
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

PAGE OF A YOUNG SCIENTIST

УДК 633.171: 620.952: 631,8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.47>

ВПЛИВ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПЛЕКСНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРОСА ПОСІВНОГО (*PANICUM MILIACEUM L*)

Нікітенко М.П. – аспірант, асистент кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Стаття являє собою узагальнення результатів проведених польових досліджень з вивчення впливу ширини міжрядного інтервалу та дії біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів на процес формування асиміляційного апарату проса посівного (*Panicum miliaceum L*) сорту Денвікське та визначення залежності основних показників фотосинтетичної діяльності по відношенню до продуктивності рослин. Надається основна інформація про площу листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу посівів та чисту продуктивність фотосинтезу, які визначали за основними фазами розвитку культури у роки проведення досліджень 2021-2023 рр. Особлива увага приділяється вивченню впливу синергетичної дії зміни ширини міжрядного інтервалу і біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів на лінійний розвиток рослини та здатність до забезпечення достатньої кількості енергії для формування якісного зерна.

Надається основна інформація про методику проведення дослідів та особливості розвитку культури, що дозволило оптимізувати використання ресурсів та розробити більш продуктивні заходи для вирощування проса. Дослідженнями встановлено, що найбільша площа листової поверхні відзначалась за варіанту висіву 15 см міжряддям у фазу розвитку цвітіння. Фотосинтетичний потенціал фази розвитку цвітіння змінювався від 0,42 до 0,77 млн. м²/га/добу, чиста продуктивність фотосинтезу змінюється в межах 4,7-5,9 г/м²/добу.

Результати досліджень показують, що кращі показники розвитку рослин були отримані у варіанті міжрядним інтервалом 15 см, при здійсненні передпосівної обробки насіння біостимулятором Гумікор та використанні у позакореневому підживленні біостимулятора ХЕЛАФІТ-Комбі: площа листової поверхні – 23,5 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал посіву – 0,81 млн. м²/га/добу та чиста продуктивність фотосинтезу 5,9 г/м²/добу. Варто зазначити, що позакореневе підживлення ефективний спосіб поліпшення фотосинтетичного потенціалу та формування площі листової поверхні на посівах проса, оскільки воно сприяє забезпеченню рослин необхідними поживними речовинами та стимулює їхню фізіологічну активність.

Ключові слова: просо посівне, площа листя, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, ХЕЛАФІТ-Комбі, БІО-ГЕЛЬ, Гумікор, Гуміам-01.

Nikitenko M.P. The effect of multifunctional complex preparations on the photosynthetic potential of seed millet (*Panicum miliaceum L*)

The article is a generalization of the results of field research on the influence of the width of the inter-row interval and the action of biological fertilizers and multifunctional complex preparations on the process of formation of the assimilation apparatus of seed millet (*Panicum miliaceum L*) of the Denvikske variety and the determination of the dependence of the main indicators of photosynthetic activity in relation to plant productivity. Basic information is provided on the area of the leaf surface, the photosynthetic potential of crops and the net productivity of

photosynthesis, which were determined by the main phases of culture development in the years of research 2021-2023. Special attention is paid to the study of the synergistic effect of changing the width of the row spacing and biological fertilizers and multifunctional complex preparations for the linear development of the plant and the ability to provide a sufficient amount of energy for the formation of quality grain. In this regard, effective agro technological measures were developed and adaptive technological programs were implemented, taking into account the biological characteristics of the culture, which are key factors for ensuring high productivity of millet.

Basic information is provided about the methodology of conducting the experiment and the peculiarities of culture development, which allowed optimizing the use of resources and developing adaptation that is more productive measures for millet cultivation. Research has established that the largest leaf surface area was noted for the option of sowing 15 cm apart in the flowering phase. The photosynthetic potential of the flowering development phase varied from 0.42 to 0.77 million m²/ha/day, the net productivity of photosynthesis varied within 4.7-5.9 g/m²/day.

