

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МАЩЕНКО ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 633.12+631.5

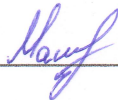
ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ В
УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 /О. А. Мащенко/

Науковий керівник: Бутенко Андрій Олександрович

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент

СУМИ-2024

АНОТАЦІЯ

Мащенко О.А. Удосконалення технології вирощування гречки в умовах Північно-Східного Лісостепу України – Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія. – Сумський національний аграрний університет. Суми, 2024.

Вирощування гречки має велике значення для забезпечення продовольчої безпеки та здорового харчування людей в Україні та Світі. Зерно цієї культури є важливим джерелом білка, вітамінів та мінералів, таких як магній, залізо та фосфор. Одним із ключових факторів, що відіграє важливу роль під час вирощування гречки є сорти.

Детермінантні сорти гречки дають змогу отримувати стабільні врожаї. Вони характеризуються однорідним ростом та одночасним формуванням плодів, що дозволяє забезпечити більш прогнозований термін збору врожаю. Ці сорти є популярними серед фермерів, оскільки дозволяють зменшити витрати на догляд за посівами та збір врожаю.

З іншого боку, індетермінантні сорти гречки забезпечують більший термін плодоношення та мають здатність продовжувати формування врожаю під час тривалого вегетаційного періоду. Це особливо корисно в умовах глобальних змін клімату, де несприятливі погодні умови можуть значно вплинути на стабільність та рівень врожайності. Індетермінантні (звичайні) сорти забезпечують більш гнучке вирощування гречки, особливо для фермерських господарств та в умовах сільської місцевості.

Вибір оптимального строку та способу сівби гречки відіграє ключову роль у досягненні високих врожаїв і забезпеченні успішного вирощування цієї цінної круп'яної культури. Визначення доцільного строку сівби залежить від погодно-кліматичних умов та регіональних особливостей. Гречка є

культурою, яка добре витримує прохолодні умови, тому, як правило, висівається в ранньовесняний період, щоб сприяти максимальному забезпеченню культури вологою.

Щодо способів сівби, важливо враховувати тип ґрунту та його вологозабезпеченість. Оптимальним способом сівби вважають звичайний рядковий. Проте, також гречку практикують сіяти також широкорядним способом. За таких умов збільшується площа живлення культури та зменшується норма висіву на одиницю площі, що, в свою чергу, може позитивно вплинути на урожайність та економічну ефективність вирощування.

Удобрення гречки мінеральними добривами відіграє важливу роль у забезпеченні активного росту та розвитку рослин, а також формування високого врожаю. Гречка, як і багато інших культур, потребує необхідної кількості поживних речовин для оптимального зростання та розвитку.

Одним із ключових мінеральних елементів, необхідних для гречки, є азот. Він сприяє формуванню листя та стебел, а також підвищує урожайність. Фосфор необхідний для здорового розвитку коренів і формування квітів, що є передумовою для утворення зерна. Калій також грає важливу роль у регулюванні водного балансу рослин та підвищенні стійкості до стресових умов.

Обираючи оптимальну норму добрив для гречки, важливо враховувати не лише потреби рослин у конкретних поживних речовинах, але й характеристики ґрунту, такі як його рН, вміст гумусу, родючість тощо.

Вдало підібрані мінеральні добрива сприяють не лише врожайності гречки, але й забезпечують оптимальне використання природних ресурсів та збереження навколишнього середовища. Вони дозволяють рівномірно й ефективно забезпечити рослини необхідними поживними речовинами, що впливає на якість та кількість врожаю, а також на загальний стан агроєкосистеми.

Сукупно, всі вищенаведені фактори відіграють важливу роль у формуванні врожаю культури. Тому, питання вибору оптимальних агроприйомів вирощування гречки є надзвичайно актуальними.

Для визначення оптимальних умов вирощування гречки детермінантних та індетермінантних сортів було проведено дослідження в умовах Навчально-науково-виробничого центру (ННВЦ) Сумського національного аграрного університету. Ґрунт, на якому був закладений дослід – чорнозем типовий слабовилугований малогумусний середньосуглинковий на лесі. Дослід, що проводився, був п'ятифакторним. Зокрема, одним з факторів були сорти Ярославна (детермінантний) та Слобожанка (індетермінантний). Наступним чинником, що вивчався, були строки сівби – ранній чи рекомендований (загальноприйнятий). Третім фактором були способи сівби, зокрема, звичайний рядковий (з міжряддям 15 см) та широкорядний (45 см). Також вивчали дози добрив, а саме половинна, рекомендована для гречки, розрахункова під запланований врожай та запропонована доза добрив, яка вносилаь з додатковим підживленням у критичну фазу вегетації рослин гречки. Впродовж останніх років в умовах Північно-Східного Лісостепу України попередники гречки науковцями майже не вивчались. Тому одним з головних факторів у наших дослідженнях були попередники, а саме, озиме жито та однорічні трави.

У дослідженні було проаналізовано схожість та виживання рослин ранньостиглих сортів гречки Слобожанка та Ярославна. Результати показали, що обидва сорти мали вищі показники схожості та виживання за раннього строку сівби. Однак, сорт Ярославна показала кращу толерантність до умов навколишнього середовища, маючи на 3% вищу виживаність, порівняно із сортом Слобожанка. Обидва сорти мали різну схожість, водночас, у Слобожанки вона була на 1–2% вищою. Дослідження також підкреслило важливість строків сівби, варто відзначити, що сівба в першу декаду травня (в середньому за роки досліджень) була найбільш сприятливою для обох сортів.

Було описано формування врожайності гречки у досліджуваних сортів. Для сорту Слобожанка середня врожайність варіювала від 2,11 до 2,63 т/га, а для сорту Ярославна – від 2,54 до 2,72 т/га. Оптимальні строки сівби були менш сприятливими, при цьому максимальну врожайність отримали за звичайної рядкової (ширина міжрядь – 15 см) сівби. Ранні строки сівби (1–10 травня) були більш ефективними, особливо, для широкорядного способу (ширина – міжрядь 45 см) сівби, з врожайністю від 2,11 до 2,63 т/га.

У дослідженні провели аналіз та встановили показники схожості, виживання рослин гречки сортів Ярославна та Слобожанка, за різних строків сівби та попередників. Результати показали, що сорт Слобожанка мав вищі показники схожості при ранньому строку сівби після попередника озиме жито.

Сорт Ярославна мав краще накопичення сухої речовини, але сорт Слобожанка характеризувався більш розвиненою вегетативною масою. Вага зерна сорту Слобожанка була вищою, а співвідношення зерна до соломи становило 30–33%, що значно перевершувало показники сорту Ярославна.

У дослідженні проводилось порівняння продуктивності сортів гречки різного морфотипу (Слобожанка та Ярославна) під впливом строків сівби та попередників. Результати показали, що сорт Слобожанка мав найкращі показники структури врожаю, особливо при сівбі після озимого жита на початку травня. Сорт Ярославна характеризувався нижчим рівнем врожайності. Однак, був виявлений істотний вплив попередників та строків сівби на ці показники. Дослідження показало, що рання сівба після озимого жита є більш сприятливою для виробництва гречки, особливо характерно це для сорту Ярославна, тоді як сорт Слобожанка краще реалізував свою потенційну продуктивність з вищим показником озерненості рослин.

Для сорту Ярославна маса 1000 зерен була вищою за оптимального строку сівби 10 травня і становила від 28,0 г до 28,5 г, тоді, як при більш пізньому строці сівби, вага зерна знижувалась. Показники якості зерна залежали від строків сівби та сортових особливостей, які характеризувались

високою однорідністю (84–89%). Сорт Слобожанка мав вищі показники якості зерна та вирівняність (82–92%), але був більш залежним від технології вирощування. Обидва сорти належать до групи високоврожайних та високоякісних за харчовими властивостями сортів гречки, причому Слобожанка показала кращі показники за різних умов вирощування.

Сорти гречки для масового виробництва вимагають стійкості до вилягання, осипання та гармонійного процесу дозрівання. Сорт Слобожанка має вищий індекс вилягання порівняно з сортом Ярославна, з достатньо тривалим періодом цвітіння та більшою кількістю суцвіть, що призводить до підвищення показника вилягання рослин. Сорт Ярославна демонструє більш дружній процес дозрівання та краще адаптований до механізованого збирання з індексом вилягання 19,2%.

Проводили аналіз показників якості зерна гречки сортів Слобожанка та Ярославна. У сорту Слобожанка показники якості були найвищими при ранньому посіві та широких міжряддях: 31,5 г/1000 зерен, вирівняність 94%, плівчастість 24,8%. Якість знижувалась за пізнього строку сівби, а широкорядний спосіб сівби підтвердив подібні результати. Сорт Ярославна показав високі показники якості незалежно від ширини міжрядь та способу сівби. Генотип (морфотип) відігравав значну роль щодо якості зерна, тоді як технологія вирощування вплинула неістотно.

Гречка є цінною кормовою культурою при використанні в годівлі тварин, особливо в стійловий період. Вона багата на мінеральні солі та вітаміни, але її не можна згодовувати вагітним коровам і телятам. Гречану соломі можна змішувати з іншими кормами, вона містить 0,30 кормових одиниць, 15,7 г кальцію, 1,4 г фосфору та 24 г перетравного протеїну на 1 ц сухої маси. Поживна цінність гречаної соломи варіюється залежно від сорту, часу посіву та способу збирання, по сорту Слобожанка – в кормових одиницях від 18,6 до 22,9 ц/га, а по сорту Ярославна – кормових одиниць від 20,5 до 22,7 ц/га, при цьому забезпечуючи 62-76 ц/га соломи з цінним мінеральним складом.

У дослідженні було вивчено реакцію сортів гречки різного морфотипу на декілька варіантів удобрення в Північно-Східному Лісостепу України. Сорт Ярославна показав найвищу врожайність у 2021 році, досягнувши 2,91 т/га при внесенні добрив $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, тоді як сорт Слобожанка мав вищу врожайність у 2021 та 2022 роках. Незважаючи на екстремальні погодні умови у 2023 році, урожайність сорту Ярославна становила 1,09 т/га, а Слобожанка – 0,92 т/га. Дослідження підкреслює важливість вибору добрив для виробництва гречки.

Натура зерна досліджуваних сортів гречки збільшилася на 11-26 г/л. залежно від системи удобрення. Сорт Ярославна по-різному реагував на індекс виповненості зерна, максимальна маса зерна спостерігалася у варіантах $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$. У середньому за три роки досліджень маса 1000 насінин збільшилася на 0,3–2,1 г у обох сортів при внесенні добрив. У сорту Слобожанка маса 1000 насінин була вищою на варіанті $N_{50}P_{30}K_{70}$, досягаючи 29,3 г. Застосування різних варіантів удобрення та сортів різного морфотипу позитивно вплинуло на кількісні показники врожайності, перевищуючи контрольні показники. Максимальна врожайність була досягнута на варіантах $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$, при цьому якісні показники зерна досягали максимуму на фоні внесення $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$.

Було вивчено вплив варіантів удобрення на врожайність та якість гречки. У сорту Слобожанка найвища врожайність 2,52 т/га була досягнута при внесенні розрахованої дози добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$). У сорту Ярославна найвища врожайність становила 1,96 т/га при внесенні дози добрив $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$. Досліджувані сорти показали значне підвищення врожайності та якості за різних варіантів удобрення.

Кількість суцвіть на рослині змінювалася залежно від сорту гречки та фону удобрення. Ярославна мала більше суцвіть без добрив, але найбільша кількість була сформована за рекомендованого внесення добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$). Слобожанка, в цілому, мала меншу кількість суцвіть. Площа листової

поверхні була найменшою у сорту Ярославна за внесення $N_{22}P_{22}K_{22}$, а найбільшою – за внесення $N_{50}P_{30}K_{70}$ для обох сортів.

Встановлено вплив добрив на морфологічні характеристики рослин гречки, зосереджуючи увагу на висоті рослин, масі та кількості зерен. У сорту Ярославна найвищі рослини спостерігалися при внесенні добрив $N_{22}P_{22}K_{22}$, тоді як у сорту Слобожанка максимальна висота рослин була при внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$. Вегетативна маса перед збиранням врожаю була однаковою для обох сортів, з найвищим показником при внесенні $N_{22}P_{22}K_{22}$. Найбільша кількість зерен з рослини становила на варіанті $N_{22}P_{22}K_{22}$ для обох сортів. Маса зерна з рослини була найвищою на варіанті $N_{22}P_{22}K_{22}$, а співвідношення зерна до соломи було найвищим на контрольному варіанті для сорту Ярославна та на варіанті $N_{50}P_{30}K_{70}$ для сорту Слобожанка.

Для кожного досліджуваного елементу технології було встановлено економічну доцільність його застосування. Так, при вирощуванні сорту Ярославна, за різних варіантів внесення добрив, загальні витрати зростають з підвищенням норми внесення добрив, причому, найвищі витрати спостерігаються на варіантах $N_{22}P_{22}K_{22}$ та $N_{45}P_{45}K_{45}$. Урожайність залежить від елементів мінерального живлення та дози добрив. Найвищий прибуток було отримано на контрольному варіанті (41,4% рентабельності), що, ймовірно, пов'язано з нижчими витратами на добрива. Найнижчий прибуток спостерігався у варіанті $N_{45}P_{45}K_{45}$ (-28,4% рентабельності), де загальні витрати перевищили дохід від продажу зерна, що призвело до збитків. Найвищі загальні витрати на вирощування сорту Слобожанка спостерігаються у варіантах $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, що пов'язано з високими витратами на добрива. На противагу цьому, найвищий дохід отримано у варіанті $N_{50}P_{30}K_{70}$ з загальним прибутком 25320 грн./га. Найвища рентабельність спостерігається на варіанті $N_{22}P_{22}K_{22}$, що підтверджує його ефективність.

Було також досліджено економічну ефективність вирощування гречки сортів Ярославна та Слобожанка з урахуванням способу сівби та

попередників. Результати показують, що найбільш прибутковим варіантом був ранній строк сівби за широкорядного способу, з рентабельністю 70,1% для сорту Ярославна та 81,1% для сорту Слобожанка. Найнижча рентабельність спостерігалася при вирощуванні гречки після однорічних трав з рентабельністю 62,5% для сорту Ярославна та 74,9% для сорту Слобожанка. Отримані результати свідчать про те, що Слобожанка має вищий потенціал прибутковості порівняно з Ярославною. Однак вибір оптимального варіанту вирощування також залежить від інших факторів, таких як вартість продукції, виробничі витрати та потенційний дохід.

Ключові слова: *Гречка, урожайність, сорт, морфотип, елементи технології, продуктивність, мінеральні добрива, способи сівби, ширина міжрядь, строки сівби, попередники, адаптивність, ґрунт, рентабельність, гідротермічні умови.*

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у міжнародних наукометричних базах Web of Science/Scopus

1. Mashchenko, O., Kriuchko, L., Bordun, R., Podhaietskyi, A., Sobran, I., Davydenko, G., Toryanik, V., Hnitetskyi, M., Kuz'menko, R. (2024). The formation of indicators of the quality of buckwheat grain depending on the elements of technology. *Modern Phytomorphology*, 18, 12-16. <https://doi.org/10.32782/2226-3063-2024.18.01>

Статті в наукових фахових виданнях України

1. Мащенко О. А., Бутенко А. О. (2024). Польова схожість та виживання рослин гречки залежно від елементів технології в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 135 (1), 111-117. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.15>

2. Мащенко О. А., Бутенко А. О. (2024). Агротехнічні прийоми підвищення реалізації генетичного потенціалу сортів гречки для умов Північно-Східного Лісостепу України. *Зрошуване землеробство*, 81, 32-37. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.81>

3. Мащенко О. А., Бутенко Є. Ю. (2024). Вплив системи удобрення на продуктивність сортів гречки різного морфотипу в умовах північно-східного Лісостепу України. *Аграрні інновації*, 23, 118-122. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.17>

Тези наукових доповідей

1. Бутенко А.О., Мащенко О.А., Харченко В.В., Боярко М.В. (2021). Теоретичні основи вирощування гречки в поукісних посівах. *International Scientific and Practical Conference “Education and science of today: intersectoral issues and development of science”*, Cambridge, Great Britain (19 March), 34-36. doi: 10.36074/logos-19.03.2021.v2.08

2. Бутенко А.О., Мащенко О.А., Плахотнюк К.С., Тригубенко А.А. (2022). Формування показників якості зерна гречки в повторних посівах. *IV*

International Scientific and Theoretical Conference “Interdisciplinary research scientific horizons and perspectives”, Vilnius, Republic of Lithuania (11 November), 94-96.

3. Бутенко А.О., Мащенко О.А., Саворський В.В., Пічкобій О.В. (2023). Оцінка продуктивності гречки під дією способів живлення та їх ефективність. *IV International Scientific and Practical Conference “Researching advanced horizons of global progress: challenges and innovative concepts”*, Seville, Spain (13-15 December), 52-54.

4. Бутенко А.О., Мащенко О.А., Кузьменко Р.О., Коваленко Є.В. (2023). Переваги технології біологізації вирощування гречки в умовах північно-східного Лісостепу України. *X International Scientific and Practical Conference “Modern methods of applying scientific theories”*, Lisbon, Portugal (14-17 March), 16-19.

5. Кузьменко Р.О., Мащенко О.А. (2024). Вплив окремих елементів технології на врожайність гречки сортів різного морфологічного типу. *Щорічна науково-практична конференція викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету*, 14-16 травня 2024 року.

6. Бутенко А. О., Мащенко О. А., Крючко Л. В. (2024). Реакція сортів гречки на застосування різних варіантів удобрення. *Міжнародна науково-практична конференція «Наукові основи адаптивного землеробства»*, 16-17 травня 2024 року, м. Дніпро, 91-92.

7. Мащенко О.А., Бутенко А.О., Підлужний Т.Е. (2024). Вплив елементів технології вирощування на формування показників якості гречки. *VI International Scientific and Theoretical Conference “Theoretical and practical scientific achievements: research and results of their implementation”*. Pisa, Italian Republic (26 April), 84-86. <https://doi.org/10.36074/scientia-26.04.2024>

ABSTRACT

Mashchenko O. A. Improvement of buckwheat growing technology in the conditions of the Northeastern Forest Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a Doctor Philosophy (PhD): Specialty 201 “Agronomy”. Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine. – Sumy, 2024.

Growing buckwheat is important for food security and healthy nutrition in Ukraine and around the world. The grain of this crop is an important source of protein, vitamins and minerals such as magnesium, iron and phosphorus. One of the key factors that plays an important role in buckwheat cultivation is the variety.

Determinant buckwheat varieties provide stable yields. They are characterized by uniform growth and simultaneous fruit formation, which allows for a more predictable harvest time. These varieties are popular among farmers because they reduce the cost of crop care and harvesting.

On the other hand, indeterminate buckwheat varieties provide a longer fruiting period and have the ability to continue to produce crops during a long growing season. This is useful in the context of global climate change, where adverse weather conditions can significantly affect the stability and level of yields. Indeterminate (conventional) varieties provide more flexible buckwheat cultivation, especially for farmers and in rural areas.

Choosing the optimal time and method of sowing buckwheat plays a key role in achieving high yields and ensuring the successful cultivation of this valuable cereal crop. Determining the appropriate sowing date depends on weather and climate conditions and regional characteristics. Buckwheat is a crop that can withstand cool conditions, so it is usually sown in the early spring to maximize the crop's moisture supply.

The sowing methods are also had to be taken into account according to the type of soil and its moisture content. The best way to sow buckwheat is to use a

regular row seeding method. However, buckwheat is also sown in a wide-row method. Under such conditions, the crop's nutrition area increases and the seeding rate per unit area decreases, which, in turn, can positively affect the yield and economic efficiency of cultivation.

Fertilization of buckwheat with mineral fertilizers plays an important role in ensuring active growth and development of plants, as well as the formation of a high yield. Buckwheat, like many other crops, requires the right amount of nutrients for optimal growth and development.

One of the key mineral elements required for buckwheat is nitrogen. It promotes leaf and stem formation and increases yields. Phosphorus is essential for healthy root development and flower formation, which is a prerequisite for grain formation. Potassium also plays an important role in regulating the water balance of plants and increasing resistance to stressful conditions.

When choosing the optimal rate of fertilizer for buckwheat, it is important to take into account not only the needs of plants for specific nutrients, but also soil characteristics such as pH, humus content, fertility, etc.

Well-chosen mineral fertilizers contribute not only to buckwheat yields, but also to the optimal use of natural resources and environmental protection. They help to provide the plants with the necessary nutrients evenly and efficiently, which affects the quality and quantity of the crop, as well as the overall condition of the agroecosystem.

Taken together, all of the above factors play an important role in shaping the crop's yield. Therefore, the issue of choosing the best agricultural practices for growing buckwheat is extremely relevant.

To determine the optimal conditions for growing buckwheat of determinant and indeterminate varieties, a study was conducted at the Educational and Research and Production Center (ERPC) of Sumy National Agrarian University. The soil on which the experiment was laid out is a typical low-alkalized, low-humus medium loamy Chernozem on loess. The experiment was a five-factor experiment. In particular, one of the factors was the varieties Yaroslavna

(determinant) and Slobozhanka (indeterminate). The next factor studied was the timing of sowing - early or recommended (generally accepted). The third factor was sowing methods, in particular, conventional row sowing (with a row spacing of 15 cm) and wide-row sowing (45 cm). Fertilizer doses were also studied, namely the half dose recommended for buckwheat, the dose calculated for the planned yield, and the proposed dose of fertilizer that was applied with additional fertilization during the critical phase of buckwheat vegetation. In recent years, in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine, buckwheat's predecessors have hardly been studied by scientists. Therefore, one of the main factors in our research was the predecessors, namely winter rye and annual grasses.

The study analyzed the germination and survival of plants of early maturing buckwheat varieties Slobozhanka and Yaroslavna. The results showed that both varieties had higher germination and survival rates at early sowing dates. However, the Yaroslavna variety showed better tolerance to environmental conditions, with a 3% higher survival rate compared to Slobozhanka. Both varieties had different germination rates, with Slobozhanka having 1-2% higher germination rates. The study also emphasized the importance of sowing dates, noting that sowing in the first decade of May (on average over the years of research) was the most favorable for both varieties.

The formation of buckwheat yields in the studied varieties was described. For the Slobozhanka variety, the average yield ranged from 2.11 to 2.63 t/ha, and for the Yaroslavna variety - from 2.54 to 2.72 t/ha. The optimal sowing dates were less favorable, with the maximum yield obtained with conventional row sowing (row spacing of 15 cm). Early sowing dates (May 1-10) were more effective, especially for the wide-row method (row spacing of 45 cm), with yields ranging from 2.11 to 2.63 t/ha.

The study analyzed and determined the germination and survival rates of buckwheat plants of Yaroslavna and Slobozhanka varieties at different sowing dates and predecessors. The results showed that the Slobozhanka variety had higher germination rates at early sowing after the winter rye predecessor.

The variety Yaroslavna had a better accumulation of dry matter, but the variety Slobozhanka was characterized by a more developed vegetative mass. The grain weight of Slobozhanka was higher, and the grain to straw ratio was 30-33%, which was significantly higher than that of Yaroslavna.

The study compared the productivity of buckwheat varieties of different morphotypes (Slobozhanka and Yaroslavna) under the influence of sowing dates and predecessors. The results showed that the Slobozhanka variety had the best yield structure, especially when sown after winter rye in early May. The Yaroslavna variety was characterized by a lower yield level. However, a significant influence of predecessors and sowing dates on these indicators was found. The study showed that early sowing after winter rye is more favorable for buckwheat production, especially for the Yaroslavna variety, while the Slobozhanka variety better realized its potential productivity with a higher rate of plant lakeiness.

For the Yaroslavna variety, the weight of 1000 grains were higher at the optimal sowing date of May 10 and ranged from 28.0 g to 28.5 g, while at a later sowing date, the grain weight decreased. Grain quality indicators depended on the sowing date and varietal characteristics, which were characterized by high homogeneity (84-89%). The Slobozhanka variety had higher grain quality and uniformity (82-92%), but was more dependent on cultivation technology. Both varieties belong to the group of high-yielding and high-quality buckwheat varieties with high nutritional properties, and Slobozhanka showed better performance under different growing conditions.

Buckwheat varieties for mass production require resistance to lodging, shattering and a harmonious ripening process. The Slobozhanka variety has a higher lodging index than the Yaroslavna variety, with a sufficiently long flowering period and a larger number of inflorescences, which leads to an increase in the lodging index. The variety Yaroslavna demonstrates a more friendly ripening process and is better adapted to mechanized harvesting with a lodging index of 19.2%.

We analyzed the grain quality indicators of buckwheat varieties Slobozhanka and Yaroslavna. In the Slobozhanka variety, the quality indicators were the highest with early sowing and wide row spacing: 31.5 g/1000 grains, 94% uniformity, and 24.8% filminess. The quality decreased with late sowing, and the wide-row sowing method confirmed similar results. The variety Yaroslavna showed high quality indicators regardless of row spacing and sowing method. The genotype (morphotype) played a significant role in grain quality, while the cultivation technology had a minor effect.

Buckwheat is a valuable fodder crop when used in animal feeding, especially during the stall period. It is rich in mineral salts and vitamins, but should not be fed to pregnant cows and calves. Buckwheat straw can be mixed with other feeds and contains 0.30 feed units, 15.7 g of calcium, 1.4 g of phosphorus and 24 g of digestible protein per 1 kg of dry weight. The nutritional value of buckwheat straw varies depending on the variety, sowing time and harvesting method, with Slobozhanka variety producing 18.6 to 22.9 c/ha of feed units, and Yaroslavna variety producing 20.5 to 22.7 c/ha of feed units, while providing 62-76 c/ha of straw with a valuable mineral composition.

The study examined the response of buckwheat varieties of different morphotypes to several fertilizer options in the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. The Yaroslavna variety showed the highest yield in 2021, reaching 2.91 t/ha when fertilized with $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, while the Slobozhanka variety had higher yields in 2021 and 2022. Despite the extreme weather conditions in 2023, the yield of the Yaroslavna variety was 1.09 t/ha, and Slobozhanka was 0.92 t/ha. The study emphasizes the importance of choosing the right fertilizer for buckwheat production.

The grain weight of the studied buckwheat varieties increased by 11-26 g/l depending on the fertilization system. The Yaroslavna variety reacted differently to the grain fullness index, with the maximum grain weight observed in the variants $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ and $N_{50}P_{30}K_{70}$. On average, over the three years of research, the weight of 1000 seeds increased by 0.3-2.1 g in both varieties when fertilizers were

applied. In the variety Slobozhanka, the weight of 1000 seeds was higher in the variant $N_{50}P_{30}K_{70}$, reaching 29.3 g. The use of different fertilizer options and varieties of different morphotypes had a positive effect on the quantitative yield indicators, exceeding the control indicators. The maximum yield was achieved on the variants $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ and $N_{50}P_{30}K_{70}$, while the quality of grain reached a maximum on the background of $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$ and $N_{50}P_{30}K_{70}$.

The influence of fertilizer options on the yield and quality of buckwheat was studied. In the Slobozhanka variety, the highest yield of 2.52 t/ha was achieved when the calculated dose of fertilizer ($N_{50}P_{30}K_{70}$) was applied. In the variety Yaroslavna, the highest yield was 1.96 t/ha at a fertilizer dose of $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$. The studied varieties showed a significant increase in yield and quality under different fertilization options.

