

UDC 633.63

**Roik, M. V., & Kononiuk, N. O.\*** (2021). Formation of biometric indicators of sugar beet hybrids of domestic breeding. *Naukovì pracì Institutu bìoenergetičnih kul'tur ta cukrovih burákiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 176–185. [in Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: nadiyakononuk@ukr.net*

**Purpose.** Find out the features of biometric indicators formation in sugar beet hybrids of domestic breeding. **Methods.** Field, laboratory. **Results.** According to the results of the research, it was determined that in early August, the maximum weight of roots (840 g) was in hybrid 'ITsB 0904'. Good indicators were observed in hybrids 'Umanskyi Ch S97', 'Soniachnyi' and 'Anichka', 770, 780, and 800 g at the average group indicator of 730 g. It was investigated that the hybrid 'Maksym' (15.1%) and 'Etiud' (14.9%) were the best in terms of sugar accumulation in roots. Sugar content at the level of 14.8 % was observed in hybrids 'Umanskyi ChS 97', 'Ramzes', 'Konstanta', 'Soniachnyi' and 'Verkhnia' at the average group value of 14.5%. **Conclusions.** It is important to continue the study of the dynamics of root and leaf mass formation together with the process of sugar accumulation in roots in terms of establishing individual efficiency of hybrids and developing recommendations for the fullest realization of their potential in production conditions.

**Keywords:** *sugar beets, dynamics of leaf mass; dynamics of root mass; sugar content.*

*Надійшла / Received 15.11.2021*

*Погоджено до друку / Accepted 28.11.2021*

УДК 581.132:581.144:631.466:633.19

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244477>

## **Підвищення продуктивності фотосинтезу рослин злакових біоенергетичних культур залежно від обводненості листків за мікоризації їх кореневої системи**

**В. Т. Саблук<sup>1</sup>, С. Г. Димитров<sup>2</sup>, С. П. Танчик<sup>3</sup>, Н. М. Запольська<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна*

<sup>2</sup>*Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: sdimitrov@ukr.net*

<sup>3</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна*

**Мета.** Встановити продуктивність фотосинтезу рослин міскантусу гігантського і проса прутноподібного залежно від обводненості листків за мікоризації їх кореневої системи. **Методи.** Польові, лабораторні, статистичні. **Результати.** Отримані дані свідчать про те, що використання везикулярно-арбускулярних мікоризоутворювальних (ВАМ) препаратів Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.), Міковітал (гриб *Tuber melanosporum* VITTAO.) та азотфіксуючих бактерій препарат Флоробацилін (бактерії *Bacillus subtilis* Cohn.) сприяє підвищенню обводненості листків злакових біоенергетичних культур міскантусу гігантського та проса прутноподібного (світчграсу). Зокрема, у варіантах з препаратом Мікофренд обводненість листків міскантусу гігантського була більшою за контрольні у всі терміни вегетації на 11,2–20,1 %, а світчграсу на 16,9–20,5 %. У варіантах з препаратами Міковітал і Флоробацилін ці показники становили у міскантусу 7,1–15,6 % і 5,8–11,7 %, а у світчграсу 11,6–14,7 % і 7,0–10,2 %. Продуктивність фотосинтезу цих культур залежить від обводненості листків. Між цими факторами існує тісний кореляційний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0,95–0,96). **Висновки.** Прикореневе внесення біопрепаратів Мікофренд, Міковітал

і Флоробацилін сприяє покращенню обводненості листків злакових біоенергетичних культур міскантусу гігантського і проса прутоподібного та підвищенню продуктивності фотосинтезу.

**Ключові слова:** біоенергетичні культури; везикулярно-арбускулярні мікоризоутворювальні препарати; обводненість листків; продуктивність фотосинтезу; кореляційна залежність.

## Вступ

Стійка тенденція до зміни клімату через антропогенне збільшення концентрації CO<sub>2</sub> у повітрі призводить до підвищення температури, зміни й розподілу кількості опадів по земній поверхні, що також впливає на функціонування екосистем [1]. У зв'язку з цим серед завдань науковців у галузі рослинництва чільні місця посідають дослідження фізіологічних реакцій рослин на зміни довкілля й ефективне використання генетичного та симбіотичного потенціалу в комплексі з системою добрив і технологічних елементів [2, 3].

Зважаючи на перспективність культури ломиносів, актуально створити для рослин оптимальні видоспецифічні умови вирощування, серед яких вологозабезпечення є ключовим.

Вода має вирішальне значення в поширенні рослинного покриву по земній поверхні. Це пов'язано з її фізіологічним значенням у рості та розвитку рослин, у тому числі фотосинтезі та інших біохімічних процесах, таких як синтез енергетичних еквівалентів і нових тканин. Для характеристики особливостей розвитку рослин важливе значення має розуміння їх потреб у воді, а також наслідків недостатнього вологозабезпечення.

