

УДК 633.321:581.32.1:631.53048

DOI:10.37128/2707-5826-2022-4-15

**ФОТОСИНТЕТИЧНА
ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ
КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ
БЕЗПОКРИВНИХ ТА
ПІДПОКРИВНИХ ПОСІВІВ
ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ЇХ
ВИСІВУ**

С.Е. АМОНС, канд. с.-г. наук, доцент
Вінницький національний аграрний
університет

Продуктивність підпокровних та безпокровних посівів конюшини лучної за різних норм висіву покривної і підсівної культур в Лісостепу залишається недостатньо вивченою, вибір способу посіву обумовлюється біологічними, ґрунтово – кліматичними умовами, господарсько-економічними можливостями господарства.

В статті наведено результати досліджень з вивчення впливу способу створення травостою та різних норм висіву покривної і підсівної культур на формування фотосинтетичної продуктивності посівів конюшини лучної в умовах правобережного Лісостепу України.

Дослідженнями встановлено, що спосіб створення травостою та норми висіву покривної і підсівної культур істотно впливали на рівень врожайності, формування показників асиміляційної поверхні, фотосинтетичний потенціал та використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) травостоями конюшини лучної. В середньому за два укоси найбільшу сумарну площу листя мав травостій, сформований при підсіві конюшини під просо з нормами висіву насіння відповідно 7,5 та 2,5млн/га – 156,1 тис.м²/га. Близьким він був в аналогічних по нормах висіву варіантах з ячменем і кукурудзою – 153,2 і 148,3 тис.м²/га. При безпокровному вирощуванні найбільшу площу асиміляційної поверхні забезпечили варіанти з максимальною (10,0 млн/га) нормою висіву – 142,7 тис.м²/га. При цьому слід прийняти до уваги, що безпокровний посів знаходився на другому, тоді як підпокровні – на першому році використання травостою. В безпокровних посівах зі збільшенням норми висіву насіння площа листкової поверхні зростала. В усіх випадках підвищення норми висіву покривних культур знижувало площу листкової поверхні конюшини другого року життя.

Проведені дослідження показали, що найбільш ефективно акумулюють сонячну енергію травостої конюшини першого року використання. Коефіцієнт використання ФАР знаходився в межах 2,01-1,66 %. Максимальне його значення відмічене на варіанті з підсівом конюшини під просо з мінімальною нормою його висіву та середньою конюшини лучної – 2,01 %.

Ключові слова: конюшина лучна, спосіб вирощування, продуктивність, урожайність, фотосинтез, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал.

Табл. 4. Літ. 10.

Постановка проблеми. Зелені рослини, зв'язуючи енергію сонячного проміння, створюють у процесі фотосинтезу із неорганічних низько енергетичних речовин (вуглекислоти повітря, води і мінеральних сполук ґрунту) різноманітні органічні речовини. Головна задача в процесі

вирощування рослин полягає в отриманні максимальної кількості органічної речовини при створенні фотосинтетичних систем, що направлено на забезпечення найбільш ефективного використання енергії фотосинтетично активного випромінювання (ФАР).

Фотосинтетична активність посівів будь-якої культури є основною складовою формування її продуктивності. Тому головним завданням інноваційних технологій в аграрному виробництві є створення оптимальних умов для росту і розвитку, при якому посіви найбільш ефективно використовували б сонячну енергію для накопичення господарсько-цінного врожаю.

Одним із важливих показників, від яких залежить продуктивність сільськогосподарських культур, в тому числі і конюшини лучної, є інтенсивність розвитку фотосинтетичного апарату рослин – площі листя. Більшість проведених в цьому напрямку досліджень свідчать, що площа листового апарату, тривалість та ефективність його роботи в значній мірі залежать від технологічних прийомів вирощування рослин [1].

Проте, фотосинтетична продуктивність посівів конюшини лучної залежно від норм їх висіву та способу створення травостою в умовах правобережного Лісостепу ще не достатньо вивчена, що й обумовило необхідність її всебічного дослідження.

Мета і завдання дослідження. Виявлення закономірностей формування фотосинтетичної продуктивності конюшини лучної в весняних підпокровних та безпокровних посівах за різних норм висіву покровних та підсівної культур, удосконалення технології її вирощування при різних способах формування травостоїв та підвищення на цій основі продуктивність посівів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.) – багаторічна рослина роду конюшина родини бобових висотою 40–70 см – одна з кращих кормових трав. Зелена маса конюшини лучної відзначається високими кормовими якостями, а собівартість в 1,5 рази нижча, ніж однорічних трав і кукурудзи. В 1 кг. сухої речовини сінажу з конюшини, зібраної на початку фази бутонізації рослин, міститься 0,93 кормових одиниці та 142 г перетравного протеїну. Вміст гістидину, лейцину, ізолейцину і валіну в сіні конюшини в два рази більший в порівняно з сіном злакових трав.

Маючи здатність фіксувати атмосферний азот і накопичувати його в ґрунті конюшина лучна фактично не потребує внесення мінеральних азотних добрив та є добрим попередником для інших культур, особливо для зернових і технічних. Дослідженнями встановлено, що гектар високопродуктивного посіву конюшини може засвоїти 150–180 кг азоту з повітря.

Із введенням конюшини лучної в культуру важливе значення мають технологічні прийоми, а особливо норми висіву. Опубліковані дані в науковій літературі щодо цього занадто суперечливі [2].

Вирощування конюшини лучної має багато специфічних особливостей. Її можна висівати безпокровно або під покрив зернових та інших однорічних

культур, вирощувати у чистих посівах, у складі простих та складних травосумішок, при короткотривалому та довготривалому користуванні травостоєм.