The number of inflorescences per plant varied depending on the buckwheat variety and fertilizer background. Yaroslavna had more inflorescences without fertilizer, but the largest number was formed with the recommended fertilizer application ($N_{45}P_{45}K_{45}$). Slobozhanka, in general, had a smaller number of inflorescences. Leaf surface area was the smallest in Yaroslavna variety with $N_{22}P_{22}K_{22}$, and the largest - with $N_{50}P_{30}K_{70}$ for both varieties.

The influence of fertilizers on the morphological characteristics of buckwheat plants was determined, focusing on plant height, weight and number of grains. In the Yaroslavna variety, the tallest plants were observed when $N_{22}P_{22}K_{22}$ fertilizer was applied, while in the Slobozhanka variety, the maximum plant height was observed when $N_{45}P_{45}K_{45}$ was applied. Vegetative weight before harvesting was similar for both varieties, with the highest value at $N_{22}P_{22}K_{22}$. The highest number of grains per plant was on the variant $N_{22}P_{22}K_{22}$ for both varieties. The weight of grain per plant was the highest on the variant $N_{22}P_{22}K_{22}$, and the ratio of grain to straw was the highest on the control variant for the variety Yaroslavna and on the variant $N_{50}P_{30}K_{70}$ for the variety Slobozhanka.

The economic feasibility of its application was established for each studied element of the technology. Thus, when cultivating the Yaroslavna variety, under

different fertilizer application options, total costs increase with increasing fertilizer application rates, with the highest costs observed for the $N_{22}P_{22}K_{22}$ and $N_{45}P_{45}K_{45}$ variants. The yield depends on the mineral nutrients and fertilizer dose. The highest profit was obtained on the control variant (41.4% profitability), which is probably due to lower fertilizer costs. The lowest profit was observed in the $N_{45}P_{45}K_{45}$ variant (-28.4% profitability), where total costs exceeded grain sales revenue, resulting in losses. The highest total costs of growing Slobozhanka were observed in the variants $N_{45}P_{45}K_{45}$ and $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, which is due to high fertilizer costs. In contrast, the highest income was obtained in the variant $N_{50}P_{30}K_{70}$ with a total profit of 25320 UAH/ha. The highest profitability is observed in the $N_{22}P_{22}K_{22}$ variant, which confirms its effectiveness.

The economic efficiency of growing buckwheat varieties Yaroslavna and Slobozhanka was also investigated, taking into account the method of sowing and predecessors. The results show that the most profitable option was the early sowing date with a wide-row method, with a profitability of 70.1% for Yaroslavna and 81.1% for Slobozhanka. The lowest profitability was observed when buckwheat was grown after annual grasses, with a profitability of 62.5% for Yaroslavna and 74.9% for Slobozhanka. The results indicate that Slobozhanka has a higher profitability potential than Yaroslavna. However, the choice of the optimal cultivation option also depends on other factors, such as product value, production costs, and potential income.

Key words: *buckwheat, yield, variety, morphotype, elements of technology, productivity, mineral fertilizers, sowing methods, row spacing, sowing dates, predecessors, adaptability, soil, profitability, hydrothermal conditions.*

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ	10
ABSTRACT	12
ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1 <u>НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГРЕЧКИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ</u>	26
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	26
1.1. Значення сорту, сортовий потенціал гречки	26
1.2. Строки сівби культури.....	30
1.3. Способи сівби гречки посівної.....	32
1.4. Попередники	34
1.5. Удобрення гречки.....	35
1.6. Підвищення потенціалу продуктивності гречки в умовах зміни клімату	39
Висновки до розділу 1:	50
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	52
РОЗДІЛ 2 <u>УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</u>	78
2.1. Оцінка кліматичних та ґрунтових умов дослідного поля	78
2.2. Характеристика досліджуваних сортів гречки посівної та добрив	89
2.3. Схема досліду та методи проведення експериментальних досліджень	92
Висновки до розділу 2	94
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	94
РОЗДІЛ 3 <u>ВПЛИВ СТРОКІВ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ ЗА РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ</u>	96
3.1. Вплив елементів технології вирощування на польову схожість та виживання рослин	96
3.2. Схожість рослин гречки посівної та структура врожаю залежно від попередників.....	103
3.3. Визначення крупності.....	110

3.4. Формування якісних показників зерна гречки залежно від технології вирощування	117
Висновки до розділу 3	121
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	123
РОЗДІЛ 4_ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА СОРТИ ГРЕЧКИ РІЗНОГО МОРФОТИПУ	125
Висновки до 4 розділу	134
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	135
РОЗДІЛ 5_ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ.....	138
Висновки до розділу 5	144
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА.....	145
ВИСНОВКИ.....	147
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	151
ДОДАТКИ	152

ВСТУП

Обґрунтування теми дослідження. Гречка посівна (*Fagopyrum esculentum Moench*) є надзвичайно цінною культурою, що займає провідне місце у харчуванні українців, оскільки, переважно її використовують як круп'яну культуру. Зерно гречки багате на протеїн, вуглеводи, жири, клітковину, мікроелементи, вітаміни та ін. Однак, своє місце культура займає є у кормовиробництві. Так, некондиційне зерно використовують на корм чи для виробництва висівок, а солома гречки має високу кормову цінність і близька за якістю до ячмінною чи вівсяної. Цінність гречки також полягає у тому, що вона медоносна культура.

Важливим елементом технології вирощування культури є, перш за все, сорт. Оскільки, саме від нього залежить яким чином буде проводитись подальший догляд за посівами та, найголовніше, технологія збирання. Наразі, вченими було створено індетермінантні та детермінантні сорти. Саме від цього залежить й метод збору культури, оскільки детермінантні сорти культури більше придатні до прямого комбайнування завдяки тому, що мають обмежений ріст.

Не менш важливим є й строки і спосіб сівби. Зокрема, гречку посівну завдяки відносно короткому вегетаційному періоду можуть висівати в різні строки, а також різним способом. Для певних сортів найбільш оптимальним є звичайний рядковий спосіб сівби, для інших – широкорядний. Не менш важливим є удобрення культури. Тому, в цій роботі розглядається вплив цих факторів на вирощування гречки посівної.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Задля виконання завдань дослідження на базі Сумського національного аграрного університету впродовж 2021-2023 років проводили досліді із гречкою посівною. Теоретичні та експериментальні дослідження за темою дисертації є складовою частиною тематичної програми науково-дослідної роботи кафедри агротехнологій та ґрунтознавства «Удосконалення елементів

сортної технології вирощування зернових культур в умовах Північно-Східного Лісостепу України» (№ 0121U108973), де автор є співвиконавцем.

Тому, **метою** дослідження є визначення впливу попередників, строків та способів сівби гречки на схожість та виживання рослин в польових умовах, а також на структуру врожаю, урожайність та якість зерна індетермінантних та детермінантних сортів культури. Важливо згадати, що одним із найбільш впливових факторів за вирощування гречки є удобрення мінеральними добривами. У роботі також розглядається і їх вплив.

Виходячи з поставленої мети передбачено вирішення таких **завдань**:

- Визначити вплив досліджуваних факторів на польову схожість обох сортів після сівби та у передзбиральний період.
- Визначити вплив попередників, способів та строків сівби і удобрення на продуктивність сортів Слобожанка та Ярославна, а також встановити зміни у якісних показниках врожаю.
- Визначити економічну ефективність елементів технології вирощування гречки посівної.
- Запропонувати виробництву оптимальний варіант способів та строків сівби для індетермінантних та детермінантних сортів культури та найбільш дієві норми добрив.

Об'єкт дослідження – формування врожаю та якісні показники зерна гречки детермінантних та індетермінантних способів сортів за різних способів та строків сівби і попередників культури.

Предмет дослідження – вплив строків та способів сівби, а також попередників і норм добрив на врожайність, якість зерна та виживання рослин гречки посівної в польових умовах.

Методи дослідження. Польові дослідження з гречкою посівною проводилися на території ННВЦ Сумського національного аграрного університету протягом періоду з 2021 по 2023 роки. Метою цих досліджень було вивчення впливу різних факторів, таких як попередники, строки і способи сівби, а також удобрення, на ріст, розвиток та врожайність рослин

гречки посівної. Методи дослідження були відповідно скеровані на досягнення поставлених цілей та виконання визначених завдань.

Дослідження проводилося згідно з методологічними рекомендаціями, розробленими вченими Єщенко В. О. та іншими дослідниками. Воно включало планування експериментів, наукове розміщення дослідів у полі та їх виконання відповідно до встановленої схеми.

У дослідженні були вивчені два сорти гречки: Слобожанка (індетермінантний) та Ярославна (детермінантний), різні строки сівби (ранній у першій декаді травня та оптимальний у третій декаді травня), два способи сівби (рядковий і широкорядний) та норми добрив.

Під час досліджень були визначені такі параметри:

- польова схожість рослин та відсоток виживання у передзбиральний період,
- структура врожаю,
- натура зерна,
- маса 1000 насінин,
- суха речовина у зерні та соломі.
- урожайність та якість зерна гречки посівної.

Для аналізу даних використовувалися математично-статистичні методи з використанням програм Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA) та MS Excel. Результати досліджень були оцінені з економічної точки зору для визначення ефективності різних технологічних підходів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше було проведено дослідження щодо визначення впливу попередників на індетермінантні та детермінантні сорти у умовах Північно-східного Лісостепу України. Оптимізовано дати сівби гречки та норми добрив. Набуло подальшого розвитку питання пристосування сорту Ярославна до умов Лісостепу. Обґрунтовано економічну ефективність вирощування гречки посівної за використання певних способів та строків сівби.

Практичне значення отриманих результатів. Агровиробникам, що спеціалізуються на вирощуванні гречки рекомендовано удосконалення технології вирощування, а саме строки та способи сівби, а також економічно доцільні норми добрив. Оптимізація технології дозволяє збільшити урожайність культури, залежно від варіанту приріст може сягати до 0,7 т/га.

Особистий внесок здобувача полягає у значному внеску у дослідження, особливо в оцінці та систематизації світових і національних наукових досліджень. Здобувач виконував усі експериментальні частини роботи, а саме: польові та лабораторні дослідження. Ним були систематизовані та математично-статистично оброблені отримані дані та зроблені висновки і пропозиції щодо виробництва. Здобувач зібрав основні елементи своєї дисертаційної роботи для захисту під керівництвом наукового керівника.

Апробація результатів. Отримані результати пройшли апробацію на декількох наукових конференціях, зокрема: VI International Scientific and Theoretical Conference “Theoretical and practical scientific achievements: research and results of their implementation” (Піза, Італія); IV International Scientific and Theoretical Conference “Interdisciplinary research scientific horizons and perspectives” (Вільнюс, Литва); IV International Scientific and Practical Conference “Researching advanced horizons of global progress: challenges and innovative concepts” (Севілья, Іспанія); X International Scientific and Practical Conference “Modern methods of applying scientific theories” (Лісабон, Португалія); International Scientific and Practical Conference “Education and science of today: intersectoral issues and development of science” (Кембридж, Велика Британія); Щорічна науково-практична конференція викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету (Суми, Україна); Міжнародна науково-практична конференція «Наукові основи адаптивного землеробства» (Дніпро, Україна).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковані у 11 наукових працях, зокрема, статей у фахових виданнях України – 3; ті, що

входять до міжнародних наукометричних баз (Web of Science) – 1; тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях – 7.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота включає вступ, 5 розділів, висновки, практичні рекомендації, перелік використаної літератури, додатки. Матеріали роботи розміщені на 151 сторінках друкованого тексту і містять 16 таблиць та 10 рисунків. Перелік використаної літератури містить 236 джерел.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГРЕЧКИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Значення сорту, сортовий потенціал гречки

Гречка (*Fagopyrum esculentum*) – культура, що є надзвичайно популярною серед населення в Україні. Хоча, починаючи із 2000 року, посівні площі під цією культурою, на жаль, почали зменшуватись, проте, із 2019 до 2022 року, знову почали поступово збільшуватись (рис. 1.1).

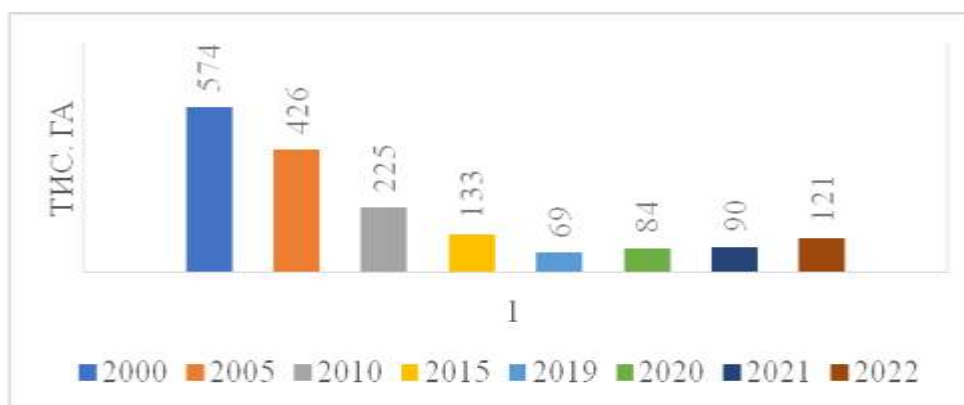


Рис. 1.1. Посівні площі гречки на території України

Відповідно до того, що зменшились посівні площі впав і валовий збір культури, проте з роками зростала урожайність (рис. 1.2). Так, наприклад, у 2005 році середня урожайність складала 6,9 ц/га, а у 2022 вже 12,2 ц/га (Прокопенко, 2022).

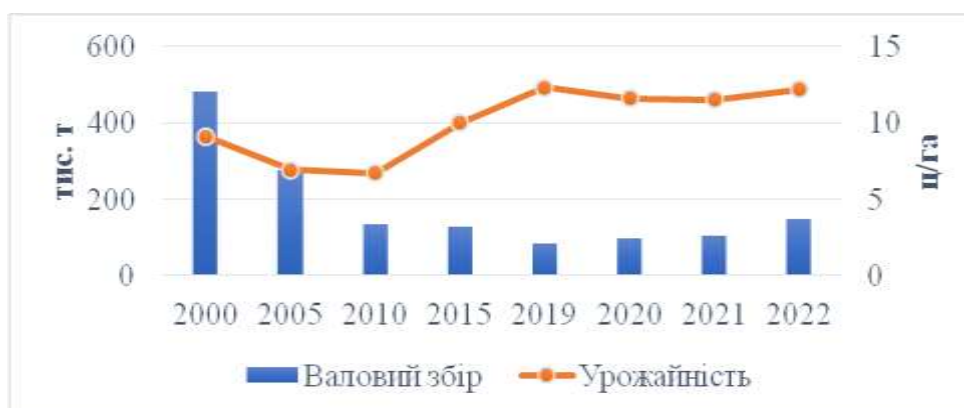


Рис. 1.2. Валовий збір та урожайність культури

Така суттєва різниця в урожайності може бути через покращення технології вирощування культури, важливим елементом якої є сорт. Тож, варто розглянути вплив сорту на урожайність та інші господарсько-цінні ознаки культури. Загалом, в реєстр сортів рослин, що придатні до поширення на території України станом на 2021 рік були внесені лише 26 сортів гречки (Яструмська, 2021). Однак важливо розуміти й те, що є сорти, що дуже подібні між собою. Так, в дослідженні (Орленко et al., 2020) сорти гречки були поділені на три групи, які статистично схожі один з одним за морфологічними ознаками. Ймовірно, таке дослідження переслідувало не лише ціль щодо поділу сортів на групи, а й для виділення певних сортів за морфологічними ознаками з метою виявлення в них інших цінних якісних ознак. Зокрема, схожим методом скористались (Y. V. Zaika et al., 2019; Ye. Zaika et al., 2019), де для вивчення обрали декілька сортів з різними кольорами квітів. В результаті було виявлено, що гречка, яка має зелена забарвлення віночка квітки може бути маркером по якісній ознаці зерна гречки, а саме білку. Важливо також пам'ятати про індексний метод оцінки рослин гречки посівної. Завдяки ньому в дослідженні було вибрано малоцінний селекційний матеріал та створено новий, високопродуктивний сорт «Єлена» (В. А. Рарок, 2010). Вченими Сумського НАУ було знайдено вихідний матеріал для створення сорту гречки, що буде мати ознаку короткоденності, тобто скорочення періоду між фазами від сходів до цвітіння, та збільшення урожайності культури (В. Троценко & Кліценко, 2018).

У статті (Тригуб & Ляшенко, 2017) висвітлено надзвичайно цінну для селекціонерів інформацію, а саме вказано, які сорти є найбільш продуктивними, які є скоростиглими та ті, що є гіллястими та мають велику кількість суцвіть. У 2018 році науковці продовжили свою роботу (Тригуб et al., 2018) та проводили селекційну роботу з врахуванням різних кліматичних зон. У своїй науковій статті (Харченко & Тригуб, 2018) висвітлили дані, що містять поділ певних сортів за їх найбільш виразними ознаками та за

можливою зоною для вирощування. Однак, при проведенні селекційної роботи варто враховувати й напрям використання. Так, (В. І. Троценко & Кліценко, 2017) запропонували окремо проводити селекцію на сорти, що будуть придатні для сидерального чи рекреаційного використання.

Варто відмітити, що для виведення сорту важливий саме селекційний процес. Зокрема, вченими Сумського НАУ були вивчені ознаки, що впливають на вищенаведений показник та встановлено, що на продуктивність культури найбільше впливає кількість зерен. Також, цікавим виявилось спостереження, що маса 1000 насінин залежить від висоти рослин гречки (Кабанець et al., 2017). До речі, велика колекція генетичних ресурсів гречки сформована в Устимівській дослідній станції рослинництва у Полтавській області. Не варто забувати й про селекцію, що дозволяє отримати пластичні до умов вирощування сорти (О. V. Tryhub et al., 2020). В дослідженнях (Тригуб, 2016) було підтверджено, що всі зразки в колекції мають цінні господарські ознаки та придатні до використання в селекції. Так, (Hara et al., 2020) встановили, що екотип гречки та чутливість її до фотоперіоду є тісно об'єднаними. Кожен сорт має унікальні властивості, що допомагають підвищити врожайність, зокрема: крупноплідність, посухостійкість, жаростійкість та ін. Зокрема, завдяки цій колекції та тій, що зберігається у Подільському державному аграрно-технічному університеті було створено 8 високопродуктивних сортів гречки посівної (О. Tryhub & Burdyga, 2017). В цьому ж університеті дослідили як саме сорти придатні до використання в селекції на посухостійкість (Vilchynska et al., 2020). Вченими цієї ж установи було оцінено сорт гречки «Калина», було виявлено, що сорт є детермінантним та вирізняється стійкістю до опадання зерна і одночасним його дозріванням (Вільчинська et al., 2020). Варто відмітити, що вченими (Vilchynska & Gorash, 2019) було створено ще один сорт, що є високопродуктивний та придатний до механізованого збирання, що має назву «Кам'янчанка». А вченими (Тригуб, Ляшенко, et al., 2022) було визначено три сорти, що найбільше пристосовані для зони південного Лісостепу. Так зване явище детермінантності, тобто

обмеження росту рослин, було вивчене дослідниками із Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Було визначено, що за нього відповідає декілька рецесивних генів, тому необхідно проводити подальшу селекційну роботу заради закріплення ознаки (Kabanets' et al., 2018). Не менш важливим є й той факт, що деякі ознаки мають проміжне успадкування, тобто гени виявляють адаптивну дію. Так, наприклад, в дослідженні (Каражбей & Заїка, 2018) встановлено, що озерненість гречки характеризується невисокою мінливістю і успадкування цієї ознаки зумовлене адитивною дією генів рослин. Варто також згадати, що селекція гречки спрямована й на якісні показники зерна (Chrungoo & Chettry, 2021), зокрема у (Gao, Van Bockstaele, et al., 2023) згадується про селекцію культури на вміст крохмалю, золи та протеїну. Дослідниками із Чеської Республіки також вивчались якісні показники зерна гречки. Так, було виявлено, що селекція на вміст білку є найбільш стійкою ознакою в порівнянні кількістю поліфенолів у зерні (Janovská et al., 2021). Варто не забувати й про те, що гречка як культура, схильна до вилягання, тому існує і напрям селекції цієї культури на стійкість до нього (Suzuki et al., 2023). Ще доволі цінною ознакою для гречки є самозапилення, створенням таких сортів займалися (Suzuki et al., 2021). До речі, селекція для отримання цінних ознак гречки посівної відбувається також із використанням гречки татарської. Про це згадується у декількох джерелах (Luthar et al., 2021).

Україна активно вивчає і вдосконалює сорти гречки, спрямовуючи увагу на важливі агрономічні та якісні характеристики цієї культури. Селекційна робота включає вибір сортів залежно від кліматичних умов, властивостей ґрунту та вимог виробництва. Дослідження підтверджують значний прогрес у підвищенні урожайності та якості зерна гречки, враховуючи не лише морфологічні ознаки, а й генетичні особливості. Співпраця з іншими країнами та використання різних методів дозволяють створювати нові сорти, що відповідають вимогам сучасного агропромислового сектору. Висока увага до селекційних робіт і виявлення

маркерів якості зерна гречки свідчить про постійний інтерес до розвитку цієї культури в Україні та її значущість для господарського сектора й харчової промисловості.

1.2. Строки сівби культури

Врахування строків сівби для гречки посівної є дуже важливим, особливо в умовах Північного Лісостепу України. Хоча, цим питанням турбуються і в інших районах країни. Зокрема, (Аверчев et al., 2023) провели дослідження в якому висвітлили важливість врахування оптимальних погодних умов під час сівби культури, а саме вологості, температури та довжини світлового дня. Зокрема, найгіршим для культури за три роки досліджень виявилась саме посуха, внаслідок якої випав великий відсоток рослин на полі. При висіванні культури в першу чергу важливо розуміти, як довго насіння зберігалось. У своєму оглядовому дослідженні (Бутенко et al., 2021; Яценко et al., 2020) навели факти, щодо термінів і способів сівби та обговорили думки вчених. Також, у дослідженні (Білоножко & Полторецька, 2017) вказано, що схожість насіння гречки у рік збирання складає 99%, водночас, цей показник через всі роки знижується до 1% не залежно від сорту та методів зберігання. Не варто забувати й про температуру зберігання зерна (Suzuki et al., 2020). Важливо пам'ятати і про те, що цю культуру можна висівати як і на весні, так і в якості поукісної культури, однак, лише за сприятливих кліматичних умов (Аверчев et al., 2020). Щоправда, у дослідженнях (Vozhehova et al., 2020) все ж таки увага більше концентрується на тому, що вирощування поукісної гречки має безліч переваг, зокрема, захист ґрунту від ерозії, додаткове джерело корму для тварин або інші позитивні аспекти. Хоча, все ж таки при вирощуванні такої культури як гречка варто розуміти, що строки сівби впливають на дружність сходів та, найбільш головне, дозрівання її зерна, що є критичним питанням під час її збирання (Holodna et al., 2023). А (Trotsenko et al., 2020) у своєму дослідженні з понад 35 зразками визначили, що все ж таки, не дивлячись на поукісну сівбу гречки

можна отримати досить великі врожаї. У дослідженнях було вивчено 5 сортів гречки в умовах центрального Лісостепу, було встановлено, що найвищу масу 1000 насінин за ранніх строків сівби мав сорт «Крупинка». А на крупність зерна за ранніх строків сівби позитивно відреагували сорти «Крупинка», «Ярославна» та «Руслана» (Ульянченко, 2018b). А в Подільському державному аграрно-технічному університеті було вивчено вплив строків сівби (з інтервалом у 15 днів) за широкорядного висіву культури, було встановлено що більш пізній строк сівби прискорює появу сходів гречки (Степанченко, 2010). В умовах західного Лісостепу було вивчено вплив строків сівби на площу листової поверхні, було встановлено, що найкращий строк сівби гречки посівної за цією ознакою – весняний, а у післяукісному посіві площа листової поверхні була суттєво меншою (Осадчук & Гаврилянчик, 2017).

З проблемою щодо вибору строку сівби гречки посівної стикаються не лише в Україні, а й у світі (Hassona et al., 2024; Loregian et al., 2024; Sobhani et al., 2020). Так, вченими Англії досліджувались строки сівби культури на півночі країни. Було виявлено, що пізня сівба не лише негативно впливає на урожайність, через втрати при механізованому збирання, що відбувається внаслідок неодночасних сходів, як було зазначено вище. Іншим негативним фактором було те, що за пізніх строків сівби значно знизився загальний вміст протеїну (Domingos & Bilsborrow, 2021). А у Туреччині було проведено експеримент із висівом культури з проміжком у 15 днів починаючи із середині квітня закінчуючи першим червня. Вчені встановили, що рання сівба сприяє більш кращому формуванню рослин, зокрема на це вказують біометричні показники культури та те, що в рослин, які були висіяні найбільш рано був найвищий вміст сухої речовини у зерні (Erol et al., 2022). В умовах Польщі було встановлено, що строки сівби та норма висіву суттєво впливає на вміст рутину у зерні гречки (Podolska, 2016). Водночас, схоже дослідження, що було проведено у Чеській Республіці суперечить попередньому висновку та вказує на те, що такої залежності немає (Kalinová

& Dadáková, 2013). Однак, в умовах Латвії, вчені встановили протилежну залежність, врожай гречки був найвищий у більш терміни сівби культури (Vilcāns et al., 2012). Не зважаючи на те, що в Бразилії культури висівають у зовсім інший період, через те що теплий період року у них припадає на наші зимові місяці, однак, там теж використовують гречку як післяукісну культуру (Talamini Junior et al., 2023).

Строки сівби гречки посівної є критичним аспектом для отримання високих врожаїв як в Україні, так і в інших країнах світу. Дослідники акцентують увагу на оптимальних погодних умовах під час сівби, зокрема на вологості, температурі та довжині світлового дня. Спроби висівати гречку в різні терміни в різних кліматичних зонах показують різні результати, що свідчить про складність цього процесу. При цьому, рання сівба часто сприяє кращому розвитку рослин та формуванню врожаю з більш високим вмістом корисних речовин. Ретельне дослідження впливу строків сівби на якісні показники гречки є важливим для оптимізації агроєкосистем і підвищення продуктивності цієї цінної культури.

