

**Оригінальна наукова стаття**

УДК 633.2.031

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ТРАВостою КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ\*****Н. І. Козак**

Інститут сільського господарства  
Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,  
Львівський р-н, Львівська обл.,  
81115

**Про авторів:**

Надія КОЗАК,  
аспірант  
ORCID: 0000-0002-2809-2432

**Для листування:**

Надія КОЗАК,  
e-mail: k.nadia2807@gmail.com

**Інформація про фінансування:**

Національна академія аграрних  
наук України

Отримано:

21 серпня 2024 р.

Погоджено до друку:

27 серпня 2024 р.

Дослідження травостою конюшини лучної проводилось у короткоротаційній сівозміні в умовах Західного Лісостепу. Вивчали вплив різних систем удобрення на ботанічний склад, щільність та продуктивність конюшинового травостою. Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний. Сівозміна – чотирипільна: кукурудза на силос, ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна, пшениця озима. Безпосередньо під травостій конюшини лучної жодних видів удобрення чи вапнування не застосовувалось. Різні види удобрення і вапнування у сівозміні вносились тільки під попередні культури. Частка конюшини лучної у травостої в середньому за два роки становила 53–82 % у першому укосі та 90–96 % у другому. Найвищий відсоток конюшини лучної (82 %) у першому укосі забезпечила органічна система удобрення (10 т ґною на 1 га сівозмінної площі), а вапнування 1 н  $\text{CaCO}_3$  за гідролітичною кислотністю (Нг) (6 т/га вапна) забезпечило 81 % бобового компонента. За мінеральної системи удобрення (в дозі  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ) сформувався травостій з найнижчою часткою конюшини лучної (53 %). Спостерігається вплив різних систем удобрення і вапнування на щільність травостою. Найбільшу кількість усіх пагонів травостою зафіксовано у варіанті застосування мінеральної системи удобрення ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ) – 1405 шт./м<sup>2</sup> у першому укосі та 522 шт./м<sup>2</sup> у другому. Найбільшу кількість пагонів конюшини лучної (385 шт./м<sup>2</sup> у першому укосі й 301 шт./м<sup>2</sup> у другому) відзначено у травостої за вапнування 1 н  $\text{CaCO}_3$  за гідролітичною кислотністю (Нг). Дещо меншу кількість пагонів конюшини лучної зафіксовано за органічного удобрення – 378 і 281 шт./м<sup>2</sup> відповідно у першому і другому укосах. Спостерігається, що збільшення доз мінеральних добрив обумовлює зменшення кількості пагонів конюшини лучної. Вихід сухої маси травостою за всіх видів удобрення досліджуваної сівозміни у першому укосі був вищим за другий (57–65 % врожаю у першому укосі та 35–43 % в отаві). Найвищими показниками урожайності (7,1 т/га сухої маси в першому укосі та 5,1 т/га в отаві) характеризувався конюшиновий травостій, де на 1 га сівозмінної площі під попередні культури вносили мінеральні добрива в дозі  $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ , 1 норму вапна за Нг (6 т/га) та органічні добрива (10 т/га ґною).

**Ключові слова:** конюшина лучна, бобові трави, травостій, щільність, ботанічний склад, короткоротаційна сівозміна, урожайність, кореляція.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук Г. Я. Панахид.

© Козак Н. І., 2024

## Productivity of red clover grassland depending on the fertilisation system in a short-rotation crop rotation

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS  
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

