

ДИНАМІКА ВМІСТУ ХЛОРОФІЛІВ У ЛИСТКАХ БУРЯКІВ КОРМОВИХ 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. Забезпечення населення України продуктами харчування, насамперед екологічно чистими молочними та м'ясними продуктами харчування, є ключовим елементом економічної політики країни. Щоб розв'язати цю проблему, потрібно негайно відродити тваринництво, паралельно створивши міцну кормову базу. Це вимагає заготівлі достатньої кількості зелених, грубих, концентрованих і соковитих кормів, зокрема таких, як буряки кормові [11].

Кормові буряки належать до культур інтенсивного типу, оскільки їхній ріст і врожайність значно залежать від інтенсивності агротехнічних заходів. На сьогоднішній день науковці ще не визначили максимальний потенціал урожайності цієї культури, проте вже очевидно, що він є досить високим. Свідченням цього є досягнення окремих виробників, які отримували понад 200 т/га [6].

Тому, для реалізації такого значного біологічного потенціалу необхідно застосовувати передові агротехнології, здатні повністю задовольнити потреби рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із ключових питань при застосуванні інтенсивних технологій є визначення оптимальної кількості добрив. Якщо раніше внесення завищених доз добрив вважалося звичайним явищем, то сьогодні, з огляду на нові вимоги виробництва, цей підхід потребує переосмислення. Нераціональне використання добрив може призвести до погіршення якості продукції, завдати шкоди довкіллю та спричинити економічні втрати [1].

Висока врожайність коренеплодів кормових буряків залежить як від поглинання поживних елементів з ґрунту, так і від процесу фотосинтезу, що відбувається в листках. Інтенсивність фотосинтезу безпосередньо впливає на біологічну та господарську продуктивність буряка. Фотосинтез є основним джерелом утворення органічних речовин, визначає ключові процеси життєдіяльності рослин і, зрештою, забезпечує формування високого врожаю [2].

Дослідженнями встановлено, що продуктивність процесів фотосинтезу тісно пов'язана насамперед із хлорофілом листків, який відіграє роль сенсibilізатора, тобто роль речовини, яка поглинає світло. Хлорофіл є найважливішим компонентом фотосинтетичного апарату листків. Його вміст залежить від життєдіяльності рослинного організму, генетичної природи і відображає реакцію рослин на умови вирощування [6].

В. В. Гармашов, Д. С. Стан відмічає, що пігментна система листків є одним із ключових індикаторів фотосинтетичної активності рослин. Основними її складовими є зелені пігменти – хлорофіли а та b. Їх

накопичення в листках у подальшому визначає синтез біомаси та формування врожаю [5].

О. І. Присяжнюк, І. І. Коровко вважають, що значний вплив на біосинтез хлорофілу мають також такі фактори, як освітлення, температура, мінеральне живлення, обробка рослин фізіологічно активними речовинами, вік листків. Здатність рослини за будь-яких змін погодних умов протягом вегетаційного періоду ефективно використовувати сонячну енергію свідчить про високий адаптаційний потенціал, що прослідковується в динаміці зміни вмісту зелених пігментів хлоропластів рослини [9].

Дослідження Л. М. Бурко показали, що внесення добрив та густота рослин впливають на процес синтезу хлорофілу у листках буряків кормових. Із збільшенням доз добрив вміст хлорофілу у листках буряків кормових підвищувався. Найоптимальніші умови для синтезу хлорофілу забезпечуються на варіантах з унесенням 40 т/га гною під попередник + $N_{180}P_{180}K_{210}$ і перед збиранням вміст його становив, залежно від гібриду і густоти – 6,31–6,62 мг/г. [3].

Л. А. Гарбар, В. І. Аврамчук стверджують, що застосування добрив виявило позитивний вплив на вміст хлорофілів а та b у листках рослин соняшнику всіх гібридів, які ми вивчали. Максимальних значень вмісту вказаних пігментів було досягнуто в гібриду РЖТ Волльф (ВВСН 64–68) у варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$ [4].