1.3. Способи сівби гречки посівної

Вирощування гречки є важливим напрямом сільського господарства, як в умовах Північного Лісостепу України так і в інших регіонах та країнах (Romanovskaja et al., 2022; Wan, Gao, Wang, Lei, Ge, et al., 2023). Одним із ключових аспектів цього процесу є правильний підбір і використання оптимальних методів сівби. Способи сівби гречки визначаються кліматичними, сортовими та ґрунтовими умовами, а також метою вирощування культури. Багато досліджень висвітлюють різні техніки сівби, які сприяють оптимізації процесу вирощування гречки з метою отримання максимального врожаю та покращення якості продукції. Зокрема, в Україні проводили велику кількість таких досліджень. Так, наприклад, досліджував оптимальний спосіб сівби для сорту «Малинка», було визначено, що найкращим для нього в умовах західного Лісостепу є широкорядний спосіб із

шириною міжрядь 45 см та відстанню між насінинами в рядку 1-2 см (А. В. Рарок, 2015). Згодом було наведено більш точну інформацію щодо впливу способу сівби та густоти рослин для цього сорту. Так, у західному Лісостепу найбільш оптимальним є все ж таки міжряддя у 45 см та норма висіву 1,8 млн. шт/га, для міжряддя 30 см – 2,4 млн. шт/га, а для міжряддя 15 см – 4,2 млн. шт/га, було встановлено, що спосіб сівби дуже впливає на біометричні показники рослин (А. В. Рарок et al., 2016; Гаврилянчик & Рарок, 2017; А. В. Рарок et al., 2017). Також варто додати, що для сорту «Малинка» за висіву із міжряддям 45 см спостерігалась найвища активність фотосинтезу завдяки збільшенню площі листової поверхні (А. В. Рарок, 2017). Водночас, у дослідженні (Яколюда, 2016) сорту «Зеленоквіткова 90» вивчали вплив ширини міжрядь та строків сівби, що прив'язані до температури. Було встановлено, що найвищий показник схожості спостерігався за температури 14°C та 16°C, при цьому було встановлено, що від ширини міжряддя залежить міжфазні періоди культури. А (Грищенко & Любич, 2012) зазначили, що за сівби у північному Лісостепу сортів «Іванна» та «Антарія» у ранні строки найкраще обирати широкорядний спосіб сівби, а більш пізніх – звичайний рядковий. У дослідженнях (Бердін et al., 2018) чітко видно, що один сорт гречки (Слобожанка) позитивно реагує на широкорядний висів із нормою 2 млн. шт/га, а сорт Ювілейний показав найкращі результати врожайності з шириною міжряддя 15 см та густотою 3 млн. шт/га. Важливо відмітити, що в дослідженнях (Гораш & Климишена, 2018) було встановлено, що загущеність посівів впливає на продуктивність рослин гречки. А трирічні дані (Ульянченко, 2018а) свідчать про те, що у мовах центрального Лісостепу сорт «Ярославна» вирізняється найвищою продуктивністю серед декількох інших сортів, що вивчались, за сівби в першій декаді травня та міжряддя при сівбі 45 см. Водночас, за вивчення впливу способу сівби на сорти «Єлена» та «Амазонка» було встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу найкраще висівати їх широкорядним способом із густотою 3 млн. шт/га (Полторецький, 2012).

Узагальнюючи, вирощування гречки представляє собою важливий аспект сільського господарства як в умовах Північного Лісостепу України, так і в інших регіонах з подібним кліматом. Одним із ключових факторів успішного вирощування є вибір оптимальних методів сівби, які залежать від кліматичних умов, сортових особливостей та типу ґрунту. Дослідження у цій галузі відображають різні техніки сівби, спрямовані на оптимізацію процесу з метою збільшення врожайності та покращення якості продукції. В Україні було проведено значну кількість досліджень, що детально вивчали вплив різних методів сівби на різні сорти гречки. Наприклад, встановлено, що для сорту "Малинка" оптимальним є широкорядний спосіб з певними параметрами міжряддя та густоти, що сприяє підвищенню продуктивності. Подальші дослідження також вказують на важливість способу сівби для інших сортів гречки та їх реакцію на різні умови. Отже, правильний вибір методу сівби гречки є ключовим для досягнення успішного вирощування цієї культури в різних агрокліматичних умовах.

1.4. Попередники

Надзвичайно важливим фактором, що впливає на показники продуктивності та морфологічні показники культури, є попередники. В цьому підрозділі розглянемо вплив попередників на вищенаведені показники для гречки посівної.

Сама культура є гарним попередником для інших, зокрема, озимих зернових завдяки тому, що поле після неї майже вільне від бур'янів, а ґрунт – пухкий (Тригуб, Куценко, et al., 2022). Пригнічення бур'янів відбувається внаслідок того, що рослинна є гіллястою, добре утворює тінь, тим самим пригнічуючи бур'яни (Іванишин et al., 2016).

Проте, й вона не дуже вибаглива у попередниках. Зокрема, загальноприйнята інформація в землеробстві така (Єфименко et al., 1982): для гречки добрими попередниками є коренеплоди (картопля, буряк), зернові (озима пшениця, овес) та зернобобові (горох, соя). Зокрема, при вивченні

впливу цукрового буряка як попередника гречки було встановлено, що її урожайність значно підвищується в умовах Вінницької області (Зінченко et al., 2001). А (Григорів, 2018) зазначає, що вплив бобових трав, що були вирощені перед гречкою дозволяє збільшити вміст білку у її зерні на 1-1,5%.

Вивчення впливу попередників на продуктивність і морфологію гречки є важливим, адже існує недостатньо літератури на цю тему. Дослідження показують, що гречка може бути корисним попередником для інших культур, забезпечуючи знищення бур'янів і покращення структури ґрунту. Однак, більше досліджень потрібно для встановлення оптимальних попередників і їхнього впливу на врожайність і якість гречки.

1.5. Удобрення гречки

В галузі сільського господарства, питання ефективного застосування добрив є важливою складовою для забезпечення високих врожаїв та підвищення якості продукції (Breslauer et al., 2023; Vieites-Álvarez et al., 2024; Wen et al., 2021). Гречка володіє особливими характеристиками, які ставлять певні вимоги до раціонального використання різних видів та доз добрив. У цьому підрозділі буде розглянуто вплив мінеральних та органічних добрив, а також регуляторів росту на вищенаведені показники.

Було встановлено, що в умовах Західного Лісостепу удобрення гречки має критичний вплив на безліч показників. Зокрема, у досліді (Дикий, 2022) висвітлено найкращу норму удобрення, що впливає на структуру врожаю, цією формулою є $P_{60}K_{60}$ та підживлення азотом у тій же нормі (N_{60}). А (Vavrynovych et al., 2020) дослідили вплив доз добрив на забур'яненість посівів гречки. Було встановлено, що за удобрення культури підвищеною нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ на початкових етапах вегетації кількість бур'янів була найвищою, проте у передзбиральних обліках було встановлено, що їх кількість стала найменшою у порівнянні із внесенням побічної продукції та $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Варто згадати, що не лише удобрення як таке впливає на певні показники якості чи продуктивності культур. Так, у дослідженні (Шляхтурова, 2014) вивчалась норма добрив та ширина міжрядь, а також їх вплив на продуктивність гречки. Було встановлено, що в умовах Київської області найбільш доцільно використовувати широкорядний спосіб сівби та норму $P_{45}K_{45}$ та підживлення $N_{20}+N_{25}$.

До речі, ця ж норма найкраще впливає і на передзбиральну густоту. А у результатах, що були отримані у Північному Степу, було порівняно результати удобрення гречки лише мінеральними добривами та мінеральними у поєднанні з органічними біодобривами. Було визначено, що найкращим удобренням для гречки було все ж таки комбіноване, тобто із використанням мінеральних та біодобрив. Прибавка врожаю за такого удобрення культури склала 1,1 – 2,1 ц/га (Sokolovska & Mashchenko, 2023). Водночас, (Tkalic et al., 2019) дослідили вплив мінеральних добрив на урожайність післяукісної гречки. Було встановлено, що найвищу врожайність для сорту Любава можна отримати за використання $N_{90}P_{60}$, однак, найбільша окупність буде отримана за використання норми $N_{60}P_{30}$. Схожі результати були отримані й в умовах Сумської області. При вивченні впливу підвищеної дози добрив у порівнянні із рекомендованою було встановлено, що підвищена забезпечує прибавку врожаю гречки, однак, не достатню, аби отримати більшу окупність (Оничко et al., 2015). А в умовах Львівщини було досліджено вплив різних норм добрив на гречку (Дукуї et al., 2022). Найбільш оптимальною нормою для сірих лісових ґрунтів було визначено $N_{60}P_{60}K_{60}$, варто відмітити, що найбільш ефективним способом внесення азоту було саме фоліарне підживлення. В умовах Полісся було вивчення вплив підживлення культури мікродобривами та встановлено, що використання біостимулятора росту «Вимпел-2» у фазі галуження та бутонізації дозволяє підвищити урожайність майже на 30% (Moisiienko et al., 2023). Водночас, в умовах Північного Лісостепу України (Радченко et al., 2018, 2019) було встановлено, що найбільш вдалим для підвищення

врожайності варіантом удобрення гречки є $N_{45}P_{45}K_{45}$. А найкращий вплив на якісні показники зерна гречки було зафіксовано за дози передпосівного внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ та підживлення у фазу бутонізації «Авангард Р» (Радченко, 2016). Водночас, при застосування й органічного удобрення, зокрема перегною цю норму можна зменшити вдвічі (Радченко et al., 2013). У цій же кліматичній зоні було порівняно вплив однакової норми добрив на два сорти гречки (Straholis et al., 2019). В умовах Конотопського району Сумської області вивчалась реакція сортів на внесення мінеральних добрив. За внесення нітроамофоски 2 сорти (Зеленоквіткова-90 та Роксолана) мали найбільший відсоток сходів. А найвищу врожайність було отримано за вирощування Зеленоквіткова-90 та внесення під неї нітроамофоски та підживлення органічним ферментованим добривом «Екогран» (Давиденко, 2018). Сорти, що вивчались, «Селяночка» та «Слобожанка», по-різному відреагували на дію інокулянтів та мінеральних добрив. Так, результати вказують, що від сорту «Селяночка» була отримана вища врожайність. Проте, в умовах Західного Лісостепу за вивчення впливу норми добрив на урожайність гречки посівної сорту Софія було рекомендовано обирати норму $N_{60}P_{45}K_{45}$, вона дозволяє забезпечити найвищу продуктивність (Пархуць, 2018).

Не варто забувати й про позитивний вплив біодобрив. У дослідженнях (Карпенко et al., 2017) вивчався вплив біологічних добрив на продуктивність культури. Було встановлено, що найвища врожайність фіксується за комбінваного використання різних норм Діазобактерину (200 мг) та Радостиму (250 мл). А у дослідженнях (Pelech & Onufriychuk, 2024) було встановлено залежність між використанням Діазофіту та Біокомплексом БТУ та зменшенням кількості бур'янів у посівах гречки. Варто згадати й про дослідження (Karpenko et al., 2021), в яких йдеться про збільшення кількості пігментів (хлорофіл та каротиноїди) в листі гречки посіваної за наступної схеми удобрення біодобривами: інокуляція Радостим 250 мл/га та Діазобактерин (200 мл/га) та обприскування посівів Радостим у нормі 50

мл/га. У Чернігівській області вивчався вплив біопрепаратів Діазобактерин та Хетомік на продуктивність гречки посівної. Було встановлено, що завдяки інокуляції насіння вищезгаданими біопрепаратами на рослинах збільшилась кількість суцвіть та маса зерен, що, відповідно, призвело до збільшення врожайності (Копилов & Йовенко, 2016).

В закордонних дослідженнях переважно концентруються саме на нормі азотних добрив та їх впливу на кількість крохмалю (Golijan-Pantović et al., 2022; Wan et al., 2022). При цьому не має значення, чи підвищена доза добрив буде у звичайних мінеральних добривах чи у органічних, наприклад, біовугіллі (Tao et al., 2023). Так, цікавим є дослідження, що було проведено у Туреччині. Було порівняно вплив різних доз азотних добрив від 0 кг/га (контроль) і до 200 кг/га з кроком у 50 кг/га. Вчені встановили, що найбільш позитивно і економічно доцільним є застосування дози азоту саме в 150 кг/га (Katar et al., 2022). Вченими з Китаю було досліджено вплив азотного удобрення на вміст крохмалю у зерні гречки, було встановлено, що його кількість значно збільшилась у порівнянні з контролем (Gao et al., 2021; Wan, Gao, Wang, Lei, Tao, et al., 2023). Іншою групою вчених було доведено, що збільшена доза азоту призводить до підвищення кількості амінопластів (органел, що «відповідають» за вироблення крохмалю), та встановили, що оптимальною кількістю азоту для удобрення гречки є саме 180 кг/га (Gao, Wang, et al., 2023).

У галузі сільського господарства, ефективне застосування удобрень є ключовим аспектом для досягнення високих врожаїв та покращення якості продукції гречки. Дослідження показують, що оптимальна комбінація мінеральних та органічних добрив, а також регуляторів росту, впливає на структуру врожаю та кількість бур'янів. Наприклад, у різних регіонах України встановлено оптимальні норми удобрень для гречки, які сприяють збільшенню врожайності. Дослідження також підтверджують, що біодобрива можуть позитивно впливати на якість та кількість врожаю, особливо у поєднанні з мінеральними добривами. Загальні висновки з досліджень

підкреслюють необхідність індивідуального підходу до вибору та застосування удобрень для досягнення оптимальних результатів у вирощуванні гречки.

1.6. Підвищення потенціалу продуктивності гречки в умовах зміни клімату

Клімат є основним фактором, що визначає розподіл рослин, а зміна розподілу видів рослин є прямим відображенням зміни клімату. Відповідно до звіту міжурядової групи експертів про оцінку зміни клімату, середньорічна температура поверхні світу підвищиться на 0,3-4,8 °C до кінця 21 століття (Mikami et al., 2018; Farzana, et al., 2021 Diowksz & Sadowska, 2021). Через зміну клімату більше 80% видів можуть зазнати змін щодо різноманітності, поточного поширення та потенційного середовища існування (Yao et al., 2023). Отже, для збереження видів рослин корисно передбачити потенційно придатні території щодо ведення сільського господарства в умовах майбутніх змін клімату (Arendt, 2022; Yao et al., 2023).

Продовольча безпека та зміна клімату є основними проблемами для сільського господарства в країнах, що розвиваються (Babu et al., 2018; Aguiar et al., 2021). Продовольча безпека та збереження біорізноманіття тісно пов'язані з досягненням стійких продовольчих систем у великих масштабах (Zhang et al., 2007; Björkman & Shail, 2013; Sakač et al., 2016). Урожайність сільськогосподарських культур є важливим фактором для оцінки стійкості. Індекс сталої врожайності був запропонований як індикатор для оцінки стійкості сільськогосподарської врожайності (Ninomiya et al., 2018), де високі значення адаптивності та низькі значення стандартного відхилення вказують на вищу стійкість до несприятливих умов (Coțovanu & Mironeasa, 2021). Багато досліджень показали, що адаптивність на селекційному рівні є важливим показником продуктивності (Qin et al., 2010; Kalinová et al., 2005; Bielski et al., 2022).

Проблеми селекції на сучасному етапі набули особливої актуальності. Це в першу чергу викликано підвищеними вимогами виробництва до біологічних засобів виробництва – сортів і гібридів. Задовольнити ці запити можливо тільки завдяки розробці нових наукових підходів до використання накопичених біологією й агрономічними науковими дисциплінами знань, а також сучасних технічних засобів і технологій (Hussain & Kaul, 2018; Appiani et al., 2021).

Селекція на сучасному етапі повинна бути орієнтована на конкретні екологічні і виробничі ситуації, а технології – на керування екологічною системою поля, тобто максимально орієнтовані на біологічні особливості конкретної культури і конкретного сорту, гібрида. В зв'язку з цим робота по селекції повинна спрямовуватись на створення високопродуктивних сортів з високими технологічними якість зерна (Selimović et al., 2017; Iqbal et al., 2021).

Очікується, що в майбутньому попит на продовольство продовжуватиме зростати зі зростанням населення та погіршенням якості оброблюваних земель. Таким чином, існує нагальна потреба вирішити неминучий компроміс між населенням, продовольством і обробленими землями. Пом'якшення цих наслідків залежатиме від розуміння потенційних середовищ існування гречки з використанням прогнозів зміни клімату (Wu et al., 2018; Appiani et al., 2021; Sinkovič et al., 2022).

Для вирішення проблеми забезпечення населення повноцінними білками значна роль, без сумніву, відводиться круп'яним культурам, а особливо гречці. На сьогоднішній день гречка є не тільки звичайною культурою, але й символом здорового життя завдяки своїм багатим поживним і фармакологічним властивостям. Висока поживна цінність гречки визначається складом її білкового комплексу: білок гречки є високо засвоюваним (майже 60-70%), багатий такими важливими амінокислотами, як лізин, триптофан, аргінін, а також гістидін – необхідний для дитячого

харчування (Bilgiçli & İbanoğlu, 2015; Deng et al., 2019; Domingos & Bilsborrow, 2021).

Збільшення різноманітності систем землеробства може сприяти стійкості сільського господарства. Однак виявлення придатних альтернативних культур для регіональних умов вирощування, ланцюгів постачання та ринків є складним завданням. Виробництво гречки у США є скромним у світовому масштабі (Luthar et al., 2020), але багатообіцяючим як літня культура для придушення бур'янів в органічних системах і короткосезонна альтернатива зерновим культурам (Gallo & Montesano, 2023).

Споживання органічної продукції, особливо продуктів, які вимагають борошна з зерен і псевдозлаків, таких як хліб, макарони та закуски, різко зросло і, як очікується, продовжуватиметься (Błaszczak et al., 2013; Domańska & Leszczyńska, 2021). Однак останні дослідження також показали, що люди, які дотримуються дієти, можуть страждати від дефіциту поживних речовин, таких як вітамін В і клітковина (Antoniewska et al., 2018). Дослідники припускають, що цей дефіцит поживних речовин може бути наслідком того, що багато замінників інгредієнтів не збагачені вітамінами та мінералами або в основному складаються з крохмалю (Gao et al., 2021; Wang et al., 2022). Таким чином, розробники продуктів органічного походження все більше цікавляться гречкою як багатим джерелом білка, харчових волокон і антиоксидантів (Satoh et al., 2020; Di Cairano et al., 2022).

Крім того, гречка є перспективною для використання у продуктах функціонального харчування. Функціональні харчові продукти є сирими або обробленими і можуть забезпечити позитивний вплив на здоров'я, крім тих, що забезпечуються основним харчуванням, якщо споживати регулярно (Singh et al., 2020; Dzakhmisheva & Khokonova, 2021). Гречка була протестована в різних функціональних харчових продуктах завдяки своєму поживному складу та біоактивним сполукам (Alenius et al., 2013; Aubert & Quinet, 2022). Це може бути вигідною маркетинговою можливістю для виробництва, які мають доступ до продавців здорової їжі та натуральних бакалійних магазинів.

Продукція з гречки також спрямовується на ринок безглютенової сировини. Для вирішення проблеми забезпечення населення повноцінними білками значна роль, без сумніву, відводиться круп'яним культурам, а особливо гречці. Висока поживна цінність гречки визначається складом її білкового комплексу: білок гречки є високо засвоюваним (майже 60-70%), багатий такими важливими амінокислотами, як лізин, триптофан, аргінін, а також гістидін – необхідний для дитячого харчування (Wang et al., 2004; Sun et al., 2020; Du et al., 2022).

Сорти гречки, які використовувалися протягом останніх 15 років, мають вегетаційний період від 85 до 110 днів. Насіння проростає у вологому ґрунті при температурі +7-8°C. Оптимальна вологість ґрунту для гречки знаходиться на рівні 70-75% загальної польової вологоємності (Norbäck & Wieslander, 2021).

В останні роки основні принципи ведення сільського господарства були переглянуті. Увага була приділена створенню наукових основ для стійкого відновлюваного? агротехнологічного та збалансованого землеробства. (Jaroszewska et al., 2019; Sturza et al., 2020).

Альтернативні методи ведення сільського господарства є корисними, зокрема, для підвищення продуктивності посівів за рахунок оптимізації різних компонентів сортової агротехніки, таких як строки сівби та способи сівби. Таким чином, важливою проблемою є визначення найкращих способів отримання максимальної урожайності посівів гречки, зокрема, удосконалення існуючих технологій вирощування та впровадження нових ефективних агрозаходів з урахуванням гідротермічних умов регіону (Wang et al., 2017; Long et al., 2018; Joshi et al., 2020; Huda et al., 2021; Qiu et al., 2021).

Терміни сівби залежать від географічного регіону через чутливість гречки до морозів. Гречка чутлива до морозів, при температурі -1,5 °C посіви пошкоджуються, а при -2,0 °C і нижче, вони вмирають. Найкращий термін посіву гречки в Західній Європі – із середини травня до липня (Alonso-Miravalles & O'Mahony, 2018). Mota, Santos, Mauro, Samman, Matos, Torres,

Castanheira (2016) запропонували ранню весну (середина квітня) як оптимальний час посіву в середземноморському середовищі. У Північній Індії гречку сіють у липні, а в Південній частині – у квітні (Ratan & Kothiyal, 2011). Термін посіву підбирають так, щоб уникнути ризику заморозків і високих температур у період формування насіння. Рекомендована глибина посіву насіння також різна. Наприклад, у Західній Європі рекомендована глибина для тетраплоїдних сортів становить 4-5 см, а для диплоїдних – 3-4 см (Nikitina et al., 2020; Starowicz et al., 2020). В Китаї рекомендована оптимальна глибина 4 см (Xang et al., 2014; Jin et al., 2021; Wang et al., 2021a). Загально рекомендована глибина становить 4-6 см. На сухих ґрунтах глибину загортання зазвичай збільшують на 2 см. На ґрунтах легкого гранулометричного складу коткування після посіву обов'язкове (Faroog et al., 2016).

Норма висіву є важливим фактором, що визначає урожайність зерна. Найвищий середній урожай зерна на карбонатному лучному чорноземі в Сербії було отримано за норми 160 зерен на м^2 (Nikolic et al., 2019). Слід підкреслити, що в цьому дослідженні спостерігалися лише незначні відмінності між нормами висіву 120 і 160 зерен на м^2 , тому з міркувань економії рекомендована норма висіву 120 зерен на м^2 . Подібні результати були отримані в Хорватії (Škrobot et al., 2022). У Латвії найвищий урожай був отриманий при нормі висіву 250 зерен на м^2 (Sobhani et al., 2014). Більша щільність може знадобитися, якщо ґрунт занадто вологий, холодний або погано підготовлений для посіву. У напівпосушливій зоні Північного Казахстану оптимальна норма висіву була 300 пророслих насінин/ м^2 (Syzykova et al., 2016). Krzyzanska (2022) запропонувала при суцільному способі сівби оптимальну норму висіву 250-500 зерен/ м^2 (80-120 кг/га), а при широкорядному – 100-250 зерен/ м^2 (25-60 кг/га). Kabanets, Strakholis (2017) запропонували оптимальну норму висіву від 200 до 300 зерен/ м^2 .

Ефективність значною мірою залежить від ґрунту та сортових особливостей гречки. Відмінності в рекомендаціях пов'язані з тим, що норма

висіву залежить від способу сівби, сорту гречки та способу обробітку ґрунту. Для тетраплоїдних сортів ефективний широкорядний посів із шириною міжрядь 45-60 см, а при вирощуванні диплоїдних – середньорядний 12-15 см (Dziadek et al., 2016; Sun et al., 2018; Drub et al., 2021).

Врожайність та якість сировини в значній мірі залежить від особливостей сорту та елементів технології вирощування пристосованих до ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування (Wang et al., 2019; Morishita & Hara, 2020).

У українців гречка є однією із традиційних культур, що споживається у їжу. У останні десятиліття низка економічних і суспільних обставин призвела до значного зменшення виробництва цієї важливої культури. Це призвело до скорочення внутрішнього споживання та втрати експортного потенціалу цієї продукції рослинництва. (Trotsenko & Klitsenko, 2016; Radchenko et al., 2018; Dorohovych et al., 2018).

Економічні фактори та постійна тенденція до потепління клімату призвели до загального скорочення посівних площ гречки. Крім того, посіви гречки перемістилися в північні регіони України з південних. Це призвело до скорочення валових обсягів та виробництва крупи цієї культури, що в свою чергу стало приводом для насичення внутрішнього ринку іноземною крупою. (Liashenko et al., 2022).

Гречка культура тепло- та вологолюбива, а весняні умови зони північно-східного Лісостепу України відзначаються частими весняними посухами та пізніми приморозками, тому підбір адаптованих сортів за стабільним потенціалом продуктивності, а також оптимізацією строків сівби та попередників, має важливе значення для отримання дружніх повноцінних сходів та збереження посівів (Radchenko et al., 2018).

Гречка забезпечує продовольчу безпеку та економічний розвиток країни. Але традиційні методи вирощування гречки викликають проблеми з екологічною безпекою, які можуть негативно вплинути на здоров'я людей і навколишнє середовище. Вирощування гречки часто супроводжується

використанням пестицидів і мінеральних добрив, що може завдати шкоди якості та безпеці продукту, а також довкілля. Одним із способів зменшити негативний вплив, який вирощування гречки має на довкілля, є використання агробіологічних технологій у вирощуванні культури. Це відбувається завдяки постійному удосконаленню технологічних компонентів вирощування, зокрема виведення нових сортів або застосування нових агроприйомів. (Torbica et al., 2010; Shevchuk et al., 2011; Motta et al., 2019).

Динаміка посівів гречки в Україні показує, що зона розповсюдження культури звузилася, і більшість посівів знаходяться в центральній і північній частинах Лісостепу. Аналіз сортового потенціалу гречки та її виробництва в традиційних зонах вирощування вказує на те, що селекція та технологічний розвиток необхідні для створення сортів з різними морфотипами та розробки відповідних технологій вирощування (Liashenko et al., 2022).

У зв'язку з поступовим переміщенням посівів гречки із Степу та південного Лісостепу в північний Лісостеп і Полісся, виникла потреба в нових технологіях селекції та вирощування, які можуть підвищити продуктивність посівів. Сьогодні в Інституті землеробства НААН відпрацьовують окремі компоненти таких технологій (Trotsenko & Klitsenko, 2016; Liashenko et al., 2022).

Наявність правильного сортового забезпечення дозволяє гречці адаптуватися до специфічних умов літньо-осінньої вегетації. Фотоперіодизм є ефективним механізмом підвищення адаптованості. Виникнення фотоперіодизму є вторинним (адаптивним) процесом в еволюційному аспекті, що дає більш точну реакцію на зміни сезону та умови географічного розташування. Фотоперіодизм, як і яровизація, є пристосувальним механізмом, який дозволяє рослинам зацвітати в певних, найбільш сприятливих умовах. Зміни культури в розвитку та рості є результатом цього механізму. (Sindarovska et al., 2014; Small, 2017; Liu et al., 2018; Temnikova et al., 2021).

Гречка є культурою, для якої вчені постійно шукають найкращі методи вирощування через вплив сортових особливостей на врожайність. Сортова реакція гречки показує тенденцію формування продуктивності в залежності від різних архітектонічних елементів і вказує на те, що технології вирощування повинні враховувати онтогенетичний розвиток рослин (Hunt et al., 2018; Dorohovych et al., 2018; Drub et al., 2021).

В агротехнічному комплексі вирощування гречки дуже важливим є правильне розміщення культури в сівозміні. Дуже часто цю культуру вважають менш вимогливою і розміщують після незадовільної попередньої культури, що призводить до низьких і нестабільних врожаїв. Той факт, що так відбувається в багатьох господарствах, вказує на те, що гречка також потребує хорошого попередника. Поряд з цим, необхідно враховувати й певні інші характеристики. (Dorohovych et al., 2018; Tryhub et al., 2022).