The research results show that the best indicators of plant development were obtained in the variant with an inter-row interval of 15 cm, with the pre-sowing treatment of seeds with the biostimulator Humikor and the use of the foliar fertilizing biostimulator HELAFIT-Combi: leaf surface area – 23.5 thousand m²/ha, photosynthetic potential sowing – 0.81 million m²/ha/day and the net productivity of photosynthesis 5.9 g/m²/day. It is worth noting that foliar fertilization is an effective way to improve the photosynthetic potential and the formation of leaf surface area in millet crops, as it contributes to providing plants with the necessary nutrients and stimulates their physiological activity.

Key words: *seed millet, leaf area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, HELAFIT-Combi, BIO-GEL, Gumikor, Gumiam-01.*

Постановка проблеми. Формування зерна проса та його якість визначаються різноманітними фізіологічними процесами, які відбуваються за період вегетації рослини. Зелені рослини мають велику кількість речовин, які переносяться з листків до зерна через флоему, накопичують ці поживні речовини у зерні, такі як білки, крохмаль, жири і мінеральні елементи. Генетичний матеріал сорту рослин відіграє важливу роль у формуванні зерна та кондиційності, визначаючи, наприклад, врожайність, розмір, колір та харчові якості зерна. Створені різні стресові умови, такі як посуха, температурні коливання або хвороби безпосередньо впливають на фізіологічні процеси рослин та відображаються на формуванні зерна та його якості.

Ключові аспекти впливу природних чинників визначаються за лінійним розвитком рослини та здатністю до забезпечення достатньої кількості енергії для формування якісного зерна. Рослини проса з вищим рівнем фотосинтетичного потенціалу мають підвищену стійкість до стресових ситуацій, таких як посуха чи малогумусність та виснаженість ґрунтів, оскільки вони можуть ефективніше використовувати доступну воду та поживні речовини. Високий фотосинтетичний потенціал, надає здатність перетворювати більше сонячної енергії на органічну рослинну матерію, що сприяє більшому нагромадженню біомаси на одиницю посіву. Процес асиміляції допомагає рослинам ефективно збільшувати свій розмір та розвивати більшу площу листової поверхні для поглинання світла.

Зв'язок між визначенням фотосинтетичного потенціалу і розвитком культури має велику значимість у практичній та науковій сферах. Просо – культура, яка широко відома своїми високими біологічними якостями та часто використовується як страхова культура, завдяки короткому процесу вегетації, що дозволяє аграріям отримувати додатковий прибуток з однієї площі посіву [3].

Впровадження удосконалених адаптивних технологій вирощування проса, зокрема, ширини міжрядного інтервалу і внесення біологічних добрив та багатofункціональних комплексних препаратів має велике значення для збільшення врожайності цієї культури. Ширина міжрядь – важливий фактор, який слід враховувати при плануванні сільськогосподарських ділянок, що впливає на подальший

розвиток та конкуренцію між рослинами за природні ресурси, такі як світло, вода та поживні речовини. Правильний підбір ширини міжрядь забезпечує оптимальні умови для росту і розвитку рослин, що в свою чергу позитивно впливає на їхню продуктивність. Внесення біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів мають позитивну дію на формування асиміляційної поверхні, що дозволяє підтримувати на оптимальному рівні фотосинтетичну діяльність посівів, особливо у роки з несприятливими погодними умовами. Більшість біодобрив та багатофункціональних комплексних препаратів, впливають на формування та розмір волоті, швидкість росту, енергію кущення, площу фотосинтетичного апарату та в кінцевому етапі – на врожай. Наприклад, більша площа асиміляційної поверхні дозволяє рослинам засвоювати більшу кількість сонячного світла, що призводить до підвищення рівня врожайності. Отже, вирощування проса з врахуванням його біологічних особливостей та застосуванням відповідних адаптивних технологічних прийомів є ключовими чинниками для забезпечення високої продуктивності проса.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Дослідження фотосинтетичного потенціалу та його впливу на розвиток культур є предметом інтересу для багатьох агрономів та науковців у галузі сільського господарства та рослинництва. Одним з лідерів Грін революції, яка вплинула на вдосконалення сортів рослин та вирощування культур за допомогою оптимізації фотосинтетичного потенціалу Норман Борлауг – американський агроном, який отримав Нобелівську премію миру в 1970 році за свою роботу з підвищення продуктивності зернових культур, включаючи пшеницю. З найвідоміших українських дослідників у цій галузі О. І. Рудник Іващенко, В. Ф. Камінський, О. В. Глієва, В. В. Мусіч, О. І. Присяжнюк, В. І. Шевель та інші, впродовж останнього десятиліття працюють над вивченням механізмів фотосинтезу, визначенням факторів, які впливають на фотосинтетичний потенціал рослин, та розробкою нових методів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [1, 2, 4, 5].