За дефіциту води в рослині спрацьовують захисні механізми на фізіологічному, біохімічному й молекулярному рівнях. Фізіологічна реакція пов'язана з розпізнаванням стресу кореневою системою, зміною тургору й водного потенціалу листків, внаслідок чого зменшуються провідність продихів, внутрішня концентрація CO<sub>2</sub> та фотосинтетична активність. У біохімічному плані знижуються фотохімічна активність фотосинтезу, активність ферменту РБФК/О та відбувається накопичення вторинних метаболітів, пов'язаних зі стресом (наприклад, глутатіону, поліамінів).

На молекулярному рівні активується низка генів, експресованих в умовах стресу, наприклад, гени, пов'язані з біосинтезом абсцизової кислоти і синтезом специфічних білків [4–6]. Ці чинники знижують провідність продихів і, як наслідок, фотосинтетичну активність, що ослаблює синтез білків і клітинних стінок і знижує швидкість росту клітин. За перебігу цих реакцій в умовах дефіциту води сповільнюється ріст рослин через зниження продуктивності фотосинтезу [4]. У зв'язку з цим дослідження особливостей водного обміну є важливим етапом упровадження рослин у культуру та формування урбофітоценозів.

З огляду на стійку тенденцію клімату до аридизації (ксеротизації), літні посухи, що досить часто спостерігаються в останні роки, можуть стати обмежувальним чинником для багатьох культур [7].

Нестача вологи у ґрунті порушує водообмін у рослині, зумовлює зниження обводнення тканин. Зменшення вмісту води в рослині викликає, насамперед, різке зниження інтенсивності фотосинтезу, підвищення інтенсивності дихання, порушення процесів окислювального фосфорилування, внаслідок чого знижується енергетична ефективність дихання, порушуються інші фізіологічні процеси [8].

Для ефективного росту і розвитку рослин сільськогосподарських та біоенергетичних культур використовують симбіотичні мікроорганізми з різною домінуючою функцією: азотфіксацією, фосфатмобілізацією, захистом від фітопатогенів тощо, що сприяє покращенню живлення та зменшенню пестицидного навантаження на агроценози [11, 12].

Серед мікроорганізмів особливе місце належить грибам арбускулярної мікоризи (АМ), які мають багатофункціональний характер впливу на рослини. Вони передусім сприяють збільшенню поглинальної здатності кореневої системи, що підсилює інтенсивність засвоєння сполук біогенних елементів і послаблює негативний вплив посухи та засолення ґрунтів [13].

Для рослин вода є найважливішим ресурсом і умовою існування. Водне середовище необхідне для протікання всіх типів біохімічних реакцій, які мають місце в рослинах. Крім

того, вода у вигляді розчину забезпечує тургор живих клітин, потрібний для їхнього нормального функціонування. Вміст її у клітинах з активними процесами життєдіяльності може досягати 70–95 %. Вода є субстратом для фотосинтезу, бере участь у диханні, метаболітичних, гідролітичних і синтетичних процесах [14].

Як і вуглекислий газ, вода є матеріальним ресурсом для фотосинтезу, поставляючи рослинні іони водню й електрони. Однак прямі витрати води на фотосинтез становлять лише дуже невелику частку від загальної її кількості, яка потрібна рослині. Набагато важливіший непрямий вплив води на фотосинтез. Він, зокрема, проявляється в регулюванні ступеня відкритості продихів, через які в тканини листка надходить вуглекислий газ.

Інтенсивність фотосинтезу збільшується при наявності смоктальної сили в клітині. Зменшення вмісту води викликає цілий ряд біохімічних реакцій в рослині, що, природно, позначається на протіканні фотосинтезу. При незначній втраті води, як це встановила В. Н. Бриліант, відбувається деяке збільшення інтенсивності фотосинтезу. Це явище одержало назву «феномен Бриліант». Подальше обезводнення позначається вже несприятливо на процесі фотосинтезу. Справа в тому, що при 100 % оводненості клітин смоктальна сила зникає, щоб вона виникала необхідна незначна втрата води. Оптимальний ступінь насичення клітини водою становить 85–90 % [15].

В усіх зелених рослин тільки частина сонячної енергії, що поглинається, витрачається на фотосинтез, але велика її частка просто нагріває листки рослин. Їх перегрівання у сонячні літні дні до критичної температури у 60–70 °С, за якої коагулюють білки, є дуже небезпечним. Перешкоджає йому випаровування води з поверхні листя – транспірація. За рахунок цього фактору температура листків знижується, оскільки випаровування 1 г води (за температури 30 °С) знижує на 1 °С температуру 500 г листків. Тому випаровування води рослинами є ефективним механізмом їх самоохолодження шляхом переведення води з рідкого стану в пароподібний [16].