### About authors:

Nadiia KOZAK  
ORCID: 0000-0002-2809-2432

### For corresponding:

Nadiia KOZAK,  
e-mail: k.nadia2807@gmail.com

### Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

### Received:

August 21, 2024

### Accepted:

August 27, 2024

The study of meadow clover was conducted in a short rotation crop rotation in the Western Forest-Steppe. The effect of different fertilisation systems on the botanical composition, density and productivity of the clover stand was studied. The soil of the experimental plot is a light grey forest surface loam. The crop rotation is four-seeded: corn for silage, spring barley with sowing of red clover, red clover, and winter wheat. No fertilisers or liming were applied directly to the red clover. Different types of fertilisers and liming in the crop rotation were applied only to the previous crops. The proportion of red clover in the grassland averaged 53–82 % in the first cut and 90–96 % in the second one over the two years. The highest percentage of red clover (82 %) in the first cut was provided by the organic fertilisation system (10 t of manure per 1 ha of crop rotation area), and liming with 1 norm  $\text{CaCO}_3$  by hydrolytic acidity (Hr) (6 t/ha of lime) provided 81 % of the legume component. Under the mineral fertilisation system (in a dose of  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ), a grassland with the lowest proportion of red clover (53 %) was formed. The effect of different fertilisation and liming systems on the density of the grassland was observed. The largest number of all shoots of the grassland was recorded in the variant of the mineral fertilisation system ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ) – 1405 pcs/m<sup>2</sup> in the first cut and 522 pcs/m<sup>2</sup> in the second one. The largest number of red clover shoots (385 pcs/m<sup>2</sup> in the first cut and 301 pcs/m<sup>2</sup> in the second one) was noted in the grassland with liming of 1n  $\text{CaCO}_3$  by hydrolytic acidity (Hr). In the first and second mowing, a slightly lower number of red clover shoots was recorded under organic fertilisation – 378 and 281 pcs/m<sup>2</sup>. It is observed that an increase in the doses of mineral fertilisers causes a decrease in the number of red clover shoots. The yield of dry matter of grassland under all types of fertilisations of the crop rotation studied in the first cut was higher than in the second one (57–65 % of the yield in the first cut and 35–43 % in the flock). The highest yields (7.1 t/ha of dry matter in the first cut and 5.1 t/ha in the second one) were recorded for clover grassland, where mineral fertilisers at a dose of  $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ , 1 norm  $\text{CaCO}_3$  by hydrolytic acidity (Hr) (6 t/ha) and organic fertilisers (10 t/ha of manure) were applied to the previous crops per 1 ha of crop rotation area.

**Keywords:** red clover, legumes, grassland, density, botanical composition, short-rotation crop rotation, yield, correlation.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

**Вступ.** Світ все більше і більше стикається зі збільшенням чисельності людства і, як наслідок, зростає проблема збільшення виробництва харчових продуктів. Задоволення світових потреб у виробництві їжі сьогодні вимагає ще й використання якомога менших ресурсів зі збереженням екологічно чистого природного середовища.

Великий потенціал для досягнення таких завдань сьогодні належить бобовим

культурам, в тому числі конюшині лучній (*Trifolium pretense* L.), яка є основною кормовою бобовою культурою та культивується приблизно на 4 млн га землі в усьому світі як корм для тварин, так і для поліпшення ґрунтів сільськогосподарської системи [31].

В Північній Європі, включаючи Скандинавський регіон, конюшина червона вирощується як основна кормова бобова культура для виробництва силосу [12, 18,

32] і є багатим білковим кормом в раціонах жуйних тварин [23, 34]. Вона добре пристосовується до різних типів ґрунтів [30, 35] та різних кліматичних умов, широко використовується в регіонах з холодним та помірним кліматом (Північна Європа, Канада) [15, 27].

Конюшина червона знайшла своє застосування і в медицині. Рослинний екстракт *Trifolium pratense* має лікувальні властивості [13, 29].

Через нестачу енергоресурсів в Європі та Північній Америці все більше зростає питання щодо використання біомаси пасовищ для виробництва біоенергії [14, 16]. За дослідженнями Конг та ін. [19] й Карлссон та ін. [26] неудобрені суміші злакових трав, конюшини та різнотрав'я можна використовувати як сировину для біогазу.

Бобові культури, зокрема конюшина лучна, мають ряд особливостей, які діють в системі ґрунт – рослина – тварина – атмосфера [27]. Бобові здатні підвищувати вміст азоту й органічної речовини у ґрунті [21], тим самим підвищуючи його родючість. Як наслідок, це дає можливість зменшувати внесення азотних добрив під основні культури та у сівозміні, зменшуючи антропогенне навантаження на ґрунт [20, 24, 27]. Зменшують забур'яненість посівів [22] та викиди парникових газів від виробництва мінеральних добрив [36].

Завдяки здатності фіксувати та переносити азот бобові культури також є важливим інструментом для підвищення стабільності врожайності лук під час посухи [25].

Ніфелер та ін. спостерігали значний потенціал злаково-бобових сумішей у порівнянні зі злаковою монокультурою. У їхніх дослідженнях злаково-бобові суміші з часткою бобових (в т. ч. конюшиною лучною) приблизно від 50 до 70 %, удобрені 50 кг/га азоту в рік часто давали такі ж високі врожаї, як монокультури злакових трав, удобрені в дозі 450 кг/га азоту [33].

За даними багатьох дослідників застосування бобових трав, і конюшини

лучної зокрема, в суміші трав дає можливість збільшувати врожайність травостоїв, які є дешевим і високоякісним кормом для тваринництва, і дозволяє зменшити застосування азотних добрив без зниження врожайності [6, 9, 17, 33].

