

The impact of sowing dates and pre-sowing seed treatment with biopreparations on phenological indicators and leaf apparatus development in buckwheat

V. Shevchuk✉

Article info

Correspondence Author

V. Shevchuk

E-mail:

vitalii.shevchuk@pdau.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Shevchuk, V. (2025). The impact of sowing dates and pre-sowing seed treatment with biopreparations on phenological indicators and leaf apparatus development in buckwheat. *Scientific Progress & Innovations*, 28(4), 30–38. doi: 10.31210/spi2025.28.04.04

Climate change and adverse weather conditions present significant challenges for the effective cultivation of buckwheat, necessitating the search for new agronomic solutions. One such approach involves optimizing sowing dates and using biopreparations for pre-sowing seed treatment, which improves leaf apparatus development and enhances crop productivity. This study was conducted in 2025 under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine using the buckwheat variety Elena. The experiment included two sowing dates (May 5 and May 12) and the following pre-sowing seed treatment schemes: control; Azotofit (0.5 l/t); Diazobacterin for buckwheat (0.2 l/t); Azotofit (0.5 l/t) + Diazobacterin (0.2 l/t). It was found that the early sowing date (May 5) ensured an optimal vegetation period (87–89 days), which was 7 days longer than the late sowing date. Favorable conditions for the full passage of organogenesis phases and the formation of a powerful assimilatory apparatus resulted in the accumulation of above-ground vegetative mass that was 7.3–8.8% higher than that at the late sowing date. At the flowering stage, the leaf area at the early sowing date was also 6.7–8.5% larger, contributing to a high photosynthetic potential of the crops. Pre-sowing seed treatment with biopreparations consistently had a positive impact on all indicators, regardless of the sowing date. Application of Diazobacterin resulted in a 17.6% increase in above-ground vegetative mass and a 1.4% increase in leaf area compared to the control. The use of Azotofit produced a more pronounced effect, with increases of 19.8% and 5.6%, respectively. The most effective result was achieved with the combined use of both biopreparations, providing a synergistic effect, with increases of 34.1% and 9.8% in the respective indicators compared to the control. Considering the 2-day reduction in the vegetation period, this suggests optimized growth processes and improved resource use efficiency. The findings confirm the advisability of using early sowing dates and nitrogen-fixing biopreparations to optimize buckwheat cultivation technology under climate change conditions.

Keywords: *Fagopyrum esculentum* Moench, vegetation period, developmental phases, leaf area, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense*.

Вплив строків сівби та передпосівної обробки насіння гречки біопрепаратами на фенологічні показники та розвиток листкового апарату

В. М. Шевчук

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Зміна клімату та несприятливі погодні умови стають серйозним викликом для ефективного вирощування гречки, що вимагає пошуку нових агротехнічних рішень. Одним із таких підходів є оптимізація строків сівби та використання біопрепаратів для передпосівної обробки насіння, що дозволяє покращити розвиток листкового апарату і підвищити продуктивність культури. Дослідження проведено 2025 року в умовах Лівобережного лісостепу України з використанням сорту гречки Єлена за умови двох термінів сівби (5 і 12 травня) та наступних схем передпосівної обробки насіння: контроль; Азотофіт (0,5 л/т); Діазобактерин для гречки (0,2 л/т); Азотофіт (0,5 л/т) + Діазобактерин (0,2 л/т). Визначено, що ранній строк сівби (5 травня) забезпечив оптимальну тривалість вегетаційного періоду (87–89 діб), що на 7 діб перевищило показники пізнього строку. Завдяки сприятливим умовам для повноцінного проходження фаз органогенезу та формування потужного асиміляційного апарату отримано накопичення надземної вегетативної маси на 7,3–8,8 % більше, ніж за умови пізнього строку. Площа листової поверхні при ранньому строку сівби також на 6,7–8,5 % більша у фазі середини цвітіння, що сприяло високому фотосинтетичному потенціалу посівів. Виявлено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратами стабільно позитивно впливала на всі показники, незалежно від строку сівби. Застосування Діазобактерину забезпечило приріст надземної вегетативної маси на 17,6 % та площі листової поверхні на 1,4 % порівняно з контролем. Використання Азотофіту дало більш виражений ефект: приріст на 19,8 % і 5,6 % відповідно. Найбільш ефективним виявилось комплексне застосування обох біопрепаратів, що забезпечило синергетичний ефект з приростом відповідних показників на 34,1 % та 9,8 % порівняно з контролем. Зважаючи на скорочення вегетаційного періоду на 2 доби, це свідчить про оптимізацію ростових процесів і покращення використання ресурсів довкілля. Отримані результати підтверджують доцільність використання раннього строку сівби та біопрепаратів азотфіксуючої дії для оптимізації технології вирощування гречки в умовах зміни клімату.

Ключові слова: *Fagopyrum esculentum* Moench, вегетаційний період, фази розвитку, площа листової поверхні, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense*.

Бібліографічний опис для цитування: Шевчук В. М. Вплив строків сівби та передпосівної обробки насіння гречки біопрепаратами на фенологічні показники та розвиток листкового апарату. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (4). С. 30–38.

Вступ

Гречка посівна (*Fagopyrum esculentum* Moench) є однією з найважливіших круп'яних культур України, що характеризується високою харчовою цінністю зерна та невибагливістю до умов вирощування [1, 2]. За останні шість років площі під гречкою в Україні коливаються в межах від 79,6 тис. га 2025 року до 147,6 тис. га 2023 року [3] з середньою врожайністю 15–18 ц/га, що значно нижче її біологічного потенціалу [4, 5]. Нестабільність виробництва гречки зумовлена як біологічними особливостями культури, зокрема високою чутливістю до температурного режиму та вологозабезпеченості, так і недосконалістю елементів технології вирощування [6].

