

УДК 631.527:631.811:631.8

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-3>

Безвіконний П. В.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: bezvikonnyu777@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4922-1763

ФОРМУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БУРЯКУ КОРМОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація

У статті представлені результати багаторічних польових досліджень (2020–2024 рр.), спрямованих на вивчення впливу різних мікродобрив та фунгіцидів на розвиток листкового апарату та фотосинтетичні показники буряку кормового в умовах Західного Лісостепу України. За результатами проведення досліджень встановлено суттєві відмінності в площі листкової поверхні між сортами. При цьому середнє значення площі листкової поверхні у сорту Стармон становило 56,31 тис. м²/га, тоді як у сорту Ольжич – 48,18 тис. м²/га. Позакореневе підживлення мікродобривами сприяло достовірному збільшенню площі листя. Приріст площі листкової поверхні на варіанті із внесенням мікродобрива АДОБ макро + мікро порівняно з контролем становив 8,19 тис. м²/га у сорту Ольжич і 9,19 тис. м²/га у сорту Стармон, відповідно. Максимальні значення площі листкової поверхні були зафіксовані за поєднаного застосування мікродобрив і фунгіцидів. Так, у сорту Ольжич найбільшу площу листкової поверхні (54,58 тис. м²/га) відзначали на варіанті АДОБ макро + мікро у поєднанні з фунгіцидом Імпакт, тоді як у сорту Стармон аналогічна комбінація забезпечила 61,61 тис. м²/га.

Фотосинтетичний потенціал рослин відображав аналогічні закономірності. Впродовж років досліджень найбільшим рівнем аналізованого показника характеризувався період інтенсивного росту (10.08). Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу у всіх варіантах досліді зафіксовані на варіанті АДОБ макро + мікро + Імпакт у сорту Ольжич (3,785 млн м² × діб/га), тоді як у сорту Стармон аналогічна комбінація забезпечила формування 4,531 млн м² × діб/га. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), як ключовий показник ефективності використання листкової поверхні для синтезу сухої речовини, також залежала від сорткових особливостей та агротехніки. Середнє значення ЧПФ у сорту Стармон становило 8,21 г/м² за добу, а сорту Ольжич – 5,50 г/м² за добу. Позакореневе підживлення АДОБ макро + мікро підвищувало ЧПФ до 9,22 г/м² у першого сорту та до 5,80 г/м² у другого, а застосування додатково фунгіциду Імпакт збільшувало цей показник до 9,61 г/м² та 6,17 г/м² відповідно.

Це підтверджує ефективність сумісного застосування мікродобрив та фунгіцидів, що сприяє максимальному збереженню активного листкового апарату та підвищенню фотосинтетичної продуктивності рослин, що, своєю чергою, забезпечує підвищення потенційної врожайності буряку кормового.

Ключові слова: буряк кормовий, позакореневе підживлення, мікродобрива, фунгіциди, площа листків, фотосинтетичні показники.

Вступ. Сучасний розвиток тваринництва, зокрема молочного та м'ясного скотарства, неможливий без формування стабільної, науково обґрунтованої кормової бази, здатної забезпечити високий рівень продуктивності тварин і якість отриманої продукції. У структурі раціонів великої рогатої худоби важливе місце належить соковитим кормам, частка яких у зимово-стійловий період повинна становити не менше третини загальної поживності. Особливої ваги вони набувають у післяродовий період та на початку лактації, коли потреба організму корів у легкоперетравних вуглеводах, мінеральних елементах і біологічно активних речовинах суттєво зростає. За таких умов ефективне виробництво соковитих кормів є визначальним чинником підвищення економічної результативності галузі тваринництва та продовольчої безпеки країни [4].

Серед кормових коренеплодів особливе місце посідає буряк кормовий, який характеризується високою врожайністю, значним виходом сухої речовини з одиниці площі та добрим поїданням тваринами. Його коренеплоди й гичка містять комплекс поживних речовин, зокрема легкодоступні вуглеводи, органічні кислоти, вітаміни та мінеральні сполуки, що сприяють підвищенню енергетичної цінності раціону й позитивно впливають на фізіологічний стан тварин. Крім кормового значення, буряк кормовий відіграє важливу агроекологічну роль, поліпшуючи фізичні властивості ґрунту, активізуючи біологічні процеси та сприяючи підвищенню його родючості [7].