Науковцями Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН встановлено, що конюшина лучна є незамінним компонентом травосуміші для створення культурних пасовищ. Для формування високопродуктивних фітоценозів на низинних луках Карпатського регіону її доцільно поєднувати із конюшиною повзучою, лядвенцем рогатим та злаковими видами трав [9]. Травосуміш такого складу, за даними Т. І. Марцінка забезпечує високу продуктивність і в умовах Передкарпаття (за внесення повного мінерального удобрення ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) вихід сухої маси становив 9,08 т/га) [6].

Продуктивність та якість травостоїв значно залежить від щільності трав та їх ботанічного складу [3, 5, 10]. Щільність лучних агрофітоценозів це динамічний показник, який залежить від багатьох факторів. Зокрема, це видовий склад травосумішки, норма висіву, погодні умови, удобрення [2–4, 8, 11]. Усі ці фактори взаємопов'язані. Так дослідження багатьох науковців-луківників свідчать, що найвищу щільність травостою зі злакових багаторічних трав можна отримати за застосування азотних добрив, а щільність травостою, основним компонентом якого є бобові рослини буде вищою при застосуванні лише фосфорно-калійних добрив [5–7, 11, 33] або без застосування добрив [3]. За даними науковців ІСГ Карпатського регіону, які висівали бобові трави, зокрема конюшину лучну у нерозроблену дернину, найменша кількість бобових (40 %) спостерігалась на ділянках досліджень, де застосовувалось повне мінеральне удобрення ( $N_{60}P_{60}K_{90}$ ) [7].

Удобрення має важливий вплив на щільність бобово-злакового травостою та кількість бобових видів у ньому.

Щільність травостою змінюється за укосами використання. За даними фахівців Передкарпатського відділу наукових досліджень ІСГ Карпатського регіону (Н. В. Карасевич) бобові трави забезпечили 30,9–71,5 % щільності бобово-злакового травостою у першому укосі, та 49,6–77,2 % в отаві. При цьому найбільша щільність травостою (1202 шт./м<sup>2</sup>) у першому укосі та найбільша кількість бобових трав (1116 шт./м<sup>2</sup>) спостерігались на варіантах за внесення фосфорно-калійних добрив. У другому укосі, за рахунок прискореного галушення бобових трав, щільність травостоїв зростає [4].

За спостереженнями А. Г. Дзюбайла та Н. І. Пилипів в умовах Західного Лісостепу найбільшу щільність багаторічного сіяного бобово-злакового травостою спостерігали на ділянках, де до складу травосумішки разом зі злаками входили конюшина гібридна і лядвенець рогатий, або конюшина лучна й конюшина гібридна. Так, на 1 м<sup>2</sup> нараховували 1025–1240 і 986–1305 шт. вегетативних пагонів. При цьому на бобові трави припадало лише 15,3–38,6 % травостою, тоді як частка злакових трав становила 57,6–79,9 % [3].

Метою досліджень є визначення основних чинників від яких залежить ботанічний склад, щільність та продуктивність травостою конюшини лучної, вирощеної у короткоротаційній сівозміні. Отримані результати дадуть змогу розробити ефективні способи підвищення урожайності конюшини лучної.

**Матеріали і методи.** Дослідження травостою конюшини лучної (*Trifolium pratense* L.) у короткоротаційній сівозміні проводились на дослідному полі відділу агрохімії та ґрунтознавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний грубопилувато-легкосуглинковий на лесовидних відкладах, орний шар (0–20 см) якого характеризується наступними

усередненими вихідними показниками родючості: рНКСІ 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) 4,5 мг-екв/100 г ґрунту, обмінна – (за Соколовим) 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію (за Соколовим) 60,0 мг/кг, доступного фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) відповідно 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.

Сівозміна чотириріпільна із наступним чергуванням культур: кукурудза на силос, ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна, пшениця озима. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони Західного Лісостепу.

Під конюшину лучну у короткоротаційній сівозміні жодних видів удобрення чи вапнування не застосовували. Її висівали під покрив ячменю ярого, а різні види удобрення і вапнування у сівозміні вносились під попередні культури.

Ботанічний склад визначали шляхом відбору проб зеленої маси із площі по 0,25 м<sup>2</sup> із двох несуміжних повторень, які розбирали на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я. У відібраних зразках цих же груп визначено щільність травостою шляхом підрахунку кількості пагонів на 1 м<sup>2</sup>.

Облік урожаю проводили суцільним методом з послідовним зважуванням з кожної ділянки, урожайність подавали в абсолютно сухій масі, з попереднім визначенням гігроскопічної вологи висушуванням проби снопа вагою 0,5 кг при температурі 105 °С до постійної ваги [1].

Кореляційну залежність та статистичну обробку проводили за допомогою програми Microsoft Excel та програми Statistica 10.

**Результати та обговорення.** В середньому за два роки досліджень частка конюшини лучної у травостої становила 53–82 % у першому укосі та 90–96 % у другому.

