

УДК: 635.652:631.847.211

**ФОТОСИНТЕТИЧНА
ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН
КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

Ю. М. ШКАТУЛА, канд. с.-г.
наук, доцент Вінницький
національний аграрний
університет

Розглянуто вплив використання гербіцидів та стимуляторів росту на динаміку формування листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, динаміку чистої продуктивності фотосинтезу агроценозів квасолі звичайної в умовах Лісостепу Правобережного. Встановлено, що найкращі показники по фотосинтетичній продуктивності квасолі сорту Галактика були отримані у варіанті досліджу, де застосовувались гербіцид Пульсар в нормі витрат 0,7 л/га та стимулятор росту Емістим С, в нормі витрати 10 мл/га: площа листкової поверхні була на рівні 39,2 тис. м²/дн./га, фотосинтетичний потенціал 0,59 млн. м²/дн./га, а чиста продуктивність фотосинтезу становила 5,3 г/м² за добу.

Ключові слова: квасоля звичайна, сорт, гербіцид, стимулятор росту, чиста продуктивність фотосинтезу, Вінницький національний аграрний університет, ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум».

Табл. 3. Літ. 10.

Постановка проблеми. Зернові бобові культури, в тому числі і квасоля звичайна, набувають особливого значення в Україні. Квасоля як продукт харчування має важливе значення у продовольчому балансі країни, адже її насіння за вмістом білку переважає зернові культури в 2-3 рази і більше, та містить 28-32% збалансованого за амінокислотним складом білку, а також більше 40% вуглеводів, вітамінів А, В, С, Е, ферментів, мінеральних речовин.

Квасоля володіє високою потенційною врожайністю, яка реалізується в разі дотримання агротехнічних вимог і рекомендацій. Її середня врожайність у світі близько 0,07 т/га, а за оптимальних умов – сягає 3,0 – 4,5 т/га [5, 10].

Продуктивність агроценозів квасолі перебуває у тісному зв'язку з площею листків, тривалістю та інтенсивністю фотосинтезу. Варто враховувати рівень забур'яненості посівів квасолі, розмірів фотосинтетичного апарату, який залежить від затінення листків, погіршення їх освітленості, погіршення аерації, що в свою чергу, уповільнює перенесення до листя вуглекислого газу і призводить до погіршення умов фотосинтезу, зниження ефективності водопостачання й удобрення рослин квасолі.

Фотосинтез і азотфіксація є найбільш важливими процесами в житті бобових рослин. Регулювання цих процесів в агротехнології, спрямовані на забезпечення ефективного використання необхідних для рослин факторів навколишнього середовища [2].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур повинно відбуватися за рахунок поліпшення умов інтенсивності та ефективності фотосинтезу, збільшення площі листової поверхні й періоду “роботи” листків, що сприятиме зростанню господарсько-цінного продукту [4].

Першоджерелом утворення органічної речовини урожаю рослин квасолі посівної являється фотосинтез. Тому важливо створити оптимальні умови для формування і функціонування фотосинтетичного апарату, що забезпечить високу продуктивність посівів.

Підвищення швидкості фотосинтезу являє собою значний резерв для рослинництва. За рекомендаціями вчених, коефіцієнт використання сонячних променів можна підвищити приблизно у 10 разів. Таке регулювання можливе двома шляхами: селекцією і створенням оптимальних умов живлення рослин. Необхідно відзначити, що точні величини швидкості фотосинтезу, які необхідні для одержання максимальних врожаїв, не визначені й досі. Справа в тому, що швидкість фотосинтезу – це вирішальний чинник формування врожаїв у тих випадках, коли ліквідована лімітована дія більшості інших чинників (забур’яненість, дефіцит елементів мінерального живлення та вологи тощо) [11].

Оптимальний ріст листової поверхні та формування високого фотосинтетичного потенціалу листя значною мірою залежать від обґрунтованості технологій вирощування, які забезпечують більш тривалу роботу листового апарату.

Серед головних заходів при вирощуванні квасолі є хімічний захист посівів від бур’янової рослинності. Проблему захисту посівів від бур’янів необхідно вирішувати шляхом удосконалення хімічного методу боротьби, зокрема використання регуляторів росту, які підвищують стійкість рослин до несприятливих чинників природного та антропогенного походження [3, 9].