Покривні культури в польових сівозмінах є важливим чинником, що визначає величину врожаю багаторічних трав. Вплив покривної культури на ріст, розвиток і врожай багаторічних трав багато років цікавить агрономів і практиків травосіяння. При цьому висловлювались різні думки про характер впливу виду покривної культури (озимі або ярі зернові) на розвиток багаторічних трав. Однак, як дослідники, так і практики приходять до спільної думки в тому, що характер впливу тієї чи іншої покривної культури на ріст і розвиток трав необхідно пов'язувати із ґрунтово – кліматичними умовами й прийомами агротехніки, які застосовуються під багаторічні трави і попередні культури. Відповідно, вибір виду покривної культури для багаторічних трав визначається сукупністю ґрунтових, кліматичних, агротехнічних і господарських умов [3].

Конюшина лучна являється універсальною високопротеїновою культурою, що здатна збагатити ґрунт поживними речовинами, підвищувати урожайність культур в сівозмінах та забезпечувати отримання кормів зі збереженням високої кормової продуктивності лише за умов чіткого дотримання усіх елементів технології вирощування.

Конюшина лучна потребує значної кількості вологи вже на першому році життя, коли вона знаходиться під покривом (відбувається посилений ріст кореневої системи), і зріджується при її дефіциті. Після збирання покривної культури рослини конюшини посилено ростуть і розвиваються, в кореневій шийці накопичуються запаси поживні речовини, в результаті чого споживання вологи зростає. В послідуючі роки життя потреба у волозі визначається ростом укісної маси як до першого укусу, так і при формуванні отави. При багатоукісному використанню конюшини дефіцит вологи в ґрунті знижує врожай і викликає зрідження травостою.

Правильний вибір покривної культури, норми висіву її та підсіяної конюшини, формування оптимальної густоти травостоїв – важливий захід запобіганню затінення рослин конюшини покривною культурою. Багаторічні бобові трави є світлолюбними культурами, вони особливо чутливі до затінення в перші 20–30 днів після появи сходів. Також є дані, що конюшина лучна особливо чутлива до нестачі світла при появі 1 – 2 листків, і саме в цей час трави переживають найбільше затінення під покривом зернових культур і однорічних травосумішок. Виходячи з цього, при низькій і середній забезпеченості мінеральними і органічними добривами доцільно використовувати як покривну культуру овес або ячмінь на зерно з нормою висіву 4,0 млн. штук на гектар.

Відомо, що врожай кормової маси однорічних та багаторічних трав у значній мірі залежить від густоти стояння травостою. Густота стояння рослин в

значній мірі впливає на темпи їх росту, строки настання фаз розвитку, продуктивність та якість продукції [2].

При зрідженні врожай як правило знижується, погіршуються кормові якості трав. Через те, при вирощуванні трав на корм важливим є одержання і збереження оптимальної густоти травостою. Що надасть змогу регулювати рівень живлення рослин з тим, щоб забезпечити отримання високого рівня врожаю покривної культури, зберегти посіяні трави і створити оптимальні умови для їх високої продуктивності. Якість травостою конюшини лугової першого і другого року використання залежить, в першу чергу, від рівня мінерального живлення і норми висіву покривної культури [4].

Існуючі технології вирощування конюшини лучної на кормові цілі в переважній кількості сільськогосподарських підприємств зони Лісостепу не дозволяють в повній мірі використати генетичний потенціал культури, при вирощуванні конюшини лучної на кормові цілі виникає питання щодо обґрунтування доцільності використання покривної культури в перший рік її життя, а також встановлення оптимальних норм висіву покривної та підсівної культур.

Тому удосконалення існуючих моделей технологій вирощування конюшини лучної на кормові цілі із врахуванням оптимізації умов її вирощування при підпокровній та безпокровній сівбі сприятиме підвищенню кормової продуктивності культури в умовах правобережного Лісостепу.

Умови та методика проведення досліджень методика досліджень.

Вінницька область, в межах якої проводилися дослідження, має сприятливий клімат для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима с помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст та розвиток зернових, технічних та садових культур.

Наші дослідження проводились в ТОВ «Агро-еталон» Тиврівського району на полях кормової сівозміни протягом 2021–2022 рр.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений сірими лісовими ґрунтами. Орний шар характеризується наступними агрохімічними показниками: рН (сольове) – 4,9–5,2; вміст гумусу (по Тюріну) – 2,1%, легкогідролізованого азоту (по Корнфілду) – 10–12 мг. на 100 г ґрунту, обмінного калію і рухомого фосфору (за Чириковим) – відповідно 12–15 і 13–14 мг/100 г ґрунту; гідролітична кислотність 3,85–4,34 мг.-екв./100 г ґрунту; сума ввібраних основ 11,2–15,5 мг.-екв./100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 84,6–85,8%.

Дослід двофакторний, лабораторно-польовий. Фактор А – норми висіву конюшини лучної та покривних культур. Фактор В - спосіб створення травостою (безпокровний та підсів під покрив).

Загальна площа під дослідом 0,6 га. Довжина дослідної ділянки – 36 м², а площа облікової ділянки – 25 м². Повторність чотири разова. Метод розміщення варіантів у досліді – систематичне в два яруси.

Норма висіву конюшини лучної 7,5 млн/га застосовується в господарстві, тому ми її взяли за контроль. Насіння конюшини лучної висівали вузькорядним способом із нормою витрати насінневого матеріалу 7,5 млн. шт. схожих насінин на гектар, на глибину 1,5–2,0 см. Норма висіву ячменю ярого та проса становила 2,5; 3,8 та 5,0 млн./га схожих насінин, а кукурудзи – 200, 300 та 400 тис./га.

Після збирання попередника (озимої пшениці) проводили лушення стерні лушильниками БДТ на глибину 5-6 см, а після проростання бур'янів – оранку на глибину 25–27 см. Через 13 днів пускали плоскорізи (КПШ – 5, КПШ–9) на глибину 12–16 см. Під ранньовесняну культивуацію вносили мінеральні добрива – $N_{45}P_{45}K_{60}$. Під конюшину другого року життя – $P_{30}K_{45}$ під перший і другий укуси. Мінеральні добрива вносили розкидачем РУМ -5.

