

УДК 633.41:631.81:581.132

Безвіконний П. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: bezvikonnyi777@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4922-1763

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН БУРЯКА КОРМОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Анотація

У статті представлено результати досліджень щодо впливу норм мінеральних добрив на варіабельність показників площі листя і фотосинтетичних показників рослин кормового буряка в умовах західного Лісостепу України. Установлено, що застосування мінеральних добрив дає значне підвищення показників фотосинтетичної активності посівів буряка кормового. Так, на період першої декади червня у середньому площа листків у сорту Сонет становила 10,94 тис м²/га, у сорту Ольжич – 13,88 тис м²/га, а у сорту Стармон – 15,69 тис м²/га. Найвищу площу листків відзначали на період першої декади серпня. Крайцями були варіанти, де використовували мінеральні добрива порівняно з варіантами без добрив. У розрізі сортів найбільша площа листів кормових буряків була у сорту Стармон порівняно із сортами Сонет та Ольжич. Найбільше значення аналізованого показника спостерігали на варіанті з нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ 63,81 тис м²/га, що на 28,1% більше за контроль. Станом на період збирання спостерігалось зменшення площі листків у рослин буряка кормового.

Упродовж років досліджень найвищий фотосинтетичний потенціал був у період інтенсивного росту (10.08). На тлі без добрив рівень даного показника знаходився у межах 2,275 млн м² × діб/га у сорту Сонет, 2,724 млн м² × діб/га у сорту Ольжич та у сорту Стармон – 3,279 млн м² × діб/га. Крайці умови для збільшення фотосинтетичного потенціалу створювалися за внесення повного мінерального добрива в ґрунт. Найвищий фотосинтетичний потенціал був у сорту Стармон на тлі добрив із нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ – 4,764 та 4,589 млн м² × діб/га. У період збирання фотосинтетичний потенціал досліджуваних сортів зменшувалася практично до такого, як у липні, проте у сортів Стармон та Ольжич упродовж років досліджень на час збирання ще залишався потужний асиміляційний апарат, при цьому ФП становив у середньому 3,80 та 3,49 млн м² × діб/га проти 2,70 у сорту Сонет.

Найвище значення продуктивності фотосинтезу відзначено на період першої декади липня (змикання рядків). Так, на контрольній ділянці рівень продуктивності становив у сорту Сонет 4,23 г/м² за добу, сорту Ольжич – 4,26 г/м² за добу та у сорту Стармон – 6,43 г/м² за добу. Тоді як за внесення добрив даний показник знаходився у межах 6,02–6,91 г/м² за добу першого сорту, 6,98–7,84 г/м² за добу другого сорту та 10,06–11,23 г/м² за добу третього сорту.

Ключові слова: буряк кормовий, сорт, удобрення, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

Вступ. За сучасних умов господарювання великого значення набуває розвиток ринку кормів, який повинен забезпечити належний рівень годівлі сільськогосподарських тварин для ефективного виробництва продукції тваринництва, зокрема розвитку молочного і м'ясного скотарства, бо саме воно постачає на продовольчий ринок дієтичні екологічно безпечні продукти харчування: молоко, сир, масло та продукти молочно-кислого бродіння і м'ясо [2].

Як показують дослідження, останнім часом проблема протеїнового живлення постає особливо гостро з огляду на нагальну потребу в підвищенні продуктивності тварин і великих змін у технології годівлі та виробництві кормів. Протеїн став одним із лімітуючих чинників у системі виробництва продукції тваринництва [4].

Джерелом великої кількості легко перетравних поживних речовин, які значно впливають на надої великої рогатої худоби та з успіхом поїдаються багатьма видами тварин, є кормовий буряк [1].

Кормовий буряк є цінною сільськогосподарською культурою, яка забезпечує тварин поживним раціоном харчування. Він багатий на вітаміни, мінерали, цукор, крохмаль та інші корисні речовини, необхідні для енергії, росту та розвитку тварин. Вирощування цієї культури потребує певних знань і навичок у галузі сільського господарства, однак за умови правильного підходу до агротехніки це може стати досить прибутковою діяльністю [3].