Реалізація потенційної продуктивності буряку кормового значною мірою визначається інтенсивністю ростових процесів і функціональною активністю листкового апарату, який є основним органом фотосинтезу [8]. Саме в листках формується переважна частка органічної речовини, що згодом транспортується до коренеплодів і визначає рівень урожайності культури. Динаміка формування площі листкової поверхні, тривалість її активного функціонування та ефективність використання фотосинтетично активної радіації є ключовими показниками, які інтегрують вплив агротехнічних і екологічних факторів на продуктивність рослин [1].

Разом із тим листковий апарат буряку кормового є вразливим до дії несприятливих чинників середовища, зокрема дефіциту елементів живлення, високих температур, нестачі вологи та ураження хворобами. Хвороби церкоспороз і борошніста роса, що викликані грибами *Cercospora beticola* Sacc. та *Erysiphe betae* (Vanha) Weltzien, здатні суттєво обмежувати асиміляційну діяльність листків, викликаючи їх передчасне старіння, зменшення фотосинтетичної активності та скорочення періоду накопичення пластичних речовин. У результаті це призводить до втрат урожаю та погіршення якісних показників кормової продукції [2].

У сучасних технологіях вирощування буряку кормового все більшого значення набуває оптимізація системи живлення рослин, зокрема шляхом застосування позакореневого підживлення. Використання мікродобрив дозволяє швидко компенсувати дефіцит мікроелементів, активізувати ферментативні процеси, посилити ріст і розвиток рослин, а також підвищити їхню стійкість до несприятливих чинників середовища. Особливої актуальності позакореневе підживлення набуває у критичні фази органогенезу, коли коренева система не завжди здатна забезпечити рослини необхідною кількістю елементів живлення [10].

Як відзначає Л. М. Карпук [5], позакореневе внесення макро- та мікроелементів сприяє підвищенню ефективності фотосинтезу й формуванню більш потужної асиміляційної поверхні, що є важливою передумовою одержання високих і стабільних урожаїв.

Поряд із оптимізацією живлення велике значення має ефективний захист рослин від хвороб. Своєчасне застосування фунгіцидів спрямоване на збереження листкового апарату у фізіологічно активному стані, подовження періоду його функціонування та мінімізацію негативного впливу патогенів на продукційні процеси. У поєднанні з позакореневим підживленням фунгіцидний захист може забезпечувати комплексний ефект, оскільки збалансоване живлення підвищує стійкість рослин до біотичних стресів і сприяє більш повній реалізації їхнього генетичного потенціалу [12].

В. М. Сінченко та В. Р. Аскарів підкреслюють, що особливий науковий інтерес викликає поєднане застосування позакореневого підживлення та фунгіцидного захисту, адже мікроелементи не лише покращують живлення рослин, а й опосередковано підвищують їхню стійкість до патогенів, особливо в умовах Західного Лісостепу України. Така інтеграція елементів технології дозволяє комплексно впливати на біологічні параметри рослин – кількість листків, площу листкової поверхні, продуктивність фотосинтезу, що в підсумку визначає рівень урожайності культури [11].

Незважаючи на суттєвий масив наукових досліджень з удосконалення технологій вирощування буряків, більшість із них стосується саме цукрового буряку, тоді як кормовий напрям залишається не досить вивченим.

Г. І. Демидась та Л. М. Бурко відзначають, що рівень урожайності кормового буряку безпосередньо залежить від масштабу сформованої листкової поверхні та інтенсивності її функціонування. Максимальні врожаї цієї культури можуть бути досягнуті лише за умови підтримання високої фотосинтетичної активності рослин впродовж усієї вегетації [3].

У зв'язку з цим актуальним є дослідження впливу позакореневого підживлення та захисту рослин від хвороб на вивчення показників фотосинтетичної активності посівів буряку кормового з метою наукового обґрунтування ефективних технологічних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності культури та стабільності агропромисловості. Отримані результати можуть слугувати основою для вдосконалення адаптивних технологій вирощування культури, підвищення ефективності кормовиробництва та забезпечення стабільного розвитку галузі тваринництва в умовах сучасних викликів.

