходів забезпечив повноцінну симбіотичну життєдіяльність і проходження етапів онтогенезу упродовж вегетаційного періоду на фоні оптимального вологозабезпечення та температурного режиму, що ґрунтувався на вапнуванні ґрунту повною нормою вапна, передпосівній обробці насіння Ризобофітом

3. Величина накопичення біологічного азоту посівами люцерни посівної та вихід поживних речовин (у середньому за 3 роки)

Вапнування ґрунту	Передпосівна обробка насіння	Кількість біологічного азоту, кг/га	Вихід поживних речовин		
			кормових одиниць, т/га	сирого протеїну, т/га	ОЕ, ГДж/га
Без вапна	Без обробки	141	6,67	1,54	79,4
	Ризобіофіт	148	6,93	1,62	82,7
	Ризобіофіт + Емістим С	160	7,09	1,67	84,6
0,5 норми за г.к.	Без обробки	214	7,18	1,74	85,8
	Ризобіофіт	236	7,77	1,94	93,3
	Ризобіофіт + Емістим С	260	8,06	2,03	96,8
1,0 норми за г.к.	Без обробки	238	7,52	1,87	90,2
	Ризобіофіт	267	8,30	2,13	100,0
	Ризобіофіт + Емістим С	299	8,66	2,25	104,4

у поєднанні з Емістимом С за безпокровного способу вирощування із внесенням гербіциду. За ретельного виконання цих технологічних заходів люцерна посівна сорту Синюха була найбільш конкурентоздатною та забезпечила вихід кормових одиниць 8,30–8,66 т/га з умістом сирого протеїну на рівні 2,13–2,25 т/га. Забезпеченість кормової одиниці сирим протеїном становила 257–260 г, або 192–195 г перетравного протеїну з виходом обмінної енергії 100,0–104,4 ГДж/га (9,98–10,0 МДж/кг) [17].

У результаті цього отримали максимальну кількість біологічно фіксованого азоту — 299 кг/га, що у 1,87 раза більше порівняно до контролю (табл. 3).

На основі проведеного кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що між величиною накопичення біологічного азоту агрофітоценозом та урожайністю листостеблової маси існує тісний зв'язок. Так, коефіцієнт кореляції між цими показниками становив ($r=0,95$), а скоригований коефіцієнт детермінації ($r^2=0,90$). Залежність між величиною азотфіксації та урожайністю листостеблової маси можна описати таким рівнянням регресії:

$$Y = -358,5038 + 13,6398 \cdot X_1,$$

де Y — урожайність листостеблової маси, т/га; X_1 — кількість біологічно фіксованого азоту, кг/га.

Висновки

Пріоритетним напрямом сталого розвитку кормовиробництва і землеробства є розширення посівів багаторічних бобових трав як основного чинника виробництва високобілкових кормів і біологічного азоту в результаті симбіотичної фіксації його із атмосфери повітря, що забезпечить підвищення родючості ґрунту та економії

коштів на мінеральні добрива. Для поліпшення симбіотичної азотфіксації люцерни посівної потрібно проводити інокуляцію насіння люцерни посівної Ризобіофітом у комплексі зі стимулятором росту рослин Емістим С на фоні вапнування ґрунту (1,0 норма за г.к.), що забезпечить довготривале використання травостою у часі.

аграрний університет, ул. Солнечная, 3,
г. Винница, 21008, Україна; e-mail: ¹fri@mail.vinnica.ua, ³tsiganskiyslava@gmail.com

Люцерна посевная как стабилизирующий фактор интенсификации кормопроизводства

Цель. Повысить кормовую производительность люцерны посевной в зависимости от применения инокуляции семян и известкования почвы при беспокровном способе посева и применении гербицида. **Методы.** Системный анализ, полевой, лабораторный, математико-статистический, сравнительно-расчетный. Обработка почвы — общепринятая для зоны Лесостепи. Расчет нормы CaCO_3 проводили по гидролитической кислотности. Опрыскивание посева гербицидом (Пикадор в дозе 1,0 л/га) — в фазе 3–4-троячатых листьев. **Результаты.** Установлено, что применение бактерилизации семян люцерны посевной и известкование почвы по гидролитической кислотности способствовало повышению производительности травостоя при скашивании трех укосов в фазе бутонизации и одного в начале цветения. Наибольший выход кормовых единиц и сырого протеина получили при проведении инокуляции семян Ризобифитом в сочетании с Емистимом С и внесении полной нормы извести по гидролитической кислотности. Полученные данные свидетельствуют о безусловной эффективности использования исследуемых факторов при выращивании люцерны посевной на корм. **Выводы.** Обоснована перспективность использования люцерны посевной интенсивного типа как основного фактора производства высокобелковых кормов и биологического азота в результате симбиотической фиксации его с атмосферы воздуха, что обеспечит повышение плодородия почвы и экономию средств на минеральные удобрения. Для создания мощного травостоя и повышения производительности люцерны посевной целесообразно проводить инокуляцию семян биологическими препаратами и известкование почвы при беспокровном методе посева люцерны посевной с внесением гербицида.