Дослідження, спрямовані на оптимізацію строків сівби, попередників і норм висіву різних сортів гречки, вказують на необхідність розробки сортових технологій для вирощування гречки, оскільки сорти демонструють значне варіювання генеративних органів, включаючи різні строки дозрівання, формування врожаю зерна в нижній частині куща та різну здатність до розгалуження. Це особливо важливі показники, що здатні зменшити негативний вплив на урожайність пов'язаний зі зміною клімату. (Jaroszewska et al., 2019; Sturza et al., 2020; Luthar et al., 2021; Liashenko et al., 2022).

Практичні дослідження показують, що створення посівів, що будуть продуктивними можливе лише за умови розумного використання засобів, щоб створити ідеальні умови для функціонування агрофітоценозів. Родючість ґрунту, яка залежить від інтенсивності життєдіяльності організмів у ньому, тісно пов'язана з отриманням сталих врожаїв сільськогосподарських культур (Yuzvenko et al., 2011; Stringer et al., 2013; Wefers & Bunzel, 2015).

Підвищення продуктивності рослин може бути досягнуто за рахунок удосконалення технологій вирощування, а також селекційних методів. Велика кількість наукових даних свідчить про те, що строки сівби та способи

сівби залежать і впливають на формування факторів продуктивності рослин гречки в умовах нестабільного вологозабезпечення та коливань температури повітря і ґрунту (Wronkowska et al., 2019; Liu et al., 2019; Liashenko et al., 2022).

У технологіях вирощування культурних рослин постійне удосконалення та оптимізація строків сівби та методів сівби підвищує врожайність. Це дозволяє сорту розкрити свій генетичний потенціал. Тим не менш, сортова реакція на використання вищезазначених технологій і їх поєднання залишається відкритим питанням у сучасних умовах інтенсифікації виробництва. Тому, створення технологічного супроводу із вдосконаленням попередньо вивчених сортових технологій на сьогодні є актуальним напрямком (Shi et al., 2021; Ninomiya et al., 2022).

В умовах сьогодення переглядаються основні принципи ведення сільського господарства. Альтернативні методи ведення сільського господарства, зокрема, можуть підвищити продуктивність посівів за рахунок поєднання в технологіях сортового потенціалу вирощування та розрахункових рівнів мінерального живлення з урахуванням ґрунтово-кліматичних характеристик. Таким чином, важливою проблемою є визначення найкращих способів отримання максимальної урожайності посівів гречки, зокрема, удосконалення існуючих технологій вирощування та впровадження нових ефективних агрозаходів з урахуванням гідротермічних умов регіону (Radchenko et al., 2018; Thakur et al., 2021; Xiao et al., 2022).

Сучасні сорти гречки, які відрізняються за морфотипом, мають різну зональну орієнтованість щодо агроєкологічних умов вирощування, різного ступеня стійкості до шкідників і інших факторів. Але, поряд з позитивними властивостями сортів, розробка агротехнічних особливостей їх вирощування недостатньо досліджена. Тому, системний підхід до комплексного вивчення основних елементів технології, а саме сортової реакції гречки на ефективність мінерального живлення та удобрювальних продуктів є актуальним (Kabanets & Strakholis, 2017; Tryhub et al., 2022).

Задля збільшення врожаю гречки, необхідно розробити конкурентоспроможну технологію вирощування. Ця технологія дозволить максимізувати генетичний потенціал сучасних сортів гречки. (Ikanović et al., 2013; Singh et al., 2019).

Урожай гречки можна забезпечити завдяки використанню науково обґрунтованих агротехнічних заходів, розроблених для конкретних агрокліматичних умов. Через подальші зміни клімату та зниження рівня вологозабезпеченості в важливі періоди розвитку культур необхідно шукати нові способи підвищення врожайності в відповідних умовах. (Ertugay et al., 2020; Luthar et al., 2021; Yao et al., 2023).

Гречка забезпечує високу віддачу мінеральних добрив, внесених безпосередньо під неї. Пояснюється це її здатністю засвоювати значну кількість поживних речовин на формування врожаю за порівняно короткий період вегетації. Засвоювальна здатність гречки перевершує багато інших польових рослин, за винятком люпину. Отже, рослини гречки накопичують багато мінеральних елементів протягом вегетативного періоду завдяки своїй кореневій активності (Suzuki et al., 2014; Temnikova et al., 2021; Thakur et al., 2021).

Підвищення продуктивності можна досягти не лише методами селекції, а й за рахунок удосконалення технології вирощування (Skrabanja & Kreft, 1998). Низка наукових даних свідчать про позитивний вплив різних науково-обґрунтованих систем живлення на формування елементів продуктивності рослин гречки (Zhang & Xu, 2017; Wronkowska et al., 2020).

У технологіях вирощування культурних рослин використання розрахункових доз добрив підвищує врожайність. Це дозволяє сорту розкрити свій генетичний потенціал (Southgate et al., 2017; Wu et al., 2021).

Однак в умовах інтенсифікації виробництва на сьогодні залишається невирішеним питання сортової реакції на застосування вищезазначених технологічних елементів та їх комбінацій. Тому, створення технологічного супроводу із вдосконаленням попередньо вивчених сортових технологій на

сьогодні є важливим напрямком наукових досліджень (Xu et al., 2019; Fan et al., 2020).

Значний приріст урожайності гречки забезпечує науково-обґрунтоване внесення добрив під цю культуру. Ефективність добрив для гречки залежить від багатьох факторів, основними з яких є родючість і вологозабезпеченість ґрунту, попередник і система удобрення, вид і форма добрива, а також строки і спосіб внесення добрив (Radchenko et al., 2018; Vetrani et al., 2019).

Якщо гречку висаджують після попередньої культури, яка була удобрена, і цю культуру удобрюють, її врожайність зростає на 50-60% порівняно з неудобреною фоновією культурою, тобто до 2,0-2,5 т/га. За даними Інституту сільського господарства Північного Сходу НААНУ (2016-2018 рр.) в умовах північно-східного Лісостепу України максимальна врожайність гречки в досліді з вивчення різних схем живлення становила 3,6 т/га, оптимальною дозою мінеральних добрив для детермінантних сортів гречки була $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, а для звичайних морфотипів - $N_{40-50}P_{20-30}K_{50-75}$ (Kabanets & Strakholis, 2017; Radchenko et al., 2018).

Тому основною вимогою для отримання повноцінного врожаю гречки є створення відповідного поживного фону шляхом внесення добрив при одночасному дотриманні інших елементів технології вирощування (Yeşil & Levent, 2022).

Внесення оптимальної кількості добрив під гречку та значне підвищення врожайності не призводить до залишкового накопичення важких металів вище гранично допустимих концентрацій (Wang et al., 2021b; Tryhub et al., 2022).

Для отримання повноцінного врожаю гречки необхідно науково обґрунтувати застосування агротехнічних заходів, розроблених для конкретних агрокліматичних умов. У зв'язку з подальшим прогресуванням кліматичних змін та зменшенням доступної вологи в критичні періоди росту культури, необхідно шукати нові методи підвищення врожайності в існуючих умовах (Kabanets & Strakholis, 2017; Tryhub et al., 2022).

Вирощування гречки має численні переваги для стійкості сільського господарства порівняно з іншими зерновими культурами, оскільки воно потребує низьких затрат і добре адаптоване до несприятливих умов.

Отже, нові підходи, безумовно, можуть бути корисними для виробництва гречки, однак, необхідні подальші дослідження для розробки нових сортів із бажаними характеристиками та без негативного впливу на інші продуктивні властивості. Важливим етапом перспективних досліджень визначено встановити агробіологічні особливості росту та розвитку рослин сортів гречки різного морфотипу в залежності від взаємодії досліджуваних елементів технології вирощування. Це сприятиме росту кількісних і якісних показників урожайності, валовому збору зерна та підвищенню стійкості землеробства.

Висновки до розділу 1:

1. У результаті дослідження виділено важливі аспекти сучасної селекційної роботи з гречки в Україні. Виявлено, що різниця в урожайності культури може бути значною через поліпшення технології вирощування, де вирішальним елементом є сорт. Дослідження також підтверджують постійний інтерес до вивчення генетичних особливостей культури гречки з метою підвищення врожайності та якості зерна. Співпраця з науковими установами та використання різних методів селекції дозволяють створювати нові сорти, які відповідають вимогам сучасного агропромислового сектору.

2. Дослідження строків сівби гречки посівної виявилися критичним аспектом для досягнення високих врожаїв як у Україні, так і в інших країнах світу. Рання сівба сприяє кращому розвитку рослин та формуванню врожаю з більш високим вмістом корисних речовин, як показує огляд літератури. Ретельне дослідження впливу строків сівби на якісні показники гречки є важливим для оптимізації агроєкосистем і підвищення продуктивності цієї цінної культури.

3. Одним із ключових факторів успішного вирощування гречки є вибір оптимальних методів сівби, які залежать від кліматичних умов, сортових особливостей та типу ґрунту. Дослідження у цій галузі відображають різні техніки сівби, спрямовані на оптимізацію процесу з метою збільшення врожайності та покращення якості продукції. В Україні було проведено значну кількість досліджень, що детально вивчали вплив різних методів сівби на різні сорти гречки. Тому, правильний вибір методу сівби гречки є ключовим для досягнення успішного вирощування цієї культури в різних агрокліматичних умовах.

4. Вивчення впливу попередників на продуктивність та морфологічні показники гречки посівної є надзвичайно важливим аспектом в агроєкосистемі. Гречка, як попередник, відзначається здатністю підвищувати якість ґрунту та знищувати бур'яни, забезпечуючи корисні умови для наступних культур. Відомо, що гречка є ефективним попередником для озимих зернових та інших культур завдяки своїм властивостям. Деякі дослідження підтверджують позитивний вплив певних попередників, таких як цукровий буряк або бобові трави, на врожайність та якість гречки. Проте, тема впливу попередників на гречку є недостатньо вивченою. Існує потреба у більш глибоких дослідженнях, щоб встановити оптимальний вибір попередників для досягнення максимальної продуктивності та якості гречки.

5. Результати багатьох досліджень вказують на різницю впливу мінеральних та органічних добрив на різні аспекти вирощування гречки в різних регіонах України. Вивчені фактори, такі як вид та доза добрив, ширина міжрядь, техніка внесення, впливають на врожайність, забур'яненість, якість зерна та інші показники вирощування гречки.

6. Тому, нові підходи до вирощування культури мають потенціал покращити її виробництво. Ключовим етапом у перспективних дослідженнях є визначення агробіологічних особливостей росту і розвитку рослин різних морфотипів гречки за умов взаємодії вивчених елементів технології

виросування. Це сприятиме підвищенню якісних і кількісних показників урожайності, загального збору зерна та зміцненню стійкості землеробства.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Аверчев, О. В., Йосипенко, І. В., & Нікітенко, М. П. (2023). Вплив строків сівби на продуктивність сортів гречки в умовах півдня України. *Аграрні інновації*, 22, 7–14. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.1>
2. Аверчев, О. В., Фесенко, Г. В., & Гончарський, І. Л. (2020). Вплив факторів зовнішнього середовища на розвиток гречки в повторних посівах півдня України. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Теоретичні та практичні аспекти соціально-економічних наукових досліджень”*, 163–167.
3. Бердін, С. І., Страхоліс, І. М., & Кліценко, Г. В. (2018). Сортова реакція гречки на способи та норми висіву. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 3(35), 64–67.
4. Білоножко, В. Я., & Полторецька, Н. М. (2017). Життєздатність та життєвість насіння гречки залежно від генетичного потенціалу сорту, умов формування та терміну зберігання. *Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали VI міжнар. наук. конф., м. Умань, 15 берез*, 39–44.
5. Бутенко, А. О., Протовень, В., Мельник, Ю., & Пушкар, Н. (2021). Продуктивність сортів гречки в залежності від строків та способів сівби. *InterConf*, 38.
6. Вільчинська, Л. А., Хоменко, Т. М., & Ночвіна, О. В. (2020). Economic and biological assessment of Tartary buckwheat variety ‘Kalyna’. *Plant varieties studying and protection*, 16(4). <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.4.2020.224050>
7. Гаврилянчик, Р. Ю., & Рарок, А. В. (2017). Особливості формування елементів продуктивності посівів гречки залежно від оптимізації параметрів сівби. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 27, 11–17.

8. Гораш, О., & Климишена, Р. (2018). Ефективність добору в селекції гречки. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*, 22(1), 96–100.
9. Григорів, Я. (2018). Гречана вервечка. *Зерно*. Київ, Новий друк, 10, 120–126.
10. Грищенко, Р. Є., & Любич, О. Г. (2012). Продуктивність сортів гречки за різних строків і способів сівби в північному Лісостепу. *Землеробство*, 84, 88–93.
11. Давиденко, Г. А. (2018). Формування врожайності гречки залежно від сортових особливостей і припосівного внесення різних видів добрив в умовах Конотопського району Сумської області. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 3(35), 30–35.
12. Дикий, О. (2022). Вплив норм мінеральних добрив на густоту, тривалість вегетації та продуктивність гречки в умовах Лісостепу Західного. *Bulletin of Lviv National Environmental University: Agronomy*, 26, 81–86. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.081>
13. Єфименко, Д. Я., Яшовський, І. В., Лактіонов, Б. І., & Френч, І. М. (1982). *Круп'яні культури*. 160.
14. Зінченко, О. І., Салатенко, В. Н., & Білоножко, М. А. (2001). Гречка. В *Рослинництво: Підручник* (с. 591).
15. Іванишин, В. В., Шувар, І. А., Центи́ло, Л. В., Колісник, Н. М., & Сендецький, В. М. (2016). Вирощування гречки у проміжних посівах. *Агробізнес сьогодні*.
16. Кабанець, В. М., Стахоліс, І. М., Бердін, С. І., & Оничко, В. І. (2017). Прояв ознак продуктивності вихідного матеріалу гречки залежно від регіону походження. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 2(33), 165–169.
17. Каражбей, П. П., & Заїка, Є. В. (2018). Успадкування ознаки маса зерна з рослини у гречки їстівної як елемента індексної селекції. *Збірник наукових*

- праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН, 2, 153–161.
18. Карпенко, В. П., Притуляк, Р. М., & Даценко, А. А. (2017). Продуктивність посівів гречки за дії біологічних препаратів. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, 90(1), 14–22.
 19. Копилов, Є. П., & Йовенко, А. С. (2016). Використання мікробних препаратів для підвищення урожайності гречки посівної. *Вісник аграрної науки*, 12, 25–28.
 20. Holodna, A. V., Lyubchich, O. H., Remez, G. G., Stolyar, O. O., & Lyubchich, O. Ya. (2023). Status and prospects of cultivation of niche crops in Ukraine. *Agriculture and plant sciences: theory and practice*, 1, 5–13. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.01.01>
 21. Оничко, В. І., Бердін, С. І., & Ткаченко, О. М. (2015). Вплив удобрення та норм висіву насіння на врожайність різних за морфотипом сортів гречки. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 3(29), 25–29.
 22. Орленко, Н. С., Гринів, С. М., Лікар, С. П., & Юшкевич, М. С. (2020). Identification of buckwheat varieties *Fagopyrum esculentum* Moench by morphological characters by applying the nearest neighbors algorithm. *Plant varieties studying and protection*, 16(2), 137–143. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209221>
 23. Осадчук, О. О., & Гаврилянчик, Р. Ю. (2017). Формування площі листової поверхні гречки звичайної у весняних і літніх посівах в умовах Лісостепу західного. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 27, 45–51.
 24. Пархуць, Б. (2018). Вплив рівня мінерального удобрення на продуктивність гречки в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*, 22(2), 137–140.

25. Полторецький, С. П. (2012). Вплив особливостей агротехніки на урожайність і якість зерна різних сортів гречки в умовах Правобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 55–59.
26. Прокопенко, О. М. (2022). 243. *Сільське господарство України: Статистичний збірник*. Держстат України. https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/S_gos_22.pdf
27. Радченко, М. В. (2016). Вплив удобрення на якісні показники зерна гречки. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 9, 38–41.
28. Радченко, М. В., Бутенко, А. О., & Глупак, З. І. (2018). Вплив системи удобрення та ефективність регулятора росту на продуктивність гречки в умовах північно-східного лісостепу України. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2, 89–94. http://dx.doi.org/10.15421/2018_314
29. Радченко, М. В., Васильченко, Ю. О., & Жирнова, А. Р. (2019). Удосконалення елементів технології вирощування гречки в умовах Лісостепової зони України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 3(25), 24–27.
30. Радченко, М. В., Дутченко, З. Я., & Глущенко, Л. Т. (2013). *Продуктивність гречки залежно від норм висіву та систем удобрення в умовах Північно-східного Лісостепу України*. 3(25), 164–167.
31. Рарок, А. В. (2015). Удосконалення технології вирощування гречки оптимізацією способів сівби. *Вісник аграрної науки*, 11, 73–75.
32. Рарок, А. В. (2017). Фотосинтетичний потенціал посівів гречки залежно від параметрів сівби. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 97, 113–118.
33. Рарок, А. В., Бурдига, В. М., & Коруняк О.П. (2016). Підвищення продуктивності посівів гречки шляхом оптимізації параметрів сівби. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 25, 57–64.
34. Рарок, А. В., Полторецька, Н. М., & Полторецький, С. П. (2017). Вплив способу сівби і норми висіву на врожайність зерна гречки в умовах Лісостепу

- західного. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, 90(1), 32–39.
35. Рарок, В. А. (2010). Індексний метод оцінки доборів рослин в селекції гречки. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*, 2, 55–58.
36. Степанченко, О. М. (2010). Польова схожість насіння гречки за різних строків сівби. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*, 18, 126–129.
37. Тригуб, О. В. (2016). *Формування та ведення колекції генетичних ресурсів рослин роду Гречки (Fagopyrum Mill.). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 45–49.
38. Тригуб, О. В., Куценко, О. М., Ляшенко, В. В., & Ногін, В. В. (2022). Важливість вирощування гречки як унікальної й екологічно орієнтованої культури. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1, 69–76. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.08>
39. Тригуб, О. В., & Ляшенко, В. В. (2017). Джерела господарських та селекційно-цінних ознак для селекції гречки звичайної (*Fagopyrum esculentum* Moench.). 1–2, 48–55.
40. Тригуб, О. В., Ляшенко, В. В., & Бараболя, О. В. (2018). Селекційна цінність екологічно віддалених зразків гречки національної колекції України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 3, 95–101. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.13>
41. Тригуб, О. В., Ляшенко, В. В., Куценко, О. М., Бараболя, О. В., Короткова, І. В., & Ляшенко, К. В. (2022). Визначення високопродуктивних сортів гречки в зоні південного лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 3, 73–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.09>
42. Троценко, В. І., & Кліщенко, А. В. (2017). Створення вихідного матеріалу гречки короткоденного екотипу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 182–187.

43. Троценко, В., & Кліценко, А. (2018). Оцінка міжсорткових гібридів гречки за ознаками короткоденності. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*, 22(1), 152–162.
44. Ульянченко, М. С. (2018а). Вибір оптимального строку і способу сівби гречки як один із факторів підвищення врожаю. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*, 294, 47–57.
45. Ульянченко, М. С. (2018b). Вплив строків сівби на продуктивність гречки. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2, 166–171.
46. Харченко, Ю. В., & Тригуб, О. В. (2018). Різноманіття вихідного матеріалу гречки та напрями його використання в селекції. *Генетичні ресурси рослин*, 22, 31–43.
47. Шляхтурова, С. П. (2014). Вплив способів сівби та мінеральних добрив на якість зерна гречки. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, 2, 67–71.
48. Яколюда, С. М. (2016). Формування посівів гречки залежно від строків і способів сівби в умовах Лісостепу Західного. *Зрошуване землеробство*, 66, 92–94.
49. Яструмська, А. А. (2021). *Гречка: Генетика, селекція і насінництво: Рекомендаційний показник літератури*. МНАУ.
50. Яценко, А. О., Полторецька, Н. М., & Кононенко, Л. М. (2020). Ефективність норм висіву гречки в поєднанні з різними способами її сівби. *«Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» Всеукраїнська науково-практична конференція 16 жовтня 2020 року*, 201–203.
51. Breslauer, R., Nalbandian, E., Reinman, T., Rezaey, M., Ganjyal, G. M., & Murphy, K. M. (2023). Buckwheat Production and Value-Added Processing: A Review of Potential Western Washington Cropping and Food System Applications. *Sustainability*, 15(20), 14758. <https://doi.org/10.3390/su152014758>

52. Chrungoo, N. K., & Chettry, U. (2021). Buckwheat: A critical approach towards assessment of its potential as a super crop. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding (The)*, 81(01), 1–23. <https://doi.org/10.31742/IJGPB.81.1.1>
53. Domingos, I. F. N., & Bilsborrow, P. E. (2021). The effect of variety and sowing date on the growth, development, yield and quality of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *European Journal of Agronomy*, 126, 126264. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126264>
54. Dykyi, O., Lykhochvor, V., & Bahay, T. (2022). Influence of Mineral Fertiliser and Foliar Dressing Rates on Buckwheat Yield. *Scientific Horizons*, 25(2), 47–54. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(2\).2022.47-54](https://doi.org/10.48077/scihor.25(2).2022.47-54)
55. Erol, S., Arslan, Ö., Aşık, B. B., & Budaklı Çarpıcı, E. (2022). The effects of different sowing times and harvest stages on forage yield and quality in buckwheat (*Fagopyrum esculentum moench*). *Turkish Journal Of Field Crops*, 27(1), 78–86. <https://doi.org/10.17557/tjfc.1071283>
56. Gao, L., Bai, W., Xia, M., Wan, C., Wang, M., Wang, P., Gao, X., & Gao, J. (2021). Diverse effects of nitrogen fertilizer on the structural, pasting, and thermal properties of common buckwheat starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 179, 542–549. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.03.045>
57. Gao, L., Van Bockstaele, F., Lewille, B., Haesaert, G., & Eeckhout, M. (2023). Characterization and comparative study on structural and physicochemical properties of buckwheat starch from 12 varieties. *Food Hydrocolloids*, 137, 108320. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108320>
58. Gao, L., Wang, H., Wan, C., Wang, P., Eeckhout, M., & Gao, J. (2023). Suitable nitrogen fertilizer application drives the endosperm development and starch synthesis to improve the physicochemical properties of common buckwheat grain. *International Journal of Biological Macromolecules*, 235, 123837. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123837>
59. Golijan-Pantović, J., Gordanić, S., Milinčić, D., Lekić, S., & Kostić, A. (2022). Influence of type of production on the contents of selected

nutrients/phytochemicals in buckwheat grains. *Acta Agriculturae Serbica*, 27(54), 107–113. <https://doi.org/10.5937/AASer2254107G>

60. Hara, T., Shima, T., Nagai, H., & Ohsawa, R. (2020). Genetic analysis of photoperiod sensitivity associated with difference in ecotype in common buckwheat. *Breeding Science*, 70(1), 101–111. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.19118>

61. Hassona, M. M., Abd El-Aal, H. A., Morsy, N. M., & Hussein, A. M. S. (2024). The Effect of Location, Cultivar, and Sowing Time on the Growth and Productivity of Buckwheat in Egypt. *Fagopyrum*, 41(1), 5–18. <https://doi.org/10.3986/fag0037>

62. Janovská, D., Jágr, M., Svoboda, P., Dvořáček, V., Meglič, V., & Hlásná Čepková, P. (2021). Breeding Buckwheat for Nutritional Quality in the Czech Republic. *Plants*, 10(7), 1262. <https://doi.org/10.3390/plants10071262>

63. Kabanets', V., Straholis, I., & Klitsenko, A. (2018). Selection of buckwheat varieties of different morphotype and their spread in Ukraine. *Visnyk agrarnoi nauky*, 96(11), 141–146. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-18>

64. Kalinová, J., & Dadáková, E. (2013). Influence of sowing date and stand density on rutin level in buckwheat. *Cereal Research Communications*, 41(2), 348–358. <https://doi.org/10.1556/CRC.2012.0039>

65. Karpenko, V. P., Mostoviak, I. I., Datsenko, A. A., Prytuliak, R. M., & Zabolotnyi, O. I. (2021). Вміст фотосинтетичних пігментів у листках гречки за дії біологічних препаратів. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 81(1–2), 83–89. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.1-2.11>

66. Katar, N., Katar, D., & Can, M. (2022). Farklı Azot Dozlarının Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'ın Verim ve Verim Öğelerine Etkisi. *Anadolu journal of agricultural sciences*. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1084723>

67. Loregian, M. V., Cargnelutti Filho, A., Neu, I. M. M., Bubans, V. E., Dumke, G. E., & Somavilla, F. M. (2024). Growth model for morphological traits of buckwheat cultivars at sowing times. *Revista ciência agronômica*, 55. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20240019>

68. Luthar, Z., Fabjan, P., & Mlinarič, K. (2021). Biotechnological Methods for Buckwheat Breeding. *Plants*, 10(8), 1547. <https://doi.org/10.3390/plants10081547>
69. Moisiienko, V. V., Tymoshchuk, T. M., & Panchyshyn, V. Z. (2023). Formation of buckwheat productivity depending on foliar feeding. *Agriculture and plant sciences: theory and practice*, 2, 63–72. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.02.07>
70. Pelech, L. V., & Onufriychuk, O. M. (2024). Influence of technological measures on buckwheat productivity. *Naukovi Dopovidi Nacìonal'nogo Unìversitetu Bioresursiv ì Prirodokoristuvannâ Ukraïni*, 2024(1/107). [https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.010](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.010)
71. Podolska, G. (2016). The Effect of Habitat Conditions and Agrotechnical Factors on the Nutritional Value of Buckwheat. B *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat* (c. 283–297). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803692-1.00022-5>
72. Romanovskaja, D., Razukas, A., & Asakaviciute, R. (2022). Influence of Morphostructural Elements for Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Productivity in Different Agricultural Systems. *Plants*, 11(18), 2382. <https://doi.org/10.3390/plants11182382>
73. Sobhani, M. R., Farnia, A., & Kenarsari, M. J. (2020). *Evaluation of Active Ingredient and Grain Yield of Buckwheat Affected by Sowing date, Planting Pattern and Nitrogen in Summer Cultivation*. 10(5).
74. Sokolovska, I. M., & Mashchenko, Yu. V. (2023). Biotechnological methods of buckwheat growing using different fertilizers. *Taurian Scientific Herald*, 130, 240–246. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.35>
75. Straholis, I. M., Berdin, S. I., Onychko, V. I., & Onychko, T. O. (2019). Sort reaction of buckwheat to complex application of biological preparations and fertilizers. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 1-2(35-36), 46–52. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.7>

76. Suzuki, T., Hara, T., Hara, T., & Katsu, K. (2020). Effect of storage temperature on occurrence of secondary dormancy in buckwheat seeds. *Seed Science and Technology*, 48(2), 257–267. <https://doi.org/10.15258/sst.2020.48.2.13>
77. Suzuki, T., Sekiguchi, Y., Hara, T., Katsu, K., & Matsuura, A. (2021). Development of self- pollinating breeding line with closed- flowering traits in buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Plant Breeding*, 140(4), 665–670. <https://doi.org/10.1111/pbr.12933>
78. Suzuki, T., Tsujimoto, K., Maruo, G., Hara, T., Katsu, K., Matsuura, A., Morishita, T., Hara, T., Ishiguro, K., & Otsuka, S. (2023). Development of semidwarf breeding line with shattering resistance and preharvest- sprouting resistant in buckwheat. *Plant Breeding*, 142(4), 527–536. <https://doi.org/10.1111/pbr.13101>
79. Talamini Junior, M. V., Dambros, P. H., Zanella, J. B., Severo, I. K., Soares, A. B., & Missio, R. L. (2023). *Buckwheat, alternative as second crop during the Summer and the Autumn in Southern Brazil: A crop review*. 54, e20230169. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20230169>
80. Tao, J., Wan, C., Leng, J., Dai, S., Wu, Y., Lei, X., Wang, J., Yang, Q., Wang, P., & Gao, J. (2023). Effects of biochar coupled with chemical and organic fertilizer application on physicochemical properties and in vitro digestibility of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 246, 125591. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125591>
81. Tkalich, I. D., Tkalich, Yu. I., Bochevar, O. V., SE Institute of Grain Crops of National Academy of Agrarian Sciences, Sydorenko, Yu. Ya., & Iliencko, O. V. (2019). Features of buckwheat growing in post-harvest crops. *The Scientific Journal Grain Crops*, 3(1), 68–76. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0062>
82. Trotsenko, V., Nesmachna, M., Zhatova, H., Kabanets, V., & Melnyk, A. (2020). *Study of buckwheat collection suitable for summer sowing*. 9(2), 339–346.
83. Tryhub, O., & Burdyga, V. (2017). *Preservation and Use of Local Cultivars of Buckwheat Ukraine National Collection*. 1, 461–465. <https://doi.org/CC BY->

NC-ND 4.0<http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.461-4654>
61

84. Tryhub, O. V., Bahan, A. V., Shakaliy, S. M., Barat, Yu. M., & Yurchenko, S. O. (2020). *Ecological plasticity of buckwheat varieties (Fagopyrum esculentum Moench.) Of different geographical origin according to productivity* [PDF]. 763.2Kb. <https://doi.org/10.15159/AR.20.214>

85. Vavrynovych, O., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Kachmar, O., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Dubytska, A., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Dubytskyi, O., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Shcherba, M., & Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS. (2020). Herbological condition of buckwheat crops in the range change. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, (70)-1, 49–62. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(70\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-1-4)

86. Vieites-Álvarez, Y., Reigosa, M. J., & Sánchez-Moreiras, A. M. (2024). A decade of advances in the study of buckwheat for organic farming and agroecology (2013-2023). *Frontiers in Plant Science*, 15, 1354672. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1354672>

87. Vilcāns, M., Volkova, J., & Gaile, Z. (2012). *Influence of sowing type, time and rate on the buckwheat yield forming elements*. 1, 7–12.