Допосівний обробіток ґрунту здійснювався проведенням боронування середніми боронами БЗСС-1,0 та передпосівною культивуацією культиватором УСМК-5,4 в агрегатній з боронами. Таким чином, основний і передпосівний обробіток ґрунту був направлений на знищення бур'янів та максимальне нагромадження вологи.

Для сівби було використано сорт конюшини лучної інтенсивного типу селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН – Спарта. Сорт сінокісного напрямку, ранньостиглий, зимостійкий, стійкий до вилягання, осипання, посухи. Облистяність рослин становить 44%. Сорт можна використовувати два роки, дає два укуси на рік. Обробку насіння конюшини лучної бактеріальним препаратом проводили в день сівби.

Сівбу конюшини лучної проводили сумісно з ячменем (сорт Геліос), просом (сорт Харківське) та кукурудзою (гібрид Р9361), застосовуючи сівалку СЗТ-3,6 в агрегаті з трактором МТЗ-82. Глибина загортання насіння конюшини лучної 1,5–2,0 см, ячменю і проса – 3–4, а кукурудзи – 5–6 см. Після сівби поле закоткували кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6 в агрегаті з трактором Т-25. Сівбу конюшини лучної проводили впоперек посіву рядків покривних культур.

Зелену масу скошували косаркою КС – 2,1. Строк збирання конюшини – фаза початок цвітіння.

Засоби боротьби з бур'янами включали обробку посівів конюшини лучної в чистих та підпокривних посівах сумішшю гербіцидів із діючою речовиною бентазон. Обробку проводили у фазу трійчастого листка конюшини, коли покривна зернова культура (ярий ячмінь) перебувала у фазі кушіння.

Ячмінь ярий збирали комбайном CLAAS Lexion 480, зерно і соломку зважували окремо по кожному варіанту досліду. Збирання урожаю на другому році життя проводили шляхом скошування з облікової ділянки вручну косою і зважуванням в період початку цвітіння конюшини.

За період вегетації проводили фенологічні спостереження, де відмічали фази росту і розвитку: сходи, перший трійчатий листок, стеблоутворення початок бутонізації, бутонізацію і цвітіння у конюшини першого року життя;

відростання початок бутонізації, бутонізацію і цвітіння у конюшини другого року життя. У ячменю відмічали фази: сходи, 3-й листок, кушціння, вихід в трубку, колосіння, молочна стиглість і воскова стиглість зерна.

Під час проведення досліджень виконувались спостереження, виміри, обліки та аналізи, користувалися методикою проведення польових досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН [5].

Виклад основного матеріалу. Однією із найбільш актуальних проблем біологічної науки на даному етапі її розвитку є підвищення фотосинтетичної продуктивності рослин. Урожайність конюшини, як і інших культур, цілком визначається роботою фотосинтетичного апарату. Відомо, що в процесі фотосинтезу утворюється 90-95 % всієї сухої маси урожаю.

Фотосинтез являється головним процесом, який виражає врожайність сільськогосподарських рослин. Урожай рослин частіше за все знижується через недостатньо швидке збільшення площі листя та її обмежених розмірів. Площа листової поверхні багаторічних трав залежить від виду, фази розвитку і умов зовнішнього середовища. Велика кількість проведених в даному напрямку досліджень свідчать про те, що площа листового апарату тривалість його роботи в значній мірі залежить від умов вирощування рослини в агроценозі [6].

Накопичення сухої речовини будь-якою культурою визначається в кінцевому підсумку площею листової поверхні посіву, яку формують рослини на одиниці площі та її фотосинтетичним потенціалом. Всі технологічні прийоми вирощування, в тому числі і норми висіву насіння, слід розглядати як способи оптимізації і продуктивності листового апарату.

У зв'язку з тим, що листки є основним органом фотосинтетичної діяльності рослин, в яких утворюється органічна речовина, площа асиміляційної поверхні будь-якої культури значною мірою визначає її урожай. Проведені дослідження дозволили встановити, що площа листової поверхні багаторічних травостоїв змінювалася і залежала від їх складу, рівня мінерального живлення та укусу.

Тому вивчення впливу норм висіву покривних культур і підсіяної конюшини в умовах правобережного Лісостепу України на площу листової поверхні, інтенсивність та продуктивність фотосинтезу мають велике значення при оцінці вказаних прийомів.

Продуктивність, тобто урожайність і поживна цінність, сіяного травостою значно залежить від забезпечення їх факторами життя, що в кінцевому результаті виражається зміною основних елементів структури врожаю. Листя і суцвіття – це ті два морфологічних органи рослини, які в основному визначають її хімічний склад та поживність. В листках міститься у 2-3 рази більше протеїну і вітамінів, ніж у стеблах. Крім того вони є основним органом фотосинтетичної діяльності рослини. Від кількості листків та сумарної їх площі залежать розміри акумульованої сонячної енергії, яку використовують рослини для синтезу органічної речовини.

Елементи структури врожаю мають складний взаємозв'язок; збільшення одного із показників не завжди дає прибавку врожаю конюшини. Тільки оптимальне співвідношення всіх компонентів структури врожаю на фоні раціонального співвідношення агротехнічних прийомів забезпечує одержання високої продуктивності конюшини лучної.

Співвідношення стебел, листків і суцвіть в процесі вегетації піддається значним змінам залежно від умов зовнішнього середовища. Агротехнічними прийомами можливо в деякій мірі змінити валове співвідношення пагонів і листків в сторону збільшення останніх. В зв'язку з чим ми вивчали як змінюється співвідношення листків, стебел та суцвіть сіяних травостоїв залежно від норм висіву культур в агроценозі протягом 2001 – 2002 рр.