Ключевые слова: люцерна посевная, известкование, инокуляция, урожайность, сырой протеин, обменная энергия.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201810-03>

Petrychenko V.¹, Hetman N.², Tsyganskyi V.³

¹Institute of feedstuffs and agriculture of Podillia of NAAS, Yunosti Avenue, 16, Vinnytsia, 21100, Ukraine, ³Vinnytsia national agrarian university, Soniachna Str., 3, Vinnytsia, 21008, Ukraine; e-mail: ¹fri@mail.vinnica.ua, ³tsiganskiyslava@gmail.com

Lucerne as stabilizing factor for intensification of feed processing industry

The purpose. To increase feed productivity of Lucerne depending on application of inoculation of seeds and soil liming at naked way of sowing and application of herbicide. **Methods.** Systems analysis, field, laboratory, mathematical-statistical, comparative-calculation. Soil cultivation — conventional for zone of Forest-steppe. Calculation of dose of CaCO_3 was carried out according to hydrolytic acidity. Weed control spraying — by herbicide Picador in dose of 1,0 l/hectare — was used in the phase of 3–4 ternate leaves. **Results.** It is fixed that application of bacterization of seeds of Lucerne and soil liming on hydrolytic acidity promoted heightening of productivity of grass stand at mowing of three hay cuttings in budding stage and one — in the beginning of flowering. The greatest yield of feed units and crude protein have gained at inoculation of seeds with Rizobofit in combination with Emistim S and importation of full dose of lime on hydrolytic acidity. Obtained data testify to unconditional efficiency of use of probed factors at growing Lucerne for feedstuff. **Conclusions.** Perspectives of use of Lucerne of intense type as major factor of production of high-protein feedstuffs and biological nitrogen as result of its symbiotic fixing from air that will ensure increase of fertility of soil and saving means for fertilizers is justified. For creation of powerful grass stand and heightening productivity of Lucerne it is expedient to inoculate seeds with biological preparations and lime soil at naked way of sowing Lucerne with importation of herbicide.

Key words: Lucerne, soil liming, inoculation, productivity, crude protein, exchange energy.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201810-03>

Бібліографія

1. Ивасюк Е.В., Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д. Качество корма и белковая продуктивность люцерны и люцерно-злаковых травосмесей при двух- и трехукосном использовании. *Кормопроизводство*. 2014. № 4. С. 16–18.

2. Вожегова Р.А., Тищенко О.Д. Створення та оцінка селекційного матеріалу люцерни з підвищеним рівнем азотфіксації. *Вісник аграрної*

науки. 2017. № 11. С. 39–44.

3. Петриченко В.Ф., Квітко Г.П. Люцерна з новими якістьями для культурних пасовищ. Київ: Аграрна наука, 2010. 96 с.

4. Демидась Г.І., Квітко Г.П., Ткачук О.П. та ін. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва; за ред. Г.І. Демидась, Г.П. Квітко. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 322 с.

5. Квітко Г.П., Гетман Н.Я. Азотфіксуюча спроможність та збагачення ґрунту азотом залежно від років життя люцерни посівної в умовах лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип 51. С. 54–57.

6. Голобородько С.П., Снеговой В.С., Сахно Г.В. Люцерна. Херсон: Айлант, 2007. 327 с.

7. Коць С.Я., Моргун В.В., Патики В.Ф. и др. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобийный симбиоз: монография: в 4-х т. Т. 1. Киев: Логос, 2010. 508 с.

8. *Биопрепараты в сельском хозяйстве*. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве; под ред. И.А. Тихоновича, Ю.В. Круглова. Москва, 2005. 154 с.

9. Патики В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін. Мікроорганізми і альтернативне землеробство; за ред. В.П. Патики. Київ: Урожай, 1993. 176 с.

10. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патики В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип 51. С. 3–6.

11. Патики В.П. Проблеми і перспектива використання мікробіологічних препаратів. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 11. С. 96–101.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

13. *Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин: за ред. А.О. Бабича*. Вінниця, 1998. 78 с.

14. Brauer D., Ritchey D., Belesky D. Effects of Lime and calcium on Root Development and Nodulation of Clovers. *Crop Science*. 2002. V. 42. P. 1640–1646.

15. Pijnenborg Jan. W.M., Lie T.A. Zehnder A.I.B. Nodulation of lucerne (*Medicago sativa* L.) in an acid soil pH dynamics in the rhizosphere of seedlings growing in rhizotrons. *Plant and Soil*. 1990. № 2. P. 161–168.

16. Бугайов В.Д., Максимов А.М. Ефективність створення високопродуктивних сортів люцерни, толерантних до кислотності ґрунтів. Збірник наукових праць НАН України «Фактори експериментальної еволюції організмів». Київ: Логос, 2011. С. 393–396.

17. Гетман Н.Я., Циганський В.І. Продуктивність люцерни посівної залежно від вапнування ґрунту та обробки насіння в умовах Лісостепу правобережного. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. Суми, 2014. Вип. 3 (27). С. 137–141.