Фотосинтез – основний фізіологічний процес, у результаті якого утворюється суха речовина рослин. До 90–95% накопичення сухої маси врожаю буряка в процесі фотосинтезу відбувається у листках. Збільшення площі листків і, відповідно, їхньої маси в кінцевому підсумку приводить до збільшення маси коренеплоду, а отже, і продуктивності у цілому [9].

Буряки в процесі росту й розвитку формують відповідні показники площі листової поверхні як джерела накопичення продуктів фотосинтезу та подальшого формування коренеплоду. Відповідно до особливостей формування листової поверхні слід ставитися надзвичайно уважно, оскільки вона, по суті, визначає рівень продуктивності культури вже з ранніх етапів її онтогенезу. А отже, недотримання елементів технології вирощування, прорахунки із забезпеченням рослин елементами живлення, нестача вологи – усі ці чинники можуть суттєво вплинути на інтенсивність фотосинтезу культури [7].

Як відзначали В.І. Овчарук та ін. [6], продуктивність ростових процесів у буряка досягається за рахунок збільшення асиміляційної поверхні, оскільки саме за рахунок асимілянтів, утворених під час фотосинтезу в листках, відбувається активне утворення коренеплодів.

Найвищі та найкращі за якістю врожаї можна отримати лише в посівах, які мають оптимальну за розмірами площу листя і оптимальним ходом її формування, що буде забезпечуватися раціональним використанням елементів мінерального живлення, адаптивними сортами [10].

Листкова поверхня буряків формується під впливом чинників навколишнього середовища, у тісній взаємодії з іншими рослинами агрофітоценозу, та її можна змінювати відповідно до застосування елементів технології вирощування. А тому саме можливість агротехнічного впливу та спрямованість цих змін варто відслідковувати додатково [7; 12].

Позитивний вплив добрив проявляється через різні параметри рослин. Добрива сприяють, перш за все, утворенню більшої асиміляційної поверхні рослин. Так, без добрив цей показник становив 28,8 тис м²/га, а за застосування $N_{420}P_{200}K_{210}$ він зростав до 39,3 тис м²/га. Таким чином, в умовах північного Степу України на чорноземах звичайних для отримання врожаю коренеплодів 150 т/га автори рекомендують вносити $N_{420}P_{200}K_{210}$, що забезпечуватиме бездефіцитний баланс ґрунту по азоту і фосфору [11].

Тому вивчення показників фотосинтетичної активності посівів буряка кормового є важливим завданням, адже без оптимізації цих процесів та забезпечення їх нормального перебігу неможливо досягти високих урожаїв коренеплодів. Варто зазначити, що за сприятливих умов навіть невелика площа листків може забезпечити хороший результат, тоді як за несприятливих умов навіть велика площа листків не гарантує успіху.

Мета роботи. Метою досліджень було визначення впливу норм та співвідношення мінеральних добрив на формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків кормових в умовах західного Лісостепу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися впродовж 2020–2024 рр. 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. Уміст гумусу (за Тюрнімом) у шарі ґрунту 0–3 см становить 3,8–4,1%. Уміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфільдом), становить 98–117 мг/кг, рухомого фосфору (за Чіріковим) – 81–94 мг/кг, обмінного калію (за Чіріковим) – 145–175 мг/кг ґрунту. Сума увібраних основ коливається в межах 19,8–22,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 0,791,02 мг екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 90%.

Схемою дослідів передбачене вивчення впливу різних співвідношень мінеральних добрив на динаміку формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників рослин буряка кормового. Схема дослідів включала такі фактори: Фактор А – сорти: 1. Сонет (контроль), 2. Ольжич, 3. Стармон. Фактор В – норми внесення мінеральних добрив: 1. Без внесення добрив (контроль), 2. $N_{150}P_{150}K_{150}$; 3. $N_{225}P_{150}K_{75}$; 4. $N_{225}P_{75}K_{150}$; 5. $N_{150}P_{225}K_{75}$; 6. $N_{150}P_{75}K_{225}$; 7. $N_{75}P_{225}K_{150}$; 8. $N_{75}P_{150}K_{225}$. Площа облікової дослідної ділянки – 54 м², загальної – 65 м², повторність дослідів – чотирикратна.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили відповідно до Методики дослідної справи в агрономії [8] та Методики проведення досліджень у буряківництві [5].