Фотосинтетичний апарат квасолі звичайної від сходів до збирання безперервно змінюється, досягаючи максимуму в період «бутонізація-цвітіння» цієї культури. Чим більша площа листового апарату квасолі, тим вищий фотосинтетичний потенціал на одиницю площі [7].

Формування врожаю насіння квасолі розглядається як результат не окремих чинників, а всіх елементів фотосинтетичної діяльності рослин, а саме – інтенсивності і чистої продуктивності фотосинтезу, площі листків і фотосинтетичного потенціалу, коефіцієнтів енергетичної ефективності фотосинтезу.

Формулювання цілей статті. Мета досліджень – визначення впливу застосування гербіцидів та стимуляторів росту в агроценозах квасолі звичайної сорту Галактика на формування показників площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу в умовах Лісостепу Правобережного.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводили у період 2014-2016 років в умовах дослідного поля ВНАУ.

Грунт на дослідній ділянці – сірий лісовий середньо-суглинковий. За даними агрохімічного обстеження вміст гумусу в орному шарі низький – 3%. Вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) низький – 7,0-8,0; рухомого фосфору (за Чіріковим) високий – 16,0-19,4; обмінного калію (за Чіріковим) підвищений – 9,5 мг/100 г ґрунту. Гідролітична кислотність висока і становить 4,32 мг-екв./100г ґрунту. За обмінною кислотністю $pH_{\text{сол}}$ 5,0-5,4 – ґрунт середньо-кислий. Ґрунт дослідної ділянки та його агрохімічні показники є типовими для даної зони і придатні для вирощування квасолі.

Об'єктами досліджень слугували сорт квасолі Галактика, гербіциди та стимулятор росту. Перед посівом насіння квасолі оброблялось Ризобіфітом. Норма висіву – 500 тис. насінин на 1 га на фоні мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$, ширина міжрядь 45 см, глибина сівби – 3-4 см, строк сівби – друга половина травня. Попередник – озима пшениця.

Площу листової поверхні визначали методом «висічок». Фотосинтетичний потенціал, чисту продуктивність фотосинтезу розраховували за методикою А.О. Ничипоровича [8].

Одним з основних показників фотосинтетичної діяльності рослин, що визначають урожайність, є величина площі листя, динамічність її формування і фотосинтетичний потенціал [6].

Площа листової поверхні рослин визначає не тільки ефективність роботи їх фотосинтетичного апарату, а й власне показ наскільки активно рослини розвиваються в певні періоди настання фенологічних фаз. Для підвищення фотосинтезуючої діяльності агрофітоценозів квасолі потрібні: збільшення часу роботи листової поверхні посівів, як за рахунок більш раннього її формування, так і подовження часу роботи сформованого листового апарату; оптимізації внутрішньої структури агрофітоценозів як фотосинтезуючої системи; використання біологічного потенціалу сортів квасолі адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних умов; агротехнічне та хімічне забезпечення оптимального ходу фотосинтетичних процесів.

В результаті досліджень було відмічено, що площа листової поверхні рослин квасолі була мінімальною на початку вегетації. Так, у фенофазу утворення 3-го трійчастого листка в середньому по досліді формувалось 6,1 тис.м²/га листової поверхні, що було явно недостатньо для ефективного контролювання надходження сонячної енергії до поверхні ґрунту, та пригнічення сходів бур'янів. Відхилення площі листового апарату квасолі мали незначні відхилення на всіх варіантах досліді. Для вивчення впливу факторів у досліді (сорт квасолі, гербіцид пульсар, стимулятор росту Емістим С,) в першу чергу використовувався показник площі листової поверхні у кінці цвітіння квасолі. Так, на контролі площа листової поверхні складала 33,1 тис.м²/га. При позакореновому внесенні стимулятора росту Емістим С

площа листкової поверхні підвищувалась до 35,3 тис.м²/га, що було більше порівняно з контролем на 2,2 тис.м²/га. Найбільші показники площі листкової поверхні рослин квасолі були відмічені на ділянках де вносився гербіцид Пульсар в нормі витрат 0,7 л/га + Емістим С в нормі витрат 10 мл/га – 39,2 тис.м²/га (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка формування площі листкової поверхні рослин квасолі звичайної залежно від препаратів, тис.м²/га*

Варіант досліджу	Фенологічні фази					
	Третій справжній листок	Бутонізація	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Налив насіння	Початок достигання
Без застосування препаратів (контроль)	6,1	10,3	18,0	33,1	26,4	7,8
Емістим С, 10 мл/га	6,1	11,2	19,6	35,3	29,0	8,0
Пульсар 40, в.р. 0,7 л/га	6,1	12,9	22,7	36,8	32,1	8,5
Пульсар 40, в.р. + Емістим С (0,7 л/га +10 мл/га)	6,1	13,5	23,8	39,2	34,4	8,9