Фотосинтез, як відомо, є процесом, за яким рослини перетворюють сонячне світло на енергію, необхідну для зростання та розвитку. Отже, фотосинтетичний потенціал визначається здатністю рослин до цього процесу. Вимірювання фотосинтетичного потенціалу дозволяє встановити, наскільки ефективно рослини можуть використовувати доступне світло для синтезу органічних сполук. Це, у свою чергу, має прямий вплив на їхній ріст, розвиток, врожайність та загальну продуктивність. Для проса особливо важливим показником є ефективність використання сонячного світла, що визначається за кількістю і якістю отриманого врожаю. Розуміння про фотосинтетичний потенціал проса дозволяє вдосконалювати агротехніку вирощування, оптимізувати використання ресурсів (наприклад, води та добрив), а також розробляти більш продуктивні заходи для його вирощування. Таким чином, визначення фотосинтетичного потенціалу стає важливим інструментом для підвищення ефективності виробництва проса і забезпечення продовольчої безпеки [2, 3].

Мета досліджень полягала у вивченні впливу біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів на процес формування асиміляційного апарату проса та визначенні залежності основних показників фотосинтетичної діяльності до рівня урожайності культури.

Об'єктом дослідження були листові поверхні рослин проса за обробки наступними біодобривами та багатофункціональними комплексними препаратами: органічне добриво БЮ-ГЕЛІ, багатоцільовий стимулятор захисних реакцій

ХЕЛАФІТ-Комбі, стимулятор – коренеутворювач Гумікор та стимулятор-адаптоген Гуміам-01 [6].

Матеріали та методика досліджень Польові дослідження проводилися впродовж 2021–2023 рр. в Баштанському районі Миколаївської області за загальноприйнятими методиками. Просо посівне (*Panicum miliaceum L*) сорту Денвікське вирощували за схемою трифакторного польового дослідження. Приріст сухої біомаси рослин, фотосинтетичний потенціал посівів та чисту продуктивність фотосинтезу визначали за фазами вегетації культури з певною періодичністю: кушення, викидання волоті, цвітіння, повна стиглість. Проведене дослідження є типовим прикладом визначення морфометричного аналізу рослин, що дозволяє отримати детальну інформацію про їхню структуру та розвиток. На початку проведення дослідження на типових ділянках посіву відбирали репрезентативні рослини для подальшого аналізу. Розбирали відібрані рослини на складові частини та вимірювали основні параметри, такі як довжина та ширина листків, а також інші морфологічні ознаки, які були важливими для аналізу. Після вимірювання рослинний матеріал висушували і визначали його повітряно-суху масу, що дозволило оцінити вміст вологи та інші характеристики біомаси. На основі вимірювання основних параметрів ширини та довжини листка, отримали кількісний показник площі листової поверхні та її функціональної активності. Такий підхід дозволяє глибше зрозуміти біологічні особливості рослин та їхній вплив на врожайність, а також допомагає в розробці більш ефективних агротехнологічних заходів та впровадження адаптивних технологічних програм.