Рослина починає витрачати вологу з моменту проростання насіння. Проте витрата вологи на даному етапі в цілому незначна. Багато вологи рослина починає вбирати після появи сходів, причому майже вся волога йде на випаровування (транспірацію). У процесі фотосинтезу використовується не більше 1,0–1,5 % від усієї вологи, що витрачає рослина [17].

У листках температурозалежними є синтез і стійкість хлорофілу. За нестачі води біосинтез хлорофілу загальмовується. У посуху часто відбувається руйнація хлорофілу. Пожовтіння листків при сильних посухах є звичайним зовнішнім проявом водного дефіциту [18].

Опосередкована дія високих температур пов'язана зі зниженням інтенсивності фотосинтезу, непродуктивним збільшенням дихання, порушенням водного режиму, посиленою транспірацією, що викликає суттєве витрачання вуглеводів і пригнічення росту деревних порід. Стрессова дія посухи і недостатня аерація ґрунту індукують зниження вмісту води в тканинах рослин, що призводить до уповільнення або припинення їх росту, побуріння, засихання та опадання листків. Водночас відбувається масове відмирання дрібних коренів і гальмування проростів як за дії посухи, так і після неї [19].

Вологість ґрунту чинить значний вплив на діяльність коренів із поглинання води. Підвищення вологості ґрунту супроводжується збільшенням поглинання води. Відбувається це завдяки активній діяльності осмотичного механізму. Проте не вся вода ґрунту доступна для рослин. Низка мінералів ґрунту і гумус зв'язують воду, і вона не може поглинатися коренями рослин. Цю частину води називають недоступною. Співвідношення доступної і недоступної води у ґрунтах різного механічного складу визначає його вологозабезпечення.

Необхідність проведення дослідів із вивчення обводненості листків сільськогосподарських і біоенергетичних культур зумовлена обмеженою кількістю таких відомостей та епізодичним характером досліджень у зоні Правобережного Лісостепу України.

*Мета досліджень* – визначити продуктивність фотосинтезу рослин міскантусу гігантського і світчграсу залежно від обводненості листків цих культур за мікоризації їх кореневої системи.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції (ВПДСС), яка знаходиться на Лівобережжі Дніпра в зоні типового Лісостепу. Ґрунтовий покрив відзначається строкатістю – переважають чорноземи солонцюваті та слабосолонцюваті.

Для дослідів використовували гриби везикулярно-арбускулярної мікоризації *Tuber melanosporum* VITTAO. (препарат Міковітал) та *Trichoderma harzianum* RIFAI (препарат Мікофренд) і бактерії *Bacillus subtilis* Cohn. (препарат Флоробацилін). Досліди проводили у 4-кратній повторності, площа дослідних ділянок 25 м<sup>2</sup>. У відповідності з програмою дослідження встановлювали обводненість листків через визначення їх сирої маси на 30-й, 60-й, 90-й і 120-й дні їх вегетації.

Зокрема, на кожній повторності у відповідні терміни відбирали по 25 листків і їх зважували на лабораторних вагах.

Враховуючи те, що маса листків визначається у першу чергу за наявності у них певної кількості води (до 85–90 %), ми вважаємо, що цей фактор можна сприймати як обводненість листків, яка залежить від умов для росту та розвитку рослин, що складаються у певний період вегетації, у тому числі від застосування біопрепаратів для мікоризації їх кореневої системи. Таких як Міковітал (гриб *Tuber melanosporum* VITTAO.), Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.) та Флоробацилін (бактерії *Bacillus subtilis* Cohn.). Препарати вносили в ґрунт під коріння біоенергетичних культур у нормі витрати 5 л/т з витратою робочого розчину 300 л/га. Продуктивність фотосинтезу визначали за методикою О. М. Нечипоровича [9].

Отримані дані з елементами моделювання оброблено статистично за загальноприйнятими методиками [10] за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

### Результати досліджень

Прикореневе внесення біопрепаратів Міковітал, Мікофренд і Флоробацилін позитивно впливає на обводненість листків злакових біоенергетичних культур міскантусу і світчграсу. У всіх варіантах дослідів з даними препаратами обводненість листків цих культур через визначення їх сирої маси була значно більшою порівняно з контролем (табл. 1). Так, у варіантах з препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.) перевищення показників маси 100 листків порівняно з контролем у рослин міскантусу гігантського становило 11,2–14,5 %. У варіантах з препаратом Міковітал (гриб *Tuber melanosporum* VITTAO.) і Флоробацилін (бактерії *Bacillus subtilis* Cohn.) це перевищення було дещо меншим ніж у препараті Мікофренд і становило відповідно 7,1–15,6 і 5,8–11,7 %.