Джерело: сформовано на основі власних результатів досліджень

Фотосинтетична діяльність рослин квасолі залежить від величини площі листкового апарату і тривалості міжфазних періодів. Фотосинтетичний потенціал посівів квасолі звичайної на контрольних ділянках у фазу кінець цвітіння – налив насіння склав 0,41 млн. м²/дн./га. Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу рослин квасолі були відмічені на ділянках де вносився гербіцид Пульсар, та на ділянках, де крім внесення гербіциду вносився регулятор росту Емістим С. Так, у фенологічну фазу «кінець цвітіння -налив насіння» дані показники були на рівні 0,55-0,59 млн. м²/дн./га. Таким чином, в умовах регіону формування фотосинтетичного потенціалу найбільш залежало від гербіциду, ніж від стимулятора росту (табл. 2).

Важливим показником, що характеризує потенційні можливості рослин щодо формування врожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Установлено, що на відміну від формування асиміляційної поверхні листків, динаміка ЧПФ квасолі протягом вегетаційного періоду мала зворотну залежність: від сходів до початку цвітіння вона зростала, набувала абсолютного максимуму, а з фази цвітіння зменшувалася; за період «кінець цвітіння – утворення бобів» вона знову зростала і досягала другого максимуму, хоча

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал агроценозу квасолі звичайної залежно від препаратів, млн. м²/дн./га.*

Варіант досліджу	Фенологічні фази					
	Третій справжній листок – бутонізація	Бутонізація – початок цвітіння	Початок цвітіння – кінець цвітіння	Кінець цвітіння – налив насіння	Налив насіння – фізіологічна стиглість	Початок досягання – початок досягання
Без застосування препаратів (контроль)	0,14	0,15	0, 25	0,41	0,40	0,27
Емістим С, 10 мл/га	0,15	0,16	0,26	0,48	0,47	0,28
Пульсар 40, в.р. 0,7 л/га	0,15	0,17	0,31	0,55	0,54	0,32
Пульсар 40, в.р. + Емістим С (0,7 л/га +10 мл/га)	0,15	0,19	0,34	0,59	0,57	0,33

Джерело: сформовано на основі власних результатів досліджень

порівняно з першим зростанням ЧПФ друге є помітно нижчим. Далі ЧПФ знову зменшувалася. Таким чином, визначено синусоїдний характер формування показників ЧП. Чиста продуктивність фотосинтезу залежить як від біологічних особливостей культури, так і від комплексу зовнішніх факторів: сонячної радіації, температури повітря, вологості ґрунту, рівня мінерального живлення, а також застосування регуляторів росту рослин [1]. На відміну від загальної продуктивності фотосинтезу, чиста продуктивність не містить органічної маси, яка витрачається рослинами на дихання, а тільки ту, що накопичується за добу. Як наслідок, чиста продуктивність фотосинтезу повніше, ніж площа листків, відображає реальні можливості агробіоценозу щодо синтезу органічної речовини. Вона є одним з найважливіших параметрів, з яким корелює рівень урожайності. При вивченні чистої продуктивності фотосинтезу агроценозів квасолі звичайної було встановлено, що максимум припадав на періоди «третій справжній листок–бутонізація» - 4,9-5,0 г/м² за добу та «бутонізація–початок цвітіння» – 4,8-5,3 г/м² за добу, помітно знижуючись у подальші фенологічні фази залежно від застосування гербіциду та стимулятора росту (табл. 3).

Вищою інтенсивністю накопичення органічної речовини одиницею листової поверхні в період «бутонізація–початок цвітіння» характеризувалась квасоля, посіви якої оброблялись гербіцидом Пульсар та стимулятором росту Емістим (5,3 г/м² за добу). Дані посіви квасолі звичайної формували вищу врожайність насіння.