Результати досліджень показали, що зміна площі листової поверхні проса за різних фаз розвитку та при внесенні біодобрив та багатофункціональних комплексних препаратів за варіантами дослідження підтверджує важливість розуміння динаміки фотосинтетичної активності рослин та їхньої адаптації до природних змін у середовищі. Так, у фазу цвітіння просо досягає своєї максимальної фотосинтетичної активності, оскільки це період максимального росту та розвитку рослини. Збільшення площі листової поверхні у цей період відбувається за рахунок збільшення розмірів листя та їхньої кількості, що сприяє збільшенню площі асиміляційної поверхні та, відповідно, збільшенню потенційної фотосинтетичної активності рослини. Проте, після фази цвітіння площа листової поверхні поступово зменшується та починається формування генеративних органів (зерна). Розуміння динаміки цих процесів допомагає оптимізувати технологію вирощування проса, здійснювати підбір найбільш оптимальних міжрядних інтервалів та визначати ефективність дії біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів з метою максимізації врожайності та ефективності вирощування проса.

Від початку розвитку у фазу сходи листові поверхні не має значного розміру, і суттєво не впливає на розвиток рослини, адже у цей час відбувається забезпечення усіма необхідними поживними елементами за рахунок кореневої системи. Від початку кушення розпочинається стрімкий розвиток нарощування листя і цей процес продовжується до фази цвітіння, саме у цей період фіксується максимальне значення площі листової поверхні. Порівнюючи показники розвитку листової поверхні за умов різної ширини міжрядь, вони не мають суттєвої різниці але було відмічено нижчі показники площі листя на посівах з міжряддям 30 см. За період вегетації показник площі листової поверхні змінювався в межах від 5,2-23,5 млн. м²/га. Найбільша площа листової поверхні відзначалась за варіанту висіву 15 см міжряддям, при здійсненні передпосівної обробки насіння біостимулятором Гумікор та використання у позакореновому підживленні біостимулятора

ХЕЛАФІТ-Комбі, що становила 23,5 тис. м²/га, у фазу розвитку цвітіння за усередненим показником за роки проведення дослідження, що на 17,8 % перевищує контрольний варіант (без внесення добрив). За підсумком формування оптимальної площі листя з метою отримання максимальної фотосинтетичної активності рослин є дуже важливим для підвищення врожайності і ефективності вирощування проса.

Таблиця 1
Фотосинтетичний потенціал посіву проса, млн. м²/га/дів

Фактор А – перед посівна обробка насіння	Фактор С- позакореневе підживлення біопрепаратами	Фактор В – ширина міжрядь, см					
		15			30		
		Фази розвитку					
		кущення	викидання ВОЛОТІ	цвітіння	кущення	викидання ВОЛОТІ	цвітіння
Контроль	Контроль (обробка водою)	0,15	0,47	0,44	0,14	0,44	0,42
	Гумікор	0,20	0,66	0,60	0,19	0,65	0,59
	БІО-ГЕЛЬ	0,18	0,61	0,56	0,18	0,58	0,53
	ХЕЛАФІТ-Комбі	0,20	0,68	0,64	0,19	0,67	0,62
	Гуміам-01	0,16	0,56	0,52	0,16	0,57	0,52
Гумікор	Контроль(обробка водою)	0,18	0,54	0,53	0,16	0,51	0,49
	Гумікор	0,24	0,77	0,73	0,22	0,76	0,68
	БІО-ГЕЛЬ	0,22	0,73	0,68	0,21	0,65	0,62
	ХЕЛАФІТ-Комбі	0,23	0,81	0,77	0,22	0,76	0,72
	Гуміам-01	0,19	0,65	0,65	0,18	0,61	0,60
Гуміам-01	Контроль(обробка водою)	0,16	0,52	0,47	0,15	0,48	0,46
	Гумікор	0,22	0,72	0,67	0,21	0,69	0,64
	БІО-ГЕЛЬ	0,19	0,66	0,60	0,19	0,62	0,59
	ХЕЛАФІТ-Комбі	0,22	0,76	0,69	0,22	0,73	0,65
	Гуміам-01	0,17	0,60	0,57	0,18	0,60	0,55