Використання мінеральних добрив в нормі $N_{90}P_{60}K_{40}$, де до складу фосфорних входив мікроелемент цинк, затримувало деградацію пігментного комплексу озимої пшениці та сприяло підвищенню концентрації хлорофілу і каротиноїдів у порівнянні з неудобреним фоном [7].

Таким чином, вивчення комплексного впливу норм та співвідношення мінеральних добрив на формування вмісту хлорофілу в рослинах буряка кормового є актуальним питанням, яке потребує детального вивчення.

Мета статті – дослідити вплив норм та співвідношення мінеральних добрив на формування хлорофілу в листках буряків кормових 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%.

Схемою досліду передбачене вивчення впливу різних співвідношень мінеральних добрив на динаміку формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників рослин буряка кормового. Схема досліду включала наступні 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 досліду – чотирикратна.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили відповідно до Методики дослідної справи в агрономії [10] та Методики проведення досліджень у буряківництві [8].

Результати досліджень. Експериментально встановлено значну залежність концентрації хлорофілу в листках буряка кормового від режимів мінерального живлення (табл. 1). З-поміж усіх досліджуваних фотосинтетичних пігментів, хлорофіл *a* є визначальним у забезпеченні інтенсивності фотосинтезу, оскільки характеризується вищою швидкістю та ефективністю абсорбції сонячної енергії порівняно з хлорофілами групи *b*, які є тінювими пігментами. Виявлено, що вміст хлорофілу *a* у всіх досліджуваних сортів буряка кормового завжди вищий, порівняно із вмістом хлорофілу *b*, приблизно в 2,5 рази, незалежно від зміни досліджуваних факторів.

У середньому за роки досліджень у фазу змикання листків у міжряддях (10.07) концентрація хлорофілу *a* становила 4,07–7,59 мг/г сирої маси. Так, вищий вміст хлорофілів накопичувався в листках рослин досліджуваних сортів буряка кормового Стармон – 6,02–7,59 та Ольжич – 5,59–6,97 мг/г сирої маси в порівнянні з сортом Сонет (4,07–6,21).

Таблиця 1

Вплив доз мінеральних добрив на вміст хлорофілу у листках буряка кормового, мг/г сирої маси (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення								
		10.07			10.08			10.09		
		хлоро- філ <i>a</i>	хлоро- філ <i>b</i>	хлоро- філ загаль- ний	хлоро- філ <i>a</i>	хлоро- філ <i>b</i>	хлоро- філ загаль- ний	хлоро- філ <i>a</i>	хлоро- філ <i>b</i>	хлоро- філ загаль- ний
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	4,07	2,07	6,61	4,92	2,54	7,46	3,23	2,37	5,60
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	5,93	2,22	8,82	7,15	2,89	10,04	4,94	2,81	7,75
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	5,39	2,11	7,97	6,14	2,58	8,72	4,51	2,49	7,00
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	6,05	2,39	9,07	7,42	3,02	10,44	5,12	2,88	8,00
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	5,06	2,09	7,61	5,87	2,55	8,42	4,37	2,41	6,78
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	6,21	2,54	9,36	7,76	3,15	10,91	5,48	2,96	8,44
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	5,64	2,14	8,25	6,63	2,61	9,24	4,65	2,52	7,17
Ольжич	$N_{75}P_{150}K_{225}$	5,85	2,18	8,51	6,97	2,66	9,63	4,73	2,52	7,25
	Без внесення добрив (к)*	5,59	2,14	8,33	6,35	2,74	9,09	4,38	2,41	6,79
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	6,35	2,77	9,60	7,54	3,25	10,79	6,03	2,95	8,98
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	5,95	2,45	8,88	6,77	2,93	9,70	5,09	2,68	7,77
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	6,66	2,86	9,97	7,91	3,31	11,22	6,27	3,05	9,32
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	5,89	2,37	8,75	6,49	2,86	9,35	4,88	2,59	7,47
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	6,97	2,97	10,40	8,17	3,43	11,60	6,53	3,14	9,67
Стармон	$N_{75}P_{225}K_{150}$	6,08	2,54	9,14	7,05	3,06	10,11	5,45	2,74	8,19
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	6,16	2,65	9,28	7,36	3,12	10,48	5,68	2,83	8,51
	Без внесення добрив (к)*	6,02	2,25	9,11	7,01	3,09	10,10	5,47	2,83	8,30
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	7,06	2,93	10,45	8,14	3,39	11,53	6,84	3,26	10,10
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	6,48	2,57	9,76	7,52	3,28	10,80	6,01	3,02	9,03
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	7,25	3,01	10,81	8,22	3,56	11,78	7,02	3,33	10,35
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	6,37	2,46	9,62	7,39	3,25	10,64	5,85	2,93	8,78
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	7,59	3,07	11,22	8,47	3,63	12,10	7,14	3,41	10,55
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	6,65	2,73	9,98	7,68	3,33	11,01	6,23	3,11	9,34
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	6,84	2,84	10,28	7,85	3,44	11,29	6,47	3,18	9,65

