

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-10-74-84>

УДК 633.2/.3:631.559:631.811:631.445.25

Карбівська У.М.¹ДВНЗ «Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника»

УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУР ТА БАЛАНС ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ТЕМНО-СІРОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ БОБОВО-ЗЛАКОВИХ ТРАВСУМІШОК

Анотація. У статті наведено основні результати трьохрічних досліджень впливу удобрення та інокуляції на продуктивність і баланс поживних речовин темно-сірого опідзоленого осушеного ґрунту за вирощування бобово-злакових травосумішок. Встановлено, що на обох досліджуваних бобово-злакових травостоях найбільшу продуктивність одержано при внесенні $P_{90}K_{120}$ у поєднанні з застосуванням азотфіксувальних препаратів. Визначено, що з 1 га на конюшино-злаковому травостой було одержано 6,25 т сухої маси, 4,75 т кормових одиниць, 0,98 т сирого протеїну і 55,0 ГДж обмінної енергії, на люцерно-злаковому відповідно 7,09 т, 5,53 т, 1,20 т і 63,8 ГДж, що на 12-19% більше у порівнянні з варіантом без добрив, на 5-9% із внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$. Всі варіанти травосумішок з конюшиною показали меншу ефективність азотфіксації, ніж аналогічні варіанти з люцерною – середньому на 60-70 кг/га. Найбільше надходження азоту від азотфіксації зафіксоване на варіанті люцерна посівна + злаки + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам – 184,6 кг/га, а найменше – на варіанті конюшина лучна + злаки – 78,6 кг/га, що на 142% менше, ніж на попередньому варіанті. З'ясовано, що інокуляція позитивно впливає на баланс азоту в ґрунті.

Ключові слова: продуктивність, мінеральні добрива, баланс елементів живлення, конюшина лучна, люцерна посівна, інокуляція.

Karbivska Uliana

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

CROP YIELDS AND BALANCE OF BASIC NUTRITIONAL ELEMENTS OF DARK-GRAY SOIL UPON THE GROWING OF LEGUME-CEREAL GRASS MIXTURES

Summary. The study of nutrient balance is one of the main problems of modern agrochemistry. The balance of nutrients in agriculture is one of the main methods of control and their circulation and the basis for the development of measures for the planning of agricultural production without loss of soil fertility. An analysis of the balance of nutrients in Ukrainian agriculture shows that during the period of intensive chemicalisation of agriculture (1980 y), its equilibrium was reached. On the other hand, at the end of 1999, it was negative at 77 kg / ha, and its intensity was only 40%. Studies of the Institute of Agricultural Microbiology of the UAAS found that one of the main techniques that increase the nitrogen-fixing ability of symbiosis of tubercular bacteria with legumes is pre-sowing inoculation of their seeds with bacterial preparations. The aim of our research was to study the effect of inoculation of perennial legume seeds with bacterial symbiotic agents on the productivity of legume grass mixtures and the nutrient balance of dark gray soil in the Carpathian region. For this purpose the following research methods were used: field – for monitoring of plant growth and development, environmental conditions and other factors; laboratory – to characterize the agrochemical properties of soil. Results. It was established that in both studied legume-cereal grass stands the highest productivity obtained during the introduction of $P_{90}K_{120}$ combined with nitrogen-fixing drugs. In this case from 1 ha of clover-cereal grass stand received: 6.25 tonnes of dry weight, 4.75 tonnes of feed units, 0.98 tonnes of crude protein and 55.0 GJ of exchangeable energy; and respectively: 7.09 tonnes, 5.53 tonnes, 1.20 tonnes and 63.8 GJ on alfalfa-cereal grass stand, which on 12-19% higher than in fertilizer-free variant and on 5-9% higher than during the application of $N_{30}P_{60}K_{60}$. All grass stand mixtures variants with clover showed less nitrogen fixation efficiency than similar variants with alfalfa – on average of 60-70 kg/ha. The highest nitrogen income from nitrogen fixation was recorded in *Medicago sativa* + cereals + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + strain – 184.6 kg/ha, and the lowest in the variant with *Trifolium pratense* + cereals – 78.6 kg/ha, which on 142% less than in previous variant. It has been established that irrespective of agrophone, stable performance for all three years of use was obtained on alfalfa grass, which is due to the stable stability of alfalfa sowing in the specified environmental conditions. The productivity of this variant over the years on different agrophones ranged from 5.43-7.55 t / ha of dry weight with uneven crop distribution over the years, expressed by a coefficient of variation of 18-23%. On dark gray soils, the inclusion of different types of legumes, namely clover meadow or alfalfa sowing, to the mixture of cereals on average for the first 3 years increases the productivity of sown herbs in the version without fertilizers from 3.65 to 5.25-6.32 t / ha of dry weight and from 0.38 to 0.78-1.04 t / ha of crude protein or 1.4-2.7 times. More productive was the option with alfalfa-grass mixture. The nitrogen balance in all variants of the experiment was positive, indicating that the legume-cereal associations were sufficiently high on dark gray podzolized dried soils. Phosphorus balance was positive in most variants, and potassium was negative for alfalfa and clover variants except for K120. Experience has shown that inoculation have a positive effect on soil nitrogen balance.

¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0540-8887>

Conclusions. The basic principle of formation of sown legumes and grasses is compliance of components of grass mixtures to environmental conditions, anthropogenic factors and should be characterized by approximately the same price. For wider use in perennial legumes as a source of symbiotic nitrogen, in accordance with the basic principles of formation of legumes and grasses in Ukraine, it is necessary to increase the zoning of species and varieties of perennial grasses that would meet a wide variety of conditions for their cultivation.

Keywords: productivity, mineral fertilizers, nutritional balance, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, inoculation.

Постановка проблеми. Вирішенням завдання поповнення нестачі білку кормів та покращення балансу елементів живлення ґрунту можливо як розширенням площ під бобово-злакові травостої так і введенням у виробництво перспективних видів, сортів бобових трав з використанням штамів бульбочкових бактерій. Слід зазначити, що сьогодні внесок біологічної азотфіксації в підвищенні продуктивності агрофітоценозів за даними ФАО приблизно в двічі переважає віддачу мінеральних азотних добрив [7].

Дослідження балансу поживних речовин є однією з основних проблем агрохімії. Це пов'язано з необхідністю систематичного підвищення ефективної родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і якості отриманої продукції. Баланс поживних речовин допомагає встановити їх винос із ґрунту врожаєм і надходження в ґрунт із різних джерел. Якщо витрати поживних речовин внаслідок виносу з урожаєм не компенсуються внесенням добрив, то відбувається поступове виснаження ґрунту і зниження врожаю [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН встановлено, що одним із основних прийомів, які підвищують азотфіксуючу здатність симбіозів бульбочкових бактерій із бобовими культурами, є передпосівна інокуляція їх насіння бактеріальними препаратами [2; 5]. У зв'язку з цим, метою наших досліджень було вивчення впливу інокуляції насіння багаторічних бобових трав бактеріальними препаратами симбіотичної дії на продуктивність бобово-злакових травосумішок та баланс елементів живлення темно-сірого ґрунту в умовах Прикарпаття.

Баланс поживних речовин у землеробстві є одним з основних методів контролю та їхнім кругообігом і підставою для розробки заходів з планування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції без втрат родючості ґрунту. В працях основоположника агрохімії Д.М. Прянішнікова підкреслюється, що для одержання стабільних врожаїв сільськогосподарських культур у сівозмінах без втрат родючості ґрунту необхідно застосовувати систему удобрення, яка б забезпечувала відшкодування (компенсацію) виносу з врожаєм азоту і калію не нижче 70-80%, а фосфору – 100-110% [6].