Мета дослідження. Метою досліджень було з'ясування закономірностей формування фотосинтетичних показників буряку кормового залежно від комплексного застосування мікродобрив і фунгіцидів у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу.

Дослідження проводились упродовж 2020–2024 років на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, мало гумусний, середньосуглинковий на лесовидних суглинках. Вміст гумусу (за Тюрнімом) у шарі ґрунту 0–3 см становить 3,8–4,1 %. Вміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфілдом), становить 98–117 мг/кг, рухомого фосфору (за Чіріковим) – 81–94 мг/кг, обмінного калію (за Чіріковим) – 145–175 мг/кг ґрунту.

Розмір посівної ділянки становить 65 м², облікової – 54 м², повторність досліду – чотирикратна. Вирощували кормові буряки сортів Ольжич та Стармон.

Досліджувані форми мікродобрив: Авангард Р Буряк – склад: N – 50 г/л, K₂O – 10 г/л, MgO – 60 г/л, B – 6 г/л, Fe – 2 г/л, Mn – 15 г/л, Cu – 5 г/л, Zn – 7 г/л, Mo – 0,10 г/л, Co – 0,10 г/л. Норма внесення – 2 л/га. Інтермаг-буряк – склад: N – 194 г/л, Na₂O – 39,0 г/л, MgO – 26,0 г/л, SO₃ 24,0 г/л, B – 6,45 г/л, Fe – 2,6 г/л, Mn – 8,4 г/л, Cu – 2,6 г/л, Zn – 6,5 г/л, Mo – 0,065 г/л, Ti – 0,26 г/л. Норма внесення – 2 л/га. Сані Мікс – склад: N – 50 г/л, P₂O₅ – 40 г/л, K₂O – 10 г/л, MgO – 5 г/л, B – 5 г/л, Fe – 10 г/л, Mn – 10 г/л, Cu – 10 г/л, Zn – 10 г/л, Mo – 0,10 г/л, Co – 0,05 г/л. Норма внесення – 1,0 л/га. АДОБ макро+мікро – склад: N – 10 %, P₂O₅ – 5, K₂O – 15, MgO – 10, B – 1,0, Cu – 0,01, Fe – 0,02, Mn – 0,05, Mo – 0,01, Zn – 0,01, S – 5,0 %. Норма внесення – 2 кг/га.

У дослідженнях застосовували такі фунгіциди: Імпакт 25, К.С. – 0,25 л/га, Топсін-М 500, КС – 1,2 л/га.

Динаміку наростання маси коренеплоду і гички визначали відповідно до Методики дослідної справи в агрономії [9] та Методики проведення досліджень у буряківництві [6].

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами проведення досліджень (табл. 1), станом на 10 серпня, встановлено суттєві відмінності площі листової поверхні між досліджуваними сортами. Зокрема, сорт Стармон формував істотно більшу площу листової поверхні порівняно із сортом Ольжич в усіх варіантах досліду. При цьому середнє значення площі листової поверхні у сорту Стармон становило 56,31 тис. м²/га, тоді як у сорту Ольжич – 48,18 тис. м²/га. Перевага сорту Стармон за цим показником свідчить про його вищий біологічний потенціал та кращу здатність до формування потужного асиміляційного апарату.

У розрізі варіантів вплив позакореневого підживлення мікродобривами (фактор В) був чітко вираженим і стабільним для обох сортів. Найменша площа листової поверхні формувалась на контролі (без внесення мікродобрив) – 43,97 тис. м²/га у сорту Ольжич та 51,09 тис. м²/га у сорту Стармон. Застосування мікродобрив зумовлювало поступове і достовірне зростання асиміляційної поверхні, причому величина приросту залежала від складу препарату.