Таблиця 3

**Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів квасолі
звичайної залежно від препаратів, г/м² за добу**

Варіант досліджу	Фенологічні фази				
	Третій справжній листок – бутонізація	Бутонізація – початок цвітіння	Початок цвітіння – кінець цвітіння	Кінець цвітіння – налив насіння	Налив насіння – початок досягання
Без застосування препаратів (контроль)	1,9	1,2	1,0	1,2	0,6
Емістим С, 10 мл/га	2,0	2,3	2,2	3,5	0,8
Пульсар 40, в.р. 0,7 л/га	4,9	4,8	3,6	3,8	0,9
Пульсар 40, в.р. + Емістим С (0,7 л/га +10 мл/га)	5,0	5,3	3,7	3,9	1,2

Джерело: сформовано на основі власних результатів досліджень

Висновки і перспективи подальших досліджень. Система захисту посівів квасолі від бур'янової рослинності та застосування стимуляторів росту суттєво впливає на формування і функціонування фотосинтетичного апарату рослин квасолі. Відмічено, що найкращі результати по фотосинтетичній продуктивності квасолі сорту Галактика були відмічені у варіанті досліджу, де застосовувались гербіцид Пульсар в нормі витрат 0,7 л/га та стимулятор росту Емістим С, в нормі витрати 10 мл/га: площа листової поверхні була на рівні 39,2 тис. м²/дн./га, фотосинтетичний потенціал 0,59 млн. м²/дн./га, а чиста продуктивність фотосинтезу становила 5,3 г/м² за добу.

Список використаної літератури

1. Бабич О.А., Венедиктов О.М. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2004. Вип. 53. С. 83-88.
2. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. Вісн. аграр. науки. 1996. №2. С. 34-39.
3. Жеребко В.М. Хімічний метод контролю забур'яненості посівів в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Карантин і захист рослин. 2014. № 2. С. 22-24.
4. Петриченко В. Ф., Вишнеvsька О.В., Тугуєва І.В. Фотосинтетична діяльність люпину вузьколистого в монопосівах та агроценозах в умовах Полісся України. Корми і кормовиробництво. 2010. Вип. 66. С. 3-8.

5. Полянська Л. А., Чалий О.М. Квасоля в сучасних умовах господарювання. Пропозиція. 2001. № 11. С. 44-45.
6. Сухова Г.І. Фотосинтетична діяльність сортів сочевиці в умовах Східного Лісостепу України. Вісник ХНАУ, 2012. Вип. 2. С. 150-155.
7. Тихончук П.В., Муратов А.А. Фотосинтетическая деятельность и урожай фасоли обыкновенной в зависимости от предпосевной обработки семян. Аграрный вестник Урала. Всероссийский научный аграрный журнал. 2008. №6 (48). С.42-44.
8. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Издательство АН СССР, 1961. 135 с.
9. Шкатула Ю. М., Булавко О.В. Гербіциди та стимулятори росту у технології вирощування квасолі на зерно. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво”. 2017. № 5. С. 232-240.
10. Мазур О.В., Пороховник І.І. Оцінка вихідного матеріалу для селекції квасолі звичайної на ранньостиглість та урожайність. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2017. №6 (Т. 2) С. 51-59.
11. Основи фізіології формування врожаїв польових культур. URL: <https://poznayka.org/s46010t1.html>.

Список використаної літератури у транслітерації / Reherences

1. Babych O.A., Venedyktov O.M. (2004). Fotosyntetychna diialnist ta urozhainist nasinnia soi zalezno vid strokiv sivby ta systemy zakhystu vid khvorob v umovakh lisostepu Ukrainy [*The photosynthetic activity and yield of soybean seeds depending on the time of sowing and the system of protection against diseases in the conditions of the forest-steppe of Ukraine*]. Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production. Issue. 53, 83-88 [in Ukrainian].
2. Babych A.O., Petrychenko V.F., Adamen F.F. (1996). Problema fotosyntezy i biolohichnoi fiksatsii azotu bobovymy kulturamy [*The problem of photosynthesis and biological fixation of nitrogen by leguminous cultures*]. Visn. ahrar. Nauky – Bulletin of Agrarian Science. 2, 34-39 [in Ukrainian].
3. Zharebko V.M. (2014). Khimichniy metod kontroliu zaburianenosti posiviv v intensyvnykh tekhnolohiiakh vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur [*The chemical method of control of indigestion of crops in intensive technologies of cultivation of crops*]. Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection. 2, 22-24 [in Ukrainian].
4. Petrychenko V. F., Vyshnevskaya O.V., Tuhuieva I.V. (2010). Fotosyntetychna diialnist liupynu vuzkolystoho v monoposivakh ta ahrotsenozakh v umovakh Polissia Ukrainy [*The photosynthetic activity of lupine in the monoliths and agrocentoses in the conditions of the Polissya of Ukraine*]. Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production. Issue. 66, 3-8 [in Ukrainian].