Результати досліджень показали (табл. 1), що мінеральні добрива позитивно впливають на динаміку наростання площі листків кормових буряків порівняно з контролем.

На початкових етапах росту та розвитку рослин буряка кормового площа листків залежить переважно від сортових особливостей, а також значно залежить від елементів технології та присутності бур'янів та шкідників в агроценозі. Так, на період першої декади червня в середньому площа листків у сорту Сонет становила 10,94 тис м²/га, у сорту Ольжич – 13,88 тис м²/га, а у сорту Стармон – 15,69 тис м²/га. Застосування мінеральних добрив сприяло зростанню площі листків. Максимальне зростання цієї ознаки було зафіксоване за умови використання добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортах і становила 16,73; 19,77; 21,08 тис м²/га відповідно.

На період 10.07 площа листків зростала, зберігаючи аналогічну закономірність попереднього періоду. На тлі без добрив площа листків становила 31,41 тис м²/га у сорту Сонет, 36,09 тис м²/га у сорту Ольжич, та 40,88 тис м²/га у сорту Стармон. Найбільший приріст даного показника відзначали на варіантах із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх сортів які поставлені на вивчення. Так, у сорту Сонет приріст порівняно з контролем становив 15,65–16,60 тис м²/га, у сорту Ольжич – 15,18–17,75 тис м²/га та у сорту Стармон – 14,03–15,48 тис м²/га.

Таблиця 1. Вплив доз мінеральних добрив на динаміку наростання площі листків кормових буряків, тис м²/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення				
		10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	6,04	31,41	40,33	26,49	16,24
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	12,12	44,62	49,45	33,80	25,12
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	8,07	37,98	43,54	32,81	24,34
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	15,13	47,06	54,31	39,42	28,27
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	7,78	35,17	45,39	30,98	23,06
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	16,73	48,01	54,46	39,97	29,00
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	9,66	39,64	45,98	33,30	21,80
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	11,95	42,45	48,98	33,93	23,19
Ольжич	Без внесення добрив (к)*	7,18	36,09	44,57	28,60	18,79
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	16,31	49,13	55,90	42,36	31,45
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	11,86	45,21	51,19	36,23	27,02
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	18,89	51,27	57,77	44,78	34,75
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	9,75	42,20	49,67	34,73	25,47
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	19,77	53,84	60,36	47,33	35,12
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	13,19	46,09	54,01	38,81	28,89
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	14,09	48,01	54,66	40,70	30,77
Стармон	Без внесення добрив (к)*	8,33	40,88	49,80	35,97	25,72
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	18,09	52,59	60,42	46,04	35,77
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	13,91	46,82	55,19	42,38	31,85
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	19,98	54,91	62,16	47,67	36,71
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	11,68	44,81	53,22	39,49	28,03
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	21,08	56,36	63,81	48,92	37,77
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	15,40	50,38	56,72	42,46	32,54
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	17,08	51,58	58,11	45,36	34,62

Примітка: (к)* – контроль

Більш інтенсивне наростання асиміляційної поверхні відзначалося на період першої декади серпня. У цей період площа листової поверхні досягла максимального значення та була достатньою для ефективного контролювання поверхні ґрунту та недопущення проростання бур'янів. Кращими були варіанти, де використовували мінеральні добрива порівняно з варіантами без добрив. У розрізі сортів найбільша площа листів кормових буряків була у сорту Стармон порівняно із сортами Сонет та Ольжич. Найбільше значення аналізованого показника спостерігали на варіанті з нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ 63,81 тис м²/га, що на 28,1% більше за контроль.

На період першої декади вересня (розмикання рядків) в усіх варіантах дослідів спостерігалось зменшення площі листків. Це, передусім, пояснюється біологічними особливостями рослин кормових буряків за рахунок зменшення кількості зелених листків, часткового всихання і відмирання їх. Однак на ділянках, де вносили мінеральні добрива, площа листків була вищою порівняно з контрольним варіантом за рахунок зростання тривалості функціонування зелених листків. Найбільший приріст був на варіантах із нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ та N₂₂₅P₇₅K₁₅₀ в усіх сортів. Так, у сорту Сонет приріст порівняно з контролем становив 48,8–50,9%, сорту Ольжич – 56,6–65,5% та сорту Стармон – 32,5–36,0%.