Таблиця 1. Площа листової поверхні буряку кормового залежно від позакореневого підживлення та захисту рослин від хвороб (станом на 10.08; середнє за 2020–2024 рр.), тис. м²/га

Сорт (фактор А)	Позакореневе підживлення мікродобривами (фактор В)	Фунгіцид (фактор С)			Середнє по фактору В	Середнє по фактору А
		Без внесення фунгіцидів (к)*	Топсин М	Імпакт		
Ольжич	Без внесення мікродобрив (к)*	43,23	43,86	44,81	43,97	48,18
	Авангард Р Буряк	47,01	47,22	48,06	47,43	
	Інтермаг-буряк	45,44	47,65	48,80	47,30	
	Сані Мікс	47,96	50,48	51,74	50,06	
	АДОБ макро+мікро	49,43	52,48	54,58	52,16	
Середнє по фактору С		46,61	48,34	49,60		
Стармон	Без внесення мікродобрив (к)*	50,38	51,37	51,53	51,09	56,31
	Авангард Р Буряк	53,42	55,62	57,10	55,38	
	Інтермаг-буряк	54,52	56,83	58,52	56,62	
	Сані Мікс	56,15	58,36	59,93	58,15	
	АДОБ макро+мікро	58,99	60,25	61,61	60,28	
Середнє по фактору С		54,69	56,49	57,74		

Найвищу ефективність серед досліджуваних препаратів спостерігали на варіанті із внесенням мікродобрива АДОБ макро+мікро, за якого площа листової поверхні зростала до 52,16 тис. м²/га у сорту Ольжич та 60,28 тис. м²/га у сорту Стармон. Приріст площі листової поверхні порівняно з контролем становив відповідно 8,19 і 9,19 тис. м²/га, що свідчить про активізацію ростових процесів та підвищення ефективності фотосинтетичної діяльності за умов оптимізованого мінерального живлення. Внесення препаратів Сані Мікс та Інтермаг-буряк також забезпечувало суттєве збільшення площі листової поверхні, хоча їхня дія була менш вираженою порівняно з АДОБ макро+мікро.

Важливу роль у формуванні асиміляційної поверхні відігравав фунгіцидний захист (фактор С). Так, у середньому по сорту Ольжич площа листової поверхні зростала з 46,61 тис. м²/га на варіантах без застосування фунгіцидів до 49,60 тис. м²/га за використання фунгіциду Імпакт. Аналогічна тенденція простежувалася і у сорту Стармон, де відповідні показники становили 54,69; 56,49 та 57,74 тис. м²/га. Порівняльна оцінка фунгіцидів засвідчила, що препарат Імпакт забезпечував найбільше зростання площі листової поверхні порівняно із застосуванням Топсину М. Таким чином, встановлено позитивний вплив фунгіцидного захисту (фактор С) на формування фотосинтетичних показників рослин. Отримані дані підтверджують, що застосування фунгіцидів сприяє збереженню листового апарату в активному фізіологічному стані, зменшуючи втрати асиміляційної поверхні внаслідок розвитку хвороб.

Аналіз взаємодії факторів В і С виявив чітко виражений синергічний ефект. Максимальні значення площі листової поверхні були зафіксовані за поєданого застосування мікродобрив і фунгіцидів. Так, у сорту Ольжич найбільшу площу листової поверхні (54,58 тис. м²/га) відзначали на варіанті АДОБ макро + мікро у поєднанні з фунгіцидом Імпакт, тоді як у сорту Стармон аналогічна комбінація забезпечила 61,61 тис. м²/га.

Наші дослідження підтверджують, що площа листової поверхні буряку кормового є показником, який формується під комплексним впливом сортових особливостей та елементів технології вирощування. Найвищі значення цього показника досягаються за умов інтегрованого застосування високоефективних мікродобрив і фунгіцидного захисту, причому сорт Стармон проявляє вищу реакцію на інтенсифікацію технології порівняно із сортом Ольжич. Формування потужної асиміляційної поверхні створює передумови для підвищення фотосинтетичного потенціалу посівів і подальшого зростання врожайності буряку кормового в умовах Західного Лісостепу України.

На основі отриманих нами результатів та розрахунків встановлено, що фотосинтетичний потенціал посівів буряку кормового сорту Стармон характеризувався стабільно вищими значеннями порівняно із сортом Ольжич

незалежно від варіантів позакореневого підживлення та застосування фунгіцидів. Середнє значення по фактору А у сорту Стармон становило 3,988 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$, тоді як у сорту Ольжич – 3,141 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ (табл. 2).

