

ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ КОРМОВОГО БУРЯКА В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

БЕЗВІКОННИЙ П.В. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент, докторант
orcid.org/0000-0003-4922-1763
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Нарощування виробництва молока та м'яса й збільшення поголів'я великої рогатої худоби безпосередньо залежить від ефективності кормової бази. Соковиті корми, які повинні складати не менше 30 % раціону в зимовий період, особливо після відновлення лактації у корів, є критично важливими для підтримання продуктивності та здоров'я тварин. Ефективне виробництво кормів для молочного скотарства є основою розвитку тваринництва та забезпечення населення України високоякісними молочними продуктами [7, 8].

Однією з ключових кормових культур є буряк кормовий, який забезпечує тварин високопоживними соковитими кормами, збалансованими за вмістом протеїну та вуглеводів. Крім того, вирощування цієї культури сприяє покращенню структури ґрунту та підвищенню його родючості [2].

У зв'язку з цим перед агровиробниками, які займаються виробництвом молочно-м'ясної продукції, постає завдання розробки сучасних технологій вирощування кормових культур, зокрема буряка кормового, що включає ретельний добір сортів та оптимізацію агротехнічних прийомів.

Незважаючи на численні дослідження, актуальною залишається проблема визначення конкретних агротехнічних і сортових факторів, що формують динаміку росту листкової поверхні у певних ґрунтово-кліматичних умовах. Вплив сортових особливостей, строків сівби та глибини загортання насіння на розвиток листкової поверхні буряка у західному Лісостепу досі недостатньо вивчений. Дослідження цих чинників дозволяє оптимізувати агротехніку та підвищити продуктивність культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Буряки кормові серед інших коренеплодів користуються попитом через високу економічну ефективність, оскільки здатні формувати значну біомасу за відносно низьких витрат на вирощування, характеризуються високим коефіцієнтом використання сонячної енергії та дають стабільні врожаї навіть за коливання погодних умов [6].

Площа листкової поверхні є ключовим морфометричним показником, що визначає фотосинтетичний потенціал, продуктивність та стійкість буряка кормового до стресових факторів середовища [1]. Формування листкового апарату значною мірою залежить від умов навколишнього середовища та агротехнічних заходів. Рослини по-різному реагують на температуру, вологість, освітленість і агрофон,

що впливає на темпи наростання листя, інтенсивність фотосинтезу та адаптивні властивості агрофітоценозу [11].

Важливе значення мають строки сівби та глибина загортання насіння, оскільки вони впливають на проростання, дружність сходів та формування листкової поверхні. Своєчасний посів у оптимальні строки та на відповідну глибину сприяє рівномірному розвитку листків і формуванню максимальної фотосинтетичної поверхні, що визначає потенціал урожайності коренеплодів і загальної біомаси рослин [13].

Саме площа листків визначає кількість фотосинтетично активної радіації, яку засвоює рослина, інтенсивність перебігу фотосинтетичних процесів та загальну біологічну врожайність культури. Встановлено, що швидке наростання листкової маси в період активної вегетації створює передумови для формування високої маси коренеплодів і гички [4].

Вчені підкреслюють, що найвищі та найкращі за якістю врожаї можна отримати тільки в посівах, які мають оптимальну за розмірами площу листя і оптимальним ходом її формування, що буде забезпечуватись раціональним використанням елементів технології, адаптивними сортами [16].

Л. М. Бурко вважає, що рівень урожайності безпосередньо визначається масштабом сформованої листкової поверхні, а також інтенсивністю та ефективністю її функціонування. Високі врожаї буряків кормових можуть бути отримані лише за умови підтримання максимальної фотосинтетичної активності рослин протягом усього періоду їх вегетації [3].

Листкова поверхня є не лише джерелом органічних речовин, але й показником стресостійкості буряків кормових. За високих температур, дефіциту вологи або ураження хворобами спостерігається передчасне старіння листків, зниження фотосинтезу та скорочення періоду їх активного функціонування, що негативно впливає на врожай. Вона формується під впливом факторів 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 направленість цих змін варто відслідковувати додатково [15].

Разом з тим наукових даних щодо впливу окремих елементів технології – строків сівби, глибини загортання насіння, сортових особливостей, умов зволоження та температурних режимів – на форму-

вання листової поверхні буряків кормових ще недостатньо. У зв'язку з цим актуальними є подальші дослідження закономірностей формування листового апарату за різних агроекологічних умов, пошук шляхів підвищення фотосинтетичного потенціалу та розроблення адаптивних технологій вирощування цієї культури в умовах зміни клімату.