Результати проведених нами досліджень показали, що на сірих опідзолених ґрунтах спосіб створення травостою і густота рослин суттєво впливають на індивідуальну продуктивність рослин і структурні елементи врожайності конюшини, тому, що від площі живлення рослин в значній мірі залежить їх освітлення, вологозабезпеченість і надходження поживних речовин.

Як показав аналіз структури рослин конюшини, функцією різної густоти посіву рослин, крім іншого, є вміст в кормовій масі листя і суцвіть (табл. 1).

Таблиця 1

**Частка листя і суцвіть в зеленій масі конюшини лучної залежно від норм посіву насіння покривної і підсівної культур, %
(2021-2022 рр.)**

Спосіб створення травостою	Норми висіву млн./га		Роки користування травостоєм			
	покривна культура	конюшина лучна	перший		другий	
			середнє за укоси*	середньо-зважене	середнє за укоси	середньо-зважене
Безпокривний посів	–	5,0	42,5	39,0	27,8	25,6
	–	7,5	43,6	39,9	28,4	26,2
	–	10,0	45,2	40,5	28,1	26,4
Підсів під покрив ярого ячменю на зерно	2,5	7,5	35,8	–	32,5	31,4
	3,8	7,5	37,5	–	28,7	27,2
	5,0	7,5	40,0	–	30,8	29,6
Підсів під покрив проса на зелений корм	2,5	7,5	48,6	46,4	29,5	27,9
	3,8	7,5	53,5	50,3	28,9	27,1
	5,0	7,5	55,8	53,1	28,6	26,3
Підсів під покрив кукурудзи на зелений корм	0,2	7,5	44,3	36,2	29,8	28,1
	0,3	7,5	46,7	37,6	28,6	26,3
	0,4	7,5	48,1	38,3	28,8	26,3

Примітка: у варіантах з підсівом – облістяність рослин конюшини при виході з-під покриву.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

На першому році життя загальна закономірність полягала в тому, що з підвищенням норм висіву конюшини як в безпокровних, так і в підпокровних посівах облиствленість рослин зростає. В безпокровних посівах в середньому за два роки найбільшою облистяністю відрізнялися рослини конюшини лучної на варіанті з максимальною (10,0 млн/га) нормою висіву. Середньозважений цей показник становив відповідно 33,5%, що на 1,2% більше, ніж на варіанті з мінімальною (5,0 млн) нормою висіву конюшини.

На другому році життя в середньому по укосах найбільшою облиствленістю відзначалися безпокровні посіви та при підсіві її під ячмінь на зерно. Відсоток облиствленості на цих варіантах знаходився в межах 26,3-31,4%. Чіткої залежності між нормами висіву покривної культури та облиствленістю рослин конюшини не виявлено.

На основі проведених досліджень встановлено, що розміри і темпи наростання асиміляційної поверхні рослин конюшини лучної першого року використання (другого року життя) значно змінювалися в залежності від умов волого-забезпечення вегетаційного періоду конкретного року. Площа листової поверхні в роки проведення досліджень формувалась до закінчення фази бутонізації. Так в 2022 році площа листової поверхні в сумі за два укоси склала 122,7–156,1 тис.м²/га.

Визначення площі листової поверхні посівів конюшини лучної першого року використання показало, що безпокровний посів (другий рік використання) порівняно з посівами, сформованими за підсівною технологією (перший рік використання) переваг не мав. На дату першого укосу найбільшу площу листя сформував травостій на ділянках з підсівом конюшини під просо з нормою висіву проса 2,5 млн/га – 71,1 тис.м²/га. Близьким цей показник був в аналогічних варіантах з ячменем та кукурудзою відповідно 68,5 і 68,6 тис.м²/га. Така ж тенденція спостерігалась і на дату проведення другого укосу травостоїв конюшини лучної (табл. 2).

У безпокровних посівах із збільшенням норми висіву конюшини лучної площа листової поверхні рослин зростала. В сумі за два укоси даний показник знаходився в межах від 124,5 при 5,0 млн. до 142,7 тис.м²/га при 10,0 млн. шт./га. Подібна закономірність, але лише при збільшенні норми висіву з 5,0 до 7,5 млн/га спостерігався також на фоні низької і середньої норм висіву покривних культур.

В результаті проведених досліджень нами помічено, що в усіх випадках підвищення норми висіву покривної культури суттєво зменшувало площу листової поверхні конюшини лучної на першому році її використання. Особливо це помітно на варіантах з культурами пізнього збирання – ячменем на зерно та кукурудзою на зелений корм, де це зменшення становило відповідно 8,5–10,2 та 5,3-25,6 тис. м²/га.

Аналіз показників площі листя травостоїв конюшини лучної показав, що цей показник різнився не тільки під час укосів, але й залежав від норми висіву покривної культури. При збільшенні площі живлення рослина формує хоча і

Таблиця 2

**Площа листової поверхні конюшини лучної другого року
життя в безпокровних та підпокровних посівах залежно від густоти
рослин, тис.м²/га, (2022 р.)***

Спосіб створення травостою	Норми висіву млн./га		Укіс		
	покровна культура	конюшина лучна	перший	другий	в сумі
Безпокровний посів	-	5,0	55,7	68,8	124,5
	-	7,5	59,9	71,6	131,5
	-	10,0	62,3	80,4	142,7
Підсів під покрив ярого ячменю на зерно	2,5	7,5	68,5	84,7	153,2
	3,8	7,5	64,2	80,5	144,7
	5,0	7,5	62,1	80,9	143,0
Підсів під покрив проса на зелений корм	2,5	7,5	71,1	86,0	156,1
	3,8	7,5	64,6	79,9	144,5
	5,0	7,5	58,0	73,2	131,2
Підсів під покрив кукурудзи на зелений корм	0,2	7,5	68,6	79,7	148,3
	0,3	7,5	61,2	76,7	137,9
	0,4	7,5	55,6	67,1	122,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

дещо менший врожай, але біометричні показники у неї вищі порівняно з рослиною, яка росла і розвивалась в більш загущеному травостої.