Строки сівби є одним із визначальних агротехнічних факторів формування продуктивності гречки, оскільки від них залежить співвідношення температурного режиму та вологозабезпеченості у критичні фази розвитку культури [7, 8]. Виявлено, що в умовах стійкого зволоження врожай може змінюватися у 2–3 рази залежно від погодних умов, а в зонах нестійкого зволоження ці коливання можуть досягати 5–6 разів і більше. Навіть при високому рівні інтенсифікації рослинництва несприятливі погодні умови можуть викликати коливання врожайності до 70–80 % [9]. Численні дослідження свідчать, що оптимальні строки сівби гречки варіюють залежно від ґрунтово-кліматичних умов регіону та погодних особливостей року [10]. За результатами багаторічних досліджень встановлено, що висівання гречки в недостатньо прогрійтий ґрунт призводить до зниження польової схожості насіння, зрідження посівів і формування ослаблених рослин, тоді як надмірно пізні строки сівби обмежують тривалість вегетаційного періоду та знижують продуктивність культури внаслідок проходження критичних фаз розвитку в умовах високих температур і дефіциту вологи. У результаті дослідження [11] доведено, що оптимальна температура ґрунту для сівби гречки на глибині загортання насіння (10 см) має становити не менше 10 °С, за умов якої забезпечується дружне проростання насіння протягом 7–9 днів [12].

У контексті сучасних викликів, пов'язаних зі зміною клімату та необхідністю біологізації землеробства, особливої актуальності набуває застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів для передпосівної обробки насіння [13, 14]. Використання таких препаратів дозволяє оптимізувати азотне живлення рослин, стимулювати ростові процеси та підвищити стійкість культури до стресових факторів довкілля [15, 16]. За даними досліджень [17], застосування біопрепаратів на основі бактерій родів *Azotobacter* та *Azospirillum* забезпечує приріст врожайності гречки на 5–15 % завдяки активізації процесів біологічної фіксації атмосферного азоту та синтезу фізіологічно активних речовин у ризосферній зоні. Механізми позитивного впливу азотфіксуючих бактерій на рослинний організм є комплексними та включають не лише забезпечення доступним азотом, а й продукцію фітогормонів ауксинової та цитокинінової природи, що безпосередньо стимулюють

процеси клітинного поділу та розтягу в меристематичних тканинах [18, 19].

Фенологічний розвиток і формування листкового апарату є основними показниками, які визначають адаптивний потенціал культури та її продуктивність у конкретних умовах вирощування. Тривалість міжфазних періодів відображає швидкість проходження онтогенетичних процесів та ефективність використання ресурсів довкілля, тоді як параметри листкового апарату безпосередньо визначають фотосинтетичний потенціал посівів та інтенсивність накопичення органічної речовини [20]. Дослідження [17] виявили залежність між формуванням площі листкового апарату рослин гречки та застосуванням біопрепаратів (Діазобактерин, Радостим). З'ясовано, що між формуванням площі листкового апарату та коефіцієнтом морфоструктури існує сильна кореляційна залежність ($r = 0,88$).

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених окремим аспектам технології вирощування гречки, питання комплексного впливу строків сівби та застосування біопрепаратів азотфіксуючої дії на фенологічний розвиток і формування листкового апарату культури в умовах Лівобережного лісостепу України залишаються недостатньо вивченими. Особливої уваги потребує з'ясування механізмів взаємодії дослідних факторів та їх впливу на адаптивні реакції рослин в умовах мінливості температурного режиму та вологозабезпеченості вегетаційного періоду.

Мета дослідження

Мета дослідження – встановити закономірності впливу строків сівби та передпосівної обробки насіння біопрепаратами на фенологічні показники, динаміку наростання надземної вегетативної маси та формування листкового апарату гречки для оптимізації технології її вирощування та підвищення продуктивності культури на основі біологізації землеробства.

Завдання дослідження:

- визначити вплив строків сівби та передпосівної обробки насіння біопрепаратами на дати настання та тривалість міжфазних і вегетаційного періодів;
- оцінити динаміку наростання надземної вегетативної маси рослин на різних стадіях розвитку залежно від строків сівби та впливу передпосівної обробки насіння біопрепаратами;
- визначити площу листкового апарату рослин залежно від строків сівби та передпосівної обробки насіння біопрепаратами.

Матеріали і методи

Дослідження проводили 2025 року на території НВЦ селекції та насінництва польових культур Полтавського державного аграрного університету (ПДАУ). Дослідні поля знаходяться у селі Бричківка Полтавського району, яке розташоване у східно-степовій зоні Полтавської області. Ця зона входить до Південно-східної частини Сумсько-Миргородського

агрогрунтового району Лівобережної лісостепової ґрунтово-кліматичної зони України. Село Бричківка розташоване на відстані 3 км від правого берега річки Ворскла.

Ґрунт на дослідних ділянках – темно-сірий опідзолений, з пилувато-важкосуглинистим механічним складом. Орний шар ґрунту має такі агрохімічні характеристики: рН – 5,7–6,0; сума поглинутих основ – 242–297 мг/екв; гідролітична кислотність – 4,37–9,9 м/екв; ступінь насичення ґрунтів основами – 84–87 %; вміст гумусу – 3,07–3,23 %; вміст рухомого фосфору – 7–10 мг, калію – 12–18 мг.

Дослідження проводили з систематичним розміщенням ділянок у чотирикратній повторності. Загальна площа ділянки складала 160 м², облікової – 100 м². Для вирощування використовували загальноприйнятну технологію, зокрема механізований посів за допомогою сівалки ССФК-7 та ручну працю під час догляду за посівами. Польові досліді розміщували в сівзміні з попередником – пшеницею озимою.

Об'єктом дослідження став сорт гречки Єлена (НДІ круп'яних культур імені О. Алексєєвої Подільського державного університету) з нормою висіву 2,0 млн насінин на гектар [21].

Дослід із вивчення фенологічних показників і формування листкового апарату гречки залежно від строків сівби та застосування біопрепаратів був закладений за такою схемою:

Фактор А – строки сівби: 05 травня; 12 травня.

Фактор В – передпосівна обробка насіння біопрепаратами:

1. Контроль (вода).
2. Азотофіт (0,5 л/т) за 1 год. до сівби.
3. Діазобактерин для гречки (0,2 л/т) за 1 год. до сівби.
4. Азотофіт (0,5 л/т) за 30 хв. + Діазобактерин (0,2 л/т) за 1 год. до сівби.