Мета – дослідити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на динаміку наростання площі листової поверхні рослин буряка кормового в умовах західного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились впродовж 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. Сума увібраних основ коливається в межах 19,8–22,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 0,79–1,02 мг екв. на 100 г ґрунту., ступінь насичення основами – 90 %.

Розмір посівної ділянки становить 65 м², облікової – 54 м², повторність дослідів – чотирикротна. Розміщення варіантів – систематичне. Схема дослідів включала наступні фактори: Фактор А – сорти: 1. Сонет (контроль); 2. Ольжич; 3. Стармон. Фактор В – строк сівби: 1. – I декада квітня (за досягнення фізичної стиглості ґрунту і його температурного режиму прогрівання 5–6°C); 2 – через 10 днів після першого строку сівби; 3 – через 10 днів після другого строку сівби; 4 – через 10 днів після третього строку сівби; Фактор С – глибина загортання насіння: 1. 2–3 см; 2. 4–5 см; 3. 6–7 см.

Технологія вирощування кормового буряка в досліді загальноприйнятна, крім досліджуваних факторів. Попередником була озима пшениця.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого–біохімічні дослідження проводили за відповідно до Методики дослідної справи в агрономії [12] та Методики проведення досліджень у буряківництві [5].

Результати досліджень. Проведені багаторічні польові дослідження (2020–2024 рр.) підтвердили (табл. 1), що площа листової поверхні буряка кормового є ключовим морфометричним показником, який безпосередньо визначає фотосинтетичний потенціал, продуктивність та стійкість рослин до стресових чинників середовища. Динаміка її формування визначається взаємодією сортових особливостей та агротехнічних прийомів, зокрема строків сівби та глибини загортання насіння.

Аналіз результатів свідчить, що строки сівби мають вирішальний вплив на темпи наростання листової поверхні. Ранні строки (6–8 квітня) забезпечують повільний старт розвитку рослин через низькі температури, що гальмує проростання та початковий ріст, але за сприятливих умов дозволя-

ють рослинам використати весняну вологу та подовжити вегетаційний період.

Максимальні значення площі листової поверхні фіксуються при сівбі у третій декаді квітня (24–26. IV), коли погодні умови сприяють швидкому формуванню потужної листової розетки. Саме в цей період площа листової поверхні досягає максимальних значень (до 50,08 тис. м²/га у сорту Стармон), що є критичним для накопичення біомаси. Пізні строки сівби (1–4 травня) скорочують період активного росту, що негативно позначається на площі листової поверхні (максимум 43,41 тис. м²/га сорту Стармон), а також на врожайності та якості продукції.

Динаміка наростання площі листової поверхні впродовж вегетації характеризується поступовим збільшенням від фази сходів (4,05–9,12 тис. м²/га на 10.06) до піку фотосинтетичної активності (32,08–50,08 тис. м²/га на період 10.08), після чого спостерігається поступове зниження через відмирання старих листків (18,36–35,75 тис. м²/га на 10.09) і завершення активної фотосинтетичної діяльності на момент збирання врожаю (12,35–26,06 тис. м²/га на 05.10).

Серед досліджуваних сортів (Сонет, Ольжич, Стармон) найвищу листову поверхню мав сорт Стармон, що свідчить про його генетичну здатність до інтенсивного росту та ефективного використання ФАР. Так, на період 10.08 площа листової поверхні була на рівні 50,08 тис. м²/га за умов висіву у 24–26 квітня на глибину 4–5 см. Це свідчить про високу потенційну продуктивність даного сорту та його здатність до активного фотосинтезу у ранні етапи розвитку. Висока площа листової поверхні у фазу інтенсивного формування коренеплоду є передумовою для отримання високої урожайності буряка кормового, оскільки забезпечує максимальне нагромадження органічної речовини в коренеплодах і надземній масі. У вересні на період 10.09 в сорту Стармон (24–26. IV, 4–5 см) площа становила 35,75 тис. м²/га, що вказує на здатність зберігати активну листову масу впродовж тривалого періоду. На період збирання врожаю (05.10) площа листової поверхні зменшилася до (26,06 тис. м²/га), що свідчить про тривалу активність фотосинтетичного апарату, важливу для формування маси коренеплодів у пізній період.

Сорт Ольжич також демонстрував високі показники формування листової поверхні (44,81 тис. м²/га), тоді як Сонет поступався за цим параметром (40,93 тис. м²/га), що вказує на сортові відмінності у швидкості наростання листової маси.