Фотосинтетичний потенціал за період вегетації проса змінювався від 0,14 до 0,81 млн. м²/га/добу (табл. 1). З максимальними значеннями у варіанті висівом міжряддям 15 см, при здійсненні передпосівної обробки насіння біостимулятор Гумікор та використання у позакореновому підживленні біостимулятора ХЕЛАФІТ-Комбі 0,81 млн. м²/га/добу, що перевищує контрольний варіант на 16,8 %.

Одним із важливих показників, що характеризують динаміку формування врожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу [8]. Вона характеризує процес утворення кількості сухої органічної речовини одним квадратним метром площі асиміляційної поверхні за добу і є важливим показником фотосинтетичної продуктивності рослин. Оптимізація умов живлення та вологозабезпечення сприяє збільшенню фотосинтетичної продуктивності рослин. Це означає, що під впливом оптимальних умов росту та доступності необхідних поживних речовин рослини більше синтезують органічні речовини за допомогою фотосинтезу. Ці органічні речовини, утворені під час фотосинтезу, можуть бути спрямовані на утворення запасних речовин та на розвиток органів, які забезпечують урожай, для зернових

рослин – зерно, фруктових та овочевих культур – плоди, коренеплодів – бульби. Отже, оптимізація умов живлення та вологозабезпечення є важливими аспектами для забезпечення високої фотосинтетичної продуктивності рослин і отримання високих врожаїв.

Отримані результати досліджу, які приведені в таблиці 2, наочно демонструють, що чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) змінюється за весь період вегетації проса від 3,2-5,9 г/м²/добу. Прослідковується схожа тенденція зміни ЧПФ відповідно до динаміки фотосинтетичної активності проса, з максимальними значеннями за всіма варіантами у фазу цвітіння. В результаті досліджень виявлено кращий органічний препарат, що сприяє підвищенню показника ЧПФ до 5,9 г/м²/добу – ХЕЛАФІТ-Комбі, проте перевага його не значна, за всіма варіантами у фазу цвітіння ЧПФ знаходиться в межах 4,8-5,9 г/м²/добу.

Таблиця 2

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса, г/м²/діб

Фактор А – перед посівна обробка насіння	Фактор С- позакореневе підживлення біопрепаратами	Фактор В – ширина міжрядь, см					
		15			30		
		Фази розвитку					
		кущення	викидання волоті	цвітіння	кущення	викидання волоті	цвітіння
Контроль	Контроль (обробка водою)	3,8	4,7	4,9	3,3	4,4	4,7
	Гумікор	4,2	5,2	5,3	3,9	4,6	5,0
	БІО-ГЕЛЬ	4,2	5,0	5,1	3,2	4,5	4,9
	ХЕЛАФІТ-Комбі	4,6	5,4	5,7	4,4	5,1	5,2
	Гуміам-01	3,9	5,2	5,3	3,6	4,5	4,8
Гумікор	Контроль(обробка водою)	4,9	5,1	5,1	4,5	5,1	5,0
	Гумікор	5,2	5,3	5,4	5,0	5,3	5,4
	БІО-ГЕЛЬ	5,4	5,3	5,4	4,5	5,1	5,1
	ХЕЛАФІТ-Комбі	5,6	5,9	5,9	5,3	5,7	5,7
	Гуміам-01	5,1	5,2	5,5	4,7	5,0	5,2
Гуміам-01	Контроль (обробка водою)	4,2	4,9	5,1	4,1	4,7	4,8
	Гумікор	4,6	5,3	5,4	4,3	5,1	5,1
	БІО-ГЕЛЬ	4,5	5,1	5,3	4,3	5,0	5,1
	ХЕЛАФІТ-Комбі	5,3	5,7	5,9	4,8	5,3	5,6
	Гуміам-01	4,8	5,1	5,2	4,2	5,1	5,0

Динаміка площі листків рослин проса на різних етапах їхнього органогенезу може відрізнитися. Це пов'язано з різними фізіологічними процесами, що відбуваються в рослині на кожному етапі розвитку.