Таблиця 2. Фотосинтетичний потенціал буряку кормового залежно від позакореневого підживлення та захисту рослин від хвороб (станом на 10.08; середнє за 2020–2024 рр.), млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$

Сорт (фактор А)	Позакореневе підживлення мікродобривами (фактор В)	Фунгіцид (фактор С)			Середнє по фактору В	Середнє по фактору А
		Без внесення фунгіцидів (к)*	Топсин М	Імпакт		
Ольжич	Без внесення мікродобрив (к)*	2,582	2,649	2,750	2,660	3,141
	Авангард Р Буряк	2,983	3,005	3,094	3,027	
	Інтермаг-буряк	2,917	3,051	3,173	3,047	
	Сані Мікс	3,284	3,351	3,484	3,373	
	АДОБ макро+мікро	3,440	3,563	3,785	3,596	
Середнє по фактору С		3,041	3,124	3,257		
Стармон	Без внесення мікродобрив (к)*	3,340	3,445	3,462	3,416	3,988
	Авангард Р Буряк	3,763	3,896	4,053	3,904	
	Інтермаг-буряк	3,879	4,124	4,203	4,069	
	Сані Мікс	3,952	4,186	4,253	4,130	
	АДОБ макро+мікро	4,353	4,387	4,531	4,424	
Середнє по фактору С		3,857	4,008	4,100		

Позакореневе підживлення мікродобривами (фактор В) сприяло зростанню фотосинтетичного потенціалу обох досліджуваних сортів. Впродовж років досліджень найбільшим рівнем аналізованого показника характеризувався період інтенсивного росту (10.08). На фоні без внесення мікродобрив рівень цього показника перебував у межах 2,660 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ у сорту Ольжич та 3,416 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ у сорту Стармон. Застосування мікродобрив забезпечувало істотне підвищення фотосинтетичного потенціалу, причому максимальний ефект спостерігався за використання АДОБ макро+мікро та досягав 3,596 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ у сорту Ольжич і 4,424 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ у сорту Стармон. При цьому встановлено значне збільшення показників фотосинтетичного потенціалу на 0,936 та 1,008 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ відповідно порівняно з контролем, що свідчить про активізацію асиміляційних процесів за умов оптимізованого мінерального живлення.

На варіантах досліді, де застосовували фунгіциди, фотосинтетичний потенціал у середньому по сорту Ольжич підвищувався на 0,083 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ за використання фунгіциду Топсин М та на 0,216 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ за застосування фунгіциду Імпакт порівняно з контролем. У сорту Стармон відповідні прирости становили 0,151 та 0,243 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$, що свідчить про більш високий ефект фунгіцидного захисту для цього сорту.

Порівняльний аналіз фунгіцидів показав, що препарат Імпакт забезпечував найбільший приріст фотосинтетичного потенціалу порівняно як із Топсином М, так і з контролем.

У середньому за п'ять років досліджень найвищі показники фотосинтетичного потенціалу у всіх варіантах досліді зафіксовані у сорту Ольжич (3,785 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$) у варіанті АДОБ макро+мікро + Імпакт, тоді як у сорту Стармон аналогічна комбінація забезпечила формування 4,531 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$. Це підтверджує ефективність сумісного застосування мікродобрив та фунгіцидів, що сприяє максимальному збереженню активного листкового апарату та підвищенню фотосинтетичної продуктивності рослин, що, своєю чергою, забезпечує підвищення потенційної врожайності буряку кормового.

Ще одним ключовим показником, що відображає потенційні можливості рослин щодо формування врожайності, є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Вона характеризує ефективність використання листкової поверхні для накопичення сухої речовини врожаю за одиницю часу. ЧПФ тісно пов'язана з площею листя, яка є основним чинником росту надземної маси рослини та визначає інтенсивність поглинання CO_2 і синтез органічної речовини під час фотосинтезу.

На основі проведених розрахунків встановлено (табл. 3), що досліджувані агротехнічні фактори мають істотний вплив на чисту продуктивність фотосинтезу буряку кормового.