Таким чином, в умовах правобережного Лісостепу України найбільш сприятливі умови для формування асиміляційної поверхні листків у конюшини лучної створюються на першому році використання травостоїв при нормі висіву конюшини в чистих посівах 10,0 млн/га – 142,7 тис.м²/га. При підпокровному вирощуванні максимальна величина площі листя відмічена при підсві конюшини під просо з нормою його висіву 2,5 млн/га відповідно 156,1 тис.м²/га та під кукурудзу з мінімальною нормою її висіву – 148,3 тис.м²/га.

Формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сільськогосподарських культур насамперед залежить від умов, які би сприяли оптимальній фотосинтезуючій діяльності рослин. Одним із головних завдань сучасних технологій вирощування польових культур є забезпечення належного рівня чистої продуктивності фотосинтезу – показника, який відображає нагромадження сухої речовини рослиною за добу і від значення якого прямо залежить величина врожайності культури.

Тривалість активної роботи асиміляційної поверхні листків конюшини, разом з її розмірами, має велике значення для ефективного використання сонячної енергії. Для характеристики фотосинтетичної роботи посіву за період вегетації використовують показник – фотосинтетичний потенціал (ФСП), який

характеризує сумарну площу листків за весь вегетаційний період, відображає особливості темпів росту і розвитку рослин, формування листкової поверхні в зв'язку з умовами, які впливають на її розвиток.

Фотосинтетичний потенціал – узагальнюючий показник, визначаючий норму висіву, строки і способи посіву, систему удобрення, водний режим та догляд за посівами. Він повніше, ніж площа листя, характеризує реальні можливості посіву в синтезі органічної речовини.

Висока продуктивність посіву забезпечується при умові, якщо ФСП посіву досягає оптимальної величини. Нечипорович А.О. вважав, що ФСП повинен складати не менше як 2 млн.м²/га на кожні 100 днів вегетації рослин. В кожному конкретному випадку 1000 одиниць фотосинтетичного потенціалу забезпечують відповідну кількість продукції (зерна, зеленої та сухої маси, сіна та ін.) [7].

Тому будь-який агротехнічний прийом, направлений на підвищення врожайності, буде ефективним тоді, якщо він забезпечує швидкий розвиток і формування оптимальної площі листків, підвищує продуктивність фотосинтезу та зберігає листя в активному стані можливо більш тривалий проміжок часу.

На даний час вітчизняними та зарубіжними вченими В дослідженнях накопичений досвід отримання врожаїв, запланованих із врахуванням розвитку ФСП різних культур.

Спостереження за площею листкової поверхні, ФСП, а також густотою стояння рослин на протязі вегетації, виявлення їх відхилень від оптимальних значень дозволяють, на думку цих дослідників, коректувати та приймати оперативні рішення для призначення агротехнічних заходів.

Про розміри і час роботи асиміляційного апарату можна судити по величині фотосинтетичного потенціалу. Проведеними дослідженнями встановлено, що величина фотосинтетичного потенціалу змінювалась залежно від способу посіву, від норм висіву покривних культур та конюшини, а також залежно від фаз розвитку та років використання (табл. 3).

Так на другому році в другому житті травостоїв конюшини лучної в другому укосі під час збирання безпокровних посівів максимальний показник ФСП відмічений при максимальній (10,0 млн/га) нормі висіву конюшини – 3,53 проти 3,06 млн.м².дн./га при мінімальній (5,0 млн/га) нормі висіву насіння. По величині фотосинтетичного потенціалу безпокровні посіви перед підпокровними переваг не мали.

В підпокровних посівах ФСП в більшій мірі залежав від норм висіву покривної культури, ніж конюшини. При збільшенні норми висіву покривної культури з мінімальної до максимальної фотосинтетичний потенціал зменшувався в середньому на 0,18–0,26 млн.м².дн./га під ячменем, на 0,19–0,49 під просом і на 0,82–0,56 млн.м².дн./га під кукурудзою (під час збирання другого укосу).

Серед підпокровних посівів максимальна величина фотосинтетичного потенціалу відмічена на варіантах із мінімальними нормами висіву покривної

Таблиця 3

**Фотосинтетичний потенціал на посівах конюшини другого року життя
залежно від норм посіву насіння покривних і підсівної культур,
млн.м²дн/га, (2022 р.)***

Спосіб створення травостою	Норми висіву млн./га		Перший укіс			Другий укіс		
	покривна культура	конюшина лучна	відростання- галуження	галуження- бутонізація	бутонізація- поч. цвітіння	відростання- галуження	галуження- бутонізація	бутонізація- поч. цвітіння
Безпокривний посів	–	5,0	0,501	1,63	2,87	0,563	1,86	3,06
	–	7,5	0,542	1,76	3,10	0,584	1,93	3,17
	–	10,0	0,562	1,84	3,22	0,689	2,27	3,53
Підсів <i>під покрив ярого</i> ячменю на зерно	2,5	7,5	0,605	1,97	3,46	0,735	2,42	3,76
	3,8	7,5	0,567	1,84	3,24	0,698	2,30	3,58
	5,0	7,5	0,550	1,79	3,15	0,695	2,27	3,50
Підсів під покрив проса на зелений корм	2,5	7,5	0,625	2,06	3,58	0,734	2,42	3,75
	3,8	7,5	0,560	1,82	3,19	0,693	2,29	3,56
	5,0	7,5	0,514	1,68	2,94	0,635	2,10	3,26
Підсів під покрив кукурудзи на зелений корм	0,2	7,5	0,603	1,96	3,45	0,692	2,28	3,55
	0,3	7,5	0,540	1,75	3,09	0,630	2,19	2,73
	0,4	7,5	0,491	1,60	2,81	0,584	1,93	2,99

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

культури. Під час збирання цей показник становив: під ячменем – 3,76, просом – 3,75 і під кукурудзою – 3,55 млн.м².дн./га, тобто від покривної культури не впливав на величину фотосинтетичного потенціалу травостоїв. Близькі величини ФСП були відмічені на варіантах із середніми нормами висіву покривних культур.