Аналіз динаміки показників у часовому розрізі свідчить про перевагу строку сівби 24–26 квітня. У цей період впродовж усіх років досліджень склалися найсприятливіші агрометеорологічні умови для проростання насіння, формування розетки листків та подальшого наростання листової маси.

Глибина загортання насіння є важливим фактором, що впливає на рівномірність і швидкість появи сходів, розвиток кореневої системи та листового апарату. Оптимальною для буряка кормового виявилася глибина 4–5 см, яка забезпечує найвищі зна-

Таблиця 1 – Динаміка наростання площі листової поверхні рослин буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, тис. м²/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Глибина загортання насіння, см (фактор С)	Дата визначення				
			10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	6–8 IV	2–3	4,25	25,78	35,10	19,20	12,35
		4–5	5,08	26,15	37,06	21,77	13,96
		6–7	5,52	27,47	33,17	19,91	13,14
	14–17 IV (к)*	2–3	5,03	27,84	35,34	22,11	14,16
		4–5	6,26	29,61	39,28	24,78	15,81
		6–7	5,84	28,22	37,43	23,03	14,97
	24–26 IV	2–3	6,99	30,92	42,62	25,02	15,97
		4–5	8,12	32,82	40,93	27,79	17,66
		6–7	7,74	31,32	38,60	26,15	16,80
	1–4 V	2–3	4,05	24,76	32,08	20,17	13,25
		4–5	5,33	26,40	35,94	22,77	14,88
		6–7	4,89	25,12	33,93	20,95	14,06
Ольжич	6–8 IV	2–3	5,63	30,78	37,24	18,36	14,24
		4–5	6,33	32,06	39,52	21,14	15,30
		6–7	7,75	33,37	38,07	19,69	14,61
	14–17 IV (к)*	2–3	6,36	32,58	39,14	23,21	16,96
		4–5	8,45	35,24	41,47	26,16	18,08
		6–7	7,04	33,87	40,11	24,89	17,35
	24–26 IV	2–3	8,32	35,66	43,61	26,12	18,77
		4–5	10,31	38,45	44,81	29,17	19,93
		6–7	8,94	36,97	42,40	28,01	19,18
	1–4 V	2–3	4,40	27,44	33,71	21,51	16,24
		4–5	6,59	29,89	35,91	24,40	17,34
		6–7	5,14	28,70	34,28	23,07	16,62
Стармон	6–8 IV	2–3	6,33	35,05	42,43	28,62	19,76
		4–5	7,50	36,34	45,80	31,25	22,35
		6–7	8,68	37,65	43,98	29,51	21,59
	14–17 IV (к)*	2–3	7,02	36,95	44,44	32,50	22,48
		4–5	9,33	39,63	47,86	35,26	25,13
		6–7	8,17	38,25	46,14	33,67	24,33
	24–26 IV	2–3	8,00	39,01	46,61	34,44	23,39
		4–5	10,26	41,77	50,08	37,27	26,06
		6–7	9,12	40,32	48,47	35,75	25,24
	1–4 V	2–3	6,04	32,84	40,10	30,71	21,66
		4–5	8,40	35,35	43,41	33,40	24,30
		6–7	7,22	34,11	41,47	31,75	23,51

чення площі листової поверхні незалежно від строків сівби для усіх досліджуваних сортів (зокрема у сорту Стармон – 50,08 тис. м²/га на 10.08). Занадто мілке (2–3 см) або глибоке (6–7 см) загортання призводить до зниження цього показника через гіршу польову схожість, сповільнений розвиток паростка на початковому етапі росту та меншу активність фотосинтетичного апарату.

Таким чином, оптимізація строків сівби та глибини загортання насіння дозволяє підвищити площу листової поверхні на 15–25 % порівняно з контрольними варіантами, що безпосередньо корелює з приростом врожайності.

Результати наших досліджень підтверджуються попередніми науковими роботами, проведеними

у Польщі, Німеччині та в Україні, що оптимізація строків сівби та глибини загортання насіння є ключовими факторами формування максимальної площі листової поверхні та врожайності буряка. Зокрема, рання сівба за несприятливих температурних умов уповільнює стартовий ріст, а надто пізня – скорочує період активного фотосинтезу. Оптиміальна глибина загортання (4–5 см) забезпечує рівномірні сходи та потужний листовий апарат.

Практична реалізація отриманих результатів дозволяє підвищити ефективність виробництва кормового буряка та забезпечити стабільне отримання високоякісної продукції.