Станом на період збирання спостерігалось зменшення площі листків у рослин буряка кормового, при цьому спостерігалися зазначені вище закономірності. Так, найбільша листовка поверхня сформувалася у сорту Стармон, де вносили мінеральні добрива з нормою N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ 37,77 тис м²/га. У сорту Ольжич у цей період вегетації площа листової поверхні була дещо нижчою і становила 35,12 тис м²/га, у сорту Сонет – 29,00 тис м²/га.

Отже, як свідчать результати наших досліджень, за умови забезпечення рослин елементами живлення спостерігався ефект зростання площі листків порівняно з варіантом без внесення добрив.

Фотосинтетичний потенціал є комплексним показником фотосинтезу рослин і відіграє ключову роль у формуванні врожаю. У ході наших досліджень було встановлено (табл. 2), що на тлі повного мінерального добрива відзначалося зростання даного показника відносно контролю у досліджуваних сортах. Так, найменше значення фотосинтетичного потенціалу рослин буряка кормового спостерігали на початкових етапах розвитку, і на період першої декади червня він становив для сорту Сонет 0,55 млн м² × діб/га, сорту Ольжич – 0,63 млн м² × діб/га та сорту Стармон – 0,71 млн м² × діб/га.

Упродовж років досліджень найбільшим рівнем аналізованого показника характеризувався період інтенсивного росту (10.08). На тлі без добрив рівень даного показника знаходився у межах 2,275 млн м² × діб/га у сорту Сонет, 2,724 млн м² × діб/га у сорту Ольжич та у сорту Стармон – 3,279 млн м² × діб/га. Кращі умови для

Таблиця 2. Фотосинтетичний потенціал сортів кормових буряків залежно від доз мінеральних добрив, млн м² × діб/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення				
		10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	0,292	1,356	2,275	1,629	1,350
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0,645	2,447	3,642	3,231	3,044
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	0,463	2,049	3,215	2,895	2,521
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₅₀	0,681	2,530	3,757	3,401	3,238
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	0,450	1,938	3,111	2,744	2,420
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	0,753	2,601	3,773	3,476	3,353
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	0,535	2,173	3,474	3,062	2,723
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	0,588	2,384	3,592	3,148	2,941
Ольжич	Без внесення добрив (к)*	0,323	1,707	2,724	1,918	1,750
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0,734	2,785	4,125	3,903	3,738
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	0,534	2,391	3,426	3,042	2,964
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	0,850	2,845	4,256	4,135	4,124
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	0,439	2,265	3,265	2,758	2,628
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	0,890	3,038	4,484	4,398	4,244
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	0,594	2,457	3,725	3,517	3,278
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	0,674	2,601	3,894	3,776	3,469
Стармон	Без внесення добрив (к)*	0,375	2,066	3,279	2,928	2,787
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0,814	2,944	4,405	4,307	4,144
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	0,626	2,512	3,850	3,806	3,537
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	0,899	3,118	4,589	4,531	4,390
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	0,526	2,361	3,641	3,410	3,145
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	0,949	3,227	4,764	4,702	4,554
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	0,693	2,779	4,012	3,817	3,744
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	0,769	2,869	4,214	4,160	4,066

збільшення фотосинтетичного потенціалу створювалися за внесення повного мінерального добрива в ґрунт. Найвищий фотосинтетичний потенціал був у сорту Стармон на тлі добрив з нормою N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ та N₂₂₅P₇₅K₁₅₀ – 4,764 та 4,589 млн м² × діб/га. Дещо менше значення цього показника відзначено на тлі (N₁₅₀P₁₅₀K₁₅₀) – 4,405 млн м² × діб/га. Аналогічна закономірність відзначалася у сортів Ольжич та Сонет.

У наступний період обліку спостерігали зменшення фотосинтетичного потенціалу, це пояснюється, насамперед, зменшенням площі листової поверхні у цей період за рахунок зменшення кількості зелених листків. Стоєво впливу інших чинників слід зазначити, що наростання даного показника відбувалося аналогічно до попереднього періоду обліку. Найвище значення аналізованого показника відзначено на варіантах із нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅, при цьому приріст становив у сорту Сонет 113,4%, у сорту Ольжич – 129,3%, у сорту Стармон – 60,6%.