На початкових етапах органогенезу рослини активно формують свої структури, включаючи листову поверхню. У цей період рослина спрямовує свої ресурси на розширення поверхні листя, яке є головним органом для здійснення фотосинтезу. Таким чином, площа листя поступово збільшується [7].

Проте, на більш пізніх етапах росту рослина змінює свою стратегію використання ресурсів. Наприклад, коли рослина переходить у фазу викидання волоті,

вона зменшує активність у формуванні нового листя на користь розвитку генеративних органів (зерна). Призводячи до стабілізації розвитку або навіть зменшення площі листя впродовж певних етапів росту.

Отже, динаміка площі асиміляційної поверхні проса на різних етапах органогенезу свідчить про адаптивні зміни у функціонуванні фотосинтетичної системи рослини спрямовані на оптимізацію енергетичних та ресурсних витрат для досягнення максимальної продуктивності.

Висновки. Дослідження впливу органічних добрив на процес формування асиміляційного апарату проса є важливим для розуміння механізмів, які впливають на фотосинтетичну активність рослин та їхню урожайність. Наші спостереження показали, що за умови обробки різними видами біодобрив та багатофункціональних комплексних препаратів спостерігається пряма залежність між основними показниками фотосинтетичної діяльності та рівнем урожайності культури проса.

Біологічні добрива та багатофункціональні комплексні препарати, які використовувалися в дослідженні (БЮ-ГЕЛЬ, ХЕЛАФІТ-Комбі, Гумікор та Гуміам-01), впливають на фотосинтетичну активність рослин шляхом стимуляції їхньої фізіологічної активності, підвищення доступності поживних речовин, підтримки оптимального водного режиму та інших механізмів.

За результатами дослідження визначили, що застосування цих біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів призвело до збільшення основних показників фотосинтетичної діяльності рослин проса, що в свою чергу вплинуло на підвищення рівня їхньої урожайності. Такі результати можуть бути корисними для сільськогосподарських виробників, оскільки вони демонструють результативність процесу використання біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів для стимулювання фотосинтетичної активності культурних проса збільшуючи його врожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Камінський, В.Ф., Глієва О.В. Площа листового апарату та фотосинтетична продуктивність посівів проса за різних рівнів мінерального живлення. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН* 3 (2014): 79-84.
2. Рудник-Іващенко О. І. Продуктивність фотосинтезу в рослин проса за фазами його розвитку на різних фонах мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП* 3.15 (2009). С. 1-10.
3. Аверчев О.В., Нікітенко М.П., Аналіз виробництва проса в Україні. *Формування сучасної парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті: колективна монографія Ч 2*. відп. за випуск О. В. Аверчев. – Львів-Торунь. 2021. С. 674-704.
4. Рудник-Іващенко, О. І., Григоращенко Л. В. Особливості фотосинтезу рослин проса посівного. *Вісник аграрної науки* 7. 2010. С. 35-38.
5. Мусіч, В.В., Присяжнюк О.І. Закономірності зміни фотосинтетичних параметрів посівів проса прутоподібного за вирощування на маргінальних ґрунтах Правобережного Лісостепу України. *Новітні агротехнології* 10.2. 2022.
6. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Біологічне землеробство на посівах проса. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2021. Вип. 119. С. 3-8.
7. Степанченко В.О. Фотосинтетична діяльність сортів проса. *Редакційна колегія* 2019. С. 153.
8. Шевель В.І. Оцінка фотосинтетичної діяльності проса в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Вип. 96. 2016. С. 129-134.