Результати досліджень проведених впродовж 2020–2024 рр. свідчать (табл. 2), що формування

фотосинтетичного потенціалу буряка кормового значною мірою визначається елементами технології та біологічними особливостями сорту. Усі три досліджувані фактори взаємопов'язані між собою та суттєво впливають на динаміку росту листового апарату та рівень фотосинтетичної продуктивності посівів.

Ранні строки (6–8 квітня) характеризуються повільним наростанням ФП у перші фази розвитку (0,201–0,309 млн м²×діб/га на 10.06), що зумовлено низькими температурами ґрунту та повітря, які гальмують проростання насіння та початковий ріст рослин. Проте, за сприятливих погодних умов, рання сівба дозволяє рослинам максимально використати весняну вологу та продовжити вегетаційний період,

що позитивно впливає на ФП найвище значення якого спостерігали у серпні (1,816–2,762 млн м²×діб/га на 10.08).

У середині вегетації (10.08), за сівби 24–26 квітня, спостерігали найвищі значення фотосинтетичного потенціалу – 2,198–3,308 млн м²×діб/га, що підтверджується результатами досліджень у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Саме в цей період рослини мають найкращі умови для формування потужного листового апарату, що забезпечує інтенсивний фотосинтез і нагромадження біомаси.

Подібні закономірності описані й у роботах Тирусь М. Л., який довів, що у буряків максимальний фотосинтетичний потенціал формується в середині вегетації, а його значення прямо корелює з площею

Таблиця 2 – Фотосинтетичний потенціал буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, млн. м²×діб/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Глибина загортання насіння, см (фактор С)	Дата визначення				
			10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	6–8 IV	2–3	0,201	1,561	1,816	1,073	1,009
		4–5	0,259	1,610	1,928	1,182	1,102
		6–7	0,226	1,588	1,851	1,128	1,063
	14–17 IV (к)*	2–3	0,248	1,667	2,198	1,129	1,023
		4–5	0,282	1,771	2,264	1,495	1,282
		6–7	0,263	1,739	2,246	1,255	1,150
	24–26 IV	2–3	0,305	1,769	2,239	1,528	1,307
		4–5	0,348	1,812	2,318	1,683	1,438
		6–7	0,315	1,799	2,192	1,507	1,373
	1–4 V	2–3	0,192	1,484	1,750	1,163	1,088
		4–5	0,240	1,580	1,810	1,219	1,136
		6–7	0,220	1,557	1,797	1,207	1,107
Ольжич	6–8 IV	2–3	0,309	1,653	2,235	1,051	1,007
		4–5	0,365	1,755	2,489	1,196	1,172
		6–7	0,323	1,689	2,347	1,098	1,105
	14–17 IV (к)*	2–3	0,317	1,860	2,452	1,280	1,229
		4–5	0,380	1,993	2,596	1,684	1,602
		6–7	0,356	1,914	2,499	1,510	1,489
	24–26 IV	2–3	0,364	2,123	2,694	1,878	1,609
		4–5	0,402	2,234	2,750	2,096	1,773
		6–7	0,384	2,165	2,723	1,937	1,689
	1–4 V	2–3	0,231	1,603	2,334	1,347	1,317
		4–5	0,307	1,692	2,406	1,443	1,488
		6–7	0,298	1,638	2,373	1,401	1,376
Стармон	6–8 IV	2–3	0,261	1,974	2,762	2,021	1,922
		4–5	0,348	2,176	2,955	2,381	2,331
		6–7	0,285	2,079	2,898	2,143	2,111
	14–17 IV (к)*	2–3	0,320	2,219	2,951	2,553	2,352
		4–5	0,378	2,322	3,173	2,931	2,771
		6–7	0,356	2,271	3,101	2,713	2,644
	24–26 IV	2–3	0,362	2,374	3,241	2,818	2,496
		4–5	0,410	2,483	3,308	2,998	2,788
		6–7	0,380	2,416	3,138	2,706	2,617
	1–4 V	2–3	0,255	1,948	2,716	2,307	2,222
		4–5	0,308	2,101	2,901	2,676	2,639
		6–7	0,272	2,013	2,851	2,450	2,315

листової поверхні та густотою стояння рослин [14]. Аналогічно, Kenter, Hoffmann & Märländer [17] зазначають, що фаза інтенсивного формування коренеплоду є критичною для накопичення органічної маси у буряку, а тривалість цього періоду визначає ефективність фотосинтезу впродовж сезону.