Слід відмітити, що величина фотосинтетичного потенціалу травостоїв суттєво змінювалась упродовж вегетації. В перші фази розвитку вона росте і розвивається повільно, тому у ці фази відмічені мінімальні показники ФСП. Максимальні ж величини ФСП спостерігаються у фазу бутонізації-початку цвітіння, тобто у найбільш продуктивну фазу розвитку рослин. Різниця у величині фотосинтетичного потенціалу під час укосів була незначна, але тенденція до збільшення величини ФСП на варіантах спостерігалась.

Основними процесами, що відбуваються в агрофітоценозах є конкуренція. Знаходячись під покривом, конюшина конкурує з покривною культурою, а в одновидових посівах відносини визначаються внутрішньовидовою конкуренцією, при якій слабкі рослини гинуть. Завдання людини (науковця,

виробничника) полягає у створенні для рослин конюшини лучної таких умов, які сприяли б досягненню максимальної її продуктивності. Як і в інших видів рослин, фотосинтетичний потенціал конюшини залежить як від індивідуальних фізіологічних особливостей росту і розвитку рослин, так і від умов зовнішнього середовища. Змінюючи умови вирощування конюшини можна тим самим підвищити величину ФСП.

Отже, можна зробити висновок проте, що максимальна величина фотосинтетичного потенціалу забезпечується травостоями конюшини лучної першого року використання (другого року життя) на час збирання. В безпокровних посівах при максимальній (10,0 млн/га), при висіві під покрив - з мінімальною висіву покривної культури і середньою конюшини лучної. При таких нормах висіву ФСП травостоїв конюшини знаходиться в межах 3,17–3,76 млн.м².дн./га.

Кожного року на Землі в процесі фотосинтезу утворюється біля 80 млрд. тонн сухої органічної речовини, але рослини використовують лише незначну кількість ФАР. На всю площу посівів земної кулі, за період вегетації, надходить приблизно $18,8 \cdot 10^{18}$ кДж ФАР, а фіксується біля $16,4 \cdot 10^{16}$ кДж [8].

Верхня межа органічної речовини, яка утворюється в процесі фотосинтезу, обумовлена величиною сонячної радіації, яка надходить і генетичними особливостями рослин.

Енергія сонячної радіації є єдиним фактором, який змінити практично не можливо. Кількість променевої енергії, яку отримують рослини, визначає межу продуктивності відомої площі землі” [9]. Але можна збільшити використання рослинами сонячної енергії, перш за все регулюючи належним чином світловий режим і впливаючи на інші фактори життя рослин за допомогою комплексу технологічних, агроеліоративних, агрохімічних та інших заходів.

Інтенсивність процесу фотосинтезу листків різних сільськогосподарських культур при зрошенні в багато разів вища, ніж у рослин, які не поливаються, як в окремі часи, так і при обліку сумарної денної величини. Природно, величина накопичення сухої речовини урожаю у різних культур при зрошенні і без зрошення буде не однаковою.

Підвищення коефіцієнту використання сонячної енергії і накопичення сухої речовини можна досягти шляхом раціонального розміщення рослин (густота стояння), застосування добрив та ін. В умовах сьогодення можна досягти головного – отримати максимальну урожайність, коли основні інтегральні кількісні фізіологічні процеси – фотосинтез і ріст регулюються трьома основними факторами: водою, живленням і густотою посіву, дозволяючи в максимальній мірі використовувати найважливіший фактор – сонячне світло, його енергію для фотосинтезу і тепло для росту.

Коефіцієнт використання сонячної енергії повинен служити основним критерієм при оцінці дії і взаємодії агротехнічних заходів. З енергетичної точки зору збільшити урожайність конюшини лучної – означає підвищити коефіцієнт використання ФАР до теоретично можливого, який і визначає максимальний

урожай. Підвищення коефіцієнта використання ФАР рослинами є одним із основних резервів різкого збільшення їхньої продуктивності.

Згідно досліджень середнє значення коефіцієнта використання ФАР повинні складати: в звичайних виробничих посівах – 0,5–1,5 %, добрих – 1,5–3, рекордних – 3,5–5, в теоретично можливих – 6–8 % [10].

Використання рослинами ФАР визначали згідно рекомендацій Х.Г. Тьомінга і Б.І. Гуляєва за формулою: $K = M \times P / O_{\text{ФАР}} \times 100$;

де К – коефіцієнт використання ФАР ;

М - маса сухої речовини, яка накопичена за вегетацію, кг/га;

Р – калорійність рослин, ккал./кг;

$O_{\text{ФАР}}$ – прихід ФАР за вегетацію млрд. ккал. на 1 га.

Наші дослідження показали, що найбільший коефіцієнт використання фотосинтетичної радіації був у травостоїв першого року використання (другого року життя) на варіантах із середніми та максимальними нормами висіву конюшини – безпокровних посівів та мінімальній нормі висіву покривної культури, відповідно 2,01 та 2,08 %. Подальше збільшення норм висіву покривних культур і конюшини не сприяло зростанню цього показника (табл. 4).