Слід зазначити, що частка бобового компонента (конюшини лучної) у травостої залежала від видів удобрення та

вапнування у сівозміні. Так, найвищий відсоток бобового компонента (82 %) у першому укосі отримано при застосуванні органічної системи удобрення (10 т гною на 1 га сівозмінної площі), а вапнування 1 н  $\text{CaCO}_3$  за гідролітичною кислотністю (Нг) забезпечило 81 % конюшини лучної. Найнижча частка конюшини (53 %) спостерігається за внесення лише мінеральних добрив в дозі  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ . Останнє спостереження підтверджує дослідження багатьох вчених в тому, що

застосування азотних (мінеральних) добрив має негативний вплив на конюшину, а саме, знижує її частку у травостой [3, 4, 28, 33].

Спостерігається помітний вплив різних систем удобрення і вапнування на щільність травостою (табл. 1). Найбільшу кількість пагонів в середньому за два роки досліджень зафіксовано у варіанті застосування мінеральної системи удобрення ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ) – 1405 шт./ $\text{m}^2$  у першому укосі та 522 шт./ $\text{m}^2$  у другому.

### 1. Щільність травостою у короткоротаційній сівозміні залежно від систем удобрення та вапнування, середнє за 2022–2023 рр., шт./ $\text{m}^2$

Удобрєння на 1га сівозмінної площі	Злаки		Бобові		Різнотрав'я		Всього	
	укоси							
	I	II	I	II	I	II	I	II
Без добрив	818	198	261	219	70	34	1149	451
1,0 н $\text{CaCO}_3$ за Нг	271	208	385	301	52	15	708	524
Органічні добрива	454	182	378	281	61	0	893	463
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$	1169	320	232	201	3	1	1405	522
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + 1,0 н $\text{CaCO}_3$ за Нг	750	235	293	352	38	1	1081	588
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + 1,0 н $\text{CaCO}_3$ за Нг + органічні добрива	541	415	226	262	59	0	826	677
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + оптим. $\text{CaCO}_3$ (к.-осн.буф.) + органічні добрива	502	519	235	216	133	6	871	742
$\text{N}_{30}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$ + 1,0 н $\text{CaCO}_3$ за Нг + органічні добрива	814	340	377	270	55	0	1246	609
$\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ + 1,0 н $\text{CaCO}_3$ за Нг + органічні добрива	940	315	258	216	16	0	1215	531
$\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ + 1,5 н $\text{CaCO}_3$ за Нг	507	220	294	279	19	7	820	506

Найбільшу кількість пагонів конюшини лучної (385 шт./ $\text{m}^2$  у першому укосі й 301 шт./ $\text{m}^2$  у другому) відзначено у травостой за вапнування 1 н  $\text{CaCO}_3$  за гідролітичною кислотністю (Нг).

Дещо меншу кількість пагонів конюшини лучної зафіксовано за органічного удобрення – 378 і 281 шт./ $\text{m}^2$  відповідно у першому і другому укосах. Поєднане застосування вапнування, органічних добрив та пів норми мінеральних добрив ( $\text{N}_{30}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$ ) забезпечило 377 та 270 шт./ $\text{m}^2$  в першому і другому укосах відповідно. За збільшення дози мінеральних добрив до  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$  за аналогічної системи удобрення кількість

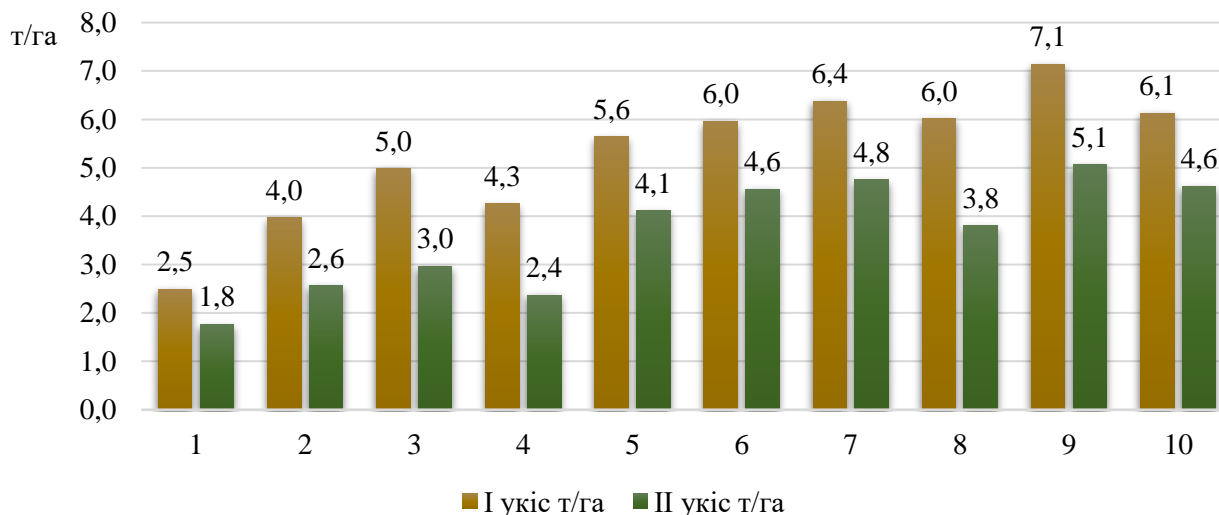
пагонів становила 226 і 262 шт./ $\text{m}^2$  у першому і другому укосі відповідно. Ще більша доза мінеральних добрив ( $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ ) цієї ж системи удобрення забезпечила травостій із 258 шт./ $\text{m}^2$  пагонів конюшини лучної в першому укосі й 216 шт./ $\text{m}^2$  у другому.