Варто відзначити, що сорт Стармон суттєво переважав сорт Ольжич за рівнем чистої продуктивності фотосинтезу. Середнє значення по фактору А для сорту Стармон становило 8,21 г/м^2 за добу, тоді як у сорту Ольжич – 5,50 г/м^2 за добу.

На варіантах із позакореневим підживленням мікродобривами (фактор В) виявили стійку тенденцію до підвищення чистої продуктивності фотосинтезу залежно від використаних препаратів. Найвищі значення були зафіксовані у варіантах із використанням АДОБ макро+мікро. У цих умовах ЧПФ у сорту Ольжич зростала до 5,80 г/м^2 за добу, а у сорту Стармон – до 9,22 г/м^2 за добу, що відповідно на 0,80 та 2,17 г/м^2 за добу перевищувало контроль (Ольжич – 5,00 г/м^2 за добу, Стармон – 7,05 г/м^2 за добу).

Таблиця 3. Вплив мікродобрив і фунгіцидів на чисту продуктивність фотосинтезу буряку кормового (станом на 10.08; середнє за 2020–2024 рр.), г/м² за добу

Сорт (фактор А)	Позакореневе підживлення мікродобривами (фактор В)	Фунгіцид (фактор С)			Середнє по фактору В	Середнє по фактору А
		Без внесення фунгіцидів (к)*	Топсин М	Імпакт		
Ольжич	Без внесення мікродобрив (к)*	4,74	5,09	5,17	5,00	5,50
	Авангард Р Буряк	4,84	5,62	5,65	5,37	
	Інтермаг-буряк	5,09	5,78	6,11	5,66	
	Сані Мікс	5,10	5,85	6,10	5,68	
	АДОБ макро + мікро	5,23	6,01	6,17	5,80	
Середнє по фактору С		5,00	5,67	5,84		
Стармон	Без внесення мікродобрив (к)*	6,58	7,25	7,32	7,05	8,21
	Авангард Р Буряк	7,61	7,86	8,01	7,83	
	Інтермаг-буряк	8,21	8,26	8,33	8,27	
	Сані Мікс	8,46	8,68	8,95	8,70	
	АДОБ макро + мікро	8,79	9,27	9,61	9,22	
Середнє по фактору С		7,93	8,26	8,44		

Позитивну дію встановлено і за використання фунгіцидів (фактор С). При цьому прирости величини показника ЧПФ по сорту Ольжич становили від 5,00 г/м² за добу на варіантах без фунгіцидів до 5,84 г/м² за добу за застосування фунгіциду Імпакт. У сорту Стармон відповідні значення становили 7,93, 8,26 та 8,44 г/м² за добу. Порівняльна оцінка фунгіцидів засвідчила, що препарат Імпакт забезпечував вищу ефективність порівняно з Топсином М, що проявлялося у зростанні інтенсивності асиміляційних процесів і підвищенні чистої продуктивності фотосинтезу.

Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу були отримані за сумісного застосування мікродобрив і фунгіцидів. Так, у сорту Ольжич максимальне значення (6,17 г/м² за добу) зафіксовано у варіанті АДОБ макро+мікро + Імпакт, тоді як у сорту Стармон аналогічна комбінація забезпечила – 9,61 г/м² за добу.

Висновки. За результатами польових і лабораторних досліджень встановлено, що Сорт Стармон формувал у середньому площу листової поверхні 56,31 тис. м²/га, що перевищувала показники сорту Ольжич (48,18 тис. м²/га). Це зумовило вищий фотосинтетичний потенціал у сорту Стармон – 4,424 млн м² × діб/га проти 3,596 млн м² × діб/га та чисту продуктивність фотосинтезу 9,22 г/м² за добу проти 5,80 г/м². Найбільший ефект спостерігався у разі використання позакореневого підживлення АДОБ макро+мікро у поєднанні з фунгіцидом Імпакт. При цьому площа листової поверхні у сорту Стармон зростала до 61,61 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал – до 4,531 млн м² × діб/га, а чиста продуктивність фотосинтезу – до 9,61 г/м² за добу.