Аналіз балансу поживних речовин у землеробстві України свідчить, що в період інтенсивної хімізації землеробства (1980-ті роки) було досягнуто його рівноважного стану. Натомість, наприкінці 1999-х років він був від'ємним і становив 77 кг/га, а інтенсивність його складала лише 40%.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Відомо, що розрахунок балансу елементів живлення необхідний для більш обґрунтованого прогнозування потреби рослин в елементах мінерального живлення,

ефективного їх використання. Удобрення культур необхідно здійснювати таким чином, щоб унеможливити від'ємний баланс елементів живлення, не погіршувати родючість ґрунту і не завдавати шкоди довкіллю надмірною кількістю добрив. Все це обумовило проблематику наших досліджень.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились на темно-сірому опідзоленому поверхнево – оглеєному важкосуглинковому ґрунті у дослідному господарстві «Перемога» Тисменицького району Івано-Франківської області, закладеному у 2008 році.

Розмір посівних ділянок – 180 м², облікових – 25 м². Повторність досліду чотириразова. Кількість варіантів – 14, ділянок – 56. Дослідження проводились, при чотирьох рівнях удобрення: контроль (без добрив) і N₃₀P₆₀K₆₀, P₆₀K₆₀, P₉₀K₁₂₀, використовували для удобрення: 34%-ну аміачну селітру, 20%-ний гранульований суперфосфат і 56%-ний хлористий калій. Добрива і штамми бульбочкових бактерій вносили одночасно з посівом травосумішок.

Сорти були вибрані високопродуктивні місцевої селекції та апробовані в умовах області, придатні для вирощування на осушених ґрунтах.

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений важкосуглинковий з наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі – 2,12%, рН сольовий – 4,8, лужно-гідролізованого азоту – 53, рухомого фосфору – 83, рухомого калію – 69 мг/кг ґрунту.

Польові дослідні проводили згідно загальноприйнятих методик з наукових досліджень по кормовиробництву і луковництву [1].

Баланс азоту, фосфору і калію у ґрунті визначали за різницею між сумарною кількістю кожного елемента, що надійшов у ґрунт з добривами, опадами, за рахунок симбіотичної і несимбіотичної фіксації азоту та відчуженням з нього з урожаєм, втрати азоту внаслідок денітрифікації, вимивання у нижні шари ґрунту. Для розрахунків використано нормативні матеріали [3].

Погодні умови протягом років досліджень в основному були сприятливими для росту і формування врожаю трав.

Результати досліджень. Аналіз результатів показав, що за включення різних видів бобових трав (конюшина лучна та люцерна посівна), до суміші злаків з стоголосу безостого, пажитниці багаторічної та костриці червоної, в середньому за 2009-2011 рр. продуктивність сіяних травостой у варіанті без добрив збільшилась від 3,65 до 5,25-6,77 т/га сухої маси, від 2,63 до 3,89-4,80 т/га кормових одиниць, від 0,38 до 0,78-1,04 т/га сирого протеїну і від 31,0 до 45,2-55,6 ГДж/га обмінної енергії або в 1,4-2,7 рази (табл. 1). На фоні N₃₀P₆₀K₆₀ за включення цих видів бобових трав продуктивність за зазначеними показниками збільшилась відповідно від 4,60 до 5,76-6,77 т/га,

від 3,36 до 4,32-5,21 т/га, від 0,58 до 0,90-1,13 т/га і від 39,1-50,1-55,6 ГДж/га або в 1,3-1,9 рази). Встановлено, помітне зростання продуктивності бобових компонентів до злаків на контролі, в порівнянні з варіантом $N_{30}P_{60}K_{60}$, це свідчить про більшу ефективність використання симбіотичного азоту бобових. Найбільше зростання продуктивності на обох фонах було за виходом з 1 га сирого протеїну.

Визначено, що на обох досліджуваних бобово-злакових травостоях найбільшу продуктивність одержано за внесення $P_{90}K_{120}$ у поєднанні з застосуванням азотфіксуювальних препаратів. У цьому разі з 1 га на конюшино-злаковому травостойі було одержано 6,25 т сухої маси, 4,75 т кормових одиниць, 0,98 т сирого протеїну і 55,0 ГДж обмінної енергії, на люцерно-злаковому відповідно 7,09 т, 5,53 т, 1,20 т і 63,8 ГДж, що на 12-19% більше у порівнянні з варіантом без добрив, на 5-9% більше у порівнянні з внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$.