Якщо характеризувати вплив мінеральних добрив на вміст хлорофілів *a*, то в усіх варіантах спостерігали підвищення їх концентрації. Максимальне зростання цієї ознаки було зафіксоване за умови використання добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортів і становила 6,21; 6,97; 7,59 мг/г сирової маси, відповідно.

За нашими спостереженнями вміст хлорофілу *b* коливався в межах 2,07–3,07 мг/г сирової маси. Найвище його значення відмічали на варіантах, де застосовували мінеральні добрива з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$. У розрізі сортів найбільша концентрація хлорофілів групи *b* у рослин буряків кормових була у сорту Стармон і становила 3,07 та 3,01 мг/г сирової маси, відповідно.

Аналіз отриманих даних дає підстави вважати, що на період першої декади липня листові пластинки активно збільшувалися в розмірах, і хлорофіли значною мірою перерозподілялися в межах листової пластинки. У подальшому рослина компенсувала це шляхом синтезу нових хлорофілів.

Результати дослідження свідчать, що найвищий вміст хлорофілів спостерігався в період активного росту та розвитку рослин буряків кормових (10.08). Так вміст загального хлорофілу (*a+b*) в листках рослин становив у сорту Сонет 7,46–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 9,09–11,60 та сорту Стармон – 10,10–12,10 мг/г сирової маси. Найбільший приріст був на варіантах із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх сортів. Так, у сорту Сонет приріст в порівнянні з контролем становив 39,9–46,2%, сорту Ольжич 23,4–27,6% та сорту Стармон 16,6–19,8%. Використання мінеральних добрив істотно стимулювало синтез хлорофілу в листових пластинках і сприяло підвищенню його вмісту впродовж періоду вегетації.

Аналіз результатів стверджує про пряму залежність між розвитком листової поверхні та інтенсивністю фотосинтезу. Вміст хлорофілу зростає пропорційно зростанню площі листків, досягаючи пікових значень у середині літа – коли рослини буряка мають максимальну площу асиміляційної поверхні та отримують найбільше сонячної енергії.

В подальшому, на наступних етапах онтогенезу на період (10.09), зі старінням листового апарату, відмиранням найпродуктивніших листків, скороченням площі листової поверхні та зменшенням маси листків, відзначається поступове зменшення концентрації зелених пігментів. Швидкість цього процесу визначається біологічними характеристиками рослин і суттєво залежить від факторів освітлення, живлення та інших умов навколишнього середовища.

Кращі умови для збільшення суми хлорофілів створювалися при внесенні повного мінерального добрива в ґрунт. Найвищий вміст хлорофілів відмічається у сорту Стармон на фоні добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ – 10,55 мг/г сирової маси. Дещо менше значення цього показника відмічено на фоні $N_{225}P_{75}K_{150}$ та $N_{150}P_{150}K_{150}$ – 10,35 та 10,10 мг/г сирової маси, відповідно.

З огляду на такі закономірності встановлена чітка залежність щодо збільшення вмісту пігментів хлорофілу *a* та *b* в листках буряка кормового, вирощених на удобренних варіантах за всіма фазами вегетації.