5. Polianska L. A. Chalyi O. M. (2001). Kvasolia v suchasnykh umovakh hospodariuvannia [*The beans in modern conditions of farming*]. Propozytsiia – Offer. 11, 44-45 [in Ukrainian].

6. Sukhova H.I. (2012). Fotosyntetychna diialnist sortiv sochevytsi v umovakh Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [*The photosynthetic activity of lentil varieties in the conditions of the Eastern Forest-steppe of Ukraine*]. Visnyk KhNAU – Herald KhNUU. Issue. 2, 150-155 [in Ukrainian].

7. Tykhonchuk P.V., Muratov A.A. (2008). Fotosyntetycheskaia deiatelnost y urozhai fasoly obyknovennoi v zavysymosti ot predposevnoi obrabotky semian [*The photosynthetic activity and the harvested bean crop depending on presowing seed treatment*]. Ahrarnyi vestnyk Urala: Vserossyiskyi nauchnyi ahrarnyi zhurnal – The agrarian messenger of the Urals. All-Russian scientific agrarian journal. 6 (48), 42-44 [in Russian].

8. Nychporovych A.A., Strohanova L.E., Chmora S.N. (1961). Fotosyntetycheskaia deiatelnost rastenyi v posevakh [*The photosynthetic activity of plants in crops*]. Moskva.: Yzdatelstvo AN SSSR. [in Russian].

9. Shkatula Yu.M., Bulavko O.V. (2017). Herbitsydy ta stymuliatory rostu u tekhnolohii vyroshchuvannia kvasoli na zerno [*The herbicides and growth promoters in bean growing technology for grain*]. Zbirnyk naukovykh prac VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry. 5, 232-240 [in Ukrainian].

10. Mazur O.V., Poroxovnyk I.I. (2017). Ocinka vyxidnogo materialu dlya selektsiyi kvasoli zvychnoyi na rannostyglit ta urozhajnist [*Estimation of the source material for selection of common beans for early maturity and yield*]. Zbirnyk naukovykh prac VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry. 6 (Vols.2), 51-59 [in Ukrainian].

11. Osnovy fiziologiyi formuvannya vrozhayiv polovykh kultur. URL: <https://poznayka.org/s46010t1.html>. [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Показано влияние использования гербицидов и стимуляторов роста на динамику формирования листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, динамику чистой продуктивности фотосинтеза посевов фасоли обыкновенной в условиях Лесостепи Правобережной. Определено, что наилучшие показатели по фотосинтетической продуктивности фасоли сорта Галактика были исследованы в варианте, где применялись гербицид Пульсар в норме расхода 0,7 л/га и стимулятор роста Емистим С, в норме расхода 10 мл/га: площадь листовой поверхности была на уровне 39,2 тыс. м²/дн./га, фотосинтетический потенциал 0,59 млн. м²/дн./га, а чистая продуктивность фотосинтеза составляла 5,3 г/м² за сутки.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, сорт, гербицид, стимулятор роста, чистая продуктивность фотосинтеза.

Табл. 3. Лит. 10.

ANNOTATION

THE PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF COMMON BEANS PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Effect of use of herbicides and growth stimulators on the dynamics of leaf surface formation, photosynthetic potential, dynamics of pure productivity of photosynthesis of agrocenoses of common beans in conditions of the right-bank forest steppe is shown. It was found that the best indexes for the photosynthetic performance of the Galactic variety was obtained in the experimental version where the Pulsar herbicide was used in the rate of expenditure of 0.7 l / ha and the growth stimulator Emistim C, in the rate of expenditure of 10 ml / ha: the area of the leaf surface was at the level 39.2 thousand m² / day / ha, the photosynthetic potential was 0.59 million m² / day / ha, and the net photosynthesis productivity was 5.3 g / m² per day.

Keywords: common beans, variety, herbicide, growth stimulator, pure productivity of photosynthesis

Tabl. 3. Lit. 10.

Інформація про автора

Шкатула Юрій Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-meil: shkatula@vsau.vin.ua).

Шкатула Юрій Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3. e-meil: shkatula@vsau.vin.ua).

Shcatula Yuri Mykolaiovych – Candidate of Agricultural Sciences, Associate of Professor of the department of agriculture, soil science and agrochemistry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonaychna St. 3., e-mail: shkatula@vsau.vin.ua).