Пізні строки сівби (1–4 травня) призводять до зниження ФП (1,750–2,716 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ на 10.08), що пов'язано зі скороченням вегетаційного періоду, підвищенням температур у фазу сходів і дефіцитом вологи. Це обмежує розвиток листової поверхні, знижує інтенсивність фотосинтезу та, відповідно, врожайність. Ці тенденції узгоджуються з результатами Michalska-Klimczak et al. [19], які показали, що запізнення сівби буряка на 10 днів зменшує фотосинтетичну активність листків на 14–17 %, а також з висновками Паламарчук І щодо негативного впливу запізнення сівби на площу асиміляційної поверхні та урожайність буряків [9].

Глибина загортання насіння є важливим агротехнічним прийомом, що впливає на рівномірність і швидкість появи сходів, розвиток кореневої системи та листового апарату. Оптимальною для буряка кормового виявилася глибина 4–5 см, яка забезпечує найвищі значення фотосинтетичного потенціалу незалежно від строків сівби та досліджуваних сортів (у сорту Стармон: 3,308 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ на 10.08 за сівби 24–26.IV).

Подібні результати отримано Romanekas K. et al. [20], які зазначають, що глибина загортання 4–6 см забезпечує найвищий рівень фотосинтетичної активності у посівах буряка, а також Присяжнюком О. І. та ін. [10], котрий довів, що щільність і рівномірність сходів безпосередньо впливають на рівень використання ФАР.

Серед досліджуваних сортів найвищий ФП у всіх варіантах формував сорт Стармон, що свідчить про його високий генетичний потенціал до формування потужної листової поверхні. Подібні сортові відмінності описані у дослідженнях Khaembah E. et al., які підтверджують, що інтенсивність фотосинтезу і тривалість функціонування листків мають чітку генетичну зумовленість [18].

Високий фотосинтетичний потенціал є ключовим чинником формування продуктивності буряка кормового, оскільки саме він визначає інтенсивність нагромадження органічної речовини в коренеплодах та гичці. Проведені дослідження засвідчили, що раціональний добір строків сівби та глибини загортання насіння істотно впливає на розвиток асиміляційної поверхні й подальшу продуктивність рослин. Встановлено, що висів у третій декаді квітня у поєднанні з оптимальною глибиною загортання насіння 4–5 см забезпечує формування максимально можливого фотосинтетичного потенціалу та створює сприятливі умови для реалізації біологічного потенціалу культури.

Висновки. Максимальні значення листової поверхні спостерігалися за сівби у третій декаді квітня (24–26.IV) на глибину 4–5 см: у сорту Стармон – 50,08 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ на 10.08, у сорту Ольжич – 44,81 тис. $\text{м}^2/\text{га}$, у сорту Сонет – 40,93 тис. $\text{м}^2/\text{га}$. Ранні строки (6–8 квітня) сповільнювали початок росту і розвитку рослин (4,05–9,12 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ на 10.06), а пізні строки (1–4 травня) обмежували наростання листової поверхні (максимум 43,41 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ у сорту Стармон).

Фотосинтетичний потенціал найвищий був також за сівби 24–26 квітня на глибину 4–5 см: Стармон – 3,308 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ на 10.08, Ольжич – 2,876 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$, Сонет – 2,462 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$. Ранні строки забезпечували повільний початковий ріст (0,201–0,309 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ на 10.06), але подовжували вегетаційний період, а пізні строки скорочували активну фотосинтетичну фазу (1,750–2,716 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ на 10.08).

Серед сортів буряків кормових сорт Стармон вирізнявся найвищим фотосинтетичним потенціалом та здатністю підтримувати активну листову масу до моменту збирання врожаю (26,06 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ на 05.10), що забезпечує інтенсивне накопичення біомаси в коренеплодах та гичці.

Результати свідчать, що оптимізація строків сівби та глибини загортання насіння дозволяє підвищити площу листової поверхні на 15–25 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

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.
2. Безвіконний П. В., М'ялковський Р. О. Особливості росту і розвитку рослин буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння в умовах Західного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2025. 29. С. 12–17.
3. Бурко Л. М. Ріст, розвиток і врожай буряків кормових залежно від елементів технології вирощування. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2012. 14. С. 257–260.
4. Карпук Л. М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від густоти насадження рослин. *Агробіологія: зб. наук. праць*. 2013. 10(100). С. 13–18.
5. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
6. Панасюк С. С., Крамар О. С., Вітвицька О. І., Мартинюк Н. І. Технологічні прийоми вирощування буряку кормового в зоні північного Лісостепу. Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора с.-г. наук, проф. Г. Р. Пікуша (20–21 березня 2024 р., м. Дніпро). Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2024. С. 144–147.
7. Панасюк С. С., Крамар О. С., Мартинюк Н. М. Енергоощадні технології вирощування різних сортів буряку кормового в зоні Лісостепу. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. Білоцерківський національний аграрний університет. м. Біла Церква, 30 березня 2023 року. С. 160–161.
8. Панасюк С. С., Крамар О. С., Бернацька М. І. Сортова агротехніка вирощування буряку кормового в північному Лісостепу. *Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості*: матеріали Всеукраїнської інтернет-конференції.

Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН. с. Шубків. 20 червня. 2023. С. 35–36.

9. Паламарчук І. Динаміка формування площі листової поверхні рослин буряка залежно від сортових особливостей і строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 7. С. 45–51.

10. Присяжнюк О. І., Заришняк А. С., Сінченко В. М., Свистунова І. В., Слободянюк В. В., Борисенко Б. М., Лук'яничук О. В. Фотосинтетичні параметри посівів буряків цукрових у разі застосування заходів підвищення толерантності до посухового стресу в умовах Правобережного Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2020. 8. <https://doi.org/10.47414/pa.8.2020.285436>

11. 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/pa.10.3.2022.270505>

12. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

13. Тирусь М. Л. Вплив способів основного обробітку ґрунту на фотосинтетичну продуктивність буряку цукрового. *Вісник Харківського нац. аграрного ун-ту ім. В.В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовівництво і зберігання*. 2018. 2. С. 80–88.

14. Тирусь М. Л. Фотосинтетична продуктивність буряка цукрового залежно від рівнів удобрення та густоти стояння рослин в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. 4. С. 205–214.

15. Заришняк А. С., Іоніцой Ю. С. Фотосинтетичний потенціал гібридів буряків цукрових різних форм за зміни вологозабезпечення. *Вісник аграрної науки*. 2015. 12. С. 22–25.

16. Bezvikonnyi 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.

17. Kenter C., Hoffmann C. M., Märländer B. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*. 2006. 24(1). P. 62–69.

18. Khaembah E., Maley S., George M., Chakwizira E., de Ruiter J., Zyskowski R., Teixeira E. Crop growth and development dynamics of two fodder beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars sown on different dates in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2020. 63(3). P. 361–373.

19. Michalska-Klimczak B., Kocira S., Kocira A., Szparaga A., Krawczyk R., Kwiecińska-Poppe E., Matyjaszczyk E. Effect of sowing date and nitrogen rates on morphometric features and photosynthetic performance in sugar beet. *Agriculture*. 2024. 14(2). Article 215.

20. Romanekas K., Pilipavičius V., Šarauskis E., Sakalauskas A. Effect of sowing depth on emergence and crop establishment of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2009. 7(2). P. 571–575.

REFERENCES:

1. Bezvikonnyi P. V. (2025). Fotosyntetychna diialnist roslin buriaka kormovoho zalezno vid vplyvu mineralnykh dobryv [Photosynthetic activity of fodder beet plants depending on the influence of mineral fertilizers]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 46 (1), 19–25 [In Ukrainian].

2. Bezvikonnyi P. V., Mialkovskyi R. O. (2025). Osoblyvosti rostu i rozvytku roslin buriaka kormovoho zalezno vid strokiv sivby i hlybyny zahortannia nasinnia v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Peculiarities of growth and development of fodder beet plants depending on the sowing dates and the depth of seed embedding in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Ahrarni innovatsii*, 29, 12–17 [In Ukrainian].

3. Burko L. M. (2012). Rist, rozvytok i vrozhai buriakiv kormovykh zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Growth, development and yield of fodder beets depending on the elements of cultivation technology]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv NAAN*, 14, 257–260 [In Ukrainian].

4. 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]. *Ahrobiolohia: zb. nauk. Prats*, 10(100), 13–18 [In Ukrainian].

5. Roik M. V., & Hizbullin N. H. (2014). Metodyky provedennia doslidzen u buriakivnytstvi [Methods of conducting research in sugar beet growing], Kyiv, 373 [In Ukrainian].

6. Panasiuk S. S., Kramar O. S., Vitvytska O. I., Martyniuk N. I. (2024). Tekhnolohichni pryimy vyroshchuvannia buriaku kormovoho v zoni pivnichnoho Lisostepu [Technological methods of growing fodder beet in the northern Forest-steppe]. *Materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii z nahody 100-richchia vid dnia narodzhennia doktora s.-h. nauk, prof. H. R. Pikusha*, 144–147 [In Ukrainian].