Проте додавання лише штаму азотфіксуювального препарату як по конюшині лучній, так і на люцерно-злаковому травостойі на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$, так і за внесення $P_{60}K_{60}$ або $P_{90}K_{120}$ в більшості випадків було мало ефективним. У цьому разі середня продуктивність за виходом з 1 га сухої маси збільшилась лише на 0,05-0,27 т при $НІР_{05}$ 0,25 т, що є в межах похибки досліду.

На даних ґрунтах ефективним виявилось внесення добрив на сянні лучні травостойі. За внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ на конюшино-злаковому травостойі продуктивність у порівнянні із контролем збіль-

шилась на 0,51 т/га сухої маси або на 10%, на люцерно-злаковому – на 0,55 т/га (9%), злаковому травостойі – на 0,95 т/га (28%). Встановлено, що ефективнішим внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ було на злаковому травостойі ніж на досліджуваних бобово-злакових травостоях.

При внесенні $P_{60}K_{60}$ продуктивність конюшино-злакових травостойів у порівнянні із контролем збільшилась на 0,56 т/га сухої маси або на 11%, а при внесенні $P_{90}K_{120}$ – на 0,79 т/га (15%). На люцерно-злаковому травостойі при внесенні зазначених добрив продуктивність відповідно була вищою на 0,62 -0,72 т/га сухої маси.

Встановлено, що незалежно від агрофону стабільну продуктивність за всіма трьома роками користування було отримано на люцерно-злаковому травостойі, що обумовлено стабільною стійкістю люцерни посівної в зазначених екологічних умовах. Продуктивність цього варіанту за роками на різних агрофонах коливалась у межах 5,43-7,55 т/га сухої маси з нерівномірністю розподілу урожаю за роками, виражену коефіцієнтом варіації 18-23%.

На конюшино-злаковому ж травостойі найвищу продуктивність одержано на першому році користування, яка на однакових фонах удобрення була навіть на 7-12% більшою, ніж на люцерно-злаковому травостойі і коливалась у межах 7,22-8,43 т/га сухої маси.

На другому році користування конюшино-злакового травостойі вона знизилась на 27-29%, а на третьому 49-43% або відповідно в 1,3-1,4 і

Таблиця 1

Продуктивність бобово-злакових травосумішей за різного удобрення по роках користування, т/га, 2009-2011 рр.

Травосуміш (види трав і норми висіву насіння, кг/га)	Удобрення	Суша маса за роками			Середнє за 2009-2011 рр.			
		2009	2010	2011	суша маса	кормові одиниці	сирий протеїн	обмінна енергія, ГДж/га
Конюшина лучна, 10 + стоколосбезостий, 12 + пажитниця багатоквіткова, 12 + костриця червона, 10 (злаки)	Без добрив	7,22	5,12	3,41	5,25	3,89	0,78	45,2
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	7,73	5,63	3,93	5,76	4,32	0,90	50,1
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам	8,05	5,93	4,10	6,03	4,58	0,95	53,1
	$P_{60}K_{60}$	7,82	5,64	3,95	5,81	4,36	0,89	50,5
	$P_{60}K_{60}$ + штам	8,21	5,85	4,11	6,06	4,61	0,94	53,3
	$P_{90}K_{120}$	8,13	5,86	4,12	6,04	4,53	0,93	52,5
	$P_{90}K_{120}$ + штам	8,43	6,01	4,32	6,25	4,75	0,98	55,0
Люцерна посівна + злаки	Без добрив	6,92	6,61	5,43	6,32	4,80	1,04	55,6
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	7,16	6,84	6,31	6,77	5,21	1,13	60,3
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам	7,31	7,03	6,52	6,95	5,42	1,18	62,6
	$P_{60}K_{60}$	7,15	7,16	6,50	6,94	5,34	1,15	61,8
	$P_{60}K_{60}$ + штам	7,22	7,33	6,81	7,12	5,55	1,19	64,1
	$P_{90}K_{120}$	7,23	7,26	6,62	7,04	5,42	1,18	62,7
	$P_{90}K_{120}$ + штам	7,55	7,15	6,58	7,09	5,53	1,20	63,8
Злаки	Без добрив	4,43	3,52	3,00	3,65	2,63	0,38	31,0
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	5,15	5,16	3,50	4,60	3,36	0,58	39,1
НІР ₀₅ , т/га за факторами:								
травостій		0,39	0,35	0,23	0,32			
удобрення		0,27	0,25	0,24	0,25			
Частка факторів, %:								
травостій		61	58	54	58			
удобрення		39	42	46	42			