У період збирання фотосинтетичний потенціал досліджуваних сортів зменшувалася практично до такого, як у липні, проте у сортів Стармон та Ольжич упродовж років досліджень на час збирання ще залишався потужний асиміляційний апарат, при цьому ФП становив у середньому 3,80 та 3,49 млн м² × діб/га проти 2,70 у сорту Сонет.

Результати наших досліджень підтверджують важливу роль елементів живлення у процесі фотосинтезу. Зокрема, встановлено, що показники фотосинтетичної діяльності рослин буряка кормового залежали від способів, видів та форм застосування добрив.

Швидкість накопичення сухої речовини та площа листя визначають чисту продуктивність фотосинтезу. Як видно (табл. 3) з результатів досліджень, застосування мінеральних добрив сприяло істотному збільшенню чистої продуктивності фотосинтезу в усі періоди визначення у досліджуваних сортах. Найвище значення даного показника відзначено у період першої декади липня (змикання рядків). Так, на контрольній ділянці рівень продуктивності становив у сорту Сонет 4,23 г/м² за добу, сорту Ольжич – 4,26 г/м² за добу та у сорту Стармон – 6,43 г/м² за добу. Тоді як за внесення добрив даний показник знаходився у межах 6,02–6,91 г/м² за добу першого сорту, 6,98–7,84 г/м² за добу другого сорту та 10,06–11,23 г/м² за добу третього сорту. Кращим варіантом був варіант із нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ в усіх досліджуваних сортах, при цьому у сорту Стармон становив 11,23 г/м² за добу, сорту Ольжич – 7,84 і сорту Сонет – 6,91 г/м² за добу.

У подальшому показники чистої продуктивності від змикання рядків до технічної стиглості знижувалися. Однак на варіантах без добрив (контроль) у сортів Ольжич та Стармон спостерігали незначне зростання аналізованого показника. На тлі повного мінерального добрива прибавка до контролю у досліджуваних сортах становила: 60,8% у сорту Сонет, 51,8% у сорту Ольжич та 55,8% у сорту Стармон.

Таблиця 3. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів кормових буряків залежно від доз мінеральних добрив, г/м² за добу (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення		
		10.07	10.08	10.09
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	4,23	3,86	2,44
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	6,55	6,37	3,11
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	6,14	5,92	2,81
	$N_{150}P_{75}K_{150}$	6,79	6,51	3,37
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	6,02	5,78	2,75
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	6,91	6,64	3,52
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	6,33	6,05	2,88
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	6,42	6,18	3,05
Ольжич	Без внесення добрив (к)*	4,26	4,72	2,94
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	7,65	7,36	3,52
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	7,15	6,84	3,29
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	7,73	7,53	3,64
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	6,98	6,65	3,22
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	7,84	7,62	3,76
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	7,37	7,01	3,36
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	7,54	7,15	3,44
Стармон	Без внесення добрив (к)*	6,43	6,56	4,14
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	10,86	10,42	4,50
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	10,22	9,77	4,28
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	11,08	10,72	4,57
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	10,06	9,50	4,23
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	11,23	10,95	4,65
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	10,45	9,97	4,34
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	10,74	10,22	4,42

На період збирання (третій період визначення) вплив досліджуваних факторів практично не змінився. Найвище значення даного показника відзначено на тлі повного мінерального добрива з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх трьох сортів, які поставлені на вивчення. Так, значення даного показника становило 3,52 і 3,37 г/м² за добу у сорту Сонет, 3,76 і 3,64 г/м² за добу у сорту Ольжич та 4,65 і 4,57 г/м² за добу у сорту Стармон.

Аналізуючи динаміку наростання продуктивності фотосинтезу, можна зробити висновок, що незалежно від погодних умов року ЧПФ була високою за внесення повного мінерального добрива у ґрунт та залежить від сортових особливостей, фази росту і розвитку рослин кормових буряків.