Біопрепарат Діазобактерин для гречки[®] (рідка форма) застосовували для підвищення врожайності та поліпшення якості зерна. Завдяки наявності біологічно активних сполук він стимулює ріст і розвиток рослин, що сприяє збільшенню абсорбційної здатності коренів і підвищенню коефіцієнтів засвоєння поживних речовин. Препарат також активує фіксацію молекулярного азоту в кореневій зоні рослин. Окрім цього, бактеризовані рослини набувають стійкості до низки захворювань, що позитивно впливає на фітосанітарний стан агроценозів. До складу Діазобактерину входять штами бактерій *Azospirillum brasilense* 18–2 і 410, а титр бактерій складає не менше 2 млрд КУО/г. Препарат виготовлений в Інституті сільськогосподарської мікробіології (Україна) [22].

Азотофіт[®] (рідка форма) – це природний активатор росту рослин, що забезпечує їх біологічним азотом, стимулюючи розвиток вегетативної маси (листя, стебел і суцвіть). Він також має фунгіцидні властивості, пригнічуючи розвиток грибкових захворювань, і відновлює родючість ґрунтів. Препарат покращує врожайність і містить клітини бактерії *Azotobacter chroococcum* (не менше 1,0 x 10⁹ КУО/см³), мікро- та макроелементи, біологічно активні речовини, продукти життєдіяльності бактерій

(ферменти, амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини). Виробником препарату є ТОВ «Компанія «БТУ-ЦЕНТР» (Україна) [23].

У рамках досліджень передбачено проведення таких спостережень і вимірювань [24]:

– фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин, зокрема: сходи, бутонізація, початок і повне цвітіння, досягання, для визначення дати настання та тривалості міжфазних і вегетативного періодів. Спостереження здійснювали за допомогою візуального огляду рослин з фіксації дати настання кожної фази відповідно до встановлених фенологічних критеріїв;

– оцінка динаміки наростання надземної вегетативної маси рослин на різних стадіях розвитку: перший листок, бутонізація, цвітіння, побуріння плодів. Для визначення маси надземної частини було зібрано 50 рослин на ділянці, які висушені та зважені для отримання маси в грамах;

– визначення площі листкового апарату рослин на етапах середини цвітіння та середини дозрівання плодів методом «висічок».

Погодні умови вегетативного періоду гречки характеризувались значною температурною мінливістю та нерівномірним розподілом опадів протягом сезону (рис. 1). У травні була помірна температура повітря та достатнє зволоження, що створювало сприятливі умови для проростання насіння та формування сходів. У червні відбулося підвищення температури на фоні суттєвого зменшення кількості опадів, що дещо обмежувало ростові процеси на етапі формування вегетативної маси, бутонізації та початку цвітіння. Липень був найтеплішим місяцем вегетації, з критично низькою кількістю опадів, що призпало на критичні фази цвітіння та початку формування плодів, створюючи стресові умови для репродуктивного розвитку рослин. У серпні температура знизилась при мінімальній кількості опадів, що прискорило процеси побуріння та досягання зерна і забезпечило сприятливі умови для завершення вегетації та збирання врожаю.

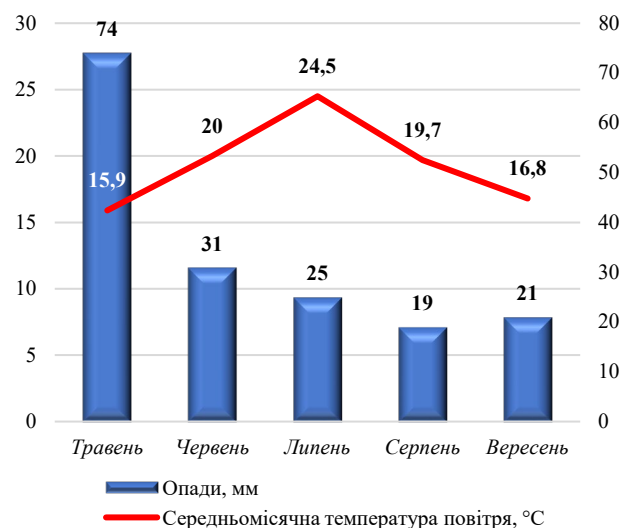


Рис. 1. Динаміка опадів і середньомісячної температури впродовж вегетаційного періоду гречки, 2025 рік

Погодні умови для обох строків сівби суттєво відрізнялись, що мало визначальний вплив на проростання насіння. Перший строк сівби (5 травня) припав на період з температурою вдень 18 °С і вночі 14 °С, що відповідало оптимальним умовам для проростання. Однак зниження температури до 12 °С вдень і 5 °С вночі після 10 травня не сприяло швидкому проростанню, хоча залишалось в межах допустимих значень для гречки. Опади на початку травня були відсутні, але з 5 по 9 травня випало 37 мм, що забезпечило необхідне зволоження ґрунту для проростання насіння.

Другий строк сівби (12 травня) почався з більш прохолодних умов (16 °С вдень і 3 °С вночі), що було менш сприятливим для початкових етапів росту гречки. Однак із 15 травня температури піднялися до 21–24 °С вдень і 12–14 °С вночі, що перевищувало біологічний мінімум і створювало оптимальні умови для розвитку рослин. Розподіл опадів був менш інтенсивним, порівняно з першою декадою травня (37 мм з 11 травня до кінця місяця), але завдяки збереженим запасам вологи у ґрунті від попередніх дощів, вологи було достатньо для проростання насіння.

Дослідження проводили відповідно до методики наукових досліджень в агрономії [25], методики

Державного сорто випробування сільськогосподарських культур [26], а також відповідно до «Широкого уніфікованого класифікатора роду Гречки (*Fagopyrum esculentum* Moench.)» [27] і «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [26]. Аналіз отриманих даних проводили за допомогою статистичних методів із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

Протягом життєвого циклу рослини зазнають зовнішніх змін. Це дає можливість виділяти фенологічні фази, які відповідають періодам вегетативного і генеративного розвитку. Згідно з Методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні [26] виділяють: сходи (початок і повні); цвітіння (початок і повне); побуріння перших плодів (горішків); господарська стиглість.

Фенологічні спостереження за розвитком рослин гречки сорту Єлена демонструють суттєві відмінності у тривалості міжфазних і вегетаційного періодів залежно від строків сівби та застосування біопрепаратів для передпосівної обробки насіння (*табл. 1*).