88. Vilchynska, L. A., & Gorash, A. S. (2019). Yielding and quality indicators of new buckwheat varieties Kamianchanka. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv*, 24, 49–52. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1077>

89. Vilchynska, L. A., Horodyska, O. P., & Diyanchuk, M. V. (2020). Buckwheat selection for resistance to extreme environmental factors. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv*, 27, 55–60. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v27.1302>

90. Wan, C., Gao, L., Wang, J., Lei, X., Tao, J., Feng, B., & Gao, J. (2023). Effects of nitrogen fertilizer on protein synthesis, accumulation, and physicochemical properties in common buckwheat. *The Crop Journal*, 11(3), 941–950. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.01.002>

91. Wan, C., Gao, S., Wang, J., Lei, X., Ge, J., Tao, J., Wang, Q., Dang, P., Wang, M., Yang, P., & Gao, J. (2023). Optimal planting density combined with phosphorus input promotes common buckwheat resource use efficiency and productivity to increase grain yield. *Agricultural Water Management*, 287, 108468. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108468>
92. Wan, C., Wang, J., Gao, L., Lei, X., Tao, J., Gao, X., Feng, B., & Gao, J. (2022). Proteomics characterization of the synthesis and accumulation of starch and amino acid driven by high-nitrogen fertilizer in common buckwheat. *Food Research International*, 162, 112067. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112067>
93. Wen, W., Li, Z., Shao, J., Tang, Y., Zhao, Z., Yang, J., Ding, M., Zhu, X., & Zhou, M. (2021). The Distribution and Sustainable Utilization of Buckwheat Resources under Climate Change in China. *Plants*, 10(10), 2081. <https://doi.org/10.3390/plants10102081>
94. Zaika, Y. V., Kozub, N. A., Sozinov, I. A., Bidnyk, G. Ya., & Karazhbey, P. P. (2019). Polymorphism of storage proteins of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) in groups of varieties with different flower color. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv*, 24, 92–97. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1085>
95. Zaika, Ye., Kozub, N., Sozinov, I., Bidnyk, G., & Karazhbey, P. (2019). Polymorphism of buckwheat seed storage proteins in cultivar groups, differing by their morphotype. *Agricultural Science and Practice*, 6(1), 10–17. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.01.010>
96. Aguiar, E. V., F. G. Santos, A. C. L. S. Centeno, Capriles, V. D. (2021) Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability. *Food Research International* (Ottawa, Ont.), 150 (Pt A), 110762. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110762.
97. Alenius, T., T. Mökkönen, Lahelma, A. (2013) Early farming in the Northern Boreal Zone: Reassessing the history of land use in Southeastern Finland

through high-resolution pollen analysis. *Geoarchaeology*, 28 (1), 1–24. doi: 10.1002/gea.21428.

98. Alonso-Miravalles, L., O'Mahony, J. A. (2018) Composition, protein profile and rheological properties of pseudocereal-based protein-rich ingredients. *Foods* (Basel, Switzerland), 7 (5), 73. doi: 10.3390/foods7050073.

99. Antoniewska, A., J., Rutkowska, M. M., Pineda, A. A. (2018) Antioxidative, nutritional and sensory properties of muffins with buckwheat flakes and amaranth flour blend partially substituting for wheat flour. *LWT*, 89, 217–23. doi: 10.1016/j.lwt.2017.10.039.

100. Appiani, M., N. S. Rabitti, C. Proserpio, E. Pagliarini, Laureati, M. (2021) Tartary buckwheat: A new plant-based ingredient to enrich corn-based gluten-free formulations. *Foods* (Basel, Switzerland), 10 (11), 2613. doi: 10.3390/foods10112613.

101. Arendt, E. K. (2022) Combining high-protein ingredients from pseudocereals and legumes for the development of fresh high-protein hybrid pasta: Enhanced nutritional profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102 (12), 5–10. doi: 10.1002/jsfa.11015.

102. Aubert, L., and Quinet, M. (2022) Comparison of heat and drought stress responses among twelve Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) varieties. *Plants*, 11 (11), 1517. doi: 10.3390/plants11111517.

103. Babu, S., G. S. Yadav, R. Singh, R. K. Avasthe, A. Das, K. P. Mohapatra, M. Tahashildar, K. Kumar, M. Prabha, Thoithoi Devi, M. (2018) Production technology and multifarious uses of buckwheat (*Fagopyrum* spp.): A review. *Indian Journal of Agronomy*, 63 (4), 415–27.

104. Bielski, S., R. Marks-Bielska, Wiśniewski, P. (2022) Investigation of energy and economic balance and GHG emissions in the production of different cultivars of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): A case study in Northeastern Poland. *Energies*, 16 (1), 17. doi: 10.3390/en16010017.

105. Bilgiçli, N., and İbanoğlu, Ş. (2015) Effect of pseudo cereal flours on some physical, chemical and sensory properties of bread. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (11), 7525–9. doi: 10.1007/s13197-015-1770-y.
106. Björkman, T., and Shail, J. W. (2013) Using a buckwheat cover crop for maximum weed suppression after early vegetables. *HortTechnology*, 23 (5), 575–80. doi: 10.21273/HORTTECH.23.5.575.
107. Błaszczak, W., D. Zielińska, H. Zieliński, D. Szawara-Nowak, Fornal, J. (2013) Antioxidant properties and rutin content of high pressure-treated raw and roasted buckwheat groats. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (1), 92–100. doi: 10.1007/s11947-011-0669-5.
108. Coțovanu, I., and Mironeasa, S. (2021) Buckwheat seeds: Impact of milling fractions and addition level on wheat bread dough rheology. *Applied Sciences*, 11 (4), 1731. doi: 10.3390/app11041731.
109. Deng, Y., J. Lim, G.-H. Lee, T. T. H. Nguyen, Y. Xiao, M. Piao, Kim, D. (2019) Brewing rutin-enriched lager beer with buckwheat malt as adjuncts. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29 (6), 877–86. doi: 10.4014/jmb.1904.04041.
110. Di Cairano, M., N. Condelli, F. Galgano, Caruso, M. C. (2022) Experimental gluten-free biscuits with underexploited flours versus commercial products: Preference pattern and sensory characterisation by Check All That Apply Questionnaire. *International Journal of Food Science & Technology*, 57 (4), 1936–44. doi: 10.1111/ijfs.15188.
111. Diowksz, A., and Sadowska, A. (2021) Impact of sourdough and transglutaminase on gluten-free buckwheat bread quality. *Food Bioscience*, 43, 101309. doi: 10.1016/j.fbio.2021.101309.
112. Domańska, J., D. Leszczyńska, Badora, A. (2021) The possibilities of using common buckwheat in phytoremediation of mineral and organic soils contaminated with Cd or Pb. *Agriculture*, 11 (6), 562. doi: 10.3390/agriculture11060562.
113. Domingos, I. F. N., and Bilsborrow, P. E. (2021) The effect of variety and sowing date on the growth, development, yield and quality of common

buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *European Journal of Agronomy*, 126, 126264. doi: 10.1016/j.eja.2021.126264.

114. Dorohovych, V., Hrytsevich, M., Isakova, N. (2018) Effect of gluten-free flour on sensory, physico-chemical, structural and mechanical properties of wafer batter and waffles. *Ukrainian Food Journal*, 7 (2), 253–63. doi: 10.24263/2304-974X-2018-7-2-8.

115. Drub, T. F., F. Garcia dos Santos, Ladeia Solera Centeno, A. C., Capriles, V. D. (2021) Sorghum, millet and pseudocereals as ingredients for gluten-free whole-grain yeast rolls. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23, 100293. doi: 10.1016/j.ijgfs.2020.100293.

116. Du, J., H. Li, J. Huang, H. Tao, A. Hassane Hamadou, D. An, Y. Qi, Xu, B. (2022) Insights into the reasons for lower digestibility of buckwheat-based foods: The structure-physical properties of starch aggregates. *Journal of Cereal Science*, 107, 103506. doi: 10.1016/j.jcs. 2022.103506.

117. Dzakhmisheva, I. S., and Khokonova, M. B. (2021) Functional properties of bucket granule. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 83 (3), 86–91. doi: 10.20914/ 2310-1202-2021-3-86-91.

118. Dziadek, K., Kopeć, A., Pastucha, E., Piątkowska, E., Leszczyńska, T., Pisulewska, E., Witkowicz, R., Francik, R. (2016) Basic chemical composition and bioactive compounds content in selected cultivars of buckwheat whole seeds, dehulled seeds and hulls. *Journal of Cereal Science*, 69, 1–8. doi: 10.1016/j.jcs.2016.02.004.

119. Ertugay, M. F., Yangılar, F., Çebi, K. (2020) Ice cream with organic kavalca (buckwheat) fibre: Microstructure, thermal, physicochemical and sensory properties. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 12 (3), 35–50. doi: 10.34302//crpjfst/2020.12.3.3.

120. Fan, Y., Ding, M-q, Zhang, K-x, Tang, Y., Fang, W., Yang, K-l, Zhang, Z-w, Cheng, J-p, Zhou, M-l. (2020) Overview and utilization of wild germplasm resources of the Genus *Fagopyrum* Mill. i China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 21 (6), 1395–406. doi: 10.13430/j.cnki. jpgr.20200317002.

121. Farooq, S., Rehman, R. U., Pirzadah, T. B., Malik, B., Dar, F. A., Tahir, I. (2016) Chapter twenty three - Cultivation, agronomic practices, and growth performance of buckwheat. In *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*, ed. M. Zhou, I. Kreft, S.-H. Woo, N. Chrungoo, and G. Wieslander, 299–319. USA: Academic Press.
122. Farzana, T., Fatema, J., Hossain, F. B., Afrin, S., Rahma, S. S. (2021) Quality improvement of cakes with buckwheat flour, and its comparison with local branded cakes. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 9 (2), 570–77. doi: 10.12944/CRNFSJ.9.2.20.
123. Gallo, M., and Montesano, D. 2023. Buckwheat: Properties, beneficial effects and technological applications. In *Sustainable food science - A comprehensive approach*, ed. P. Ferranti, 150–64. USA: Elsevier. doi: 10.12944/B978-0-12-823960-5.00008-1.
124. Gao, L., Xia, M., Wan, C., Jia, Y., Yang, L., Wang, M., Wang, P., Yang, Q., Yang, P., Gao, X.. (2021) Analysis of synthesis, accumulation and physicochemical properties of Tartary buckwheat starches affected by nitrogen fertilizer. *Carbohydrate Polymers*, 273, 118570. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118570.
125. Huda, M. N., Lu, S., Jahan, T., Ding, M., Jha, R., Zhang, K., Zhang, W., Georgiev, M. I., Park, S. U., Zhou, M. (2021) Treasure from garden: Bioactive compounds of buckwheat. *Food Chemistry*, 335, 127653. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127653.
126. Hunt, H. V., Shang X., Jones, M. K. (2018) Buckwheat: A crop from outside the major Chinese domestication centres? A review of the archaeobotanical, palynological and genetic evidence. *Vegetation History and Archaeobotany*, 27 (3), 493–506. doi: 10.1007/s00334-017-0649-4.
127. Hussain, A., and Kaul, R. (2018) Formulation and characterization of buckwheat-barley supplemented multigrain biscuits. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6 (3), 873–81. doi: 10.12944/ CRNFSJ.6.3.30.

128. Ikanović, J., Rakić, S., Popović, V., Janković, S., Glamočljaborde, K. (2013) Agro-ecological conditions and morpho-productive properties of buckwheat. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29 (3), 555–62.
129. Iqbal, S., Thanushree, M. P., Sudha, M. L., Crassina, K. (2021) Quality characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) based nutritious ready-to-eat extruded baked snack. *Journal of Food Science and Technology*, 58 (5), 2034–40. doi: 10.1007/s13197-020-04940-2.
130. Jaroszewska, A., Sobolewska, M., Podsiadło, C., and Stankowski, S. (2019) The effect of fertilization and effective microorganisms on buckwheat and millet. *Acta Agroph.*, 26(3), 15–28. <https://doi.org/10.31545/aagr/114016>
131. Jin, J., Okagu, O. D., Yagoub, A. E. A., Udenigwe, C. C. (2021) Effects of sonication on the in vitro digestibility and structural properties of buckwheat protein isolates. *Ultrasonics Sonochemistry*, 70, 105348. doi: 10.1016/j.ultsonch.2020.105348.
132. Joshi, D. C., Zhang, K., Wang, C., Chandora, R., Khurshid, M., Li, J., He, M., Georgiev, M. I., Zhou, M. (2020) Strategic enhancement of genetic gain for nutraceutical development in buckwheat: A genomics-driven perspective. *Biotechnology Advances*, 39, 107479. doi: 10.1016/j.biotechadv.2019.107479.
133. Kabanets, V. M., Strakholis, I. M. (2017) Ahrotekhnichni pryomy vyroshchuvannia krupianykh kultur dlia umov pivnichno–skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Agrotechnical methods of growing cereal crops for the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine]. Instytut silskoho hospodarstva Pivnichnoho Skhodu NAAN. Sad, 20. [in Ukranian]
134. Kalinová, J., Moudrý, J., Čurn, V. (2005) Yield formation in common buckwheat (*Fagopyrum Esculentum Moench*). *Acta Agronomica Hung.*, 53, 283–291. <https://doi: 10.1556/AAgr.53.2005.3.5>.
135. Krzyzanska, M., Hunt, H. V., Crema, E. R., Jones, M. K. (2022) Modelling the potential ecological niche of domesticated buckwheat in China: Archaeological evidence, environmental constraints and climate change.

Vegetation History and Archaeobotany, 31 (4), 331–45. doi: 10.1007/s00334-021-00856-9.

136. Liashenko, V. V., Sakhno, T. V., Tryhub, O. V., Semenov, A. O. (2022) Physiological reaction of plants of *Fagopyrum esculentum moench* buckwheat varieties under conditions of different hydropriming regimes in the early stages of ontogenesis. Scientific Progress & Innovations, 2 (2), 30–38. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.03>

137. Liu, F., He, C., Wang, L., Wang, M. (2018) Effect of milling method on the chemical composition and antioxidant capacity of Tartary buckwheat flour. International Journal of Food Science & Technology, 53 (11), 2457–64. doi: 10.1111/ijfs.13837.

138. Liu, Y., Cai, C., Yao, Y., Xu, B. (2019) Alteration of phenolic profiles and antioxidant capacities of common buckwheat and tartary buckwheat produced in China upon thermal processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99 (12), 5565–76. doi: 10.1002/jsfa.9825.

139. Long, Jiang-xue, Cheng, Hui-yan, Dai, Zhi-neng, Liu, Jian-fu. (2018) The Effect of Silicon Fertilizer on The Growth of Chives. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 192, 1–6.

140. Luthar, Z., Fabjan, P., Mlinarič, K. (2021) Biotechnological methods for buckwheat breeding. Plants (Basel), 10 (8), 1547. doi: 10.3390/plants10081547.

141. Luthar, Z., Germ, M., Likar, M., Golob, A., Vogel-Mikuš, K., Pongrac, P., Kušar, A., Pravst, I., Kreft, I. (2020) Breeding buckwheat for increased levels of rutin, quercetin and other bioactive compounds with potential antiviral effects. Plants (Basel), 9 (12), 1638. doi: 10.3390/plants9121638.

142. Mikami, T., Motonishi, S., Tsutsui, S. (2018) Production, uses and cultivars of common buckwheat in Japan: An overview. Acta Agriculturae Slovenica, 111 (2), 511–17. doi: 10.14720/aas.2018.111.2.23.

143. Morishita, T., Hara, T. (2020) Important agronomic characteristics of yielding ability in common buckwheat; ecotype and ecological differentiation,

preharvest sprouting resistance, shattering resistance, and lodging resistance. *Breeding Science*, 70 (1), 39–47. doi: 10.1270/jsbbs.19020.

144. Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A. S., Torres, D., Castanheira, I. (2016) Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chemistry*, 193, 55–61. doi: 10.1016/j.foodchem. 2014.11.043.

145. Motta, C., Castanheira, I., Gonzales, G. B., Delgado, I., Torres, D., Santos, M., Matos, A. S. (2019) Impact of cooking methods and malting on amino acids content in amaranth, buckwheat and quinoa. *Journal of Food Composition and Analysis*, 76, 58–65. doi: 10.1016/j.jfca.2018.10.001.

146. Nikitina, V. I., Vagner, V. V., Martynova, O. V. (2020) Dependence of the rutin content in buckwheat plants on the sowing method, variety and seeding rate. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 548, 052037. August 01, 2020. doi: 10.1088/1755-1315/548/5/052037.

147. Nikolic, O., Pavlovic, M., Dedic, D., Sabados, V. (2019) The influence of sow density on productivity and moisture in buckwheat grain (*Fagopyrum esculentum moench.*) in condition of stubble sowing and irrigation. *Agriculture and Forestry*, 65 (4), 193–202. doi: 10.17707/ AgricultForest.65.4.17.

148. Ninomiya, K., Ina, S., Hamada, A., Yamaguchi, Y., Akao, M., Shinmachi, F., Kumagai, H., Kumagai, H. (2018) Suppressive effect of the α -amylase inhibitor albumin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*) on postprandial hyperglycaemia. *Nutrients*, 10 (10), 1503. doi: 10.3390/nu10101503.

149. Ninomiya, K., Yamaguchi, Y., Shinmachi, F., Kumagai, H., Kumagai, H. (2022) Suppression of postprandial blood glucose elevation by buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) albumin hydrolysate and identification of the peptide responsible to the function. *Food Science and Human Wellness*, 11 (4), 992–8. doi: 10.1016/j.fshw.2022.03.026.

150. Norbäck, D., and Wieslander, G. (2021) A review on epidemiological and clinical studies on buckwheat allergy. *Plants (Basel)*, 10 (3), 607. doi: 10.3390/plants10030607.

151. Qin, P., Wang, Q., Shan, F., Hou, Z., Ren, G. (2010) Nutritional composition and flavonoids content of flour from different buckwheat cultivars. *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (5), 951–8. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02231.x.
152. Qiu, J., Liu, Y., Yue, Y., Qin, Y., Li, Z. (2016) Dietary tartary buckwheat intake attenuates insulin resistance and improves lipid profiles in patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Nutrition Research (New York, N.Y.)*, 36 (12), 1392–401. doi: 10.1016/j.nutres.2016.11.007.
153. Radchenko, M. V., Butenko, A. O., Hlupak, Z. I. (2018) The influence of the fertilization system and the effectiveness of the growth regulator on the productivity of buckwheat in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), . 89–94. DOI: 10.15421/2018.314.
154. Ratan, P., and Kothiyal, P. (2011) *Fagopyrum esculentum* Moench (common buckwheat) edible plant of Himalayas: A review. *Asian Journal of Pharmacy and Life Science*, 1 (4), 1–17.
155. Sakač, M., Pestorić, M., Mandić, A., Mišan, A., Nedeljković, N., Jambrec, D., Jovanov, P., Lazić, V., Pezo, L., Sedej, I. (2016) Shelf-life prediction of gluten-free rice-buckwheat cookies. *Journal of Cereal Science*, 69, 336–43. doi: 10.1016/j.jcs.2016.04.008.
156. Satoh, R., Jensen-Jarolim, E., Teshima, R. (2020) Understanding buckwheat allergies for the management of allergic reactions in humans and animals. *Breeding Science*, 70 (1), 85–92. doi: 10.1270/jsbbs.19051.
157. Selimović, A., Miličević, D., Selimović, A., Žuljević, S. O., Jašića, A., Vranac, A. (2017) Properties of crackers with buckwheat sourdough. *Acta Chimica Slovaca*, 10 (2), 152–8. doi: 10.1515/acs-2017-0025.
158. Shevchuk, V., Demchenko, O., Yuzvenko, L. (2011) Sensitivity evaluation within the collection *Fagopyrum tataricum* Gaertn of different ecological origin to the buckwheat burn virus. *Scientific Bulletin Uzhgorod University (Ser. Biology)*, 30, 161–3.

159. Shi, J., Tong, G., Yang, Q., Huang, M., Ye, H., Liu, Y., Wu, J., Zhang, J., Sun, X., Zhao, D. (2021) Characterization of key aroma compounds in Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) by means of sensory-directed flavor analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69 (38), 11361–71. doi: 10.1021/acs.jafc.1c03708.
160. Sindarovska, Y. R., Guzyk, O. I., Yuzvenko, L. V., Demchenko, O. A., Didenko, L. F., Grynevych, O. I., Spivak, M. Y. 2014. Ribonuclease activity of buckwheat plant (*Fagopyrum esculentum*) cultivars with different sensitivities to buckwheat burn virus. *The Ukrainian Biochemical Journal* 86 (3):33–40. doi: 10.15407/ubj86.03.033.
161. Singh, J. P., Kaur, A., Singh, B., Singh, N., Singh, B. (2019) Physicochemical evaluation of corn extrudates containing varying buckwheat flour levels prepared at various extrusion temperatures. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (4), 2205–12. doi: 10.1007/s13197-019-03703-y.
162. Singh, M., Malhotra, N., Sharma, K. (2020) Buckwheat (*Fagopyrum* sp.) genetic resources: What can they contribute towards nutritional security of changing world? *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67 (7), 1639–58. doi: 10.1007/s10722-020-00961-0.
163. Sinkovič, L., Deželak, M., Kopinč, R., Meglič, V. (2022) Macro/microelements, nutrients and bioactive components in common and Tartary buckwheat (*Fagopyrum spp.*) grain and stone-milling fractions. *LWT*, 161, 113422. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113422.
164. Skrabanja, V. and Kreft, I. (1998) Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats. An in vitro study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (5), 2020–3. doi: 10.1021/jf970756q.
165. Škrobot, D., Pezo, L., Tomić, J., Pestorić, M., Sakač, M., Mandić, A. (2022) Insights into sensory and hedonic perception of wholegrain buckwheat enriched pasta. *LWT*, 153, 112528. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112528.

166. Small, E. (2017) Buckwheat – the world’s most biodiversity-friendly crop? *Biodiversity*, 18, (2-3), 108–23. doi: 10.1080/14888386.2017.1332529.
167. Sobhani, M. R., Rahmikhdoev, G., Mazaheri, D., Majidian, M. (2014) Influence of different sowing date and planting pattern and N rate on buckwheat yield and its quality. *Australian Journal of Crop Science*, 8 (10), 1402–14.
168. Southgate, A. N. N., Scheuer, P. M., Martelli, M. F., Menegon, L., Francisco, A. (2017) Quality properties of a gluten-free bread with buckwheat. *Journal of Culinary Science & Technology*, 15 (4), 339–48. doi: 10.1080/15428052.2017.1289134.
169. Starowicz, M., Lelujka, E., Ciska, E., Lamparski, G., Sawicki, T., Wronkowska, M. (2020) The application of Lamiaceae Lindl. promotes aroma compounds formation, sensory properties, and antioxidant activity of oat and buckwheat-based cookies. *Molecules*, 25 (23), 5626. doi: 10.3390/molecules25235626.
170. Stringer, D. M., Taylor, C. G., Appah, P., Blewett, H., Zahradka, P. (2013) Consumption of buckwheat modulates the post-prandial response of selected gastrointestinal satiety hormones in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 62 (7), 1021–31. doi: 10.1016/j.metabol.2013.01.021.
171. Sturza, A., Păucean, A., Chiș, M. S., Mureșan, V., Vodnar, D. C., Man, S. M., Urcan, A. C., Rusu, I. E., Fostoc, G., Muste. S., (2020) Influence of buckwheat and buckwheat sprouts flours on the nutritional and textural parameters of wheat buns. *Applied Sciences*, 10 (22), 7969. doi: 10.3390/app10227969.
172. Sun, X., Li, W., Hu, Y., Zhou, X., Ji, M., Yu, D., Fujita, K., Tatsumi, E., Luan, G. (2018) Comparison of pregelatinization methods on physicochemical, functional and structural properties of tartary buckwheat flour and noodle quality. *Journal of Cereal Science*, 80, 63–71. doi: 10.1016/j.jcs.2018.01.016.
173. Sun, Y., Zhou, W., Huang, Y. (2020) Encapsulation of tartary buckwheat flavonoids and application to yoghurt. *Journal of Microencapsulation*, 37 (6), 445–56. doi: 10.1080/02652048.2020.1781943.