У рослин світчграсу сира маса 100 листків у різні терміни вегетації рослин у варіантах з препаратом Мікофренд була більшою від контрольних на 16,9–20,5 %, а з препаратами Міковітал і Флоробацилін ця різниця дорівнювала 11,6–14,7 і 7,0–10,2 %. Щодо впливу на цей показник термінів вегетації рослин, то у міскантусу обводненість листків була найбільшою на 120-й день їх росту і розвитку, а світчграсу навпаки – у перші три терміни вегетації рослин, тобто на 30-й, 60-й і 90-й дні їх росту і розвитку, тоді як на 120-й день цей показник був найменшим у всіх варіантах досліду.

Так, у рослин міскантусу у цей термін маса 100 листків становила 147,4–158,3 г і була більшою від інших термінів вегетації на 28,2–100,1 г. У рослин світчграсу навпаки – на 120-й день вегетації рослин маса 100 листків була меншою від інших термінів на 13,1–29,2 г.

Пояснити цей факт можна тим, що рослини світчграсу швидше досягають технологічної стиглості порівняно з рослинами міскантусу, і у них у цей час уповільнюється водопостачання наземної частини рослин на відміну від більш ранніх термінів їх вегетації.

Таблиця 1

**Рівень обводненості листків рослин злакових біоенергетичних культур  
(середнє за 2017–2020 рр.)**

Терміни вегетації, днів	Маса 100 листків												
	Контроль	Мікофренд				Міковітал				Флоробацилін			
	г	г	± до контролю		P-level	г	± до контролю		P-level	г	± до контролю		P-level
			г	%			г	%			г	%	
Міскантус													
30	46,5	58,2	11,7	20,1	0,008	55,1	8,6	15,6	0,01	52,7	6,2	11,7	0,02
60	73,2	85,6	12,4	14,5	0,02	83,4	10,2	12,2	0,02	79,3	6,1	7,7	0,03
90	112,3	126,5	14,2	11,2	0,03	124,1	11,8	7,1	0,03	119,2	6,9	5,8	0,04
120	136,2	158,3	22,1	14,0	0,02	152,7	16,5	10,8	0,02	147,4	11,2	7,6	0,03
Світчграс													
30	79,2	99,6	20,4	20,5	0,009	92,8	13,6	14,7	0,01	85,2	6,0	7,0	0,03
60	88,4	108,4	20,0	18,5	0,01	100,4	12,0	12,0	0,02	95,9	7,5	7,8	0,03
90	76,1	92,5	16,4	17,7	0,01	87,5	11,4	13,0	0,02	84,7	8,6	10,2	0,02
120	65,8	79,2	13,4	16,9	0,02	74,4	8,6	11,6	0,03	71,4	5,6	7,8	0,03

У рослин міскантусу у більш пізні періоди їх росту і розвитку водопостачання листків відбувається інтенсивніше порівняно з ранніми термінами, тому що ця культура досягає технологічної стиглості дещо пізніше порівняно із світчграсом.

У свою чергу обводненість листків злакових біоенергетичних культур істотно впливає на продуктивність фотосинтезу. За даними наших досліджень існує тісна кореляційна залежність продуктивності фотосинтезу від обводненості листків – чим вищі показники водозабезпеченості надземної частини рослин, тим більша продуктивність фотосинтезу (табл. 2). Зокрема, у варіантах з препаратами Мікофренд, Міковітал і Флоробацилін у всі терміни вегетації рослин міскантусу гігантського отримано позитивні результати залежності продуктивності фотосинтезу від обводненості листків (коефіцієнт кореляції 0,95–0,96), що свідчить про наявність тісного кореляційного зв'язку між цими показниками.

Таблиця 2

**Продуктивність фотосинтезу рослин злакових біоенергетичних культур  
за мікоризації їх кореневої системи (середнє за 2017–2020 рр.)**

Терміни вегетації, днів	Чиста продуктивність фотосинтезу												
	Контроль	Мікофренд				Міковітал				Флоробацилін			
	г/м <sup>2</sup> добу	г/м <sup>2</sup> добу	± до контролю		P-level	г/м <sup>2</sup> добу	± до контролю		P-level	г/м <sup>2</sup> добу	± до контролю		P-level
			г/м <sup>2</sup> добу	%			г/м <sup>2</sup> добу	%			г/м <sup>2</sup> добу	%	
Міскантус													
30	22,5	27,6	5,1	22,7	0,007	26,0	3,5	15,6	0,009	24,8	2,3	10,2	0,02
60	35,3	41,4	6,1	17,3	0,008	39,8	4,5	12,7	0,01	38,3	3,0	8,5	0,03
90	1021,5	1137,4	115,9	11,3	0,01	1098,0	76,5	7,5	0,03	1058,3	36,8	3,6	0,05
120	1716,8	2023,2	306,4	17,8	0,008	1935,0	218,2	12,7	0,01	1841,3	124,5	7,3	0,03
Світчграс													
30	322,5	366,3	43,8	13,6	0,01	370,3	47,8	14,8	0,009	341,3	19,1	5,8	0,04
60	500,0	578,8	78,8	15,8	0,009	557,5	57,5	11,5	0,02	527,5	27,5	5,5	0,04
90	605,0	672,5	67,5	11,2	0,02	650,0	45,0	7,4	0,03	628,8	23,8	3,9	0,05
120	663,8	755,0	91,2	13,7	0,01	727,5	63,7	9,6	0,02	698,8	35,0	5,3	0,04