7. Panasiuk S. S., Kramar O. S., Martyniuk N. M. (2023). Enerhooshchadni tekhnolohii vyroshchuvannia riznykh sortiv buriaku kormovoho v zoni Lisostepu [Energy-saving technologies for growing different varieties of fodder beet in the Forest-steppe]. *Ahrarna osvita i nauka: dosiahnennia ta perspektyvy rozvytku: materialy IV mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii*, 160–161 [In Ukrainian].

8. Panasiuk S. S., Kramar O. S., Bernatska M. I. (2023). Sortova ahrotekhnika vyroshchuvannia buriaku kormovoho v piv-nichnomu Lisostepu [Varietal agricultural technology of growing fodder beet in the northern Forest-steppe]. *Innovatsiinyi rozvytok zemlerobstva na zasadakh ekoloho-ekonomichnoi zbalansovanosti: materialy Vseukrainskoi internet-konferentsii*, 35–36 [In Ukrainian].

9. Palamarchuk I. (2019). Dynamika formuvannia ploshchi lystkovoï poverkhnii roslin buriaka zalezno vid sortovykh osoblyvostei i strokiv sivby v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Dynamics of formation of leaf surface area of beet plants depending on varietal characteristics and sowing dates in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 7, 45–51 [In Ukrainian].

10. Prysiashniuk O. I., Zaryshniak A. S., Sinchenko V. M., Svystunova I. V., Slobodianiuk V. V.,

Borysenko B. M., Lukianchuk O. V. (2022). Fotosyntetychni parametry posiviv buriakiv tsukrovkykh u razi zastosuvannia zakhodiv pidvyshchennia tolerantnosti do posukhovoho stresu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Photosynthetic parameters of sugar beet crops in the case of applying measures to increase tolerance to drought stress in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Novitni ahrotekhnologii*, 10(2) [in Ukrainian].

11. Prysiazniuk O. I., Shulha S. S. (2022). Osoblyvosti funktsionuvannia fotosyntetychnoho aparatu buriakiv tsukrovkykh v umovakh defitsytu volohy [Peculiarities of the functioning of the photosynthetic apparatus of sugar beets under conditions of moisture deficiency]. *Novitni ahrotekhnologii*, 10(3) [in Ukrainian].

12. 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, 316 [in Ukrainian].

13. Tyrus M. L. (2018). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittu gruntu na fotosyntetychnu produktyvnist buriaku tsukrovoho [The influence of methods of basic soil cultivation on the photosynthetic productivity of sugar beet]. *Visnyk Kharkivskoho nats. aharnoho un-tu im. V. V. Dokuchaieva. Seriya: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zbierhannia*, 2, 80–88 [in Ukrainian].

14. Tyrus M. L. (2018). Fotosyntetychna produktyvnist buriaka tsukrovoho zalezhno vid rivniv udobrennia ta hustoty stoiannia roslyn v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Photosynthetic productivity of sugar beet depending on fertilization levels and plant density in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 4, 205–214 [in Ukrainian].

15. Zaryshniak A. S., Ionitsoi Yu. S. (2015). Fotosyntetychni potentsial hibrydiv buriakiv tsukrovkykh riznykh form za zminy volohozabezpechennia [Photosynthetic potential of sugar beet hybrids of different forms under changes in moisture supply]. *Visnyk aharnoi nauky*, 12, 22–25 [in Ukrainian].

16. Bezvikonnyi 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*, 10(6), 28–37.

17. Kenter C., Hoffmann C. M., & Märlander B. (2006). Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, 24(1), 62–69.

18. Khaembah E., Maley S., George M., Chakwizira E., Ruiter J., Zyskowski R., & Teixeira E. (2020). Crop growth and development dynamics of two fodder beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars sown on different dates in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 63(3), 361–373.

19. Michalska-Klimczak B., Kocira S., Kocira A., Szparaga A., Krawczyk R., Kwiecińska-Poppe E., & Matyjaszczyk E. (2024). Effect of sowing date and nitrogen rates on morphometric features and photosynthetic performance in sugar beet. *Agriculture*, 14(2), Article 215.

20. Romaneckas K., Pilipavičius V., Šarauskis E., & Sakalauskas A. (2009). Effect of sowing

depth on emergence and crop establishment of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2), 571–575.