Висновки. В умовах західного Лісостепу України застосування мінеральних добрив дає значне підвищення показників фотосинтетичної активності посівів буряка кормового. Найвищу площу листків відзначали на період першої декади серпня. Кращими були варіанти, де використовували мінеральні добрива порівняно з варіантами без добрив. У розрізі сортів найбільша площа листів кормових буряків була у сорту Стармон порівняно із сортами Сонет та Ольжич. Найбільше значення аналізованого показника спостерігали на варіанті з нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ 63,81 тис м²/га, що на 28,1% більше за контроль. Найвищий фотосинтетичний потенціал був у сорту Стармон на тлі добрив із нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ – 4,764 та 4,589 млн м² × діб/га у період інтенсивного росту (10.08). Найвище значення продуктивності фотосинтезу відзначено на період першої декади липня (змикання рядків). Кращим варіантом був варіант із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортів, при цьому у сорту Стармон становив 11,23 г/м² за добу, сорту Ольжич 7,84 і сорту Сонет 6,91 г/м² за добу.

Список використаних джерел

1. Бомба М.Я., Мартинюк І.В. Кормовий буряк: шляхи вдосконалення технології вирощування. *Вчені записки Львівського державного університету виробництва*. 2005. Вип. 5. С. 28–30.
2. Демидась Г.І., Демцюра Ю.В. Кормова продуктивність бобово-злакових травосумішок залежно від видового складу та способу створення травостою. *Кормовиробництво. Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 9(49). С. 95–101.
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. Карунський О. Повноцінна годівля – основа профілактики внутрішніх хвороб тварин. *Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/povnocinna-godivlya-osnova-profilaktiki-vnutrishnih-hvorob-tvarin>
5. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М.В. Роїка, Н.Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 373 с.
6. Посадження позакореневого підживлення мікродобривами з фунгіцидами та їх вплив на біологічні параметри рослин буряка столового / В.І. Овчарук та ін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 94. Ч. 1 С. 70–75.

7. Присяжнюк О.І., Шульга С.С. Особливості функціонування фотосинтетичного апарату буряків цукрових в умовах дефіциту вологи. *Новітні агротехнології*, 2022. № 10(3). <https://doi.org/10.47414/na.10.3.2022.270505>
8. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник : у 2-х кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А.О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
9. Філоненко С.В. Продуктивність і технологічні якості коренеплодів цукрових буряків залежно від позакореневого внесення регулятора росту «Марс-1». *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С. 14–18.
10. Шевель В. Оцінка фотосинтетичної діяльності проса в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2016. Вип. 96. С. 129–134.
11. Щербаков В.Я., Стан Д.С. Проблеми інтенсифікації виробництва кормового буряка в Україні. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 3(1). С. 146–152.
12. Bezvikonnyy 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.

Bezvikonnyy 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: peterua@meta.ua
ORCID: 0000-0003-4922-1763*

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF FODDER BEET PLANTS DEPENDING ON THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS

Abstract

The article presents the results of studies on the influence of mineral fertilizer rates on the variability of leaf area and photosynthetic indicators of fodder beet plants in the conditions of the western Forest-Steppe of Ukraine. It was established that the use of mineral fertilizers significantly increases the photosynthetic activity of fodder beet crops. Thus, for the first decade of June, the average leaf area of the Sonet variety was 10.94 thousand m²/ha, for the Olzhych variety – 13.88 thousand m²/ha, and for the Starmon variety – 15.69 thousand m²/ha. The highest leaf area was noted for the first decade of August. The options where mineral fertilizers were used were better compared to the options without fertilizers. In terms of varieties, the largest leaf area of fodder beet was in the Starmon variety compared to the Sonet and Olzhych varieties. The highest value of the analyzed indicator was observed in the variant with the application rate N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ 63.81 thousand m²/ha, which is 28.1% more than the control. As of the harvest period, a decrease in leaf area was observed in fodder beet plants.

During the years of research, the highest photosynthetic potential was during the period of intensive growth (10.08). Against the background of no fertilizers, the level of this indicator was within 2.275 million m² × day/ha in the Sonet variety, 2.724 million m² × day/ha in the Olzhych variety, and 3.279 million m² × day/ha in the Starmon variety. The best conditions for increasing the photosynthetic potential were created when applying complete mineral fertilizer to the soil. The highest photosynthetic potential was in the Starmon variety against the background of fertilizers with the norm N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ and N₂₂₅P₇₅K₁₅₀ – 4,764 and 4,589 million m² × days/ha. During the harvesting period, the photosynthetic potential of the studied varieties decreased almost to the same level as in July, however, during the years of research, the Starmon and Olzhych varieties still had a powerful assimilation apparatus at the time of harvesting, with the FP averaging 3.80 and 3.49 million m² × days/ha versus 2.70 in the Sonet variety.