Список використаних джерел

1. Безвіконний П. В. Фотосинтетична діяльність рослин буряка кормового залежно від впливу мінеральних добрив. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. 46 (1). С. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.2>
2. Гармашов В. В., Стан Д. С. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин кормового буряка залежно від умов вирощування. *Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 71. С. 19–25.
3. Демидась Г. І., Бурко Л. М. Вплив елементів технології вирощування на особливості формування урожаю буряків кормових. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. Вип. 7 (47). С. 17–20.
4. Ільчук М. М. Ефективне функціонування молокопродуктового підкомплексу України. Київ : Нічлава, 2004. 312 с.
5. Карпук Л. М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від густоти насадження рослин. *Агробіологія : збірник наукових праць*. 2013. 10(100). С. 13–18.
6. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
7. Мотрук І. Н. Буряки кормові: біологія, технологія. Київ : Урожай, 2001. 232 с.
8. Панасюк С. С., Слюсар С. М., Крамар О. С. Особливості сортової агротехніки буряка кормового в умовах Північного Лісостепу. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*, 2024. 4(14), 42–51. DOI: <https://doi.10.54651/agri.2024.04.05>
9. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
10. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 6 (229). С. 45–47.

11. Сінченко В. М., Аскарів В. Р. Ефективність застосування мікродобрив та фунгіцидів проти хвороб листового апарату на посівах цукрових буряків. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і буряків цукрових*, 2017, вип. 24, с. 121–126.

12. Bezikonny P., Myalkovsky R., Muliarchuk O., Tarasiuk V. Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(6). 28–37. DOI: 10.15421/2020_253.

Bezikonny P. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of Landscaping, Geodesy and Land Management,
Higher Educational Institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: bezikonny777@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4922-1763*

FORMATION OF BIOLOGICAL PARAMETERS OF FODDER BEET DEPENDING ON FOLIAR FERTILIZATION AND PLANT DISEASE PROTECTION UNDER THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Abstract

The article presents the results of long-term field studies (2020–2024) aimed at investigating the effects of various foliar fertilizers and fungicides on the development of the leaf apparatus and photosynthetic parameters of fodder beet (*Beta vulgaris* L.) under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. The study revealed significant differences in leaf area between the investigated varieties. The average leaf area of the Starmon variety was 56.31 thousand m²/ha, while that of the Olzhych variety was 48.18 thousand m²/ha. Foliar application of microfertilizers contributed to a significant increase in leaf area. The increase in leaf area with the application of the ADOB macro + micro fertilizer compared to the control amounted to 8.19 thousand m²/ha for the Olzhych variety and 9.19 thousand m²/ha for the Starmon variety.

The maximum leaf area values were recorded under the combined application of microfertilizers and fungicides. For the Olzhych variety, the largest leaf area (54.58 thousand m²/ha) was observed with the ADOB macro + micro fertilizer in combination with the Impact fungicide, while for the Starmon variety, the same combination ensured a leaf area of 61.61 thousand m²/ha.

The photosynthetic potential of the plants exhibited similar patterns. During the study period, the highest levels of this parameter were recorded during the period of intensive growth (August 10). The maximum photosynthetic potential in all experimental variants was observed with the ADOB macro + micro + Impact combination: 3.785 million m² × days/ha for the Olzhych variety, while for Starmon, the same combination reached 4.531 million m² × days/ha.

Net photosynthetic productivity (NPP), as a key indicator of the efficiency of leaf area utilization for dry matter accumulation, also depended on varietal characteristics and agronomic treatments. The average NPP of the Starmon variety was 8.21 g/m² per day, while that of Olzhych was 5.50 g/m² per day. Foliar application of ADOB macro + micro increased NPP to 9.22 g/m² for Starmon and to 5.80 g/m² for Olzhych, and the additional application of the Impact fungicide further increased these values to 9.61 g/m² and 6.17 g/m², respectively.

These results confirm the effectiveness of the combined use of microfertilizers and fungicides, which promotes the maximal preservation of an active leaf apparatus and enhances the photosynthetic productivity of plants, thereby ensuring an increase in the potential yield of fodder beet.