## РОСЛИННИЦТВО

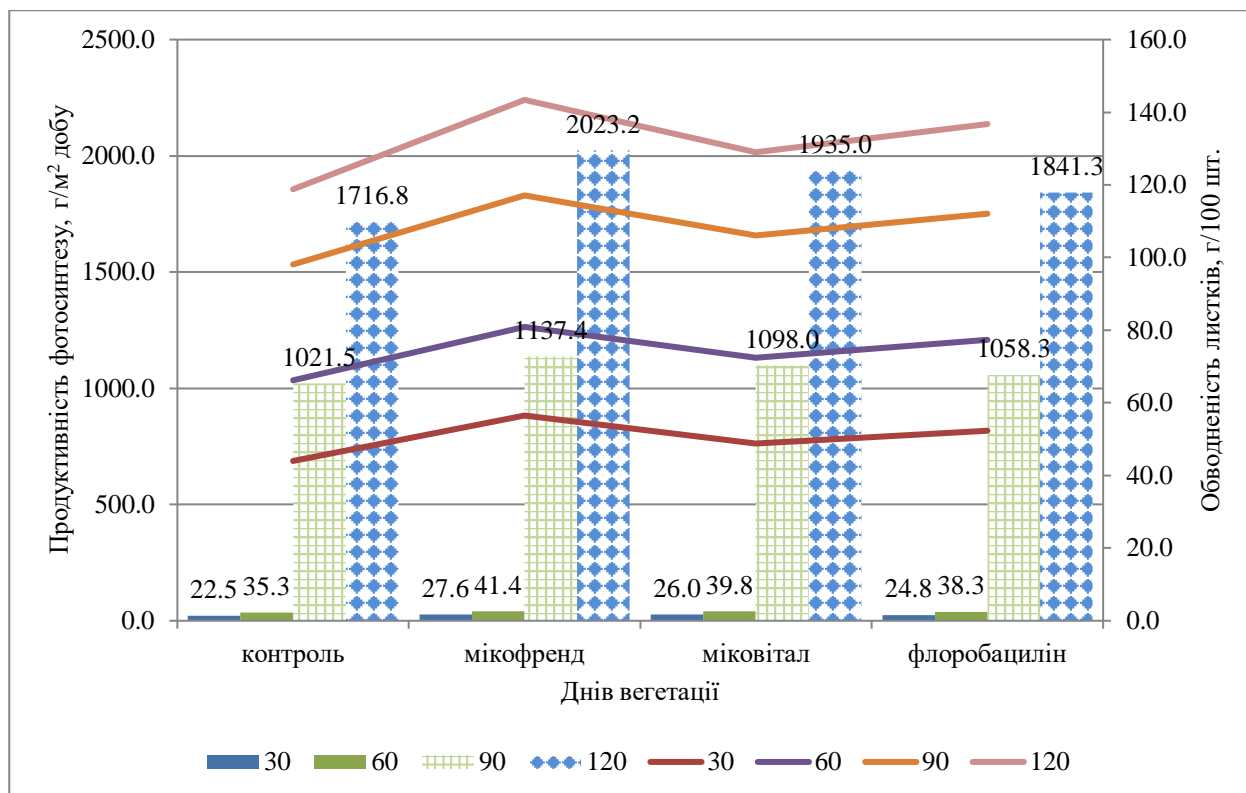


Рис. 1. Кореляційна залежність продуктивності фотосинтезу від обводненості листків рослин міскантусу гігантського (середнє за 2017–2020 рр.)