Таблиця 4

Використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) травостоями конюшини лучної другого року життя, %, (2022 р.)*

Спосіб створення травостою	Норми висіву млн/га		Урожай сухої речовини, ц/га			
	покривна культура	конюшина лучна	I укіс	II укіс	в сумі за два укоси	коефіцієнт використання ФАР, %
Безпокровний посів	–	5,0	53,7	58,4	112,1	1,89
	–	7,5	58,8	58,4	117,2	2,01
	–	10,0	58,5	56,8	115,3	2,01
Підсів під покрив ярого ячменю на зерно	2,5	7,5	67,3	55,3	122,6	2,08
	3,8	7,5	62,7	46,5	109,2	1,89
	5,0	7,5	54,3	49,0	103,3	1,78
Підсів під покрив проса на зелений корм	2,5	7,5	60,5	58,8	119,3	1,93
	3,8	7,5	57,9	54,9	112,8	1,84
	5,0	7,5	58,2	54,1	112,3	1,82
Підсів під покрив кукурудзи на зелений корм	0,2	7,5	52,5	53,5	106,0	1,73
	0,3	7,5	56,1	55,4	111,5	1,78
	0,4	7,5	67,9	54,4	122,3	1,82

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Максимальне значення коефіцієнта використання ФАР відмічено на варіантах при підсіві конюшини під покрив ярого ячменю на зерно з мінімальною і середньою нормами його висіву – 2,08 та 1,89 %.

Результати наших досліджень свідчать, що за ефективністю акумуляції сонячної енергії кращі показники забезпечують травостої конюшини лучної другого року життя. Одержані результати досліджень свідчать про те, що із зниженням урожайності травостоїв конюшини другого року використання (ІІ укіс) кількість енергії, яка накопичується в сухій речовині корму, зменшується, що в свою чергу призводить до зниження коефіцієнта використання ФАР посівами конюшини. В безпокровних посівах конюшини лучної найменші значення величини показників використання ФАР забезпечували посіви з мінімальною (5,0 млн/га) нормою висіву конюшини – 1,89%, що на 0,12% менше за показник, який одержано на варіантах із середньою (7,5) та максимальною (10,0 млн/га) нормами висіву покривної культури, тобто ті варіанти де негативний вплив загушення підсіяної конюшини однорічними покровними культурами був найбільш виражений.

Таким чином, висів конюшини лучної під покрив ярого ячменю на зерно з нормою його висіву 2,5 і конюшини лучної 7,5 млн/га, сприяючи збільшенню площі листової поверхні рослин конюшини другого року життя до 153,2 тис.м²/га і фотосинтетичного потенціалу до 3,76 млн.м²дн/га, підвищувало використання фотосинтетичноактивної радіації до 2,08 % .

Висновки і перспективи подальших досліджень. В середньому за два укуси найбільшу сумарну площу листя мав травостій, сформований при підсіві конюшини під просо з нормами висіву насіння відповідно 7,5 та 2,5млн/га – 156,1 тис.м²/га. Близьким він був в аналогічних за нормами висіву варіантах з ячменем і кукурудзою – 153,2 і 148,3 тис.м²/га. При безпокровному вирощуванні найбільшу площу асиміляційної поверхні забезпечили варіанти з максимальною (10,0 млн/га) нормою висіву – 142,7 тис.м²/га. При цьому слід прийняти до уваги, що безпокровний посів знаходився на другому, тоді як підпокровні – на першому році використання травостою. На варіантах де конюшина вирощувалась без покриву відмічене зростання величини площі листової поверхні. На травостоях конюшини лучної першого року використання (другого року життя) на варіантах із середніми і максимальними нормами висіву покровних культур спостерігалось зниження величини листової поверхні посівів.

Акумулювання сонячної енергії травостоями конюшини лучної залежало від року життя конюшини. За цим показником посіви конюшини лучної другого року життя суттєво переважали травостої першого року (рік посіву). При цьому коефіцієнт використання фотосинтетичної радіації був на рівні 2,08-1,73 %. Із зниженням урожайності травостоїв конюшини другого року використання кількість енергії, яка накопичується в сухій речовині корму, зменшується, що в свою чергу призводить до зниження коефіцієнта використання ФАР травостоями конюшини лучної.

Список використаної літератури

1. Demydas' G.I., Zakhlebaev M.V. Density formation of white sweet clover in a single-crop and compatible sowings with annual cereal crops. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. Вип. 1. С. 53–56.

2. Амонс С.Е. Вплив норм висіву покривного ячменю і конюшини лучної на продуктивність ланки сівозміни в умовах зрошення центрального Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького держ. аграр. університету*. 2001. Вип. 9. С. 31–35.

3. Квітко Г.П., Ткачук О.П., Гетман Н.Я. Багаторічні бобові трави – основа природної інтенсифікації кормовиробництва та поліпшення родючості ґрунту в Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 113–117.

4. Забарна Т.А. Формування продуктивності конюшини лучної залежно від факторів інтенсифікації. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 95–108.

5. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин: [під редакцією А.О. Бабича]: Вінниця, 1998. 78 с.

6. Коваленко В.П. Формування площі листової поверхні та урожайність багаторічних трав у залежності від його складу та рівня мінерального живлення. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія»*. 2015. Вип. 210, Ч. 1. С. 58–63.

7. Козяр О.М. Формування листкового апарату бобово-злаковими агрофітоценозами залежно від їх складу та рівня мінерального удобрення в умовах правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2006. Вип. 102. С. 96–101.

8. Atkin O.K., Millar A.N., Gardeström P., Day D.A. Photosynthesis, Carbohydrate Metabolism and Respiration in Leaves of Higher Plants. *Photosynthesis: Physiology and Metabolism* / Eds Leegood R.C., Sharkey T.D., von Gaemmerer S. Berlin: Springer-Verlag, 2000. P. 153–175.

9. Стоцька С.В. Динаміка наростання листової поверхні та концентрація хлорофілу в конюшині лучній. *Корми і кормовиробництво*. 2009. Вип. 62. С. 112–119.