174. Suzuki, T., Morishita, T., Mukasa, Y., Takigawa, S., Yokota, S., Ishiguro, K., Noda, T. (2014) Breeding of 'Manten-Kirari', a non-bitter and trace-rutinosidase variety of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.). Breeding Science, 64 (4), 344–50. doi: 10.1270/jsbbs.64.344.
175. Syzdykova, G., Zhumakayev, A., Makhanova, S., Tleppayeva, A., Zhanbyrshina, N., Safronova, N., Seidalina, K. (2016) Study of optimal sowing date and rate of buckwheat in the semiarid zone of Northern Kazakhstan. Journal of Engineering and Applied Sciences, 11 (14), 2998–3003. doi: 10.3923/jeasci.2016.2998.3003.
176. Temnikova, O. E., Rudenko, E. Y., Senchenko, O. V., Ruzyanova, A. A. (2021) Technology of functional bread using buckwheat flour. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 640 (2), 022002. doi: 10.1088/1755-1315/640/2/022002.
177. Thakur, P., Kumar, K., Ahmed, N., Chauhan, D., Eain Hyder Rizvi, Q. U., Jan, S., Singh, T. P., Dhaliwal, H. S. (2021) Effect of soaking and germination treatments on nutritional, anti-nutritional, and bioactive properties of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.), quinoa (*Chenopodium quinoa* L.), and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.). Current Research in Food Science, 4, 917–25. doi: 10.1016/j.crfs.2021.11.019.
178. Torbica, A., Hadnađev, M., Dapčević, T. (2010) Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. Food Hydrocolloids, 24 (6-7), 626–32. doi: 10.1016/j.foodhyd.2010.03.004.
179. Trotsenko, V. I., Klitsenko, A. V. (2016) Adaptivnyi potentsial hrechky v umovakh pivnichno–skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Adaptive potential of buckwheat in the conditions of the north-eastern forest-steppe of Ukraine]. Visnyk Sumskoho NAU, seriia "Ahronomiia i biolohiia". Sumy, 9 (32), 192–196. [in Ukrainian]
180. Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., Nohin, V. V. (2022) Vazhlyvist vyroshchuvannia hrechky yak unikalnoi y ekolohichno oriietovanoi

kultury [The importance of growing buckwheat as a unique and ecologically oriented crop], *Scientific Progress & Innovations*, 1, 69–76 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.08>

181. Vetrani, C., Bozzetto, L., Giorgini, M., Cavagnuolo, L., Di Mattia, E., Cipriano, P., Mangione, A., Todisco, A., Inghilterra, G., Giacco, A. (2019) Fibre-enriched buckwheat pasta modifies blood glucose response compared to corn pasta in individuals with type 1 diabetes and celiac disease: Acute randomized controlled trial. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 149, 156–62. doi: 10.1016/j.diabres.2019.02.013.

182. Wang, G., Chen, Q., Yang, Y., Duan, Y., Yang, Y. (2022) Exchanges of economic plants along the land silk road. *BMC Plant Biology*, 22 (1), 619. doi: 10.1186/s12870-022-04022-9.

183. Wang, J., Wu, Y., Han, M., Lei, X., Leng, J., Yang, Q., Yang, P., Gao, J. (2023) Effect of environment and variety on the physicochemical properties of Tartary buckwheat starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103 (5), 2413–24. doi: 10.1002/jsfa.12446.

184. Wang, L., Wang, L., Wang, A., Qiu, J., Li, Z. (2021a) Effects of superheated steam on starch structure and physicochemical properties of buckwheat flour during storage. *Journal of Cereal Science*, 99, 103221. doi: 10.1016/j.jcs.2021.103221.

185. Wang, R., Li, M., Chen, S., Hui, Y., Tang, A., Wei, Y. (2019) Effects of flour dynamic viscosity on the quality properties of buckwheat noodles. *Carbohydrate Polymers*, 207, 815–23. doi: 10.1016/j.carbpol.2018.09.048.

186. Wang, R., Li, M., Wei, Y., Guo, B., Brennan, M., Brennan, C. S. (2021b) Quality differences between fresh and dried buckwheat noodles associated with water status and inner structure. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10 (1), 187. doi: 10.3390/foods10010187.

187. Wang, X., Fan, D., Zhang, T. (2017) Effects of hydrothermal processing on rutin retention and physicochemical properties of Tartary buckwheat enriched

dough and Chinese steamed bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 52 (10), 2180–90. doi: 10.1111/ijfs.13497.

188. Wang, Z., Zhang, Z., Zhao, Z., Wieslander, G., Norbäck, D., Kreft, I. (2004) Purification and characterization of a 24 kDa protein from tartary buckwheat seeds. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 68 (7), 1409–13. doi: 10.1271/bbb.68.1409.

189. Wefers, D., and Bunzel, M. (2015) Characterization of dietary fiber polysaccharides from dehulled common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) seeds. *Cereal Chemistry Journal*, 92 (6), 598–603. doi: 10.1094/CCHEM-03-15-0056-R.

190. Wronkowska, M., Jarmułowicz, A., Lamparski, G., Jeliński, T., Haros, C. M. (2020) Oat–buckwheat breads – technological quality, staling and sensory properties. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 59 (1), 33–41. <https://www.jstor.org/stable/27041754>.

191. Wronkowska, M., Zieliński, H., Sztatowicz, B., Ostaszyk, A., Lamparski, G., Majkowska, A. (2019) Effect of roasted buckwheat flour and hull enrichment on the sensory qualities, acceptance and safety of innovative mixed rye/wheat and wheat bakery products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43 (8), e14025. doi: 10.1111/jfpp.14025.

192. Wu, W., Li, Z., Qin, F., Qiu, J. (2021) Anti-diabetic effects of the soluble dietary fiber from tartary buckwheat bran in diabetic mice and their potential mechanisms. *Food and Nutrition Research*, 65, 4998. doi: 10.29219/fnr.v65.4998.

193. Wu, W., Wang, L., Qiu, J., Li, Z. (2018) The analysis of fagopyritols from tartary buckwheat and their anti-diabetic effects in KK-Ay type 2 diabetic mice and HepG2 cells. *Journal of Functional Foods*, 50, 137–46. doi: 10.1016/j.jff.2018.09.032.

194. Xiao, Y., Li, K., Zhang, H., Li, Y., Han, L., Liu, H., Wang, M. (2022) The profile of buckwheat tannins based on widely targeted metabolome analysis and pharmacokinetic study of ellagitannin metabolite urolithin A. *LWT*, 156, 113069. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113069.

195. Xu, Q., Wang, L., Li, W., Xing, Y., Zhang, P., Wang, Q., Li, H., Liu, H., Yang, H., Liu, X. (2019) Scented Tartary buckwheat tea: Aroma components and antioxidant activity. *Molecules*, 24 (23), 4368. doi: 10.3390/molecules24234368.
196. Yang, F., Yu, S-y, Wang, Y., Wang, R-f, Jing, F. (2014) Prospective induction of peripheral neuropathy by the use of Tartarian Buckwheat. *Journal of the Neurological Sciences*, 347 (1-2), 155–8. doi: 10.1016/j.jns.2014.09.037.
197. Yao, Y.-F., Song, X.-Y., Xie, G., Tang, Y.-N., Wortley, A. H., Qin, F., Blackmore, S., Li, C.-S., Wang, Y.-F. (2023) New insights into the origin of buckwheat cultivation in southwestern China from pollen data. *The New Phytologist*, 237 (6), 2467–77. doi: 10.1111/nph.18659.
198. Yeşil, S., and Levent, H. (2022) The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality. *LWT*, 160, 113301. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113301.
199. Yuzvenko, L. V., Lozova, O., Kvasko, O., Sindarovska, Y., Didenko, L. F., Spivak, N. Y., Shevchuk, V., Veisz, O. B. (2011) Properties of buckwheat burn virus. Paper read at Climate change: Challenges and opportunities in agriculture. AGRISAFE Final Conference, at Budapest, Hungary.
200. Zhang, H. W., Zhang, Y. H., Lu, M. J., Tong, W. J., Cao, G. W. (2007) Comparison of hypertension, dyslipidaemia and hyperglycaemia between buckwheat seed-consuming and non-consuming Mongolian-Chinese populations in Inner Mongolia, China. *Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology*, 34 (9), 838–44. doi: 10.1111/j.1440-1681.2007.04614.x.
201. Zhang, Q., and Xu, J.-G. (2017) Determining the geographical origin of common buckwheat from China by multivariate analysis based on mineral elements, amino acids and vitamins. *Scientific Reports*, 7 (1), 9696. doi: 10.1038/s41598-017-08808-y.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Оцінка кліматичних та ґрунтових умов дослідного поля

Експерименти проводились на території навчально-наукового виробничого центру (ННВЦ), що належить Сумському національному аграрному університету. Університет розташований у Північно-Східному Лісостепу України.

Задля вирощування гречки посівної у 2021-2023 рр. використовували поле, що захищене від вітрової ерозії завдяки тому, що воно оточене будинками та лісосмугами.

Поле має переважно рівнинний рельєф, однак, має певний нахил в сторону сходу, а також чітко виражена борозна, яке має ширину 2 м, яке проходить із південної сторони поля до північної. Тому, дослідна ділянка розташована таким чином, що дощові води можуть не значно накопичуватись у цій борозні, але взагалі не стікають з площини поля. На досліджуваній ділянці був визначений чорнозем типовий слабовилугований малогумусний середньсуглинковий на лесі.

Умови ґрунту наступні: вміст гумусу - 4,1%, pH_{H_2O} - 6,3, сума ввібраних основ - 31 мг-екв., вміст рухомих форм фосфору за Чиріковим – 12,2 мг/100 г ґрунту, обмінного калію за Чиріковим – 13,3 мг/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 11,2 мг/100 г. З вищенаведених даних можна зробити висновок про те, що вміст гумусу як для чорнозему типового на дослідному полі - доволі низький, а кислотність близька до нейтральної. Вміст легкогідролізованого азоту низька, вміст фосфору середній, а калію – високий.

Клімат Сумського району – вологий та континентальний, що відрізняється теплим літом та майже однаковою кількістю опадів з різні пори року. Вегетаційний період для більшості культур, що тут вирощуються має

тривати 197-204 дні. Сума ефективних температур (вище 5°C) зазвичай коливається в межах 2770 - 3070°C. Середня кількість опадів перебуває в межах 550 – 650 мм (Кравченко & Адаменко, 2012).

Кліматичні дані були отримані від Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України, що розташовується у с. Сад, в радіусі 5 кілометрів від дослідних ділянок.

Все ж таки фактичні показники погодних умов за роки досліджень дещо відрізняються від загальноприйнятої характеристики клімату. Зокрема, за вегетаційний період культури у 2021-2023 рр. відмічається, що середньомісячна температура повітря поступово зростала від березня до серпня.

У березні середня температура становила 1,6 °C, що є характерною ознакою ранньої весни. Опади були невеликими, приблизно 8,0 мм. Проте, з приходом квітня температура починала зростати, досягаючи середнього значення 8,8 °C.

Квітень відзначався значними опадами в середньому 75,3 мм. У травні продовжувалась тенденція зростання температури, вона досягала середнього значення 14,8 °C. Водночас, цей місяць також був вологим з опадами приблизно 34,7 мм. Червень був більш теплим з середньою температурою 20,6 °C, але відзначався і значними опадами - близько 109,3 мм.

Липень і серпень мали найвищі показники температур за 3 роки, з середніми значеннями 22,7 °C і 22,8 °C відповідно. Опади за цей період також залишалися достатньо високими - 56,3 мм у липні і 68,7 мм у серпні.

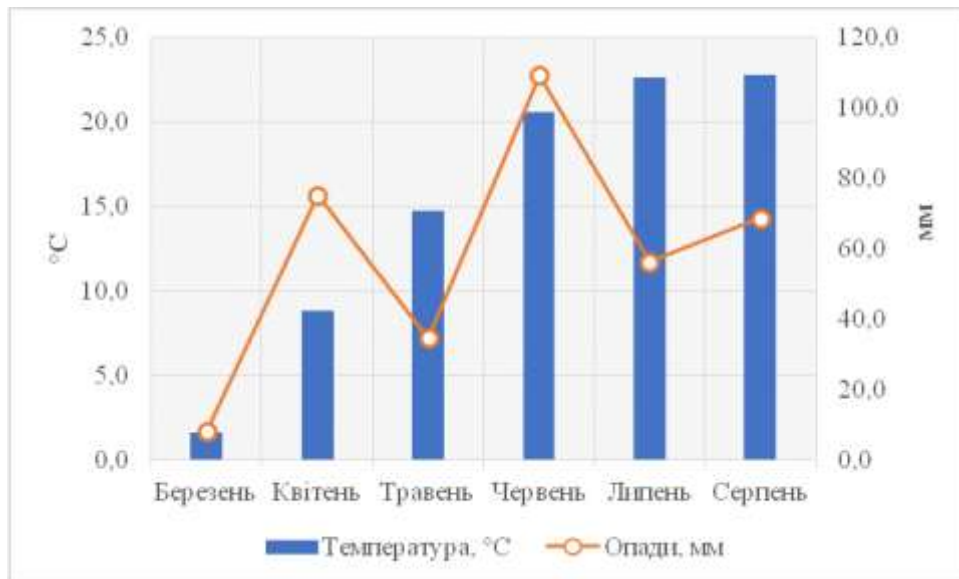


Рис. 2.1. Кліматична характеристика вегетаційного періоду гречки у 2021-2023 рр. (метеостанція с. Сад)

Однак, варто більш детально розглянути кожен вегетаційний період. У 2021 році середньодобова температура повітря піднялася вище 0°C 13 березня, що означає закінчення зимового періоду та початок весни (рис. 2.2). 13 березня середньодобова температура повітря піднялася в бік підвищення. Вперше середньодобова температура повітря перевищила $+5^{\circ}\text{C}$ 30 березня. Незважаючи на те, що на початку першого місяця весни ще були морози, в другій половині місяця стало значно тепліше, причому температура в основному залишалася вище нуля. У березні середня температура склала $0,7^{\circ}\text{C}$. Майже не було опадів; опади склали $1,0\text{ мм}$ —3% від багаторічного показнику в 38 мм .

На 2 квітня сніг зійшов повністю. У квітні температура почала зростати, але було дещо вітряно та ще відмічались нічні мінуси. Середньодобова температура повітря за цей місяць становила $8,3^{\circ}\text{C}$, що на $0,4^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічного значення $8,7^{\circ}\text{C}$. Опади становили $56,5\text{ мм}$, що становить 41 % вище від багаторічного показника 40 мм . Приморозки від мінус 5°C до 0°C спостерігалися лише на поверхні землі.

У травні спостерігалися коливання вологості та значні опади, але температура повітря залишалася помірно теплою. Помітного потепління не спостерігальось. В другій і третій декаді термометри показували майже доволі високі температури повітря. Добова середня температура повітря становила $15,5^{\circ}\text{C}$. Опадів випало 61,3 мм, що становить 13% вище від середньорічних 54 мм. У травні також спостерігалися приморозки силою від мінус 5°C до 0°C на поверхні землі. Днів з приморозками було чотири. На 10 травня 2021 року було зафіксовано останній приморозок на поверхні землі.

За весняний період сума активних температур повітря становила 569°C , а багаторічна температура становила 620°C . 5 травня відбувся стійкий перехід середньодобової температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення, що свідчить про початок літнього періоду. За літній період середньодобова температура повітря становила $22,4^{\circ}\text{C}$, що на $3,0^{\circ}\text{C}$ вище середньої багаторічної температури. Опадів випало 78,7 мм, що становить 39% від стандартної кількості у 200 мм.

За літній період середня добова температура повітря становила $22,9^{\circ}\text{C}$, що на $3,5^{\circ}\text{C}$ вище середньої багаторічної температури. При багаторічному показнику 200 мм опадів випало 168,6 мм, що становить 84 %.

У червні погода була спекотною. За місяць середня місячна температура повітря склала $21,4^{\circ}\text{C}$, що на $2,6^{\circ}\text{C}$ вище середньорічного показника $18,8^{\circ}\text{C}$. При багаторічному показнику 67 мм опадів випало 101,9 мм, що на 52 % вище.

У липні також було тепло, особливо в другій і третій декадах. За місяць середня річна температура повітря становила $25,1^{\circ}\text{C}$, а багаторічна – $20,2^{\circ}\text{C}$. 7,0 мм опадів – це 9% від багаторічного показника 76 мм.

У серпні середньодобова температура повітря становила $22,3^{\circ}\text{C}$, що перевищує багаторічну температуру $19,2^{\circ}\text{C}$. Опадів випало 59,7 мм, що перевищує багаторічну норму 57 мм.

За літню пору було 23 дні з опадами. За літній період загальна активна температура повітря перевищувала $+10^{\circ}\text{C}$, досягаючи 2114°C , тоді як багаторічна температура становила лише 1790°C .

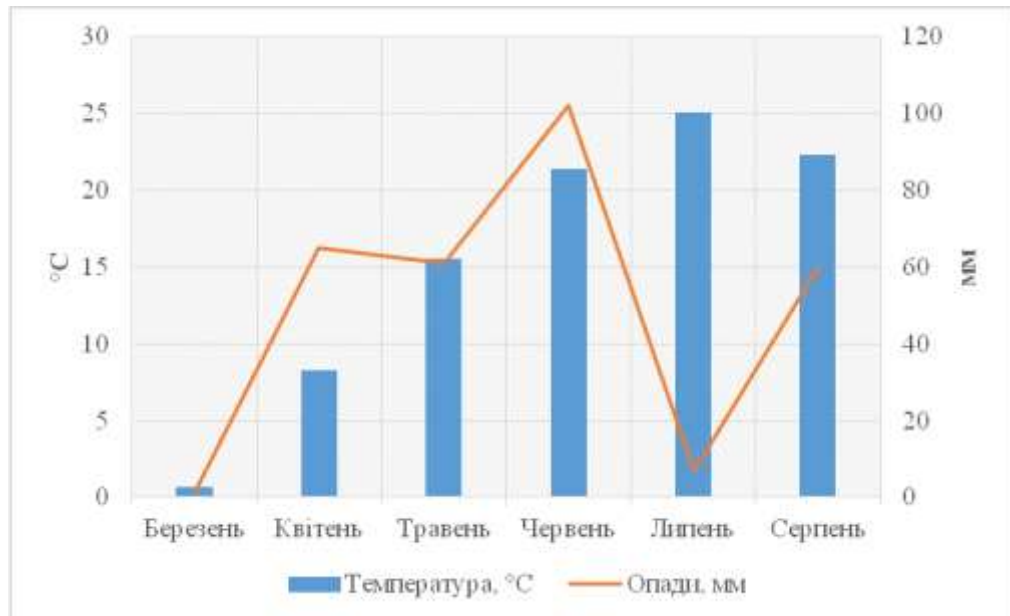


Рис. 2.2. Характеристики вегетаційного періоду гречки у 2021 р. (метеостанція с. Сад)

У 2022 році середньодобова температура повітря піднялася з нуля в бік підвищення 20 березня, що означає закінчення зимового періоду та початок весни, в цей же день сніг зійшов повністю (рис. 2.3). Хоча на початку першого місяця весни ще були морози, в другій половині місяця стало значно тепліше, причому температура в основному залишалася вище нуля. Наприкінці березня температура становила $0,5^{\circ}\text{C}$. Не було опадів, тому зниження порівняно із середньо-багаторічними значеннями становили на 11 мм, що склало лише 29% порівняно з багаторічним показником 38 мм.

Квітень був періодом підвищення температури. До середини місяця йшли сильні дощі, були грози та блискавки. Місяць почався з невеликих опадів та короткочасного похолодання. Поверхня землі залишалася холодною, було вітряно. Середньодобова температура повітря за цей місяць становила $8,3^{\circ}\text{C}$, що на $0,4^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічного значення $8,7^{\circ}\text{C}$. Опади становили 107

мм, що було на 167 % від багаторічного показника 40 мм. Приморозки від мінус 3°C до 0 °C відбулися на поверхні ґрунту.

Незважаючи на незначні опади в травні, погода була помірно теплою. Не було помітного потепління. Добова температура повітря становила плюс 13,3°C. Опади становили 26 мм до 48% від багаторічної кількості опадів 54 мм. У травні також спостерігалися приморозки силою від мінус 6°C до 0°C на поверхні землі. Дванадцять днів пройшли з приморозками. Останній приморозок, зафіксований на поверхні землі, стався він 18 травня і складав мінус 2°C.

У весняну пору року середня денна температура повітря становила плюс 7,4°C, що менше на 0,7°C, а багаторічна температура становила плюс 8,1°C. У порівнянні з річним показником 132 мм опадів випало 144 мм, що на 9% більше. За весняний період сума активних температур повітря становила 525°C, а багаторічна температура становила 620°C.

У літній період 2022 року були як традиційні спека та похолодання, так і сильні грози та пориви шквального вітру, а кількість дощів перевищила норму. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через +15°C у бік підвищення ознаменував початок літнього періоду 28 травня. За літній період середньодобова температура повітря становила плюс 21,9°C, що на 2,5°C вище середньої багаторічної температури. При багаторічному показнику 200 мм опадів випало 261 мм, що на 30 % більше.

Хоча погода була нестабільною, червень загалом був теплим. На початку місяця температура була низькою і майже не було опадів. З середини місяця часто були сонячні та ясні дні, але іноді були дощі та грози. Цього місяця найважча температура повітря становила 36°C. За місяць середньодобова температура повітря становила 21,0 °C, що на 2,2 °C вище багаторічного значення 18,8 °C. При багаторічному показнику 67 мм опадів випало 155 мм, що на 131 % більше.

У липні також було тепло та жарко. За місяць середньодобова температура повітря становила $21,3^{\circ}\text{C}$, при багаторічній $20,2^{\circ}\text{C}$. Оскільки опадів випало 82 мм , це лише на 8% вище від багаторічного показника 76 мм .

У серпні середньодобова температура повітря становила $23,3^{\circ}\text{C}$, що перевищує багаторічну температуру $19,2^{\circ}\text{C}$. Випало 24 мм опадів, що менше від багаторічної норми на 42% (57 мм).

За літню пору було двадцять два дні з опадами. За літній період загальна активна температура повітря вище $+10^{\circ}\text{C}$ становила -2015°C , а в багаторічному циклі -1790°C .

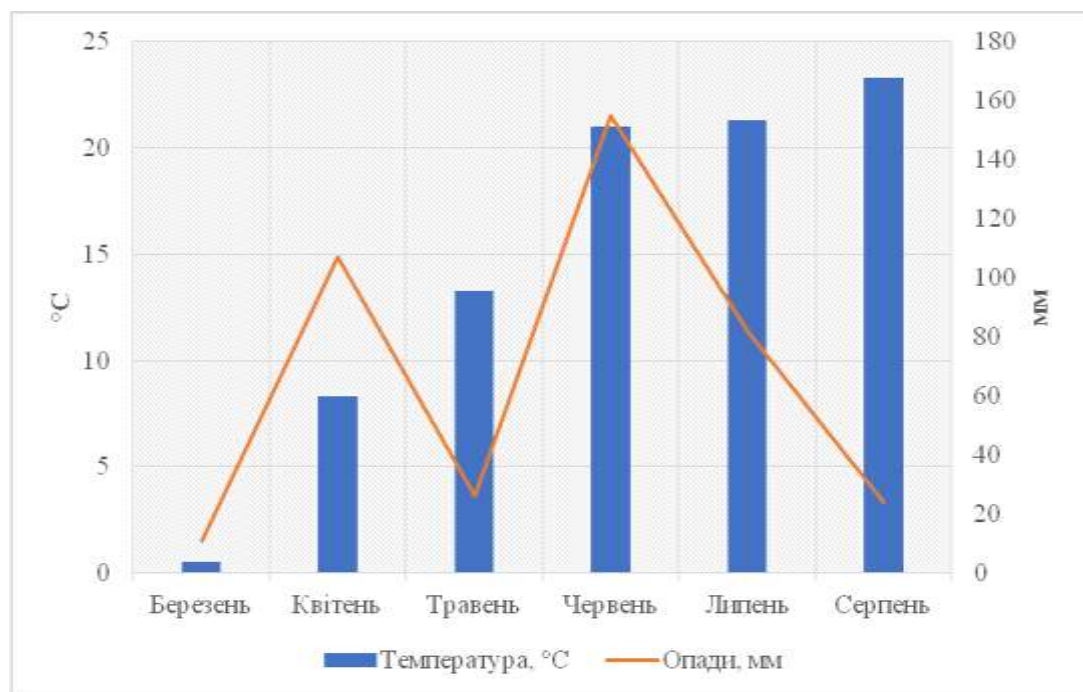


Рис. 2.3. Характеристики вегетаційного періоду гречки у 2022 р. (метеостанція с. Сад)

Останній рік польових досліджень відбувався весняно-літній сезон 2023 року (рис. 2.4). Сьомого березня середньодобова температура повітря піднялася в бік підвищення, що означає, що зимовий період закінчився, і почалась весна. Сніг зійшов повністю 14 березня. Середньодобова температура повітря вперше перевищила $+5^{\circ}\text{C}$ 21 березня. У перші дні весни температура залишалася плюсовою в денні години. Весна була рання, майже

суха і з періодичними заморозками. Не було стабільної погоди; зима нагадувала про себе, денні температури нижче нуля і нічні температури нижче нуля, а погода була досить прохолодною та хмарною. Але в другій половині місяця стало значно тепліше, більше сонячних днів і температура в основному залишалася плюсовою. Але термометри не показали аномальної температури. Таким чином, у березні температура становила 3,6°C. Незважаючи на те, що опадів майже не було, випало 12,3 мм, що становить 32 % від багаторічного показника 38 мм.

У квітні температура підвищилася. Однак цього року спостерігалась нестабільна погода з різкими коливаннями температур. Більшість днів небо було покрито хмарами, але під кінець місяця похмурі дні змінювалися сонячними днями. Квітень почався з невеликої кількості опадів і короткочасного похолодання, але до середини місяця воно почало посилюватися і йшли дощі. На поверхні ґрунту температура становила 0°C та відмічався вітер. Середньодобова температура повітря за цей місяць становила 9,8 °C, що на 1,1 °C вище багаторічного значення 8,7°C. Опадів було 53,8 мм, що вище на 35 % від середньорічного показника 40 мм.

Травень був дуже різноманітним. Температура коливалась від 7 до 20 °C. З середини місяця погода стабілізувалась і була теплою. Опадів майже не було; за місяць випало 17,4 мм, що становить лише 32% від середньої кількості 54 мм за багаторічними показниками. Добова середня температура повітря становила 15,5°C. У травні почалися приморозки від мінус 3°C до 0°C на поверхні землі. Днів з приморозками було сім. Останній приморозок, зафіксований на поверхні землі, стався 11 травня 2023 року при температурі мінус 3°C.

Весняний період мав середню денну температуру 9,6°C, що на 1,5°C вище багаторічної температури 8,1°C. При середньорічному рівні 132 мм опадів випало 83,5 мм – тобто лише 63%. За весняний період сума активних температур повітря становила 624°C при звичайній багаторічній температурі 620 °C.

Літо 2023 року було спекотним та посушливим, однак відмічались сильні грози та пориви вітру. Так, від 13 травня року почався стійкий перехід середньодобової температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення, ознаменуючи початок літнього періоду. За літній період середньодобова температура повітря становила $21,2^{\circ}\text{C}$, що на $1,8^{\circ}\text{C}$ вище середньої багаторічної температури. При багаторічному показнику 200 мм опадів випало на 36% більше, тобто 272,6 мм.