Висновки. В умовах західного Лісостепу України концентрація зелених пігментів у листках кормових буряків значно варіює залежно від фаз онтогенезу та внесення повного мінерального добрива. Встановлено, що застосування мінеральних добрив виступає ефективним агротехнічним заходом оптимізації біосинтезу хлорофілів у рослинах буряка кормового, що опосередковано призводить до зростання урожайності культури. Максимальна інтенсивність біосинтезу пігментів у рослинах буряка кормового була зафіксована у першій декаді серпня (інтенсивний ріст) при застосуванні мінеральних добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ для всіх досліджуваних сортів. При цьому вміст загального хлорофілу (*a+b*) в листках рослин буряка кормового становив у сорту Сонет 10,44–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 11,22–11,60 та сорту Стармон – 11,78–12,10 мг/г сирової маси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Безвіконний П. В., Бахмат М. І. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на наростання маси коренеплодів та гички буряка кормового. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141. Ч.1. С. 3–11.
- 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.
- Бурко Л. М. Вплив елементів технології вирощування на процес синтезу хлорофілу у листках буряків кормових. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Vol. 11. № 4. С. 26–33.
- Гарбар Л. А., Аврамчук В. І. Динаміка вмісту хлорофілів у листках соняшнику за впливу елементів технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 7–11.
- 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.
- Куничак Г. С., Кобилянська Г. М. Цінність і технологія вирощування кормових буряків. *Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу*. Київ, 2008. № 9. С. 6–65. URL: <https://propozitsiya.com/ua/cinnist-i-tehnologiya-viroshchuvannya-kormovih-buryakiv> (дата звернення: 22.04.2025).
- Кривенко А. І., Бурикін С. І. Пігментна система фотосинтетичного апарату пшениці озимої за дії мікроелементу цинк. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 102. С. 57–67.
- Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
- Присяжнюк О. І., Коровко І. І. Динаміка вмісту хлорофілів у листках цукрових буряків. *Новітні агротехнології*. 2015. № 1. С. 11–12.
- 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.
- 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.

REFERENCES:

1. Bezvikonnyi, P. V., & Bakhmat, M. I. (2025). Vplyv mikrodobryv ta funghitsydiv na narostannia masy kore-neplovdiv ta hychky buriaka kormovoho [The influence of microfertilizers and fungicides on the growth of the mass of root crops and tops of fodder beet]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald*, 141(1), 3–11 [In Ukrainian].
2. Bezvikonnyi, P. V. (2025). Fotosyntetychna diialnist roslyn buriaka kormovoho zalezno vid vplyvu mineralnykh dobrov [Photosynthetic activity of fodder beet plants depending on the influence of mineral fertilizers]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*, 46 (1), 19–25. [In Ukrainian].
3. Burko, L. M. (2020). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na protses syntezu khlorofilu u lystkakh buriakiv kormovykh [The influence of elements of cultivation technology on the process of chlorophyll synthesis in fodder beet leaves]. *Roslynnystvo ta gruntoznavstvo – Crop Production and Soil Science*, Vol. 11. (4). 26–33. [In Ukrainian].
4. Harbar, L. A., & Avramchuk, V. I. (2022). Dynamika vmistu khlorofilu u lystkakh soniashnyku za vplyvu elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Dynamics of chlorophyll content in sunflower leaves under the influence of elements of cultivation technology]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 14, 7–11. [In Ukrainian].
5. Harmashov, V. V., & Stan, D. S. (2014). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti roslyn kormovoho buriaka zalezno vid umov vyroshchuvannia [Peculiarities of photosynthetic activity of fodder beet plants depending on growing conditions]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria. Silskohospodarski nauky – Agrarian Bulletin of the Black Sea Region. Agricultural Sciences*, 71, 19–25. [In Ukrainian].
6. Kunychak, H. S., & Kobylanska, H. M. (2008). Tsinnist i tekhnolohiia vyroshchuvannia kormovykh buriakiv [Value and technology of growing fodder beets]. *Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu – Offer – The main magazine on agribusiness*, 9, 6–65. Retrieved from: <https://propozytsiya.com/ua/cinnist-i-tehnologiya-vyroshchuvannya-kormovykh-buryakiv> [In Ukrainian].
7. Kryvenko, A. I., & Burykina, S. I. (2018). Pihmentna systema fotosyntetychnoho aparatu pshenytsi ozymoi za dii mikroelementu tsynk [Pigment system of the photosynthetic apparatus of winter wheat under the action of the trace element zinc]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald*, 102, 57–67. [In Ukrainian].
8. 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., 373 [in Ukrainian].
9. Prysiazhniuk, O. I., & Korovko, I. I. (2015). Dynamika vmistu khlorofilu u lystkakh tsukrovyykh buriakiv [Dynamics of chlorophyll content in sugar beet leaves]. *Novitni ahrotekhnolohii – New agricultural technologies*, 1, 11–12. [in Ukrainian].
10. 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, 316 [in Ukrainian].
11. 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. [in Ukrainian].