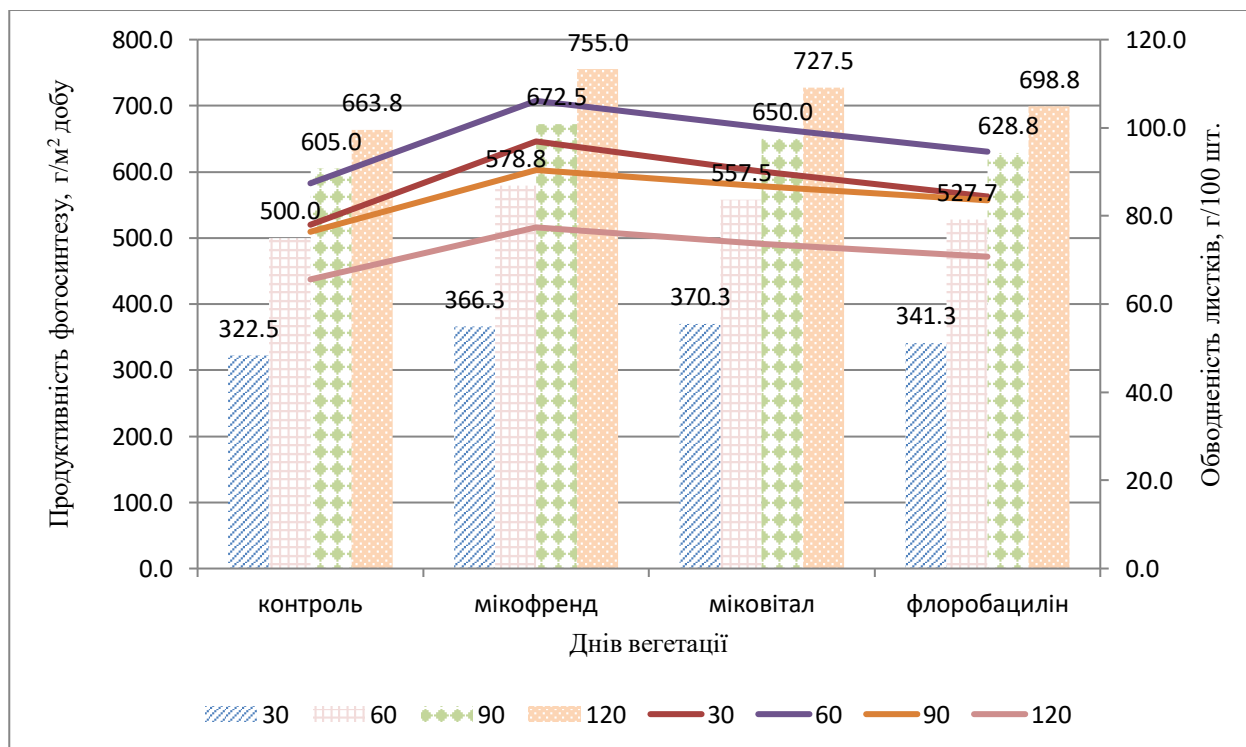


Рис. 2. Кореляційна залежність продуктивності фотосинтезу від обводненості листків рослин свічграсу (середнє за 2017–2020 рр.)

## Висновки

Використання для прикореневого внесення везикулярно-арбоскулярних мікоризоутворювальних препаратів Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.) і Міковітал (гриб *Tuber melanosporum* VITTAD.) та бактеріального препарату Флоробацилін

(бактерії *Bacillus subtilis* Cohn.) сприяє істотному підвищенню обводненості листків злакових біоенергетичних культур, таких як міскантус гігантський та просо протуподібне (світчграс).

Продуктивність фотосинтезу рослин злакових біоенергетичних культур залежить від обводненості їх листків – між цими процесами існує тісний кореляційний зв'язок – коефіцієнт кореляції становить +0,95–0,96.