2,0-2,1 рази. Коефіцієнт нерівномірності розподілу урожаю за роками користування становив 35-38%. Зменшення продуктивності на 2-му і 3-му роках конюшино-злаковою травостою обумовлено короткою тривалістю онтогенезу конюшини лучної.

Продуктивність злакового травостою за роками користування була більш менш рівномірною: на фоні без добрив коливалась в межах 3,00-4,43 і на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ – 3,50-5,15 т/га сухої маси з нерівномірністю розподілу урожаю за роками 18-22%.

Встановлено, що у середньому за перші три роки використання в усіх укосах дещо впливовішим фактором за виходом з 1 га сухої маси виявився фактор травостій з дольовою часткою 56-57%. Частка фактора удобрення у досліджуваних дозах у поєднанні з застосуванням азотфіксуювальних препаратів становила 43-44%.

В середньому за 2009-2011 рр. поміж досліджуваних факторів найбільш діючими був симбіотичний азот бобових. Застосування для удобрення досліджуваних бобово-злакових травостоїв симбіотичного азоту підвищувало продуктивність багаторічних бобових трав в усіх укосах. Включення до злаків бобових трав продуктивність сіяних травостоїв у 1-му, 2-му і 3-му укосах за виходом з 1 га сухої маси у варіанті без добрив та за внесення $P_{60}K_{60}$ підвищилась в 1,2-1,8 рази. Більше підвищення продуктивності у відносному вираженні від включення бобових до сумішей спостерігалось у 3-му укосі.

При внесенні на цей же злаковий травостій (стоколос безостий + пажитниця багатоквіткова + костриця червона) N_{30} фоні $P_{60}K_{60}$ продуктивність за виходом з 1 га сухої маси в усіх укосах збільшилась на 17-24% або в 1,2-1,3 рази.

При порівнянні продуктивності різних бобово-злакових сумішей в зазначених екологічних умовах в усіх трьох укосах на всіх агрофонах продуктивнішою в 1,1-1,3 рази виявилась люцерно-злакова суміш ніж конюшино-злакова. Найбільшою перевага люцерно-злакової суміші була у 1-му укосі, а найменшою – у 3-му укосі (табл. 2).

Аналіз варіантів удобрення показав, що на обох досліджуваних бобово-злакових травостоях як і в сумі з всі укоси, так і в 2-му і 3-му укосах найбільшу продуктивність одержано за внесення $P_{90}K_{120}$ у поєднанні з застосуванням азотфіксуювальних препаратів. У цьому разі з 1 га на конюшино-злаковому травості було одержано відповідно 2,12 і 1,75 т сухої маси, а на люцерно-злаковому 2,27 і 1,77 т, що на 12-19% більше у порівнянні з варіантом без добрив, на 5-9% більше у порівнянні з внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$. У 1-му укосі застосування азотфіксуювальних препаратів як на люцерно-злаковому, так і конюшино-злаковому травості не привело до збільшення продуктивності.

Отже, застосування азотфіксуювальних препаратів багаторічних бобових трав хоч і тенденційно, але все таки сприяло поліпшенню рівномірності розподілу урожаю за укосами, особливо на люцерно-злаковому травості.

Таблиця 2

Розподіл урожаю сухої маси сіяних бобово-злакових травостоїв за укосами на різних фонах удобрення (середнє за 2009-2011 рр.)