Таблиця 1

Дата настання та тривалість міжфазних і вегетаційного періодів гречки залежно від варіантів досліду, діб

Фази росту і розвитку	Варіанти досліду							
	Контроль		Азотофіт		Діазобактерин		Азотофіт + Діазобактерин	
	дата	тривалість, діб	дата	тривалість, діб	дата	тривалість, діб	дата	тривалість, діб
Строк сівби 05.05								
Сівба	05.05	-	05.05	-	05.05	-	05.05	-
Сівба – сходи	14.05	9	13.05	8	13.05	8	13.05	8
Сходи – цвітіння	11.06	28	10.06	28	11.06	29	10.06	28
Цвітіння – побуріння	11.07	30	10.07	30	11.07	30	10.07	30
Побуріння – стиглість	02.08	22	01.08	22	02.08	22	31.07	21
Веgetаційний період	02.08	89	01.08	88	02.08	89	31.07	87
Строк сівби 12.05								
Сівба	12.05	-	12.05	-	12.05	-	12.05	-
Сівба – сходи	19.05	7	19.05	7	19.05	7	19.05	7
Сходи – цвітіння	16.06	28	15.06	27	16.06	28	15.06	27
Цвітіння – побуріння	14.07	28	13.07	28	14.07	28	13.07	28
Побуріння – стиглість	02.08	19	01.08	19	02.08	19	31.07	18
Веgetаційний період	02.08	82	01.08	81	02.08	82	31.07	80

За умови першого строку сівби, проведеного 5 травня, тривалість періоду від сівби до появи сходів коливалась від 8 до 9 діб залежно від варіанту обробки. Контрольний варіант без застосування біопрепаратів характеризувався найдовшим періодом проростання – 9 діб, що зумовлено недостатнім прогріванням ґрунту на початку травня.

Застосування біопрепаратів (Азотофіт, Діазобактерин або їх комбінація) сприяло скороченню періоду проростання до 8 діб. Це пояснюється стимулюючим впливом біологічно активних речовин, таких як фітогормони, амінокислоти та вітаміни, що активізують метаболічні процеси в насінні і прискорюють проростання за умови субоптимальних температур. Біопрепарати також інтенсифікують ферментативні

процеси гідролізу запасних речовин насіння та посилюють ростову активність зародка, що дозволяє рослинам долати стресові умови недостатнього прогрівання ґрунту.

Тривалість періоду від сходів до цвітіння за умови раннього строку сівби становила 27–29 діб залежно від варіанту обробки. Контрольний варіант мав тривалість 28 діб, варіант з Діазобактерином – 29 діб, а використання Азотофіту, як окремо, так і в комбінації з Діазобактерином, забезпечило період у 28 діб. Невелика варіабельність цього показника свідчить про стабільність темпів формування вегетативної маси та переходу до генеративної фази при достатніх запасах вологи та оптимальних температурних умовах червня. Застосування Азотофіту оптимізувало

процеси органогенезу завдяки забезпеченню рослин додатковим біологічним азотом на ранніх стадіях розвитку.

Фаза від цвітіння до побуріння плодів тривала 30 діб для всіх варіантів обробки за умови раннього строку сівби. Однакова тривалість цієї фази свідчить, що в умовах оптимального забезпечення вологою та поживними речовинами процеси формування та наливу зерна відбуваються з однаковою інтенсивністю, незалежно від застосування біопрепаратів. Фаза припала на червень-липень, коли температурні умови були найбільш сприятливими для репродуктивного розвитку гречки.

Період від побуріння до повного дозрівання коливався від 21-ї до 23-х діб залежно від варіанту обробки за умови раннього строку сівби. Найкоротший цей період був при комплексній обробці насіння обома біопрепаратами (21 доба), а найдовший – у контрольному варіанті (23 доби). Скорочення фінального етапу досягання під впливом біопрепаратів обумовлене більш інтенсивним накопиченням пластичних речовин у насінні на попередніх етапах розвитку й оптимізацією процесів ремобілізації поживних речовин з вегетативних органів.

Загальна тривалість вегетаційного періоду при сівбі 5 травня коливалася від 87 до 89 діб, що трохи перевищує сортові характеристики гречки Єлена (80–86 діб). Найкоротший період спостерігали за умови комплексної обробки насіння обома біопрепаратами – 85 діб, а найдовший – на контрольному варіанті без обробки, з тривалістю 88 діб. Скорочення вегетаційного періоду на 2–3 доби під впливом біопрепаратів не є критичним і не свідчить про стресовий стан рослин, а навпаки, вказує на оптимізацію ростових процесів і більш ефективне використання ресурсів довкілля.

За умови другого строку сівби, 12 травня, тривалість періоду сівба-сходи становила 7 діб для всіх варіантів обробки, що відповідає біологічним нормам культури за сприятливих температурних умов. Період від сходів до цвітіння для пізнішого строку сівби становив 27–28 діб, що майже збігається з показниками раннього строку. Однак за умови більш сприятливих температур червня рослини формували генеративні органи в оптимальних теплових умовах. Варіанти з використанням біопрепаратів показали тенденцію до скорочення цього періоду на один день порівняно з контролем.

Тривалість фази цвітіння-побуріння за умови другого строку сівби становила 28 діб для всіх варіантів обробки, що на два дні менше порівняно з раннім строком. Це скорочення зумовлене підвищеними температурами другої половини червня та липня, що прискорювало процеси формування та наливу зерна. Однак зменшення тривалості цієї фази в умовах дефіциту опадів у липні (див. *рис. 1*) обмежило повноту реалізації продуктивного потенціалу культури.

Період побуріння-дозрівання скоротився до 18–19 діб, що на 4–5 діб менше порівняно з раннім строком сівби. Це суттєве скорочення зумовлене підвищеними температурами кінця липня та початку

серпня при мінімумі опадів, що прискорювало втрату вологи насінням і його остаточне досягання.

Загальна тривалість вегетаційного періоду за умови другого строку сівби коливалася від 80 до 82 діб, що на 5–6 діб менше порівняно з раннім строком і перебуває в межах сортових характеристик гречки Єлена. Найкоротший період вегетації (80 діб) спостерігали за умови комплексної обробки насіння Азотофітом і Діазобактерином, а найдовший (82 доби) – на контрольному варіанті. Таке скорочення вегетаційного періоду в разі пізнішого строку сівби є типовим для термочутливих культур і пояснюється підвищеними температурами протягом усього періоду вегетації, що прискорює метаболічні процеси й онтогенетичний розвиток рослин.