### Використана література

1. Моргун В. В., Киризий Д. А., Шадчина Т. М. Экофизиологические и генетические аспекты адаптации культурных растений к глобальным изменениям климата. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2010. Т. 42, № 1. С. 3–22.
2. Моргун В. В., Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Зв'язок реакції фотосинтетичних показників і зернової продуктивності на ґрунтову посуху в контрастних за стійкістю сортів озимої пшениці. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48, № 5. С. 371–381. doi: 10.15407/frg2016.05.371
3. Кондратюк Ю. Ю., Рибаченко О. Р., Маменко П. М., Коць С. Я. Вплив посухи на вміст розчинного білка в коренях сої, інокульованої штамми *Bradyrhizobium japonicum* з різними симбіотичними властивостями. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47, № 4. С. 361–366.
4. Chavarria G., dos Santos H. P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. *Advances in Selected Plant Physiology Aspects*. London : IntechOpen, 2012. P. 105–132. doi: 10.5772/33478
5. Reynolds M. P., Pask A. J. D., Mullan D. M. Physiological breeding I: interdisciplinary approaches to improve crop adaptation. Mexico : CIMMYT, 2012. 174 p.
6. Plant Anatomy, Morphology and Physiology / C. Koelling (Ed.). New York, NY : Syrawood Publishing House, 2016. 273 p.
7. Усманов И. Ю., Рахманкулова З. Ф., Кулагин А. Ю. Экологическая физиология растений. Москва : Логос, 2001. 224 с.
8. Величко Л. Н., Меркушина А. С., Чорна Л. В. Практикум з фізіології рослин. Умань, 2006. 109 с.
9. Ничипорович А. А., Куперман Ф. М. Фотосинтез и вопросы повышения урожайности растений. *Вестник с.-х. науки*. 1966. № 2. С. 1–12.
10. Ермантраут Е. Р., Карпук Л. М., Вахній С. П. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії. Біла Церква : Білоцерківдрук, 2018. 104 с.
11. Дидович С. В., Зотов В. С., Турина Е. Л. и др. Эффективность агроценозов бобовых культур. *SWorld*. 2015. Вып. 1, Т. 24. С. 22–25.
12. Yang Y., Guo X., Wang K. L. et al. Anther and ovule development in *Clematis terniflora* var. *mandshurica* (Ranunculaceae). *Flora*. 2019. Vol. 253. P. 67–75. doi: 10.1016/j.flora.2019.03.008
13. Smith S. E., Read D. Mycorrhizal symbiosis. 3rd ed. London : Academic Press, 2008. 815 p.
14. Ковалевський С. Б., Кривохатко Г. А. Посухостійкість та водоутримувальна здатність рослин *Thuja occidentalis* L. та її культиварів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 2. С. 77–80. doi: 10.15421/40280214
15. Розумова С. Г. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології: Конспект лекцій. Одеса, 2013. С. 119.
16. Скляр В. Г. Екологічна фізіологія рослин / за ред. Ю. А. Злобіна. Суми : Університетська книга, 2015. 271 с.
17. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Динаміка продуктивності вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАУ*. 2018. № 3. С. 11–14. doi: 10.31210/visnyk2018.03.01
18. Присяжнюк О. І., Коровко І. І. Динаміка вмісту хлорофілів у листках цукрових буряків. *Новітні агротехнології*. 2015. № 3. doi: 10.21498/na.1(3).2015.118908

19. Колесніченко О. В. Анатомо-морфологічна будова листків *Castanea sativa* Mill. як фактор стабілізації водного режиму рослин в умовах посухи. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. № 5. URL: [http://www.nd.nubip.edu.ua/2015\\_5/31.pdf](http://www.nd.nubip.edu.ua/2015_5/31.pdf)

## References

1. Morgun, V. V., Kiriziy, D. A., & Shadchina, T. M. (2010). Ecophysiological and genetical aspects of crops adaptation to global climate changes. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy* [Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants], 42(1), 3–22. [in Russian]
2. Morgun, V. V., Stasik, O. O., Kiriziy, D. A., & Pryadkina, G. A. (2016). Relations between reactions of photosynthetic traits and grain productivity on soil drought in winter wheat varieties contrasting in their tolerance. *Fiziologiya rastenij i genetika* [Plant Physiology and Genetics], 48(5), 371–381. doi: 10.15407/frg2016.05.371 [in Ukrainian]
3. Kondratiuk, Iu. Iu., Rybachenko, O. R., Mamenko, P. M., & Kots, S. Ya. (2015). The influence of drought on the protein content of soybean roots under inoculation by bradyrhizobium japonicum strains with different effectiveness. *Fiziologiya rastenij i genetika* [Plant Physiology and Genetics], 47(4), 361–366. [in Ukrainian]
4. Chavarria, G., & dos Santos, H. P. (2012). Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. In G. Montanaro (Ed.), *Advances in Selected Plant Physiology Aspects* (pp. 105–132). London: InTech. doi: 10.5772/33478
5. Reynolds, M. P., Pask, A. J. D., & Mullan, D. M. (2012). *Physiological breeding I: interdisciplinary approaches to improve crop adaptation*. Mexico: CIMMYT.
6. Koelling, C. (Ed.). (2016). *Plant Anatomy, Morphology and Physiology*. New York, NY: Syrawood Publishing House.
7. Usmanov, I. Yu., Rakhmankulova, Z. F., & Kulagin, A. Yu. (2001). *Ekologicheskaya fiziologiya rasteniy* [Ecological plant physiology]. Moscow: Logos. [in Russian]
8. Velychko, L. N., Merkushyna, A. S., & Chorna, L. V. (2006). *Praktykum z fiziologii roslyn* [Workshop on plant physiology]. Uman: N.p. [in Ukrainian]
9. Nichiporovich, A. A., & Kuperman, F. M. (1966). Photosynthesis and issues of increasing plant yields. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 2, 1–12. [in Russian]
10. Ermantraut, E. R., Karpuk, L. M., Vakhnii, S. P., Kozak, L. A., Filipova, L. M., & Pavlichenko, A. A. (2018). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Methodology of scientific research in agronomy]. Bila Tserkva: Bilotserkivdruk. [in Ukrainian]
11. Didovich, S. V., Zotov, V. S., Turina, E. L., Kulinich, R. A., & Didovich, A. N. (2015). The effectiveness of legumes agrocenoses. *SWorld*, 1(24), 22–25. [in Russian]
12. Yang, Y., Guo, X., Wang, K., Liu, Q., & Liu, Q. (2019). Anther and ovule development in *Clematis terniflora* var. *mandshurica* (Ranunculaceae). *Flora*, 253, 67–75. doi: 10.1016/j.flora.2019.03.008
13. Smith, S. E., & Read, D. (2008). *Mycorrhizal symbiosis* (3rd ed.). London: Academic Press.
14. Kovalevskii, S. B., & Kryvokhatko, H. A. (2018). Drought resistance and water retention capacity of plants of *Thuja occidentalis* L. and its cultivars. *Naukovij visnik Natsional'nogo lisotekhnichnogo universitetu Ukraini* [Scientific bulletin of Ukrainian National Forestry University], 28(2), 77–80. doi: 10.15421/40280214 [in Ukrainian]
15. Rozumova, S. H. (2013). *Ekologhiia roslyn z osnovamy botaniky ta fiziologii: Konspekt leksii* [Plant ecology with basics of botany and physiology: Lecture notes] (p. 119). Odesa: N.p. [in Ukrainian]
16. Skliar, V. H. (2015). *Ekologichna fiziologhiia roslyn* [Ecological physiology of plants]. Yu. A. Zlobina. Sumy: Universytetska knyha. [in Ukrainian]
17. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Dynamics of productive moisture in the soil for the cultivation of winter wheat in the crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.