Весь червень був теплим, але погода була нестабільною. На початку місяця була висока температура і майже не було опадів. З середини місяця були дні, коли було сонячно, але іноді були дощі, зливи та грози. Цього місяця найнижча температура повітря становила $29,0^{\circ}\text{C}$. За місяць середня місячна температура повітря становила $19,3^{\circ}\text{C}$, що на $0,5^{\circ}\text{C}$ вище середньорічного показника $18,8^{\circ}\text{C}$. При багаторічному показнику 67 мм опадів випало 70,5 мм, що на 5 % вище.

Липень також був досить теплим і жарким. За місяць середньодобова температура повітря становила $21,6^{\circ}\text{C}$, при багаторічній $20,2^{\circ}\text{C}$. У середньому випало 80,2 мм опадів, що знову вище на 5 % від багаторічного показника 76 мм.

У серпні середня річна температура повітря становила $22,8^{\circ}\text{C}$. Випало 122 мм опадів, що на 114% вище від багаторічної норми 57 мм. За літню пору було всього 24 дні, коли відбувалися опади.

За літній період загальна сума активних температур повітря вище $+10^{\circ}\text{C}$ становила - 1957°C , а в багаторічному циклі - 1790°C .

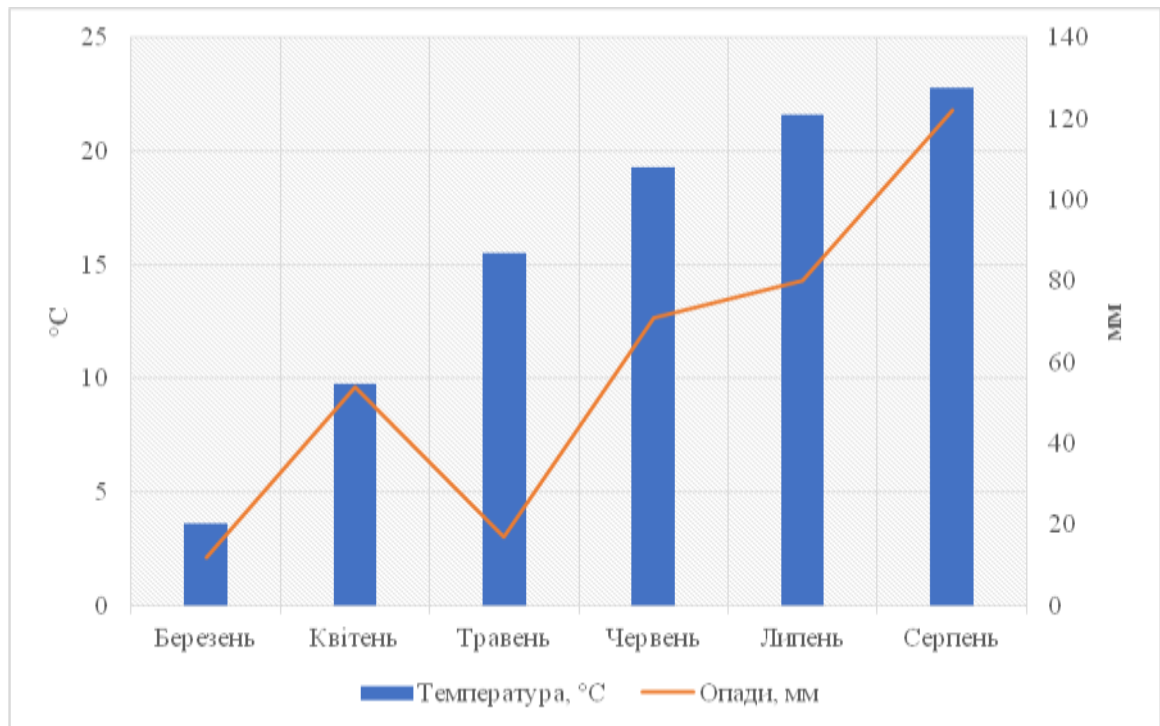


Рис. 2.4. Характеристики вегетаційного періоду гречки у 2023 р. (метеостанція с. Сад)

У цілому ж погодні умови у вегетаційні періоди рослин гречки (травень-серпень) у 2021-2023 роках проведення досліджень мали істотні відмінності порівнюючи, як до середньо-багаторічних значень, так і між собою (рис. 2.5).

Таким чином вегетаційний період рослин гречки у 2021 році був найменш сприятливим для вирощування культури серед інших років проведення досліджень і значно відрізнявся від середніх багаторічних показників.

Так, сума активних температур становила 2570°C, що на 324°C, або 14,4 %, більше за середні багаторічні значення на фоні меншого вологозабезпечення рослин на 23,7 мм, або 9,3 % відповідно.

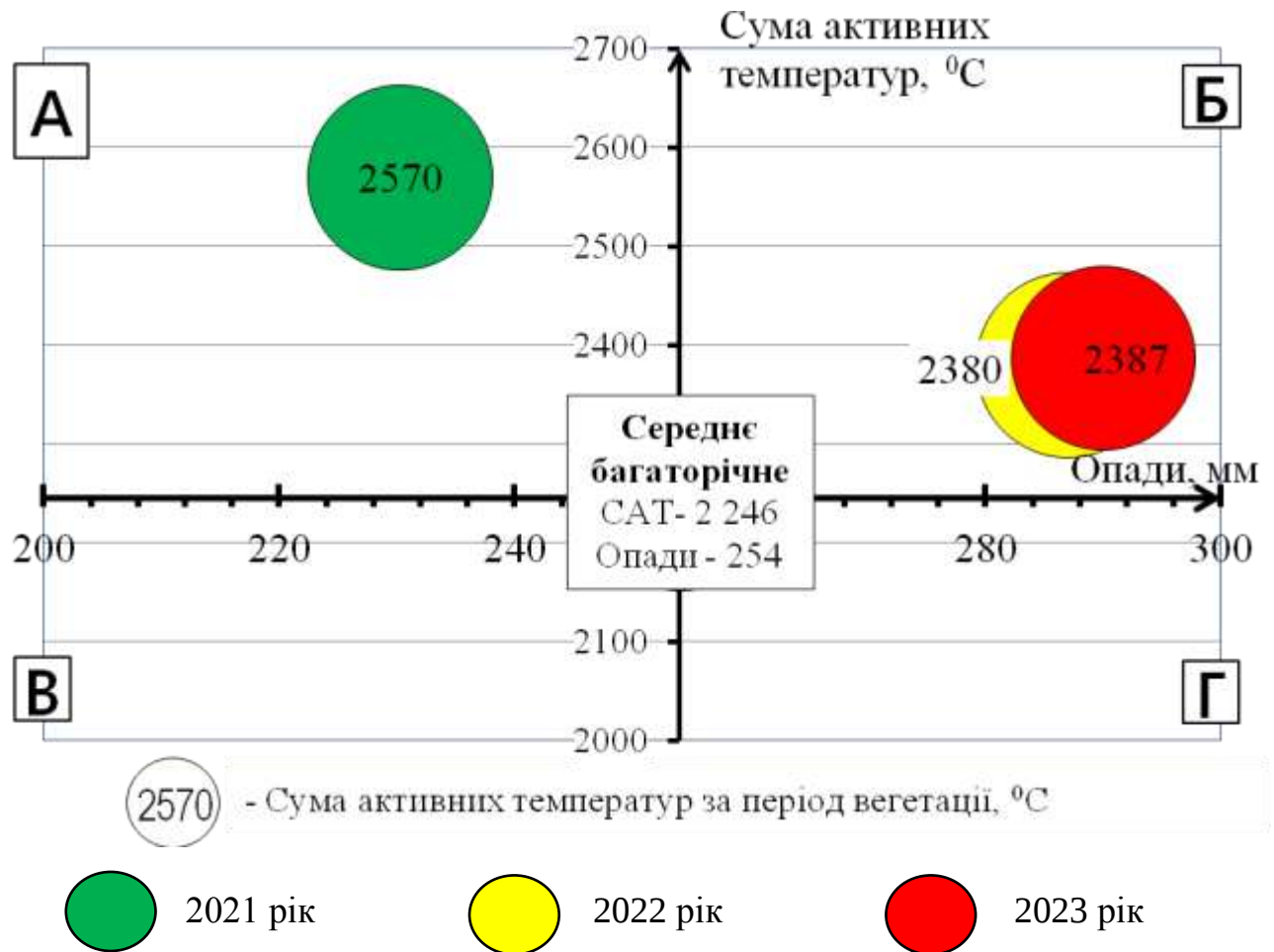


Рис. 2.5. Сума активних температур ($>10^{\circ}\text{C}$) та кількість опадів вегетаційного періоду гречки (травень-серпень) порівняно до середніх багаторічних значень (метеостанція с. Сад, 2021 – 2023 рр.) Умови: А – більш теплі та сухі; Б – більш теплі та вологі; В – прохолодні та сухі; Г – прохолодні та вологі.

Таким чином цвітіння гречки проходило в умовах підвищених температур повітря поряд із серйозним дефіцитом вологи, що є надзвичайно не бажаним. Так, за липень випало усього 7 мм опадів або 9,2 % норми, а середньодобова температура повітря була на $4,9^{\circ}\text{C}$ більше від норми.

Погодні умови вегетаційного періоду 2022 року були близькими до оптимальних, що дозволило рослинам найкраще реалізувати генетичний потенціал за роки дослідження. Так, середня температура повітря за вегетаційний період була на рівні $+19,8^{\circ}\text{C}$ тепла, що на $1,3^{\circ}\text{C}$ вище за

середню багаторічну. Опадів випало більше на 33,0 мм, або 13,0 % від середньобагаторічних показників. САТ > +10 °С була на рівні 2380,1 °С, а ГТК мав показник 1,2.

Вегетаційний період рослин гречки у 2023 році був подібним до 2022 року. Так, середня температура повітря склала +19,8 °С тепла, що на 1,3 °С вище, а опадів випало на 36,0 мм або 14,2 % більше від середньобагаторічних показників. САТ > +10 °С була на рівні 2387 °С, а ГТК мав показник 1,2.

Таким чином погодні умови вегетаційного періоду рослин гречки у роки проведення досліджень за ступенем відхилення від середніх багаторічних мали істотні відмінності і характеризувалися як: рік з вищою сумою температур та меншою кількістю опадів – 2021; роки з вищою сумою температур та більшою кількістю опадів – 2022 та 2023.

2.2. Характеристика досліджуваних сортів гречки посівної та добрив

Задля проведення досліджень було обрано два сорти гречки, що були створені Інститутом сільського господарства Північного Сходу НААН України.

Перший з них Слобожанка виведений методом індивідуально-сімейного відбору із селекційного матеріалу диплоїдної гречки на продуктивність (озерненість, маса 1000 зерен) із популяцій сортів Астра і Колективна. Різновидність алята.

Сорт середньостиглий, морфотип звичайний, тривалість вегетаційного періоду 80-85 днів. Рослини досягають висоти 100-110 см. Сорт добре облистяний, гіллястий. Суцвіття формується щитком (більше трьох китиць), зонтиком. Листки середні, квітки білого, зрідка блідо-рожевого кольору. Плоди середнього розміру, їх колір від світло-коричневого до темно-коричневого. Маса 1000 насінин - 28,6 г, плівчастість - 19-20%, натура зерна - 630-640 г/л, вирівняність зерна - 85-90%, вихід крупи - 75%, вміст білку - 15-

16%. Стійкий до осипання, посухостійкість підвищена. Норма висіву 3,5-4,0 млн. схожих насінин на один гектар (при рядковому способі сівби), при широкорядному 2,0-2,5.

Під час випробування в Сумській області сорт показав врожайність 25-28 ц/га, що на 2,0-3,0 ц/га вище, ніж у національного стандарту, Україна.

До Державного реєстру сортів рослин України сорт занесений з 2004 року. Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу та Поліссі (Волкодав, 2004; Кабанець et al., 2017).

Наступний сорт Ярославна – виведений методом індивідуально-сімейного відбору на продуктивність, озерненість, дружність дозрівання з детермінантної гібридної популяції, одержаної із сортів Іванна і Тріумф, а також номерів колекції ВІРа: К-4187, К-4315. Різновидність алята.

Сорт середньостиглий, морфотип детермінантний, довжина вегетаційного періоду 85-90 днів. Висота рослин 90-95 см. Рослини цього сорту добре облистяні, гіллясті. Суцвіття формується китицею, переважно одиночною, зустрічаються суцвіття зібрані в рихлий щиток (з трьох і більше китиць). Листки широкі, середньої товщини, квітки білі, зрідка блідо-рожеві. Плоди великі, крилаті, від світло-коричневих до темно-коричневих. Маса 1000 зерен – 29-30 г, плівчастість – 19-20%, натура зерна 630-640 г/л, вирівняність зерна 85-90%, вихід крупи – 75%, вміст білку – 15-16%. Стійкий до осипання, посухостійкість підвищена. Норма висіву – 3,0-3,5 млн. схожих зерен на гектар при рядковому способі сівби, при широкорядному - 2,2 – 2,5. Урожайність зерна в середньому становила 20-25 ц/га за період випробування, що на 2-3 ц/га вище, ніж у національного стандартного сорту Крупинка. Генетичний потенціал цього сорту значно вищий. Сорт занесений до Реєстру сортів рослин України з 2010 року. Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу та Поліссі (Хаджиматов, 2017; Кабанець et al., 2017).

Аміачна селітра також відома як нітрат амонію або амонійна селітра, NH_4NO_3 , містить 34% азоту. Гранули кулеподібної форми, білі з жовтуватим

або червонуватим відтінком, розміром від 1 до 4 міліметрів і легко розчиняються як у воді, так і в аміачній воді. Аміачна селітра містить амонійний азот, який менш рухливий, і нітратний азот, який швидко розчиняється. Хоча добриво є фізіологічно кислим, його вплив на ґрунт підкислює мало. Нітрат амонію дуже злежується через високу розчинність у воді, високий температурний коефіцієнт розчинності, гігроскопічність і поліморфні перетворення. Це робить його застосування складним.

Нітроамофоска має формулу $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{KCl}$. Відноситься до нітроаммофосфатів, який складається з трьох діючих речовин: азоту, фосфору та калію.

Коли добрива містять легкодоступні сполуки, азот і калій швидко засвоюються рослинами. Фосфор у трьох видах: амонійфосфат, дикальційфосфат і монокальційфосфат доступний для рослин. Хлористий калій або сульфат калію служать калійним компонентом. Марки добрива визначають масову частку мікроелементів і вміст води. При цьому крихкість повинна завжди бути повністю відповідною.

Хоча добриво не містить жодних токсичних або вибухонебезпечних речовин, воно все одно належить до категорії важко горючих речовин. Не містить баласту, нітроамофоска легко розчиняється у воді. Вона може містити більше 55% поживних речовин.

Карбамід $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – містить 46% азоту. Добриво представлене кулястими напівпрозорими гранулами, негігроскопічне, не злежується, розчинне в воді. Через кореневу систему азот в амідній формі поглинається досить мало проте стає доступним після гідролітичних перетворень, що відбуваються в ґрунті під дією ферменту уреазі за оптимальних умов зволоження і температури.

Суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ це одне із найбільш поширених фосфорних добрив. За зовнішніми ознаками суперфосфат – це гранули розміром від 1 до 4 мм темно-сірого кольору, або світло-сірого кольору, добриво містить 19 – 22 % P_2O_5 .

Сульфат калію K_2SO_4 - концентроване калійне добриво, що містить 50% калію, 18% сірки, 3% магнію та 0,4% кальцію. Це кристалічний порошок, який виглядає білим чи сіруватим. Основними властивостями сульфату калію є те, що він не злежується при довгому зберіганні, а також не містить хлору.

2.3. Схема досліду та методи проведення експериментальних досліджень

Польові дослідження проводилися на території ННВЦ СНАУ. Мета полягала в тому, щоб з'ясувати, як рослини гречки посівної реагують на попередників, строки і способи сівби та удобрення. Дослідження проводилося відповідно до методологічних рекомендацій, розроблених вченими Єщенко В. О. et al. (2005) та включало планування, розміщення та виконання.

Згідно з установленою схемою, польові досліді були здійснені протягом 2021–2023 років з метою досягнення поставлених цілей і виконання визначених завдань (рис. 2.6).

Фактор А (сорт)	1. Слобожанка (індетермінантний); 2. Ярославна (детермінантний).
Фактор В (строки сівби)	1. Ранній (І декада травня); 2. Оптимальний (ІІІ декада травня).
Фактор С (способи сівби)	1. Суцільний (рядковий); 2. Широкорядний.
Фактор D (попередники)	1. Озиме жито; 2. Однорічні трави.
Фактор Е (удобрення)	1. Без добрив (контроль); 2. Половинна доза $N_{22}P_{22}K_{22}$ – під основний обробіток ґрунту; 3. Рекомендована доза $N_{45}P_{45}K_{45}$ - під

	основний обробіток ґрунту; 4. Доза добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$ – під основний обробіток ґрунту + N_{15} (в IX фазі органогенезу); 5. Розрахункова доза добрив для отримання зерна гречки 2,5 т/га – $N_{50}P_{30}K_{70}$ – під основний обробіток ґрунту.
--	---

Рис. 2.6. Схема проведення досліджень у 2021-2023 рр.

Задля встановлення ефективності того чи іншого фактору дослідую проводили визначення польової схожості рослин та обліковували відсоток виживання рослин у передзбиральний період.

Не менш важливим у дослідженні було визначення структури врожаю, натури зерна, маси 1000 насінин, сухої речовини у зерні та соломі, урожайності та якості зерна гречки.

Методи дослідження:

- польові - це загальноприйняті методи визначення особливостей формування продуктивності та урожайності сучасних сортів гречки;
- математично-статистичні - це перевірка достовірності отриманих результатів;
- розрахункові - це оцінка економічної ефективності елементів технології вирощування гречки.

Дослідження проводилося відповідно до існуючих процедур дослідження, а саме:

- закладка польового дослідю та його розміщення в польових умовах відбувалось відповідно до загальноприйнятих процедур (Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур, 2001).
- фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, визначення біометричних показників, аналіз структури врожаю проводили

згідно методики Українського інституту експертизи сортів рослин (Ткачик, 2016).

- Натуру зерна визначали відповідно до ДСТУ 10840:2019 «Зерно. Метод визначення натури».
- Визначення показників якості зерна інфрачервоним методом виконували відповідно до ДСТУ 4117:2007 за допомогою приладу SupNIR-270.
- Обробку та аналіз даних проводили за допомогою програми Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA) та MS Excel.

Повторність досліджу триразова. Площа посівної ділянки 30 м², облікової - 25 м². Метод вирощування, який був використаний, є типовим для північно-східного Лісостепу України.

Висновки до розділу 2

1. Умови дослідження були типовими для північно-східного Лісостепу України та підходять для вирощування гречки посівної.
2. Впродовж трьох років дослідження кліматичні умови були досить мінливими, що дало можливість зрозуміти вплив різних методів та термінів сівби.
3. Матеріали та методи, використані в лабораторних і польових дослідженнях, повністю відповідають меті дисертації.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Кравченко, З. П., & Адаменко, Т. І. (2012). Агрокліматичний довідник по Сумській області. Довідкове видання. Кам'янець-Подільський: Друкарня Рута, 176.
2. Волкодав В.В. (2004). Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюлетень. К.: Алефа, 1(1), 128.
3. Хаджиматов В.А. (2009). Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюлетень. К.: Алефа, 1(1), 135.

4. Єщенко, В. О., Копитко, П. Г., Опришко, В. П., Костогриз, П. В. (2005). Основи наукових досліджень в агрономії: підручник за ред. Єщенко, В. О. Київ: Дія, 226-229.
5. Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур. (2001). Чабани: ННЦ «Інститут землеробства» НААН, 22.
6. Ткачик С. О. (2016). Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 82.
7. Кабанець В.М, Страхоліс І.М., Семененко Я.Ю., Кліценко А.В. (2017). Агротехнічні прийоми вирощування круп'яних культур для умов північно - східного Лісостепу України. Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН, 20.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ СТРОКІВ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ ЗА РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ

3.1. Вплив елементів технології вирощування на польову схожість та виживання рослин

Гречка є основною зерновою культурою в Україні, але її врожайність є доволі низькою. В останні роки були переглянуті основні принципи ведення сільського господарства. Увагу було зосереджено на розробці наукової бази для сталого та відновлювального, а також агротехнологічно збалансованого сільського господарства.

Альтернативні методи землеробства особливо важливі для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур шляхом оптимізації елементів сортової агротехніки при вирощуванні, таких як час сівби та способи сівби. Тому розробка методів створення оптимальних умов для отримання максимально можливих врожаїв гречки є актуальним завданням, особливо з урахуванням гідротермічних умов регіону, удосконалення існуючих технологій вирощування та впровадження нових, ефективних агротехнічних засобів.

Практика показує, що прибуткове рослинництво можливе лише за умови раціонального використання засобів створення оптимальних умов для функціонування агроєкосистем. Досягнення стійких врожаїв сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з родючістю ґрунту, яка залежить від інтенсивності біологічних процесів життєдіяльності в ґрунті (Кабанець, & Страхоліс, 2017; Тригуб et al., 2022; Sangma, & Chrungoo, 2010).

Підвищення продуктивності рослин може бути досягнуто за рахунок удосконалення технологій вирощування, а також селекційних методів. Велика кількість наукових даних свідчить про те, що строки сівби та способи сівби залежать і впливають на формування факторів продуктивності рослин

гречки в умовах нестабільного вологозабезпечення та коливань температури повітря і ґрунту (Тригуб et al., 2022; Радченко et al., 2018).

Постійне вдосконалення та оптимізація строків і способів сівби в технологіях вирощування може сприяти підвищенню врожайності. Це дозволяє сортам реалізувати свій генетичний потенціал. Однак в умовах інтенсифікації виробництва проблема реакції сортів на застосування вищезгаданих елементарних технологій та їх поєднання залишається невирішеною на сьогоднішній день. Тому створення технічного забезпечення з удосконаленням раніше вивчених сортових технологій є актуальним завданням сьогодення (Кабанець, & Страхоліс, 2017; Sangma, & Chrungoo, 2010; Campbell, 2003).

Для отримання повноцінного врожаю гречки необхідно науково обґрунтувати застосування агротехнічних заходів, розроблених для конкретних агрокліматичних умов. У зв'язку з подальшим прогресуванням кліматичних змін та зменшенням доступної вологи в критичні періоди росту культури, необхідно шукати нові методи підвищення врожайності в існуючих умовах (Тригуб et al., 2022; Ляшенко et al., 2022; Jiang, 2007).

Мета дослідження - визначити реакцію різних форм сортів гречки на строки і способи сівби та оцінити вплив цих факторів на формування врожайності гречки. Виявити агробіологічні особливості росту і розвитку рослин гречки за впливу та взаємодії елементів досліджуваних технологій вирощування.

Високі врожаї можна отримати лише тоді, коли насіння характеризується високою чистотою, польовою схожістю не менше 95%, проростанням протягом 5-6 днів, масою не менше 30-38 г на 1000 насінин, добрим розвитком і здоровим, неушкодженим та не подрібненим зародком.

На схожість і виживання також сильно впливають дата посіву, густина рослин і сорт. Гречка - досить теплолюбна рослина. Насіння проростає принаймні при 6-8°C, проростання і ріст сходів спостерігається при 13-15°C, а загибель настає від заморозків при -2-4°C. Дорослі сходи чутливі до осінніх

заморозків, листя і стебла пошкоджуються при -2°C , а квіти гинуть навіть при -2°C .

Гречка - одна з найбільш вологолюбних рослин. Вона потребує втричі більше води, ніж просо, і вдвічі більше, ніж пшениця. Під час проростання насіння поглинає до 60% води від своєї ваги. Під час вегетації рослина поглинає найбільше води в період масового цвітіння та плодоношення. Цей період є критичним для гречки, оскільки нестача води призводить до різкого зниження врожайності зерна.

Коренева система гречки розвинена набагато слабше, ніж у інших польових культур. Тому гречку потрібно вирощувати на родючих ґрунтах, які сприяють розвитку кореневої системи і підвищують засвоюваність, що призводить до підвищення врожайності. Тому дуже важливо вибрати правильний час і спосіб посіву для кожного сорту гречки, щоб господарство могло отримати високі врожаї і високу якість зерна.

Аналіз даних дослідження, наведених у таблиці 1, показує, що, як і очікувалося, ранньостиглі сорти мали вищі показники схожості та виживання рослин під час збирання врожаю для обох досліджуваних сортів. Однак між двома сортами є деякі відмінності (табл. 3.1).

Схожість сорту Ярославна становила 95% за обох способів сівби, що на 1-2% нижче, ніж схожість звичайного сорту Слобожанка. Це не є суттєвою різницею і може бути пояснено здатністю рослин поглинати воду на ранніх стадіях розвитку. А виживання рослин при збиранні врожаю сорту Ярославна було на 3% вищим за суцільного способу сівби і на 5% вищим за широкорядного способу. Іншими словами, рослини сорту Ярославна були більш толерантними до умов навколишнього середовища.

У другий строк сівби (оптимальний строк) знову спостерігалось, що рослини в цей час краще переносять весняні заморозки, але втрачають запаси ґрунтової вологи; сорт Слобожанка показав схожість 93% як за суцільного, так і за широкорядного способу сівби, що на 3% і 4% менше, ніж за першого строку сівби. Виживання рослин становило 76% і 73%, що на 3% і 7% нижче,

ніж за першого (більш раннього) строку сівби. У сорту Ярославна схожість була на 1% нижчою, ніж у сорту Слобожанка, але виживання рослин було на 80%, 4% і 7% вищим, ніж у попереднього сорту.

Таблиця 3.1

Схожість та виживання рослин гречки (середнє за 2021-2023 рр.)

Способи сівби	Схожість в польових умовах		Передзбиральна густота	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
строк сівби – ранній				
Сорт Слобожанка				
Суцільний (контроль)	384	96	316	79
Широкорядний	272	97	224	80
Сорт Ярославна				
Суцільний (контроль)	380	95	328	82
Широкорядний	266	95	238	85
строк сівби – оптимальний				
Сорт Слобожанка				
Суцільний (контроль)	372	93	304	76
Широкорядний	260	93	204	73
Сорт Ярославна				
Суцільний (контроль)	368	92	320	80
Широкорядний	258	92	224	80

Тому ранній посів був більш вигідним для обох сортів, і рослини сорту Ярославна мали вищі показники виживання. На відміну від ярих зернових, гречка не має чітких часових рамок для проходження кожної фази розвитку, особливо від цвітіння до дозрівання плодів. У цей період вегетативні та репродуктивні органи гречки ростуть одночасно, вимагаючи великої кількості органічних речовин і мінералів. Виникає одразу кілька біологічних протиріч, таких як ріст рослинних органів і репродуктивних органів та

кількість квіток і плодів, що утворюються. Як гетерозиготна рослина, гречка має дві статеві квітки, у яких довжина тичинкових ниток не збігається з довжиною стовпчика маточки. З цієї причини гречка може бути легітимно запилюваною, ілєгітимно запилюваною або самозапилюваною. Найбільша кількість плодів утворюється при легітимному запиленні.