Аналіз впливу строків сівби (фактор А) на фенологічний розвиток гречки показав суттєву різницю між дослідними варіантами. Ранній строк сівби – 5 травня забезпечив на 7 діб довший вегетаційний період порівняно з пізнішим строком, що створило кращі умови для формування елементів продуктивності на всіх етапах органогенезу. Ця перевага особливо важлива для фаз цвітіння та формування зерна, які у разі раннього строку проходять в умовах оптимального співвідношення температури та вологозабезпеченості. Ранній строк сівби дозволив рослинам максимально використати вологу, накопичену в ґрунті за зимово-весняний період, що критично важливо в умовах недостатнього зволоження в липні та серпні.

Що стосується передпосівної обробки насіння біопрепаратами (фактор В), результати свідчать про позитивний вплив усіх дослідних препаратів на фенологічний розвиток гречки незалежно від строку сівби. Найбільш виражений ефект спостерігали при комплексному застосуванні Азотофіту та Діазобактерину, що призвело до скорочення вегетаційного періоду на 2 дні порівняно з контролем, зберігаючи при цьому необхідну тривалість кожної фази для повноцінного формування врожаю. Використання препаратів окремо також сприяло прискоренню розвитку рослин на 1–2 доби. Синергетичний ефект комбінованої обробки пояснюється комплементарною дією різних груп азотфіксуючих бактерій: *Azotobacter chroococcum* з Азотофіту та *Azospirillum brasilense* з Діазобактерину, які забезпечують рослини біологічним азотом на різних етапах вегетації та в різних зонах кореневої системи.

Динаміка накопичення надземної вегетативної маси рослин гречки протягом вегетаційного періоду є важливим показником ростових процесів і потенційної продуктивності культури. Отримані дані свідчать про значну варіабельність цього показника залежно від строків сівби та застосування біопрепаратів для передпосівної обробки насіння, що відображає різні умови формування фотосинтетичного апарату й інтенсивність метаболічних процесів у рослин (*табл. 2*).

У фазі першого справжнього листка, що є початковим етапом формування асиміляційної поверхні рослин, маса 50 рослин за умови раннього строку сівби на контрольному варіанті становила 42,1 г.

Таблиця 2

Динаміка наростання надземної вегетативної маси гречки залежно від строків сівби та варіантів обробки насіння (маса 50 рослин, г)

Обробка біопрепаратами	Фаза розвитку			
	перший листок	бутонізація	цвітіння	побуріння плодів
Строк сівби 05.05				
Контроль	42,1	104,8	296,5	382,0
Азотофіт	48,4	115,4	372,4	475,6
Діазобактерин	46,2	110,7	353,8	452,7
Азотофіт + Діазобактерин	52,3	131,3	397,6	518,4
Строк сівби 12.05				
Контроль	38,2	96,1	267,5	351,2
Азотофіт	44,3	112,4	336,2	434,9
Діазобактерин	42,7	108,8	324,8	417,3
Азотофіт + Діазобактерин	48,4	123,2	368,4	476,8

Застосування біопрепаратів на цьому етапі демонструвало позитивний ефект: обробка Діазобактерином збільшувала цей показник до 46,2 г, Азотофітом – до 48,4 г, а комплексна обробка обома препаратами забезпечувала максимальний приріст до 52,3 г. Такий приріст біомаси на ранніх стадіях розвитку (9,7–24,2 % порівняно з контролем) свідчить про ефективну мобілізацію поживних речовин насіння й інтенсифікацію органогенезу під впливом біологічно активних речовин препаратів.

За умови другого строку сівби маса рослин у фазі першого листка була дещо нижче порівняно з раннім строком: 38,2 г на контролі та від 42,7 до 48,4 г на варіантах з біопрепаратами. Зменшення біомаси на 7,5–9,3 % порівняно з раннім строком пояснюється швидшими темпами проходження початкових фаз розвитку при вищих температурах, коли рослини формують менший об'єм вегетативних органів за одиницю часу, прагнучи швидше перейти до генеративної фази.

Фаза бутонізації характеризувалася інтенсивним наростанням вегетативної маси, що відображало активний ріст стебла, галушення та формування суцвіть. За умови раннього строку сівби маса 50 рослин на контрольному варіанті досягала 104,8 г, що майже в 2,5 рази перевищує показник фази першого листка. Застосування Діазобактерину збільшувало цей показник до 110,7 г, Азотофіту – до 115,4 г, а комплексна обробка забезпечувала максимальну біомасу на рівні 131,3 г. Приріст відносно контролю становив 5,6–25,3 %, що вказує на посилення ростових процесів під впливом азотфіксуючих мікроорганізмів.

За умови пізнішого строку сівби у фазі бутонізації спостерігали аналогічну тенденцію, проте абсолютні значення біомаси були нижче на 1,7–8,3 % порівняно з раннім строком. Контрольний варіант мав масу 96,1 г, а варіанти з біопрепаратами – від 108,8 до 123,2 г. Зменшення біомаси за умови пізнього строку сівби обумовлене скороченням тривалості вегетативного періоду та менш сприятливими умовами зволоження, оскільки критичні фази розвитку припали на липень-серпень, коли кількість опадів була мінімальною.

Фаза цвітіння є періодом максимального розвитку вегетативних органів перед початком активного формування генеративних структур. За умови раннього строку сівби маса рослин на контролі досягала 296,5 г, що майже втричі перевищувало показник фази бутонізації. Використання біопрепаратів забезпечувало подальше збільшення біомаси: Діазобактерин – до 353,8 г, Азотофіт – до 372,4 г, а комплексна обробка – до 397,6 г. Максимальний приріст відносно контролю становив 34,1 %, що свідчить про ефективне функціонування симбіотичних систем азотфіксації протягом усього періоду вегетативного росту.

За умови другого строку сівби у фазі цвітіння біомаса рослин була помітно нижче, складаючи 267,5 г на контролі та від 324,8 до 368,4 г на варіантах з біопрепаратами. Зменшення біомаси на 7,3–9,8 % порівняно з раннім строком свідчить про менший потенціал формування вегетативної маси через скорочений період вегетації та менш сприятливі умови зволоження під час критичних фаз розвитку.