Травосуміш	Удобрєння	Т/га			%			V, %*
		Укоси						
		1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й	
Конюшина лучна, 10 + стоколос безостий, 12 + пажитниця багатоквіткова, 12 + костриця червона, 10 (злаки)	Без добрив	2,21	1,68	1,36	42	32	26	21
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	2,36	1,84	1,56	41	32	27	19
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам	2,41	1,99	1,63	40	33	27	17
	$P_{60}K_{60}$	2,32	1,92	1,57	40	33	27	17
	$P_{60}K_{60}$ + штам	2,30	2,06	1,70	38	34	28	15
	$P_{90}K_{120}$	2,36	2,05	1,63	39	34	27	16
	$P_{90}K_{120}$ + штам	2,38	2,12	1,75	38	34	28	15
Люцерна посівна + злаки	Без добрив	2,91	1,96	1,45	46	31	23	28
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	3,05	2,10	1,62	45	31	24	30
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам	3,06	2,22	1,67	44	32	24	30
	$P_{60}K_{60}$	3,12	2,15	1,67	45	31	24	30
	$P_{60}K_{60}$ + штам	3,06	2,28	1,78	43	32	25	27
	$P_{90}K_{120}$	3,17	2,18	1,69	45	31	24	30
	$P_{90}K_{120}$ + штам	3,05	2,27	1,77	43	32	25	27
Злаки	Без добрив	1,79	1,09	0,77	49	30	21	42
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	2,16	1,43	1,01	47	31	22	36
НІР ₀₅ , т/га за факторами:								
травостій		0,14	0,11	0,09				
удобрєння		0,12	0,10	0,08				
Частка факторів, %:								
травостій		57	56	57				
удобрєння		43	44	44				
* – нерівномірність розподілу урожаю за укосами, виражена коефіцієнтом варіації.								

Встановлено, що найрівномірніший розподіл продуктивності за виходом з 1 га сухої маси було отримано при вирощуванні сумішей за участі конюшини лучної. У цьому разі нерівномірність розподілу урожаю за укосами становила 15-21% з часткою 1-го укосу 38-42%, 2-го – 32-34% і 3-го – 26-28%. Тим часом як нерівномірність розподілу урожаю за укосами конюшино-злакових травостоїв коливалась у межах 27-30% з часткою 1-го укосу 43-46%, 2-го – 31-32% і 3-го укосу – 23-25%. Найгіршим розподілом урожаю за укосами характеризувався злаковий травостій з коефіцієнтом нерівномірності 36-42%. Внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ зменшувало нерівномірність розподілу урожаю за укосами на злаковому травостої на 6%.

Аналіз витрат азоту з ґрунту показав, що найбільш інтенсивно цей елемент живлення використовувався на варіанті, де вирощувались злаки та люцерна посівна при повному удобренні (люцерна посівна + злаки + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам) – 112,8 кг/га (табл. 3). Це обумовлено високою продуктивністю даного варіанту і дещо зниженою ефективністю симбіотичної азотфіксації, яка спостерігалась за застосування мінеральних азотних добрив. Найменші витрати азоту зафіксовані на варіанті (конюшина + злаки) без добрив та інокуляції, що корелює з найнижчою продуктивністю цього варіанту.

Показник надходження біологічного азоту в ґрунт найбільше залежить від ефективності азотфіксації. Всі варіанти травосумішок з конюшиною показали меншу ефективність азотфіксації, ніж аналогічні варіанти з люцерною – середньому на 60-70 кг/га. Найбільше надходження азоту від азотфіксації зафіксоване на варіанті люцерна посівна + злаки + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам – 184,6 кг/га, а найменше – на варіанті конюшина лучна + злаки – 78,6 кг/га, що на 142% менше, ніж на попередньому варіанті.

Аналіз витрат фосфору з ґрунту засвідчив, що найбільш інтенсивно цей елемент живлення використовувався на варіанті, де вирощува-

лись злаки та люцерна посівна при удобренні $P_{60}K_{60}$ + штам та варіант люцерна посівна + злаки + $P_{90}K_{120}$ + штам – 73,0 і 109,5 кг/га відповідно. Негативний баланс фосфору відмічено на контролі, що корелює з найнижчою продуктивністю цих варіантів. В загальному простежувалась більш інтенсивний винос фосфору на 6-9 кг/га травосумішками з люцерною – проти варіантів з конюшиною лучною. Це пов'язано з високою продуктивністю люцерно-злакових травосумішок та більшим вмістом фосфору в урожаї.