Аналогічна система удобрення ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ , 10 т гною) з оптимальною дозою вапна за кислотно-основною буферністю забезпечила 235 шт./ $\text{m}^2$  пагонів конюшини лучної у першому укосі й 216 шт./ $\text{m}^2$  – у другому.

Система удобрення  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$  і 1 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг дозволила отримати травостій із кількістю пагонів конюшини лучної

293 шт./м<sup>2</sup> у першому укосі та 352 шт./м<sup>2</sup> у другому. За внесення мінеральних добрив в дозі N<sub>105</sub>P<sub>101</sub>K<sub>101</sub> на фоні вапнування 1,5 н CaCO<sub>3</sub> за Нг відмічено 294 шт./м<sup>2</sup> пагонів у першому укосі та 279 шт./м<sup>2</sup> – у другому.

Урожайність сухої маси конюшини лучної у короткоротаційній сівозміні залежала від удобрення, вапнування та відрізнялася за укосами надходження (рис. 1).



**Примітка:** 1 – без добрив; 2 – 1,0н CaCO<sub>3</sub> за Нг; 3 – органічні добрива; 4 – N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>; 5 – N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> + 1,0 н CaCO<sub>3</sub> за Нг; 6 – N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> + 1,0 н CaCO<sub>3</sub> за Нг + органічні добрива; 7 – N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> + оптим. CaCO<sub>3</sub> (к.-осн. буф.) + органічні добрива; 8 – N<sub>30</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + 1,0 н CaCO<sub>3</sub> за Нг + органічні добрива; 9 – N<sub>105</sub>P<sub>101</sub>K<sub>101</sub> + 1,0 н CaCO<sub>3</sub> за Нг + органічні добрива; 10 – N<sub>105</sub>P<sub>101</sub>K<sub>101</sub> + 1,5 н CaCO<sub>3</sub> за Нг.

**Рис. 1. Урожайність сухої маси конюшинової травостою за укосами, середнє за 2022–2023 рр., т/га**

За всіх видів удобрення досліджуваної сівозміни у першому укосі вихід сухої маси був значно вищим за другий укіс. Частка урожаю першого укосу становила 57–65 %, а другого 35–43 %.

Найвищими показниками урожайності (7,1 т/га сухої маси в першому укосі та 5,1 т/га в отаві) характеризувався конюшиновий травостій, створений на ділянці, де на сівозмінну площу під попередні культури вносили мінеральні

добрива в дозі N<sub>105</sub>P<sub>101</sub>K<sub>101</sub>, 1 норму вапна за Нг (6 т/га) та органічні добрива (10 т/га гною).

Як показали результати кореляційного аналізу щільність травостою та ботанічний склад слабо корелюють з урожайністю (коефіцієнти кореляції не перевищують 0,3). Однак вихід сухої маси конюшини лучної сильно корелює з удобренням у сівозміні (табл. 2).

## 2. Кореляційна залежність урожайності травостою від різних видів удобрення та вапнування у сівозміні

Вид удобрення	Коефіцієнт кореляції, r		Коефіцієнт детермінації, d %	
	1 укіс	2 укіс	1 укіс	2 укіс
Вапнування	0,659	0,762	43,4	58,0
Органічні добрива	0,381	0,349	14,5	12,2
Мінеральні добрива	0,742	0,780	55,1	60,8
Всі види удобрень та вапнування	0,759	0,798	57,7	63,7

Даними кореляційного аналізу встановлено, що урожайність конюшинового травостою у першому та другому укосах сильно залежала від застосування органічних, мінеральних добрив та вапнування – коефіцієнт кореляції становив 0,759 в першому укосі та 0,798 у другому. Сильну кореляційну залежність відзначено і від мінеральних добрив. Урожайність отави сильно корелювала з застосуванням вапнування – коефіцієнт кореляції 0,762.