Фаза побуріння плодів характеризується завершенням формування вегетативних органів і початком процесів ремобілізації поживних речовин з листків і стебел до насіння. За умови раннього строку сівби маса 50 рослин на контрольному варіанті становила 382 г, що на 28,8 % перевищує показник фази цвітіння. Застосування біопрепаратів забезпечувало подальше збільшення біомаси до 452,7–518,4 г, при цьому максимальний ефект спостерігали за умови комплексної обробки, де приріст становив 35,7 % відносно контролю.

За умови пізнього строку сівби у фазі побуріння плодів біомаса рослин становила 351,2 г на контролі та від 417,3 до 476,8 г на варіантах з біопрепаратами. Різниця між строками сівби на цьому етапі досягала 7,8–8,6 %, що свідчить про певне вирівнювання показників до кінця вегетації, хоча абсолютна перевага раннього строку сівби зберігалась на всіх варіантах обробки.

Аналіз динаміки приросту біомаси між фазами розвитку показує періоди найбільш інтенсивного накопичення органічної речовини. За умови обох строків сівби найвищі темпи приросту спостерігали у період від першого листка до бутонізації, коли маса рослин збільшувалась у середньому в 2,5 рази. Період від бутонізації до цвітіння характеризувався приростом у 2,8–3,2 рази, тоді як від цвітіння до побуріння плодів приріст становив лише 30 %, що відображає переорієнтацію метаболізму рослин з вегетативного росту на формування генеративних органів.

Аналіз впливу фактору А (строків сівби) на динаміку наростання вегетативної маси показує безперечну перевагу раннього строку сівби – 5 травня, який забезпечив формування на 7,3–8,8 % більшої біомаси порівняно з пізнім строком на всіх етапах органогенезу. Ця перевага особливо виражена на ранніх фазах розвитку та поступово дещо зменшується до кінця вегетації, однак залишається статистично значущою. Більша біомаса за умови раннього строку сівби зумовлена тривалішим вегетативним періодом, кращим використанням весняних

запасів вологи ґрунту та проходженням критичних фаз розвитку в умовах оптимального співвідношення температури та вологозабезпеченості.

Щодо фактору В (передпосівної обробки насіння біопрепаратами), результати демонструють стійкий позитивний ефект усіх дослідних препаратів на накопичення надземної біомаси протягом усієї вегетації. Діазобактерин забезпечував приріст біомаси в середньому на 17,6 % порівняно з контролем, Азотофіт – на 22,9 %, а комплексна обробка обома препаратами – на 34,1 %. Синергетичний ефект комбінованого застосування препаратів пояснюється різними механізмами дії азотфіксуючих бактерій: ризосферні діазотрофи з Діазобактерину забезпечують азотне живлення безпосередньо в зоні коренів, тоді як азотобактер з Азотофіту додатково синтезує широкий спектр фітогормонів і вітамінів, що комплексно стимулює ростові процеси.

Площа листової поверхні є одним з найважливіших показників продукційного процесу сільськогосподарських культур, оскільки саме листовий апарат виконує функцію фотосинтетичного перетворення сонячної енергії в органічну речовину врожаю. Отримані дані щодо формування асиміляційної поверхні посівів гречки сорту Єлена демонструють значну варіабельність цього показника залежно від строків сівби та застосування біопрепаратів для передпосівної обробки насіння, що відображає різні умови росту та розвитку фотосинтетичного апарату (*табл. 3*).

Таблиця 3

Площа листової поверхні посівів гречки

Варіанти обробки	Площа листя, м ² /га	
	середина цвітіння	середина дозрівання плодів
Строк сівби 05.05		
Контроль	8421	7063
Азотофіт	8856	7492
Діазобактерин	8634	7294
Азотофіт + Діазобактерин	9187	7823
Строк сівби 12.05		
Контроль	7893	6522
Азотофіт	8297	6917
Діазобактерин	8074	6705
Азотофіт + Діазобактерин	8612	7193

У фазі середини цвітіння, коли досягається максимальний розвиток листової поверхні перед її частковою редукацією через переорієнтацію метаболізму на формування генеративних органів, площа листя за умови раннього строку сівби на контрольному варіанті становила 8421 м²/га. Це значення відповідає оптимальним параметрам асиміляційної поверхні для гречки в умовах достатнього зволоження та забезпечує ефективне використання фотосинтетично активної радіації протягом вегетації.

Застосування біопрепаратів при ранньому строку сівби призвело до значного збільшення площі листової поверхні у фазу середини цвітіння. Обробка Діазобактерином забезпечила приріст до 8634 м²/га (на 2,5 % більше за контроль). Використання Азотофіту дало ще більший ефект – площа листя досягла 8856 м²/га, що на 5,2 % більше за контроль.

Максимальний приріст площі спостерігали при комплексній обробці насіння обома біопрепаратами – до 9187 м²/га, що на 9,1 % перевищує контроль.

Такий приріст площі листової поверхні під впливом біопрепаратів пояснюється комплексним стимулюючим впливом азотфіксуючих мікроорганізмів на ріст рослин. Азотобактер з препарату Азотофіт постачає рослини додатковим біологічним азотом, що є важливим елементом для формування вегетативних органів, а також синтезує фітогормони (ауксини і цитокініни), які стимулюють клітинний поділ та розтягу в меристематичних тканинах листя. Ризосферні діазотрофи з Діазобактерину покращують азотне живлення рослин у критичні фази формування листового апарату та підвищують ефективність засвоєння інших елементів завдяки поліпшеній абсорбційній здатності кореневої системи.

При пізнішому строку сівби (12 травня) площа листової поверхні у фазі середини цвітіння була значно менше порівняно з раннім строком у всіх варіантах. Контрольний варіант мав площу 7893 м²/га, що на 6,3 % менше, ніж за умови раннього строку сівби. Використання біопрепаратів сприяло збільшенню цього показника: Діазобактерин – до 8074 м²/га, Азотофіт – до 8297 м²/га, а комплексна обробка – до 8612 м²/га. Приріст щодо контролю становив 2,3 %, 5,1 % та 9,1 % відповідно, що підтверджує ефективність біопрепаратів і за умови пізнього строку сівби, хоча площа листя залишалася меншою, ніж у разі раннього строку.