Баланс калію в ґрунті на варіантах з люцерно-злаковими травосумішками за внесення 60 кг/га д.р. калійних добрив був від'ємним. За збільшення внесення калійних добрив до 120 кг/га д.р. він набував позитивних значень. На варіантах з конюшино-злаковими травосумішками в більшості варіантів спостерігався позитивний баланс калію. Найбільше надходження калію зафіксоване на варіантах конюшина лучна + злаки + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам та конюшина лучна + злаки + $P_{90}K_{120}$ + штам – 28,5 кг/га, а найменше – на контролі без добрив.

Висновки. За результатами трьохрічних досліджень встановлено:

1. Основним принципом формування сіяних бобово-злакових травостоїв є відповідність компонентів травосумішок умовам середовища (рівню зволоження, кліматичним і ґрунтовим умовам), антропогенним факторам (режиму використання, системі удобрення й догляду тощо), а також повинні характеризуватись приблизно однаковою ценотичною активністю. Для ширшого використання у луківництві багаторічних бобових трав як джерела симбіотичного азоту з дотриманням основних принципів формування бобово-злакових травостоїв в Україні необхідно збільшувати районування видів і сортів багаторічних трав, які б відповідали великому різноманіттю умов для їх вирощування.

2. На темно-сірих ґрунтах включення різних видів бобових трав, а саме конюшини лучної, або

Таблиця 3

Баланс поживних речовин

Травосуміш	Удобрення	Надійшло, кг/га			Відчужено, кг/га			Баланс, кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Конюшина лучна, 10 + стоколос безостий, 12 + пажитниця багатоквіткова, 12 + костриця червона, 10 (злаки)	Без добрив	78,6	1,3	1,5	72,8	26,0	78,0	+5,8	-24,7	-76,5
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	146,2	61,3	61,5	91,8	28,5	85,5	+54,4	+32,8	-24,0
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам	151,0	61,3	61,5	96,0	30,0	90,0	+55,0	+31,3	-28,5
	$P_{60}K_{60}$	116,2	61,3	61,5	79,8	28,5	85,5	+36,4	+32,8	-24,0
	$P_{60}K_{60}$ + штам	121,0	61,3	61,5	84,0	30,0	90,0	+37,0	+31,3	-28,5
	$P_{90}K_{120}$	121,0	91,3	121,5	84,0	30,0	90,0	+37,0	+61,3	+31,5
	$P_{90}K_{120}$ + штам	124,2	91,3	121,5	86,8	31,0	93,0	+37,4	+60,3	+28,5
Люцерна посівна + злаки	Без добрив	147,4	1,4	1,5	86,8	34,0	102,0	+60,6	-32,6	-100,5
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	181,0	61,4	61,5	110,0	35,0	105,0	+71,0	+26,4	-43,5
	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + штам	184,6	61,4	61,5	112,8	36,0	108,0	+71,8	+25,4	-46,5
	$P_{60}K_{60}$	152,8	61,4	61,5	99,4	35,5	106,5	+53,4	+25,9	-45,0
	$P_{60}K_{60}$ + штам	156,4	61,4	61,5	102,2	36,5	109,5	+54,2	+24,9	-45,0
	$P_{90}K_{120}$	154,6	91,4	121,5	100,8	36,0	108,0	+53,8	+55,4	+13,5
	$P_{90}K_{120}$ + штам	156,4	91,4	121,5	102,2	36,5	109,5	+54,2	+54,9	+12,0
Злаки	Без добрив	25,0	1,3	1,5	51,8	19,0	55,5	-26,8	-17,7	-54,0
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	55,0	61,3	61,5	64,4	23,0	69,0	-9,4	+38,3	-7,5

люцерни посівної, до суміші злаків в середньому за перші 3 роки підвищує продуктивність сіяних травостоїв у варіанті без добрив від 3,65 до 5,25-6,32 т/га сухої маси і від 0,38 до 0,78-1,04 т/га сирого протеїну або в 1,4-2,7 рази. Продуктивнішим виявився варіант з люцерно-злаковою травосумішю.