Безвіконний П.В. Вплив агротехнічних факторів на розвиток листової поверхні кормового буряка в умовах західного Лісостепу

Мета. Дослідити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на динаміку наростання площі листової поверхні рослин буряка кормового в умовах західного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводились впродовж 2020–2024 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» на чорноземі типовому малогумусному, середньосуглинковому. Повторність – чотирикратна, розміщення варіантів – систематичне. Технологія вирощування кормового буряка в досліді загальноприйнятна, крім досліджуваних факторів. **Результати.** Встановлено, що максимальні значення листової поверхні спостерігалися за сівби у третій декаді квітня (24–26.IV) на глибину 4–5 см: у сорту Стармон – 50,08 тис. м²/га на 10.08, у сорту Ольжич – 44,81 тис. м²/га, у сорту Сонет – 40,93 тис. м²/га. Ранні строки сівби забезпечували подовження вегетації, але уповільнювали стартовий ріст, тоді як пізні – скорочували період активного фотосинтезу. Фотосинтетичний потенціал найвищий був також за сівби 24–26 квітня на глибину 4–5 см: Стармон – 3,308 млн м²·діб/га на 10.08, Ольжич – 2,876 млн м²·діб/га, Сонет – 2,462 млн м²·діб/га. Оптимальною для буряка кормового виявилася глибина 4–5 см, яка забезпечує найвищі значення площі листової поверхні незалежно від строків сівби для усіх досліджуваних сортів. Занадто мілке (2–3 см) або глибоке (6–7 см) загортання призводить до зниження цього показника через гіршу польову схожість, сповільнений розвиток паростка на початковому етапі росту та меншу активність фотосинтетичного апарату. Серед сортів найвищі значення листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу формував сорт Стармон, тоді як Сонет та Ольжич поступалися за інтенсивністю наростання листової маси. **Висновки.** Оптимізація строків сівби та глибини загортання забезпечувала збільшення площі листової поверхні на 15–25 % щодо контролю. Сорт Стармон має найвищий генетичний потенціал формування листової поверхні та фотосинтетичної продуктивності. Отримані результати підтверджують важливість оптимізації строків сівби й глибини загортання для реалізації продуктивного потенціалу культури та підвищення ефективності її вирощування.

Ключові слова: буряк кормовий, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, строки сівби, глибина загортання насіння, сорт, вегетація.

Bezvikonny P. V. Influence of agrotechnical factors on the development of the leaf surface of fodder beet under the conditions of the Western Forest-steppe

Purpose. To investigate the effect of sowing dates and seed placement depth on the dynamics of leaf area development in fodder beet plants under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was conducted during 2020–2024 on the experimental field of the Educational and Production Center “Podillia” of the Higher Education Institution “Podilsky State Univer-

sity" on typical low-humus, medium-loamy black soil. Repetition – fourfold, placement of variants – systematic. The technology of growing fodder beet in the experiment is generally accepted, except for the factors under study. **Results.** It was established that the maximum values of the leaf surface were observed when sowing in the third decade of April (24–26.IV) to a depth of 4–5 cm: in the Starmon variety – 50.08 thousand m²/ha on 10.08, in the Olzhych variety – 44.81 thousand m²/ha, in the Sonet variety – 40.93 thousand m²/ha. Early sowing dates provided an extension of the vegetation period, but slowed down the initial growth, while late ones – shortened the period of active photosynthesis. The photosynthetic potential was also highest when sowing on April 24–26 to a depth of 4–5 cm: Starmon – 3.308 million m²×day/ha on 10.08, Olzhych – 2.876 million m²×day/ha, Sonet – 2.462 million m²×day/ha. The optimal depth for fodder beet was 4–5 cm, which provides the highest values of leaf surface area regardless of sowing dates for

all studied varieties. Too shallow (2–3 cm) or deep (6–7 cm) mulching leads to a decrease in this indicator due to poorer field germination, slower sprout development at the initial stage of growth and lower activity of the photosynthetic apparatus. Among the varieties, the highest values of leaf surface and photosynthetic potential were formed by the Starmon variety, while Sonet and Olzhych were inferior in the intensity of leaf mass growth. **Conclusions.** Optimization of sowing dates and planting depth provided an increase in leaf surface area by 15–25 % compared to the control. The Starmon variety has the highest genetic potential for leaf surface formation and photosynthetic productivity. The results obtained confirm the importance of optimizing sowing dates and planting depth for realizing the productive potential of the crop and increasing the efficiency of its cultivation.

Key words: fodder beet, leaf area, photosynthetic potential, sowing dates, seed sowing depth, variety, vegetation.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 28.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025