Безвіконний П.В. Динаміка вмісту хлорофілів у листках буряків кормових в умовах Західного Лісостепу

Мета – дослідити вплив норм та співвідношення мінеральних добрив на формування хлорофілу в листках буряків кормових в умовах Західного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводились впродовж 2020–2024 років на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» на чорноземі типовому малогумусному, середньосуглинковому. Повторність у досліді чотирикратна. Розміщення варіантів – систематичне. Технологія вирощування кормового буряка в досліді загальноприйнята, крім досліджуваних факторів. **Результати.** За результатами досліджень встановлено, що вміст хлорофілу *a* у всіх досліджуваних сортів буряка кормового завжди вищий, порівняно із вмістом хлорофілу *b*, приблизно в 2,5 рази, незалежно від зміни досліджуваних факторів. У фазу змикання листків у міжряддях (10.07) вищий вміст хлорофілів накопичувався в сортів буряка кормового Стармон – 6,02–7,59 та Ольжич – 5,59–6,97 мг/г сирової маси в порівнянні з сортом Сонет (4,07–6,21). Максимальне зростання вмісту хлорофілів *a* залежно від мінеральних добрив було зафіксоване за умови використання добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортів і становила 6,21; 6,97; 7,59 мг/г сирової маси, відповідно. Найвище значення вмісту хлорофілу *b* відмічали на варіантах, де застосовували мінеральні добрива з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$. У розрізі сортів найбільша концентрація хлорофілів групи *b* у рослин буряків кормових була у сорту Стармон і становила 3,07 та 3,01 мг/г сирової маси, відповідно.

Встановлено, що найвищий вміст хлорофілів спостерігався в період активного росту та розвитку рослин буряків кормових (10.08). Так вміст загального хлорофілу (*a+b*) в листках рослин становив у сорту Сонет 7,46–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 9,09–11,60 та сорту Стармон – 10,10–12,10 мг/г сирової маси. Найбільший приріст був на варіантах із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх сортів. Так, у сорту Сонет приріст в порівнянні з контролем становив 39,9–46,2%, сорту Ольжич 23,4–27,6% та сорту Стармон 16,6–19,8%. В подальшому, на наступних етапах онтогенезу на період (10.09), зі старінням листового апарату, відмиранням найпродуктивніших листків, скороченням площі листової поверхні та зменшенням маси листків, відзначається поступове зменшення концентрації зелених пігментів. Кращі умови для збільшення суми хлорофілів створювалися при внесенні повного мінерального добрива в ґрунт. **Висновки.** Концентрація зелених пігментів у листках кормових буряків значно варіює залежно від фаз онтогенезу та внесення повного мінерального добрива. Встановлено, що застосування мінеральних добрив виступає ефективним агротехнічним заходом оптимізації біосинтезу хлорофілів у рослинах буряка кормового, що опосередковано призводить до зростання урожайності культури. Максимальна інтенсивність біосинтезу пігментів у рослинах буряка кормового була зафіксована у першій декаді серпня

(інтенсивний ріст) при застосуванні мінеральних добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ для всіх досліджуваних сортів. При цьому вміст загального хлорофілу ($a+b$) в листках рослин буряка кормового становив у сорту Сонет 10,44–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 11,22–11,60 та сорту Стармон – 11,78–12,10 мг/г сирової маси.