3. Внесення $P_{90}K_{120}$ у поєднанні з застосуванням азотфіксувальних препаратів забезпечує найбільшу продуктивність бобово-злакових травостоїв. Застосування окремо відповідного штаму азотфіксувального препарату як на лучноконюшино-злаковому так і на посівнолюцерно-зла-

ковому травостоях, як на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$, так і на фонах внесення $P_{60}K_{60}$ чи $P_{90}K_{120}$ в більшості випадків є мало ефективним, збільшуючи їх продуктивність лише на 3-4%.

4. Баланс азоту на всіх варіантах досліджу був позитивним, що засвідчує про достатньо високу ефективність бобово-злакових асоціацій на темно-сірих опідзолених осушених ґрунтах. Інокуляція позитивно впливає на баланс азоту. Баланс фосфору на більшості варіантів був позитивний, а калію – негативний для варіантів з люцерною та конюшиною, за винятком варіанту K_{120} .

Список літератури:

1. Бабич А.О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 88 с.
2. Гімбаржевський В.Р., Ярош А.В. Бобово-злакові травосумішки на осушуваних ґрунтах Лівобережного Лісостепу України. Меліорація і водне господарство: Інститут гідротехніки і меліорації УААН. Київ : Аграрна наука, 2004. 310 с.
3. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2010. 400 с.
4. Дацько Л.В. Розрахунок балансу поживних речовин у землеробстві України. *Науково-виробничий щорічник Українського хлібороба*, 2008. С. 65–68.
5. Ковтун К.П., Векленко Ю.А. Вплив бактеріальних препаратів на якість корму бобово-злакових травосумішок. *Корми і кормовиробництво*. 2006. № 58. С. 39–44.
6. Прянишников Д.Н. Агрохімія / ред. О.К. Кедрова-Зимхан. В 3-х т. Москва : Колос, 1965. Т. 3. 767 с.
7. FAO soils bulletin № 3. (1982). Application of nitrogen fixing systems in soil management. Roma FAO, 188 p.

References:

1. Babich, A.O. (1994). *Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu* [Methods of conducting experiments on fodder production]. Vinnytsya. (in Ukrainian)
2. Gimbarzhevsky, V.R., & Jarosz, A.V. (2004). *Bobovo-zlakovi travosumishky na osushuvanykh gruntakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Melioratsiia i vodne hospodarstvo: Instytut hidrotekhniki i melioratsii UAAN* [Legume-cerealgrassmixtures on drainedsoils of the Left Bank of Forest Steppe Ukraine. Landreclamation and water management. Institute of Hydrotechnics and Reclamation of UAAS]. Kyiv : Agrarian Science. (in Ukrainian)
3. Hostanenko, G.M. (2010). *Ahrokhimiia : Pidruchnyk* [Agrochemistry : Textbook]. Kyiv : SKC "IAE". (in Ukrainian)
4. Datko, L.V. (2008). *Rozrakhunok balansu pozhivnykh rehovyn u zemlerobstvi Ukrainy* [Calculation of nutrientbalance in Ukrainian agriculture]. *Scientific and Production Yearbook of Ukrainian Bakery*, pp. 65–68.
5. Kovtun, K.P., & Veklenko, Y.A. (2006). *Vplyv bakterialnykh preparativ na yakist kormu bobovo-zlakovykh travosumishok* [Influence of bacterialdrags on forage quality of legume-cerealmixtures]. *Feed and forage production*, no. 58, pp. 39–44.
6. Pryanishnikov, D.N. (1965). *Ahrokhimiia* [Agrochemistry]. In 3 vol. Moscow : Kolos, Vol. 3, 767 p.
7. FAO soilsbulletin (1982). *Zastosuvannia azotnykh kripylnykh system v upravlinni hruntom* [Application of nitrogen fixingsystems in soil management]. Roma FAO. № 3. 188 p.