Зменшення площі листової поверхні при пізньому строку сівби зумовлене кількома факторами. По-перше, скорочення тривалості вегетаційного періоду на 7 днів обмежило час для формування листового апарату, особливо на ранніх етапах органогенезу. По-друге, підвищення температури у другій половині травня та червня прискорило розвиток рослин, що призвело до швидшого переходу до генеративної фази при меншій площі асиміляційної поверхні. По-третє, дефіцит вологи в липні обмежив ростові процеси та знизив інтенсивність формування нових листків.

У фазі середини дозрівання плодів площа листової поверхні закономірно зменшилась через старіння та відмирання нижніх ярусів листя, а також ремобілізацію поживних речовин до насіння. За умови раннього строку сівби на контрольному варіанті площа листя становила 7063 м²/га, що на 16,1 % менше порівняно з фазою цвітіння. Варіанти з біопрепаратами демонстрували аналогічну тенденцію до редукації листової поверхні, але зберігали перевагу над контролем: Діазобактерин – 7294 м²/га, Азотофіт – 7492 м²/га, а комплексна обробка – 7823 м²/га.

Темпи зменшення площі листя від цвітіння до дозрівання були дещо нижче на варіантах з біопрепаратами: при обробці Діазобактерином площа зменшилась на 15,5 %, Азотофітом – на 15,4 %, а у разі комплексної обробки – на 14,8 %. Це свідчить про підвищення стійкості рослин до стресових факторів і подовження періоду активного функціонування фотосинтетичного апарату, що сприяє кращому накопиченню пластичних речовин у насінні.

За умови пізнішого строку сівби у фазі середини дозрівання площа листкової поверхні на контролі становила 6522 м²/га, що на 17,3 % менше порівняно з раннім строком. Варіанти з біопрепаратами мали площу листя від 6705 до 7193 м²/га, з приростом відносно контролю від 2,8 % до 10,3 %. Темпи зменшення площі листкової поверхні за умови пізнього строку сівби були дещо вищими: ~17 % та 16,6 % у разі використання препаратів Діазобактерин і Азотофіт, мінімум – 16,5 % у разі комплексної обробки, що відображає більш швидке старіння рослин при підвищених температурах у другій половині вегетації.

Аналіз співвідношення площі листкової поверхні між фазами цвітіння та дозрівання дозволило оцінити ефективність асиміляційного апарату у критичний період формування врожаю. За умови раннього строку сівби збереження 83,9–85,2 % площі листя у фазі дозрівання забезпечило тривале надходження асимілятів до насіння та сприяло формуванню високоякісного зерна з оптимальним хімічним складом. За умови пізнього строку сівби збереження листкової поверхні на рівні 82,7–83,5 % обмежило потенціал накопичення врожаю через більш швидку редукцію асиміляційної поверхні.

Аналіз впливу фактора А (строку сівби) на формування листкового апарату гречки однозначно вказує на перевагу раннього строку (5 травня), який забезпечив на 6,7–8,5 % більшу площу асиміляційної поверхні порівняно з пізнім строком на обох дослідних фазах розвитку. Це зумовлено більш тривалим періодом формування листя, кращими умовами зволоження на ранніх етапах органогенезу й оптимальним температурним режимом у критичні фази розвитку. Більша площа листкової поверхні за умови раннього строку сприяла підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів і накопиченню більшої кількості органічних речовин у врожаї.

Щодо фактора В (передпосівна обробка насіння біопрепаратами), результати показують стабільно позитивний ефект усіх дослідних препаратів на формування асиміляційної поверхні незалежно від строку сівби та фази розвитку. Діазобактерин забезпечив приріст площі листя на 2,7 %, Азотофіт – на 5,6 %, а комплексна обробка обома препаратами – на 9,8 % порівняно з контролем. Синергетичний ефект комбінованого застосування препаратів проявився у створенні оптимальних умов азотного живлення рослин протягом вегетації, що є критичним для формування потужного листкового апарату. Додаткове виробництво фітогормонів і вітамінів азотфіксуючими бактеріями посилило ростові процеси та сприяло утворенню більшої кількості листків з оптимальними розмірами листкових пластинок.

Отже, поєднання раннього строку сівби з комплексною обробкою насіння біопрепаратами створило умови для максимального розвитку гречки. Це сприяло підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів і зменшенню вегетаційного періоду, що, своєю чергою, дозволило рослинам використовувати поживні речовини та ресурси доквілля ефективніше.

Висновки

Результати дослідження підтверджують, що строки сівби як агротехнічний фактор мали значний вплив на всі показники росту та розвитку гречки, а передпосівна обробка насіння біопрепаратами стабільно позитивно впливала на всі показники незалежно від строку сівби. За умови раннього строку сівби гречки (5 травня) відбулося значне покращення основних показників росту та розвитку рослин, зокрема збільшення площі листкової поверхні на 6,7–8,5 % та накопичення надземної біомаси на 7,3–8,8 %. Також він забезпечив оптимальну тривалість вегетаційного періоду (87–89 діб), що на 7 діб перевищило показники пізнього строку сівби.

Використання для передпосівної обробки насіння біопрепаратів Діазобактерин і Азотофіт забезпечило активізацію біологічної фіксації азоту, що сприяло покращенню азотного живлення рослин і ростових процесів. Застосування Діазобактерину забезпечило приріст наростання надземної вегетативної маси на 17,6 % та площі листкової поверхні на 1,4 % порівняно з контролем, тоді як застосування Азотофіту відповідно – 19,8 % і 5,6 %. Найбільш ефективним виявилось комплексне застосування обох біопрепаратів Азотофіту та Діазобактерину для передпосівної обробки насіння, яке забезпечило синергетичний ефект з приростом відповідних показників на 34,1 % та 9,8 %.

Отже, оптимізація строку сівби та застосування біопрепаратів є важливими агротехнічними заходами для підвищення продуктивності гречки, що особливо актуально в умовах кліматичних змін та необхідності біологізації землеробства.