The highest value of photosynthesis productivity was noted in the first decade of July (closing of rows). Thus, in the control plot, the productivity level was 4.23 g/m² per day for the Sonet variety, 4.26 g/m² per day for the Olzhych variety, and 6.43 g/m² per day for the Starmon variety. While, when fertilizers were applied, this indicator was within the range of 6.02-6.91 g/m² per day for the first variety, 6.98-7.84 g/m² per day for the second variety, and 10.06-11.23 g/m² per day for the third variety.

Key words: fodder beet, variety, fertilizer, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.

References

1. Bomba, M.Ya., & Martyniuk, I.V. (2005). Kormovyi buriak: shliakhy vdoskonalennia tekhnologii vyroshchuvannia [Fodder beet: ways to improve growing technology]. *Vcheni Lvivskoho derzhavnoho universytetu vyrobnytstva – Scientists of the Lviv State University of Production*, iss. 5. pp. 28–30. [in Ukrainian].
2. 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]. *Kormovyrobnytstvo. 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].
3. Demydas, H.I., & Burko, L.M. (2011). Vplyv elementiv tekhnologii vyroshchuvannia na osoblyvosti formuvannia urozhaiu buriakiv kormovykh [The influence of elements of cultivation technology on the peculiarities of fodder beet yield formation]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho aharnoho universytetu – Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University*, iss. 7 (47). pp. 17–20. [in Ukrainian].
4. Karunskyi, O. [Complete feeding – the basis for the prevention of internal diseases of animals]. *Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobyznesu*. Retrieved from: <https://propozytsiia.com/ua/povnocinna-godivlya-osnova-profilaktiki-vnutrishnih-hvorob-tvarin> [in Ukrainian].

5. 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].
6. Ovcharuk, V.I., Muliarchuk, O.I., Mialkovskyi, R.O., Bezikonnyi, P.V., Kravchenko, V.S., & Klymovych, N.M. (2019). Poiednannia pozakorenevoho pidzhyvlennia mikroobryvamy z funhitsydamy ta yikh vplyv na biolohichni parametry roslyn buriaka stolovoho [The combination of foliar feeding with microfertilizers and fungicides and their effect on the biological parameters of table beet plants]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, iss. 94 Part 1 pp. 70–75. [in Ukrainian].
7. Prysiashniuk, O.I., & Shulha, S.S. (2022). Osoblyvosti funktsionuvannia fotosyntetychnoho aparatu buriakiv tsukrovykh v umovakh defitsytu volohy [Peculiarities of the functioning of the photosynthetic apparatus of sugar beets under conditions of moisture deficiency]. *Novitni ahrotekhnologii – New Agrotechnologies*, iss. 10(3). [in Ukrainian].
8. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., & Kalenska, S.M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib.: 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].
9. Filonenko, S.V. (2013). Produktivnist i tekhnolohichni yakosti koreneplodiv tsukrovykh buriakiv zalezno vid pozakorenevoho vnesennia rehuliatora rostu «Mars-1» [Productivity and technological qualities of sugar beet root crops depending on foliar application of the growth regulator «Mars-1»]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, iss. № 4. pp. 14–18. [in Ukrainian].
10. Shevel, V. (2016). Otsinka fotosyntetychnoi diialnosti prosa v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Assessment of the photosynthetic activity of millet in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Silskohospodarski nauky – Tavria Scientific Bulletin. Agricultural Sciences*, iss. 96. pp. 129–134. [in Ukrainian].
11. Shcherbakov, V.Ya., & Stan, D.S. (2014). Problemy intensyfikatsii vyrobnytstva kormovoho buriaka v Ukraini [Problems of intensification of fodder beet production in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of the Agricultural Science of the Black Sea Region*, iss. 3(1). pp. 146–152. [in Ukrainian].
12. Bezikonnyi, P., Myalkovsky, R., Muliarchuk, O., & Tarasiuk, V. (2020). Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, iss. 10(6). pp. 28–37. [in English].