10. Гуляєв Б.І. Фотосинтез і екофізіологічні основи фотосинтетичної продуктивності кукурудзи. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. К.: Фітосоціоцентр, 2006. С. 257–302.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Demydas' G.I., Zakhlebaev M.V. (2017). Density formation of white sweet clover in a single-crop and compatible sowings with annual cereal crops. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. Issue 1. 53–56. [in Ukrainian].

2. Amons S.E. (2001). Vplyv norm vysivu pokryvnoho yachmeniu i koniushyny luchnoi na produktyvnist lanky sivozminy v umovakh zroshennia tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. [*The effect of sowing rates of cover barley and meadow clover on*

the productivity of the crop rotation link in the irrigation conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzh. ahrar. universytetu – Collection of scientific papers of the Vinnytsia state. agrarian university*. Issue 9. 31–35. [in Ukrainian].

3. Kvitko H.P., Tkachuk O.P., Hetman N.Ya. (2012) Bahatorichni bobovi travy – osnova pryrodnoi intensyfikatsii kormovyrobnytstva ta polipshennia rodiuchosti gruntu v Lisostepu Ukrainy. [*Perennial leguminous grasses are the basis of natural intensification of fodder production and improvement of soil fertility in the Forest Steppe of Ukraine*]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*. , Issue 73. 113–117. [in Ukrainian].

4. Zabarna T.A. (2021). Formuvannia produktyvnosti koniushyny luchnoi zalezho vid faktoriv intensyfikatsii. [*Formation of meadow clover productivity depending on intensification factors*]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. 21. 95–108. [in Ukrainian].

5. Metodyka provedennia doslidiv z kormovyrobnytstva ta hodivli tvaryn (1998): [*Methods of conducting experiments on fodder production and animal feeding*] [pid redaktsiieiu A.O. Babycha]: Vinnytsia, 78. [in Ukrainian].

6. Kovalenko V.P. (2015) Formuvannia ploshchi lystovoi poverkhni ta urozhainist bahatorichnykh trav u zalezhnosti vid yoho skladu ta rivnia mineralnogo zhyvlennia. [*Formation of leaf surface area and yield of perennial grasses depending on its composition and level of mineral nutrition*]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriia «Ahronomiia»*. Scientific bulletin of NUBiP of Ukraine. "Agronomy" series. Issue 210, 1. 58–63. [in Ukrainian].

7. Koziar O.M. (2006). Formuvannia lystkovoho aparatu bobovo-zlakovymy ahrofitotsenozamy zalezho vid yikh skladu ta rivnia mineralnogo udobrennia v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [*Formation of the leaf apparatus by legume-cereal agrophytocenoses depending on their composition and the level of mineral fertilization in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine*]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Scientific Bulletin of the National Agrarian University*. Issue 102. 96–101. [in Ukrainian].

8. Atkin O.K., Millar A.N., Gardeström P., Day D.A. (2000). Photosynthesis, Carbohydrate Metabolism and Respiration in Leaves of Higher Plants // *Photosynthesis: Physiology and Metabolism* / Eds Leegood R.C., Sharkey T.D., von Gaeumerer S. Berlin: Springer-Verlag. 153–175. [in English].

9. Stotska S.V. (2009). Dynamika narostannia lystovoi poverkhni ta kontsentratsiia khlorofilu v koniushyni luchnii. [*Dynamics of leaf surface growth and chlorophyll concentration in meadow clover*]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*. Issue 62. 112–119. [in Ukrainian].

10. Hulciaiev B.I. (2006). Fotosyntezi i ekofiziologichni osnovy fotosyntetychnoi produktyvnosti kukurudzy. Rehuliatsiia fotosyntezi i produktyvnist roslin: fiziologichni ta ekolohichni aspekty. [*Photosynthesis and ecophysiological basis of photosynthetic productivity of corn. Regulation of photosynthesis and plant*

productivity: physiological and ecological aspects]. К.: Фітосотсіотсентр. 257–302. [in Ukrainian].

ANNOTATION

PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF MEADOW CLOVER CROPS COVERLESS AND UNDERCOVER CROPS, DEPENDING ON THE NORMS OF THEIR SOWING

The productivity of under-cover and no-cover sowings of meadow clover under different sowing rates of cover and under-sowing crops in the forest-steppe remains insufficiently studied, the choice of sowing method is determined by biological, soil-climatic conditions, economic and economic possibilities of the farm.

The article presents the results of studies on the influence of the method of creating a grass stand and different sowing rates of cover crops and under seeding on the formation of photosynthetic productivity of meadow clover crops in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. Research has established that the method of creating a grass stand and the rate of sowing of cover crops and seed crops significantly influenced the level of yield, the formation of indicators of the assimilation surface, photosynthetic potential and the use of photosynthetically active radiation (PAR) by meadow clover grass stands. Research has established that the method of creating a grass stand and the rate of sowing of cover crops and seed crops significantly influenced the level of yield, the formation of indicators of the assimilation surface, photosynthetic potential and the use of photosynthetically active radiation (PAR) by meadow clover grass stands.

At the same time, it should be taken into account that no-cover sowing was in the second year, while under-cover sowing was in the first year of using the grass stand. In coverless crops, with an increase in the rate of sowing seeds, the area of the leaf surface increased. In all cases, increasing the sowing rate of cover crops reduced the leaf surface area of clover in the second year of life.

The conducted studies showed that grass clover accumulates solar energy most effectively in the first year of use. The coefficient of use of PAR was in the range of 2,01-1,66%. Its maximum value was noted on the option with clover under-sowing under millet with the minimum rate of its sowing and the average meadow clover – 2,01%.

Keywords: meadow clover, growing method, productivity, yield, photosynthesis, leaf surface area, photosynthetic potential.

Tabl. 4. Lit. 10.

Інформація про автора

Амонс Сергій Едуардович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: sergeyamons@gmail.com).

Amons Sergey – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Botany, Genetics and Plant Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: sergeyamons@gmail.com).