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовано на вивчення впливу цих факторів на ростові процеси рослин гречки.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Alekseeva, O. S., Taranenko, L. K., & Malyna, M. M. (2004). *Henetyka, selektsiia i nasimnytstvo hrechky*. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian]
2. Shevchuk, V. (2025). Buckwheat as a strategic crop in the context of climate change, agroecological sustainability, and food security. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 112–119. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.02.17>
3. Basanets, O. (2025). Ploshchi pid hrechkoiu v 2025 rotsi znyzylys popry prohnozy. *SuperAgronom*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/20967-ploshchi-pid-grechkoiu-v-2025-rotsi-znizilis-popri-prohnozi> [in Ukrainian]
4. Srednia vrozhaunist hrechky po Ukraini ne perevyshchuie 1,3 t/ha. (2020). *SuperAgronom*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/11637-serednya-vrojajnist-grechki-po-ukrayini-ne-perevischuie-13-t-ga>
5. V 2024 rotsi naivyshcha srednia vrozhaunist hrechky 3,6 t/ha, prosa – 3 t/ha. (2024). *SuperAgronom*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/19878-v-2024-rotsi-navyvischa-serednya-vrojajnist-grechki-36-t-ga-prosa--3-t-ga> [in Ukrainian]

6. Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Chaika, T. O. (2022). Vliv ryrodno-klimatychnykh umov na urozhaisty i adaptyvnysh hrechky. T.O. Chaika (Red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenko zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalykh ekosystem* : kolektyvna monohrafiia. (s. 159–165). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
7. Valenzuela, H., & Smith, J. (2002). Buckwheat. *Sustainable Agriculture*. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10125/12734>
8. Averchev, O. V., Yosypenko, I. V., & Nikitenko, M. P. (2023). The influence of sowing time on the productivity of buckwheat varieties in southern Ukraine. *Agrarian Innovations*, 22, 7–14. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.1>
9. Averchev, O. V., Averchev, Yu. V., & Bilozhko, V. Ia. (2001). Rist, rozvytok i produktyvnist hrechky v zalezhnosti vid strokiv, sposobiv i normy vysivu nasinnia. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoj Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 53, 61–67. [in Ukrainian]
10. Ulianchenko, M. S. (2018). The influence of the timing of planting on the productivity of buckwheat. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 166–171. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.02.28>
11. Mashchenko, Yu., Semeniaka, I., Haidenko, O., & Mashchenko, S. (2017). Optymalni stroky sivy hrechky daiut stali vrozhai. Retrieved from: *Ahronomiia Sohodni*. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/798-optymalni-stroky-sivy-hrechky-daiut-stali-vrozhai.html> [in Ukrainian]
12. Osoblyvosti vyroshchuvannia hrechky v umovakh 2020 roku. *Agronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvosti-vyroshchuvannia-grechky-v-umovakh-2020-roku/> [in Ukrainian]
13. Tryhub, O. V., Liashenko, V. V., & Chaika, T. O. (2022). Hrechka yak vazhlyvyi skladnyk ekolohoorientovanykh pidkhodiv do zberezhenntia i rozvytku ahronekosystem. T.O. Chaika (Red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenko zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalykh ekosystem* : kolektyvna monohrafiia. (s. 73–85). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
14. Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., Chaika, T. O., Lytovko, R. O., & Bozhko, V. I. (2023). The effect of sown areas' treatment with micro-fertilizers on yield and technological parameters of buckwheat varieties. *Taurian Scientific Herald*, 134, 178–184. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.23>
15. Volkogon, V. (2018). Agricultural microbiology in Ukraine: achievements, problems, prospects. *Bulletin of Agricultural Science*, 96 (11), 20–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-03>
16. Lemishko, S. M., Chernykh, S. A., & Yarchuk, I. I. (2022). Increasing the manifestation of the effect of symbiotic nitrogen fixation of peas and the productivity of crops using growth regulators, preparations of nitrogen-fixing bacteria, and organic biostimulators in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Agrarian Innovations*, 15, 47–52. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.7>
17. Datsenko, A. A. (2016). Fiziolohichne obgruntuvannia zastosuvannia biolohichnykh preparativ u tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy / *Candidate's thesis*. Umanskyi natsionalnyi universytet sadivnytstva, Uman [in Ukrainian]
18. Kots, S. Ya. (2021). Biological nitrogen fixation: achievements and prospects. *Plant Physiology and Genetics*, 53 (2), 128–159. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.128>
19. Kordulyan, R., Kordulyan, Yu., & Solomiichuk, M. (2020). The influence of the bacteria genus *Azotobacter chroococcum* on the growth and development of agricultural crops in the west-Ukrainian foreststeppe province. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 67 (II), 124–138. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-2-8](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-2-8)
20. Tryhub, O. V., & Liashenko, V. V. (2019). The dependence of the phases' duration of buckwheat growing period on the environmental weather-climatic factors. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 94–107. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.11>
21. Nasinnia hrechky Yelena. (n.d). *Ahrarna Platforma*. Retrieved from: <https://aoplatforma.com/shop/seeds/grechka/jelena#country-of-production:ukraina-1/fasuvannya:1-t> [in Ukrainian]
22. Diazobakteryn dlia hrechky. (n.d). *Instytut silskohospodarskoj mikrobiolohii ta ahropromyslovoho vyrobnytstva NAAN*. Retrieved from: <https://ismav.com.ua/produkcija/biopreparati-dlya-roslinnictva/diazobakterin-grechka/> [in Ukrainian]
23. Azotofit biopreparat. (n.d). *Zhyva Zemlia*. Retrieved from: <https://zhyvazemlia.com.ua/td0034144-azotof-t-azotofit-ks-sc-b-oreparat-fasuvannya-0-51-ua> [in Ukrainian]
24. Hrytsaienko, Z., M., Hrytsaienko, A., O., & Karpenko, V. P. (2003). *Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslin i gruntiv*. Kyiv: ZAT «NICH LAVA» [in Ukrainian]
25. Didora, V. H., Smahlii, O. F., & Ermantraut, E. R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii : navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Tsentri uchbovoi literatury [in Ukrainian]
26. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzny sortiv roslin hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrenntia v Ukraini*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
27. Tryhub, O. V., Kharchenko, Yu. V., Riabchun, V. K., Hryhorashchenko, L. V., & Dokukina, K. I. (2013). *Shyrokyy unifikovanyi klasyfikator rodu Hrechky (Fagopyrum Mill.)*. Kremenichuk: Khrystyianska Zoria [in Ukrainian]

ORCID

V. Shevchuk 

<https://orcid.org/0009-0004-6320-2985>



2025 by the author(s). This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.