**Висновки.** Травостій конюшини лучної, висіяної під підсів ячменю ярого, може забезпечити вихід сухої маси на рівні 7,1 т/га сухої маси в першому укосі та

5,1 т/га в отаві, де під попередні культури вносили мінеральні добрива в дозі  $N_{105}P_{101}K_{101}$ , 6 т/га вапна та 10 т/га гною.

Сформований у чотирипільній сівозміні травостій характеризується високим вмістом конюшини лучної, частка якої, залежно від удобрення, становить 55–75 % у першому укосі та 90–95 % в отаві. Кількість пагонів конюшини лучної коливається в межах 201–385 шт./м<sup>2</sup> та не значно відрізняється за укосами.

Урожайність сухої маси сильно корелює із застосуванням удобрення та вапнування, причому коефіцієнти кореляції у другому укосі є вищими за перший.

#### Список використаної літератури

1. Бабич А. О., Кулик М. Ф., Макаренко П. С. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин. Київ : Аграрна наука, 1998. 80 с.
2. Демидась Г. І., Пророченко С. С. Визначення щільності люцернозлакового травостою залежно від видового складу та рівня мінерального живлення в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник уманського національного університету садівництва*. 2017. № 2. С. 51–53. DOI: <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2017/2/15.pdf>.
3. Дзюбайло А. Г., Пилипів Н. І. Динаміка щільності сіяного травостою залежно від удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 80–95. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/71-1/5.pdf>.
4. Динаміка щільності бобово-злакового травостою залежно від удобрення в умовах Передкарпаття / Н. В. Карасевич та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 67–82.
5. Марцінко Т. І. Вплив удобрення на продуктивність та ботаніко-господарський склад сіяних лучних агроценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 135–145. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-68-1/10.pdf>.
6. Марцінко Т. І. Формування сіяних лучних фітоценозів Передкарпаття залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 3. С. 35–39. DOI: [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2023\\_03\\_05.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2023_03_05.pdf).
7. Машчак Я. І., Кобиренко Ю. О. Ефективність всівання багаторічних бобових трав у нерозроблену дернину. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 79 (9). С. 93–97.
8. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив погодних умов на формування продуктивності конюшини лучної

#### References

1. Babych A. O., Kulyk M. F., Makarenko P. S. Methods of researching fodder production and animal feeding. Kyiv : Agrarna nauka, 1998. 80 p.
2. Demydas H. I., Prorochenko S. S. Determining the density of the alfalfa-cereal grass stand depending on the species composition and level of mineral nutrition in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Visnyk umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2017. No. 2. P. 51–53. DOI: <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2017/2/15.pdf>.
3. Dzyubaylo A. H., Pylypiv N. I. Dynamics of the density of sown grass depending on fertilisers. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2022. Issue 71 (1). P. 80–95. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/71-1/5.pdf>.
4. The dynamics of the density of legume-cereal herbage depending on fertilisation in the conditions of Precarpathia / N. V. Karasevych et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2024. Issue 75 (1). P. 67–82.
5. Martsinko T. I. The influence of fertilisation on the productivity and botanical and economic composition of sown meadow agrocenoses. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Issue 68 (I). P. 135–145. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-68-1/10.pdf>.
6. Martsinko T. I. Formation of sown meadow phytocenoses of Precarpathia depending on fertilisers. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2023. No. 3. P. 35–39. DOI: [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2023\\_03\\_05.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2023_03_05.pdf).
7. Mashchak Ya. I., Kobyrenko Yu. O. Effectiveness of sowing perennial leguminous grasses in undeveloped turf. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2014. Issue 79 (9). P. 93–97.
8. Polovyi A. M., Bozhko L. Yu., Barsukova O. A. The influence of weather conditions on the formation of meadow clover productivity on the Right Bank of the

на Правобережжі Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 38–45. DOI: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2021/02/04.pdf>.

9. Продуктивний потенціал лучних фітоценозів як джерело трав'яних кормів для скотарства Карпатського регіону / Л. М. Бугрин та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (I). С. 9–24. DOI: [https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67\(1\)/1.pdf](https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67(1)/1.pdf).

10. Рудавська Н. М., Ткачук Ю. С. Щільність сіяних фітоценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 150–155.

11. Сеник І. І. Вплив удобрення на зміну щільності пагонів злаково-бобової травосумішки. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 258–266.

12. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes / P. Annicchiarico et al. *Critical Reviews in Plant Science*. 2015. Vol. 34, P. 327–380. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.898462>.

13. Akbaribazm M., Khazaei M. R., Khazaei M. *Trifolium pratense* L. (red clover) extract and doxorubicin synergistically inhibits proliferation of 4T1 breast cancer in tumor-bearing BALB/c mice through modulation of apoptosis and increase antioxidant and anti-inflammatory related pathways. *Food Science & Nutrition*. 2020. Vol. 8, Issue 8. P. 4276–4290. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1724>.

14. Anaerobic mono-digestion of lucerne, grass and forbs – Influence of species and cutting frequency / R. Wahid et al. *Biomass and Bioenergy*. 2018. Vol. 109. P. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.029>.

15. Biochemical changes after cold acclimation in Nordic red clover (*Trifolium pratense* L.) accessions with contrasting levels of freezing tolerance / S. Zanutto et al. *Physiologia Plantarum*. 2023. Vol. 175, Issue 4. e13953. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.13953>.

16. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas / A. Prochnow et al. *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100 (21). P. 4931–4944. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.070>.

17. Eriksen J., Askegaard M., Sørensen K. Complementary effects of red clover inclusion in ryegrass–white clover swards for grazing and cutting. *Grass and Forage Science*. 2012. Vol. 69, Issue 2. P. 241–250. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12025>.

18. European grasslands overview: Nordic region / Á. Helgadóttir et al. *Grassland science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 15–28.

19. Forbs enhance productivity of unfertilised grass-clover leys and support low-carbon bioenergy / W.-F. Cong et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1). P. 1422. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01632-4>.

Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2021. No. 2. P. 38–45. DOI: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2021/02/04.pdf>.

9. The productive potential of meadow phytocenoses as a source of grass fodder for cattle breeding in the Carpathian region / L. M. Buhryn et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Issue 67 (I). P. 9–24. DOI: [https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67\(1\)/1.pdf](https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67(1)/1.pdf).

10. Rudavska N. M., Tkachuk Yu. S. Density of sown phytocenoses. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2016. Issue 59. P. 150–155.

11. Senyk I. I. The effect of fertilisers on the change in the density of shoots of a cereal-legume grass mixture. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2010. Issue 66. P. 258–266.

12. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes / P. Annicchiarico et al. *Critical Reviews in Plant Science*. 2015. Vol. 34, P. 327–380. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.898462>.

13. Akbaribazm M., Khazaei M. R., Khazaei M. *Trifolium pratense* L. (red clover) extract and doxorubicin synergistically inhibits proliferation of 4T1 breast cancer in tumor-bearing BALB/c mice through modulation of apoptosis and increase antioxidant and anti-inflammatory related pathways. *Food Science & Nutrition*. 2020. Vol. 8, Issue 8. P. 4276–4290. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1724>.

14. Anaerobic mono-digestion of lucerne, grass and forbs – Influence of species and cutting frequency / R. Wahid et al. *Biomass and Bioenergy*. 2018. Vol. 109. P. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.029>.

15. Biochemical changes after cold acclimation in Nordic red clover (*Trifolium pratense* L.) accessions with contrasting levels of freezing tolerance / S. Zanutto et al. *Physiologia Plantarum*. 2023. Vol. 175, Issue 4. e13953. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.13953>.

16. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas / A. Prochnow et al. *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100 (21). P. 4931–4944. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.070>.

17. Eriksen J., Askegaard M., Sørensen K. Complementary effects of red clover inclusion in ryegrass–white clover swards for grazing and cutting. *Grass and Forage Science*. 2012. Vol. 69, Issue 2. P. 241–250. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12025>.

18. European grasslands overview: Nordic region / Á. Helgadóttir et al. *Grassland science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 15–28.

19. Forbs enhance productivity of unfertilised grass-clover leys and support low-carbon bioenergy / W.-F. Cong et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1). P. 1422. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01632-4>.



20. Green Manure Comparison between Winter Wheat and Corn: Weeds, Yields, and Economics / Elina M. Snyder et al. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108, Issue 5. P. 2015–2025. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2016.02.0084>.

21. Integrating Legumes as Cover Crops and Intercrops into Grain Sorghum Production Systems / B. Clark et al. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, Issue 4. P. 1363–1378. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0293>.

22. Intercropping red clover with intermediate wheatgrass suppresses weeds without reducing grain yield / Eugene P. Law et al. *Agronomy Journal*. 2021. Vol. 114, Issue 1. P. 700–716. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20914>.

23. Lee M. R. F. Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. *Frontiers in Plant Science*. 2014. Vol. 5. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00694>.

24. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A Review / E. S. Jensen et al. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. Vol. 32. P. 329–364. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0056-7>.

25. Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation / D. Hofer et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017. Vol. 236. P. 312–322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.11.022>.

26. Perennial species mixtures for multifunctional production of biomass on marginal land / G. Carlsson et al. *GCB Bioenergy*. 2017. Vol. 9 (1). P. 191–201. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12373>.

27. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review / A Lüscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12124>.

28. Red clover for silage: management impacts on herbage yield, nutritive value, ensilability and persistence, and relativity to perennial ryegrass / D. Clavin et al. *Grass and Forage Science*. 2016. Vol. 72. Issue 3. P. 414–431. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12249>.

29. Red Clover. *Trifolium pratense* L. Phytopharmacy: An Evidence-Based Guide to Herbal Medical Products / E. Sarah et al. 2015. Ch. 87. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118543436.ch87>.

30. Responses of mineral nutrient contents and transport in red clover under aluminum stress / Q. Yang et al. *Legume Science*. 2021. Vol. 3. Issue 4. e94. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.94>.

31. Sindic C. M., Riday H. Using image object recognition to increase biomass in red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding. *Crop Science*, 2020. Vol. 60. P. 1770–1781. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20028>.

32. Steinshamn H., Nesheim L., Bakken A. K. Grassland production in Norway. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21. P. 11–813.

20. Green Manure Comparison between Winter Wheat and Corn: Weeds, Yields, and Economics / Elina M. Snyder et al. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108, Issue 5. P. 2015–2025. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2016.02.0084>.

21. Integrating Legumes as Cover Crops and Intercrops into Grain Sorghum Production Systems / B. Clark et al. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, Issue 4. P. 1363–1378. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0293>.

22. Intercropping red clover with intermediate wheatgrass suppresses weeds without reducing grain yield / Eugene P. Law et al. *Agronomy Journal*. 2021. Vol. 114, Issue 1. P. 700–716. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20914>.

23. Lee M. R. F. Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. *Frontiers in Plant Science*. 2014. Vol. 5. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00694>.

24. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A Review / E. S. Jensen et al. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. Vol. 32. P. 329–364. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0056-7>.

25. Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation / D. Hofer et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017. Vol. 236. P. 312–322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.11.022>.

26. Perennial species mixtures for multifunctional production of biomass on marginal land / G. Carlsson et al. *GCB Bioenergy*. 2017. Vol. 9 (1). P. 191–201. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12373>.

27. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review / A Lüscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12124>.

28. Red clover for silage: management impacts on herbage yield, nutritive value, ensilability and persistence, and relativity to perennial ryegrass / D. Clavin et al. *Grass and Forage Science*. 2016. Vol. 72. Issue 3. P. 414–431. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12249>.

29. Red Clover. *Trifolium pratense* L. Phytopharmacy: An Evidence-Based Guide to Herbal Medical Products / E. Sarah et al. 2015. Ch. 87. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118543436.ch87>.

30. Responses of mineral nutrient contents and transport in red clover under aluminum stress / Q. Yang et al. *Legume Science*. 2021. Vol. 3. Issue 4. e94. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.94>.

31. Sindic C. M., Riday H. Using image object recognition to increase biomass in red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding. *Crop Science*, 2020. Vol. 60. P. 1770–1781. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20028>.

32. Steinshamn H., Nesheim L., Bakken A. K. Grassland production in Norway. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21. P. 11–813.

33. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding / D. Nyfeler et al. *Journal of Applied Ecology*. 2009. Vol. 46, Issue 3. P. 683–691. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01653.x>.

34. The effects of PPO activity on the proteome of ingested red clover and implications for improving the nutrition of grazing cattle / E. H. Hart et al. *Journal of Proteomics*. 2016. Vol. 141. P. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.023>.

35. Trait characterization of genetic resources reveals useful variation for the improvement of cultivated Nordic red clover / S. Zanotto et al. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2021. Vol. 207, Issue 3. P. 492–503. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12487>.

36. Walling E., Vaneekhaute C. Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 276, 111211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111211>.

33. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding / D. Nyfeler et al. *Journal of Applied Ecology*. 2009. Vol. 46, Issue 3. P. 683–691. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01653.x>.

34. The effects of PPO activity on the proteome of ingested red clover and implications for improving the nutrition of grazing cattle / E. H. Hart et al. *Journal of Proteomics*. 2016. Vol. 141. P. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.023>.

35. Trait characterization of genetic resources reveals useful variation for the improvement of cultivated Nordic red clover / S. Zanotto et al. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2021. Vol. 207, Issue 3. P. 492–503. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12487>.

36. Walling E., Vaneekhaute C. Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 276, 111211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111211>.