Ключові слова: буряк кормовий, сорт, удобрення, вміст хлорофілів, вегетація.

Bezvikonny P.V. Dynamics of chlorophyll content in fodder beet leaves in the conditions of the Western Forest-Steppe

Goal – to investigate the influence of norms and ratios of mineral fertilizers on the formation of chlorophyll in fodder beet leaves in 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 «Podillia State University» on typical low-humus, medium-loamy black soil. The repetition in the experiment is fourfold. The placement of variants is systematic. The technology of growing fodder beet in the experiment is generally accepted, except for the factors under study. **Results.** According to the results of the research, it was found that the content of chlorophyll a in all studied varieties of fodder beet is always higher, compared to the content of chlorophyll b , by approximately 2.5 times, regardless of the change in the factors under study. In the phase of leaf closure in the rows (10.07), the highest chlorophyll content was accumulated in the fodder beet varieties Starmon – 6.02–7.59 and Olzhych – 5.59–6.97 mg/g of fresh weight compared to the Sonet variety (4.07–6.21). The maximum increase in the content of chlorophyll a depending on mineral fertilizers was recorded under the condition of using fertilizers with the norm $N_{150}P_{75}K_{225}$ in all studied varieties and amounted to 6.21; 6.97; 7.59 mg/g of fresh weight, respectively. The highest value of the content of chlorophyll b was noted in the variants where mineral fertilizers with the norm

$N_{150}P_{75}K_{225}$ and $N_{225}P_{75}K_{150}$ were used. In terms of varieties, the highest concentration of chlorophylls of group b in fodder beet plants was in the Starmon variety and amounted to 3.07 and 3.01 mg/g of fresh weight, respectively.

It was found that the highest chlorophyll content was observed during the period of active growth and development of fodder beet plants (10.08). Thus, the content of total chlorophyll ($a+b$) in the leaves of plants was 7.46–10.91 mg/g of fresh weight in the Sonet variety, 9.09–11.60 in the Olzhych variety and 10.10–12.10 mg/g of fresh weight in the Starmon variety. The greatest increase was in the variants with the application rate of $N_{150}P_{75}K_{225}$ and $N_{225}P_{75}K_{150}$ in all varieties. Thus, in the Sonet variety, the increase compared to the control was 39.9–46.2%, in the Olzhych variety 23.4–27.6% and in the Starmon variety 16.6–19.8%. Subsequently, at the following stages of ontogenesis for the period (10.09), with the aging of the leaf apparatus, the dying off of the most productive leaves, the reduction of the leaf surface area and the decrease in the mass of the leaves, a gradual decrease in the concentration of green pigments is noted. The best conditions for increasing the amount of chlorophylls were created by applying complete mineral fertilizer to the soil. **Conclusions.** The concentration of green pigments in fodder beet leaves varies significantly depending on the phases of ontogenesis and the application of complete mineral fertilizer. It was established that the use of mineral fertilizers is an effective agrotechnical measure for optimizing chlorophyll biosynthesis in fodder beet plants, which indirectly leads to an increase in crop yield. The maximum intensity of pigment biosynthesis in fodder beet plants was recorded in the first decade of August (intensive growth) when applying mineral fertilizers with the rate of $N_{150}P_{75}K_{225}$ and $N_{225}P_{75}K_{150}$ for all studied varieties. At the same time, the content of total chlorophyll ($a+b$) in the leaves of fodder beet plants was 10.44–10.91 mg/g of fresh weight in the Sonet variety, 11.22–11.60 in the Olzhych variety, and 11.78–12.10 mg/g of fresh weight in the Starmon variety.

Key words: fodder beet, variety, fertilizer, chlorophyll content, vegetation.