Key words: fodder beet, foliar fertilization, microfertilizers, fungicides, leaf area, photosynthetic parameters.

References

1. Bezikonny, P. V. (2025). Fotosyntetychna diialnist roslin buriaka kormovoho zalezno vid vplyvu mineralnykh dobryh [Photosynthetic activity of fodder beet plants depending on the influence of mineral fertilizers]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*, iss. 46 (1), pp. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.2> [in Ukrainian].
2. Harmashov, V.V., Stan, D.S. (2014). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti roslin kormovoho buriaka zalezno vid umov vyroshchuvannya [Features of photosynthetic activity of fodder beet plants depending on cultivation conditions]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomor'ia. Silskohospodarski nauky – Agrarian Bulletin of the Black Sea Region: Agricultural Sciences*, iss. 71, pp. 19–25 [in Ukrainian].
3. Demydas, H. I., Demtsiura, Yu. V. (2011). Kormova produktyvnist bobovo-zlakovykh travosumishok zalezno vid vydovoho skladu ta sposobu stvorennia travostoiu [Forage productivity of legume-cereal grass mixtures depending on the species composition and method of creating a grass stand]. *Kormovyrobnystvo: Zbirnyk naukovykh prats VNAU – Forage production: Collection of scientific works of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences*, iss. 9(49), pp. 95–101 [in Ukrainian].
4. Ilchuk, M. M. (2004). Efektyvne funktsionuvannya molokoproductovoho pidkompleksu Ukrainiy [Effective functioning of the dairy product subcomplex of Ukraine]. Kyiv : Nichlava [in Ukrainian].
5. Karpuk, L. M. (2013). Fotosyntetychna produktyvnist tsukrovyykh buriakiv zalezno vid hustoty nasadzhennia roslin [Photosynthetic productivity of sugar beets depending on the density of plant planting]. *Ahrobiolohiia: zb. nauk. prats*, 10(100), 13–18 [in Ukrainian].
6. Roik, M. V., Hizbullin, N. H. (2014). Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi [Methods of conducting research in sugar beet growing]. Kyiv : FOP Korzun D.Yu. [in Ukrainian].

7. Motruk, I. N. (2001). Buriaky kormovi: biolohiia, tekhnolohiia [Fodder beets: biology, technology]. Kyiv : Urozhai [in Ukrainian].

8. Panasiuk, S. S., Sliusar, S. M., & Kramar, O. S. (2024). Osoblyvosti sortovoi ahrotekhniki buriaka kormovoho v umovakh Pivnichnoho Lisostepu [Features of varietal agrotechnology of fodder beet under conditions of the Northern Forest-Steppe]. *Zemlerobstvo ta roslynnytstvo: teoriia i praktyka – Crop Production and Plant Growing: Theory and Practice*, iss. 4(14), pp. 42–51. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2024.04.05> [in Ukrainian].

9. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M. (2016). Doslidna sprava v ahronomii: navchalnyy posibnyk: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy [Research work in agronomy: a teaching manual: in 2 books. Book 1. Theoretical aspects of research work]. Kharkiv : Maidan [in Ukrainian].

10. Sanin, Yu. V., Sanin, V. A. (2012). Osoblyvosti pozakorenevoho pidzhyvlennia silskohospodarskykh kultur mikroelementamy [Features of foliar fertilization of crops with microelements]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness Today*, iss. 6 (229), pp. 45–47 [in Ukrainian].

11. Sinchenko, V. M., Askarov, V. R. (2017). Efektyvnist zastosuvannia mikro-dobryv ta funhitsydiv proty khvorob lystkovoho aparatu na posivakh tsukrovykh buriakiv [Efficiency of micronutrients and fungicides against leaf diseases in sugar beet crops]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i buriakiv tsukrovykh – Collection of Scientific Works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets*, iss. 24, pp. 121–126 [in Ukrainian].

12. Bezikonnyi, P., Myalkovsky, R., Muliarchuk, O., Tarasiuk, V. Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(6). 28–37. DOI: [10.15421/2020_253](https://doi.org/10.15421/2020_253) [in Ukrainian].



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 26.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 27.04.2026