*Visnik Poltavs'koï deržavnoï agrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], 3, 11–14. doi: 10.31210/visnyk2018.03.01

18. Prysiazhniuk, O. I., & Korovko I. I. (2015). Dynamic pattern of chlorophyll content in the leaves of sugar beet. *Novitni agrotehnologii* [Advanced Agritechnologies], 3. doi: 10.21498/na.1(3).2015.118908

19. Kolesnichenko, O. V. (2015). Anatomical and morphological structure of leaves *Castanea sativa* Mill. as a factor in the stabilization of the water regime of plants under drought conditions. *Naukovì dopovidì NUBiP Ukraïni* [Scientific reports NULES of Ukraine], 5. Retrieved from [http://www.nd.nubip.edu.ua/2015\\_5/31.pdf](http://www.nd.nubip.edu.ua/2015_5/31.pdf)

UDC 581.132:581.144:631.466:633.19

**Sabluk, V. T.<sup>1</sup>, Dymyrov, S. H.<sup>2</sup>, Tanchyk, S. P.<sup>3</sup>, & Zapolska, N. M.<sup>1</sup>** (2021). Increasing photosynthetic productivity of cereal bioenergy crops as affected by the water content in leaves under mycorrhization of the root system. *Naukovì pracì Institutu bioenergetičnih kul'tur ta cukrovih burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 185–193. [in Ukrainian]

<sup>1</sup>*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine*

<sup>2</sup>*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine, e-mail: sdimitrov@ukr.net*

<sup>3</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine*

**Purpose.** To determine photosynthetic productivity of miscanthus giganteus and switchgrass as affected by leaf water content under mycorrhization of their roots. **Methods.** Field, laboratory, and statistical. **Results.** The obtained results indicate that the use of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) preparations Mycofriend (fungus *Trichoderma harzianum* RIFAI.), Mikovital (fungus *Tuber melanosporum* VITTAD.), and nitrogen-fixing preparation Florobacillin (*Bacillus subtilis* Cohn.) helps to increase water content in the leaves of such cereal bioenergy crops as miscanthus giganteus and switchgrass. In particular, in all vegetation periods, in the treatments with Mycofriend, the water content in miscanthus giganteus leaves was higher by 11.2–20.1% than in the control, while in switchgrass it was higher by 16.9–20.5% than in the control. In the treatments with Mikovital and Florobacillin, leaf water content ranged in miscanthus from 7.1 to 15.6% and from 5.8 to 11.7%, respectively, and in switchgrass, from 11.6 to 14.7% and from 7.0 to 10.2%, respectively. The photosynthetic productivity of these crops is affected by the water content in the leaves. There is a close correlation between these factors (correlation coefficient 0.95–0.96). **Conclusions.** Root application of biological plant products Mycofriend, Mikovital and Florobacillin improves water content in the leaves of cereal bioenergy crops, such as miscanthus giganteus and switchgrass, and increases their photosynthetic productivity.

**Keywords:** bioenergy crops; vesicular-arbuscular mycorrhizal preparations; leaf water content; photosynthetic productivity; correlation dependence.

Надійшла / Received 16.10.2021

Погоджено до друку / Accepted 08.11.2021