Початок і кінець запилення залежить від сорту і кліматичних умов регіону вирощування. Наявність нектарних залоз, а також кількість і якість нектару, що виробляється, мають важливе значення для запилення рослин. У житті рослин поживні речовини є постійним фактором, що обмежує ріст і розвиток. Вологість повітря та ґрунту відіграють важливу роль у формуванні плодів гречки.

У зв'язку з морфологічними особливостями рослини і тривалою тривалістю формування плодів, насіння гречки помітно відрізняється за своїм складом, тобто має яскраво виражене явище мутації. Насіння може відрізнитися за розміром, кольором і питомою вагою, що в подальшому впливає на потенційну продуктивність культури.

Для гречки характерне протиріччя між сильною біоаккумуляцією та низькою врожайністю насіння. Цвітіння і ріст відбуваються одночасно, вимагаючи споживання великої кількості асимілятів, що призводить до загибелі великої кількості незаплених квіток і формування неповноцінних зерен.

Нестача асимілянтів часто пояснюється вирощуванням культур на ґрунтах з низькою родючістю. Тому дуже важливо знати, як сорт, час сівби та ширина міжрядь впливають на формування структури врожаю.

Спостереження за формуванням елементів врожаю представлені в таблиці 2, де широкорядний спосіб сівби виявився більш продуктивним при сівбі сорту Слобожанка в першій декаді травня. Загальна маса сухої речовини становила 1025 г на квадратний метр. Маса соломи та зерна становила 762 г та 61 г відповідно. Вихід зерна склав 34,5% від загальної маси.

У сорту Ярославна широкорядний спосіб сівби також був продуктивним, але порівняно з сортом Слобожанка врожайність зерна була дещо вищою як за рядкового, так і за широкорядного способу сівби на 1,4% і 1,5%, відповідно.

Оптимальна дата сівби (3 травня) була відзначена швидким підвищенням температури ґрунту і повітря та значною втратою вологи, що призвело до низької врожайності. Сорти мало реагували на способи сівби: вихід зерна сорту Слобожанка коливався від 33,5 до 34,0%, а сорту Ярославна - від 35,2 до 35,0%.

Тому сівба в першій декаді травня (ранні строки сівби) була вигідною для обох сортів, особливо за широкорядного способу сівби, з сортовою врожайністю зерна в межах від 34,5 до 36,0%.

Досягнення високих врожаїв гречки вимагає своєчасного внесення великої кількості поживних речовин з урахуванням особливостей розвитку та живлення рослини. Хоча гречка інтенсивно розвивається до цвітіння, більше половини поживних речовин використовується під час цвітіння та формування плодів.

Дані щодо формування врожайності гречки у дослідних сортів представлені в таблиці 3.2; слід зазначити, що за першого способу сівби у сорту Слобожанка середня врожайність варіювала від 2,40 до 2,63 т/га. Широкорядний спосіб сівби мав перевищення на 0,23 т/га. При другому способі сівби того ж сорту середня врожайність варіювала від 2,11 до 2,26 т/га.

Для сорту Ярославна врожайність за першого посіву становила від 2,54 до 2,72 т/га. При широкорядному способі сівби приріст врожайності становив 0,18 т/га. Загалом, сорт Ярославна був кращим в експерименті першого сезону сівби, особливо при широкорядному способі сівби з врожайністю 2,72 т/га.

Оптимальний строк сівби був менш сприятливим для обох сортів. За цих умов максимальну врожайність було отримано за суцільного способу сівби: 2,26 т/га (Слобожанка) та 2,35 т/га (Ярославна).

Таблиця 3.2

Вплив досліджуваних факторів на формування структури врожаю гречки (середнє за 2021-2023 рр.)

Строки сівби (фактор В)	Способи сівби (фактор С)	Маса сухої речовини, г/м ²			Співвідношення зерна до соломи, %	Урожайність, т/га
		загальна	зерно	солома		
Сорт Слобожанка						
Ранній	суцільний**	945	240	705	34,0	2,40
	широкорядний	1025	263	762	34,5	2,63
Оптимальний*	суцільний**	901	226	675	33,5	2,26
	широкорядний	832	211	621	34,0	2,11
НІР ₀₅ А			12,4	32,6		0,118
НІР ₀₅ В			17,5	37,1		0,19,6
Сорт Ярославна						
Ранній	суцільний**	971	254	717	35,4	2,54
	широкорядний	1028	272	756	36,0	2,72
Оптимальний*	суцільний**	903	235	668	35,2	2,35
	широкорядний	922	239	683	35,0	2,26
НІР ₀₅ А			14,6	32,6		0,172
НІР ₀₅ В			18,3	37,1		0,148

Дослідження показало, що на ростові процеси та збереження рослин сортів гречки протягом вегетації суттєво впливали строки сівби та ширина

міжрядь. Ранній строк сівби (у першій декаді травня) був більш сприятливим для досліджуваних сортів, особливо для широкорядних посівів, з урожайністю зерна від 239 до 272 г з м². Ранній строк сівби був ефективнішим для всіх сортів, але найкращі результати були отримані у сорту Ярославна (2,54-2,72 т/га).

3.2. Схожість рослин гречки посівної та структура врожаю залежно від попередників

Для вирішення проблеми забезпечення населення повноцінними білками значна роль, без сумніву, відводиться круп'яним культурам, а особливо гречці. Висока поживна цінність гречки визначається складом її білкового комплексу: білок гречки є високо засвоюваним (майже 60–70%), багатий такими важливими амінокислотами, як лізин, триптофан, аргінін, а також гістидін – необхідний для дитячого харчування.

Гречка є традиційною українською культурою. За останні кілька десятиліть низка економічних та соціальних факторів призвела до значного скорочення виробництва цієї важливої культури, що спричинило зменшення внутрішнього споживання цієї галузі рослинництва та втрату експортного потенціалу.

Поєднання економічних факторів та стійкої тенденції до потепління клімату призвело до загального скорочення посівних площ під гречкою та переміщення посівів гречки з півдня на північ України. Це стало основною причиною зниження загального виробництва культури та насичення внутрішнього ринку іноземною крупкою.

Врожайність та якість сировини в значній мірі залежить від особливостей сорту та елементів технології вирощування пристосованих до ґрунтово–кліматичних умов зони вирощування.

Гречка культура тепло– та вологолюбна, а весняні умови зони північно–східного Лісостепу (Сумської область) відзначаються частими весняними посухами та пізніми приморозками, тому підбір адаптованих

сортів за стабільним потенціалом продуктивності, а також оптимізацією строків сівби та попередників, має важливе значення для отримання дружніх повноцінних сходів та збереження посівів.

Гречка є джерелом продовольства для країни та джерелом економічного розвитку. Однак традиційні практики вирощування гречки створюють проблеми з екологічною безпекою і можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Вирощування гречки часто передбачає використання хімічних добрив та пестицидів, які можуть мати негативний вплив на якість, безпеку продукції та навколишнє середовище.

Одним із способів зменшення негативного впливу на навколишнє середовище при вирощуванні гречки є впровадження агробіологічних методів при вирощуванні цієї культури шляхом постійного вдосконалення технічних елементів виробництва гречки (Гаврилянчик, 2001; Троценко, & Кліщенко, 2016).

Динаміка посівних площ гречки в Україні свідчить про звуження ареалу поширення культури та концентрацію посівів у центральній та північній частинах Лісостепу. Аналіз сортового потенціалу культури та її виробництва в традиційних районах вирощування свідчить про необхідність селекційно-технологічного оновлення гречки шляхом розробки відповідних технологій вирощування та створення сортів різних морфотипів (Кабанець et al., 2017; Кабанець, & Страхоліс, 2017).

Поступова міграція посівів гречки зі степової та південної лісостепової зон до північного лісостепу та полісся зумовлює необхідність пошуку селекційних та технічних засобів підвищення продуктивності гречки, в тому числі впровадження сортових технологій вирощування. Окремі елементи таких технологій наразі розробляються в Інституті землеробства Національної академії аграрних наук України (Кабанець et al., 2017).

Досягнення необхідного рівня адаптивності гречки до особливих умов літньої та осінньої вегетації можливе лише на основі забезпечення

відповідними сортами. Одним з ефективних механізмів підвищення рівня адаптивності є використання фотоперіодичних явищ. З еволюційної точки зору, виникнення фотоперіодизму є вторинним (адаптивним) процесом, який призводить до більш тонкої реакції на географічні умови і динаміку сезонних змін. Фотоперіодичність, як і яровизація, є адаптивним механізмом, що дозволяє рослинам цвісти за певних найбільш сприятливих умов, проявляючись у змінах процесів росту і розвитку (Троценко, & Кліценко, 2016; Тригуб, 2022).

Оскільки гречка є культурою, в якій сортові особливості впливають на формування врожайності, існує постійна потреба в пошуку оптимальної системи технологій вирощування. Сортова реакція гречки встановлює тенденції формування продуктивності, які залежать від різних архітектонік, і визначає необхідність удосконалення технологій вирощування, що враховують онтогенез рослин (Кабанець et al., 2017; Sangma, & Chrungoo, 2010; Campbell, 2003).

В агротехнічному комплексі вирощування гречки велике значення має правильне розташування її посівів у сівозміні. Дуже часто цю культуру вважають невимогливою і розміщують по незадовільних попередниках, внаслідок чого врожаї бувають низькими і нестійкими. Практика багатьох господарств свідчить, що і гречка вимагає добрих попередників. Поряд з ними необхідно враховувати і особливості ґрунтів (Кабанець, & Страхоліс, 2017; Тригуб, 2022; Ляшенко et al., 2022).

Тому, метою було встановити особливості формування структури врожаю сортів гречки різного морфотипу в залежності від попередників та строків сівби в умовах Лісостепової зони України. Удосконалити адаптивні технології вирощування гречки в умовах зони нестійкого зволоження. Це сприятиме росту кількісних і якісних показників урожайності, валовому збору зерна та підвищенню стійкості землеробства.

Високі врожаї можна отримати лише з насіння, яке характеризується високою чистотою, польовою схожістю не менше 95%, проростанням за

короткий час, протягом 5-6 днів, вагою 1000 насінин не менше 30-38 г, добре розвиненим насінням та здоровими, неушкодженими і не подрібненими зародками. На схожість і життєздатність також сильно впливають дата посіву, попередник і сорт (Гаврилянчик, 2001; Кабанець et al., 2017; Jiang, 2007).

Тому дуже важливо правильно підібрати строки сівби та способи сівби для кожного сорту гречки, що дає можливість господарствам отримувати високі врожаї з високими показниками якості зерна (Троценко, & Кліценко, 2016; Кабанець, & Страхоліс, 2017; Sangma, & Chrungoo, 2010).

Аналіз даних таблиці 1 показав, що по сорту Ярославна польова схожість по першому строку сівби становила 85–86%, а відсоток виживання рослин на момент збирання був нарівні 75–78%. Другий строк сівби показав, що схожість посівів була дещо вищою. Це свідчить про те, що у роки проведення досліджень на кінець травня в умовах Сумщини складались більш сприятливі умови для проростання посівного матеріалу. Однак, в період збирання аналіз показника виживання рослин гречки показав, що більш повноцінними збереглися посіви першого строку сівби (раннього), особливо по попереднику озиме жито, де частка виживання рослин становила на рівні 78% (табл. 3.3).

По сорту Слобожанка як по строках сівби, так і по попередниках було отримано дещо кращі показники. Особливо слід відмітити посіви по попереднику озиме жито. При ранньому строку сівби (І декада травня) виживання рослин становило 82%, а при оптимальній сівбі (ІІІ декада травня) – 78%. По попереднику однорічні трави також були високі показники і схожості і виживання рослин. Переваги над сортом Ярославна від 3 до 5%.

Таким чином, результати наших досліджень виявили, що більш витривалими виявились рослини гречки сорту Слобожанка по обох попередниках, однак кращі показники були по попереднику озиме жито при сівбі в першу декаду травня (ранній строк).

За даними наших досліджень щодо формування елементів врожаю відмічаємо, що сорт Ярославна в середньому за роки досліджень мав значні показники по накопиченню сухої речовини із врахуванням попередника та строків сівби. При сівбі в першу декаду травня по обох попередниках було отримано всього сухої речовини від 834 до 859 г/м². Вага зерна коливалась від 245 г по попереднику однорічні трави до 263 г по попереднику озиме жито.

Відношення зерна до соломи було в межах 30%. А зернова продуктивність на одну рослину від 0,82 до 0,84 г. Сівба в оптимальний строк (III декада травня) по обох попередниках була менш ефективною. Загалом, вміст сухої речовини попередника коливався від 831 до 838 г/м². Маса зерна коливалась в межах 230-245 г/м². Найнижча маса зерна була виявлена у озимій пшениці - 24,4%. Продуктивність рослин також знизилася до 0,80 г/рослину та 0,82 г/рослину.

Посіви гречки сорту Слобожанка мали більш розвинену рослинну масу порівняно з сортом Ярославна. Ця закономірність спостерігалася у обох попередніх сортів, особливо у сорту озимого жита, яке мало масу зерна 288 г/м² за раннього строку сівби та 271 г/м² за оптимального строку сівби.

Для сорту Слобожанка виявився гіршим попередник однорічні трави. При ранніх строках сівби зернова маса склала 265 г/м², а в оптимальні – 254 г/м².

Таблиця 3.3

Польова схожість та виживання рослин сортів гречки залежно від попередника та строків сівби (середнє за 2021–2023 рр.)

Попередник	Польова схожість		Вживання рослин перед збиранням	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
1	2	3	4	5
строк сівби – ранній (I декада травня)				

Продовження таблиці 3.3

Сорт Слобожанка				
озиме жито	348	87	328	82
однорічні трави	348	87	320	80
Сорт Ярославна				
озиме жито	344	86	312	78
однорічні трави	340	85	300	75
строк сівби – оптимальний (ІІІ декада травня)				
Сорт Слобожанка				
озиме жито	340	85	312	78
однорічні трави	332	83	300	75
Сорт Ярославна				
озиме жито	360	90	300	75
однорічні трави	348	87	288	72

Також більш високою була озерненість сорту Слобожанка, цей показник становив в межах 30–33%, що по всіх варіантах перевищувала сорт Ярославна.

Порівняльна оцінка продуктивності досліджуваних сортів гречки показала, що сорт Слобожанка мав кращі показники елементів структури врожаю як по строках сівби, так і по попередниках (табл. 3.4).

Одержані результати експериментальних даних врожайності гречки сформованої під впливом сорту, попередника та строків сівби (в середньому за роки досліджень) встановили, що по сорту Ярославна середня врожайність за раннього строку сівби після однорічних трав становила 2,45 т/га, а по попереднику озиме жито – 2,63 т/га. Оптимальний строк сівби сприяв формуванню дещо меншої врожайності. Вона в середньому за три роки становила 2,30 та 2,45 т/га.

Таблиця 3.4

Вплив досліджуваних факторів на формування структури врожаю сортів гречки (середнє за 2021–2023 рр.)

Строки сівби (фактор В)	Попередник (фактор D)	Маса сухої речовини, г/м ²			Співвідношення зерна до соломи, %	Урожайність, т/га
		загальна	зерно	солома		
Сорт Слобожанка						
Ранній	озиме жито**	870	288	582	33,1	0,88
	однорічні трави	875	265	610	30,3	0,83
Оптимальний*	озиме жито**	850	271	542	33,0	0,87
	однорічні трави	830	254	576	31,8	0,85
НІР ₀₅ В			16,2	27,5		0,125
НІР ₀₅ D			21,7	23,8		0,033
Сорт Ярославна						
Ранній	озиме жито**	859	263	596	30,6	0,84
	однорічні трави	834	245	589	29,2	0,82
Оптимальний*	озиме жито**	838	245	593	29,2	0,82
	однорічні трави	321	230	591	24,4	0,80
НІР ₀₅ В			13,8	8,3		0,034
НІР ₀₅ D			15,7	5,9		0,018

По сорту Слобожанка в цілому по досліді врожайність була дещо вищою, навіть між варіантами досліді в порівнянні із сортом Ярославна, перевищення було в межах 0,2 т/га. Різниця між однотипними варіантами в середньому за три роки становила: ранній строк сівби – 0,25 та 0,20 т/га; оптимальний строк сівби – 2,6 та 2,34 ц/га.

Отже, досліджуванні сорти активно реагували на попередники та строки сівби, краще використовували вологозабезпечення та температурний режим за умов раннього строку сівби (І декада травня), а серед попередників більш ефективний вплив встановлено при вирощування після озимого жита на зелений корм.

У результаті проведених досліджень встановлено, що для гречки більш сприятливим для формування продуктивних посівів був ранній строк сівби по попереднику озиме жито, особливо у сорту Ярославна, в якого найбільш повно реалізувались потенційні можливості продуктивності. Формування репродуктивних органів було більш ефективним у сорту Слобожанка по попереднику озиме жито, де озерненість рослин була на рівні 30–33%. Максимальну врожайність отримали у сорту Слобожанка, яка по попереднику озиме жито варіювала від 2,71 до 2,88 т/га.

3.3. Визначення крупності

Дослідження вказують на необхідність розробки специфічних для кожного сорту технологій вирощування через те, що вони дозрівають не одночасно, ядра формуються в нижній частині куща, здатність до розгалуження варіюється, а генеративні органи суттєво відрізняються у різних сортів.

Не менш важливим параметром якості гречки є крупність, вирівняність, плівчастість та форма зерен. Також не варто забувати й про однорідність, легкість шеретування, міцність і колір ядра. Поживна цінність

гречаної крупи залежить від часу варіння та коефіцієнта розварювання каші, структури, кольору та смаку.

Спочатку розглянемо фактори, що впливають на якість зерна гречки. По-перше, це сорт та умови вирощування. Наприклад, посів у травні забезпечує високу якість зерна, тоді як посів у червні знижує якість зерна. Посушливі роки мають більший вплив на якість, ніж вологі. Внесення добрив, догляд та збирання врожаю також мають значний вплив на якість.

Розмір зерна визначається вагою 1000 зерен: дуже крупним вважаються зерна вагою 30 г і більше, крупним - від 25 г до 30 г, середніми - від 23 г до 25 г, дрібними - від 20 г до 23 г і дуже дрібними - менше 20 г. Більша вага насіння зумовлена більшими та виповненими зернами.

Багато дослідників вважають, що продуктивність рослин зростає зі збільшенням ваги насіння, але розмір насіння не є раціональним фактором для отримання високих врожаїв. Найбільші зерна представлені фракціями 4,5, 4,2 і 4 мм.

При червневому посіві зерна через хвилину після сівби більші, ніж при травневому. Розмір зерен має важливе значення. Дрібні, плоскі зерна класифікуються як домішки.

Гречані заводи виробляють гречане борошно з ядерець, які не проходять через сито 1,6 x 20 мм, тобто з ядерець без тріщин, звільнених від плодового лущиння, і, рідше, з дрібних зерен. Перший сорт містить 77% чистого ядра, другий сорт - не менше 74% і третій сорт - не менше 71%.

Ядерця гречки мають поглиблення на кутах поверхні, які важливі для виробництва зерна. У великих ядерцях два кути майже не заглиблені, тоді як у дрібних ядрах заглиблення відсутні, а поверхня випукла. Великі ягоди легше подрібнювати, а ядро з меншою ймовірністю руйнується, що значно підвищує врожайність зерна та його якість. Крім того, чим більше посіяно в травні, тим легше воно подрібнюється, а чим більше посіяно в червні, тим легше обсипається.

Важливим технічним показником гречки є вирівняність зерна, яка впливає на врожайність зерна та його технічні якості. Тонкоплівчасті зерна містять 18-20% плівки, середньоплівчасті - 20-25% і крупноплівчасті - 25-28%. Найбільший вміст плівки мають крупні зерна. Незважаючи на це, вони є більш цінними для виробництва зерна. Норма висіву та спосіб сівби не впливають на вміст плівки. У посушливі роки лушпиння збільшується через збагачення плодів. Внесення добрив має тенденцію до зменшення плівчастості ядра (Колодка, 2004).

Однорідність зерна (рівномірний розмір зерен) - ще один дуже важливий технічний показник. Насіння з однорідним розміром зерен дає рівномірні та рівномірні сходи, що визначає рівномірний розвиток і дозрівання. Тому однорідність насіння відіграє важливу роль в оцінці посівних якостей. Однак багаторічні спостереження показують, що сорти з високою однорідністю насіння все ще поступаються за технічними характеристиками сортам з низькою однорідністю, але більшими зернами.

Найкраща вирівняність зерна досягається за оптимальних строків сівби в умовах достатньої вологості. Рівномірність підвищується за рахунок збільшення площі живлення та внесення фосфорних і калійних добрив.

Дослідження хімічного складу крупи показали, що основним фактором, який впливає на поживну цінність гречки, є умови вирощування. На хімічний склад рослини впливає кількість та інтенсивність сонячного світла.

На вміст білкових сполук у зерні впливають температура, вологість ґрунту та рівень мінеральних поживних речовин. Вміст білкових сполук збільшується із пізнішими строками сівби, що призводить до отримання більших зерен (Гаврилянчик, 2001).

Результати спостережень по формуванні показників якості зерна гречки наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

**Формування показників якості зерна гречки під впливом сорту,
попередника та строків сівби (середнє за 2021-2023 роки)**

№	Строки сівби (фактор В)	Попередник (фактор D)	Маса 1000 штук, г	Натура зерна, г/л	Вирівняність зерна, %	Плівчастість, %
Сорт Ярославна						
1.	Ранній	озиме жито**	28,5	642	18,4	89
2.		однорічні трави	28,0	640	19,0	85
3.	Оптимальний*	озиме жито**	27,0	638	19,2	86
4.		однорічні трави	26,4	636	19,8	84
НІР ₀₅ В			1,83	4		
НІР ₀₅ D			0,85	2,5		
Сорт Слобожанка						
1.	Ранній	озиме жито**	31,5	654	17,4	92
2.		однорічні трави	30,9	650	17,9	88
3.	Оптимальний*	озиме жито**	30,0	652	18,1	90
4.		однорічні трави	29,3	647	18,5	82
НІР ₀₅ В			1,61	2,6		
НІР ₀₅ D			0,74	3,9		

*- контроль за фактором В;

** - контроль за фактором D

Для сорту Ярославна маса 1000 зерен була більш вираженою за оптимального строку сівби 10 травня і становила від 28,0 до 28,5 г. При перенесенні сівби на другу половину травня маса 1000 зерен була меншою і становила від 26,4 до 27,0 г.

Зі зміною маси 1000 зерен змінювалась і натура зерна. В цілому по сортах вона варіювала від 636 до 642 г/л. За наявності плівки на ядрі сорт Ярославна належить до групи тонкоплівчастих сортів, що свідчить про його високі характеристики зерна. Наші спостереження показують, що тонкоплівчастість незначною мірою залежала від впливу попередника та

строків сівби і в цілому відповідала сортовим особливостям. Вирівняність зерна була високою, в межах 84-89%.

Показники якості зерна у сорту Слобожанка були високими, але спостерігався вплив факторів технології вирощування: маса 1000 зерен коливалася від 29,3 до 31,5 г. Показник якості зерна у сорту Слобожанка був високим, але спостерігався вплив факторів технології вирощування. Показник якості зерна був значно вищим, ніж у однотипного сорту Ярославна.

Плівчастість зерна була в межах тонкоплівчастої групи з найнижчим показником. Показник вирівняності зерна був значно вищим - від 82% до 92%.

Таким чином, обидва сорти належать до групи високоврожайних сортів з високою якістю зерна, причому Слобожанка заслуговує на особливу увагу. Цей сорт добре реагував на попередник озиме жито як за першого, так і за другого строку сівби. Причому за другого строку сівби.

Крім показників, що характеризують урожайні властивості районованих сортів гречки, важливими є також показники виробничого потенціалу вирощуваного матеріалу. Це: придатність до використання інтенсивних технічних сортів, тобто механізованого вирощування (менша висота прикріплення продуктивного суцвіття, стійкість до вилягання та осипання, легкість дозрівання). Також важливою є придатність самого зерна для переробки, тобто його придатність для виробництва гречаної крупи (маса 1000 насінин, ступінь плівчастості та однорідність зерна) (Jiang, 2007).

Інтенсивні сорти, виведені для виробництва, вимагають придатності до механізованого збирання. У випадку гречки основними з них є стійкість до вилягання, осипання та дружність дозрівання. Дані представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

**Параметри показників виробничого потенціалу посівів гречки в залежності від досліджуваних елементів
технології (середнє за 2021-2023 роки)**

№ п/п	Варіант (попередник)	Сорт Ярославна			Сорт Слобожанка		
		оцінка					
		вилягання, бал	осипання, %	достигання, бал	вилягання, бал	осипання, %	достигання, бал
строк сівби – ранній (І декада травня)							
1.	Озиме жито	2,7	19,2	7,2	3,5	21,3	7,9
2.	Однорічні трави	2,5	20,4	7,7	2,8	24,6	8,2
строк сівби – оптимальний (ІІІ декада травня)							
1.	Озиме жито	2,5	18,1	7,5	3,2	20,7	7,1
2.	Однорічні трави	2,0	17,5	7,9	2,5	21,3	7,5

Дослідження впродовж багатьох років показали, що вилягання спостерігалось в основному після сильних дощів і вітру, що відбувалося наприкінці цвітіння і на початку побуріння. У цей період рослини досягали максимальної висоти і максимальної маси листя та квіток суцвіття.

Рослини сорту Слобожанка отримали більше вилягання, від 2,5 до 3,5 балів. По попереднику озиме жито рослини мали більш розвинену рослинну масу, що призвело до вилягання.

Результати індексу вилягання показали, що сорт Ярославна був дуже сприйнятливим до вилягання, показник вилягання не перевищував 19,2%, тоді як у сорту Слобожанка коливався від 20,7 до 24,6%.

Таке явище можна пояснити тим, що рослини сорту Слобожанка мали більшу кількість суцвіть і більш розтягнутий період цвітіння.

Показник дружності досягання рослин по сортах тісно пов'язаний з ознакою стійкості проти осипання. На сьогодні у виробництві відсутні сорти, що не осипаються, і тому дружність досягання має суттєвий вплив на врожайні характеристики сортів.

За даними проведених спостережень більш дружним досяганням характеризувались рослини сорту Ярославна.

Звідси, за показниками пристосування сортів до механізованого збирання кращим виявився сорт Ярославна.

3.4. Формування якісних показників зерна гречки залежно від технології вирощування

Якість гречаної крупи визначається розміром, вирівняністю, пливчастістю і формою зерен, а також їх однорідністю, легкістю подрібнення, міцністю і кольором. Харчова якість гречаної крупи визначається часом і коефіцієнтом варіння, структурою каші, кольором і смаком.

Спочатку розглянемо фактори, що впливають на якість гречаної крупи. По-перше, сорт та умови вирощування. Наприклад, посів у травні забезпечує високу якість зерна, тоді як посів у червні знижує якість зерна. Посушливі роки мають більший вплив на якість, ніж вологі. Підживлення, догляд та збирання врожаю також мають значний вплив на якість.

Розмір зерна визначається вагою 1000 зерен. Дуже крупні зерна важать більше 30 г, крупні зерна 25-30 г, середні зерна 23-25 г, дрібні зерна 20-23 г і дуже дрібні зерна менше 20 г. Більша вага насіння зумовлена більшими та виповненими зернами.

Багато дослідників вважають, що продуктивність рослин зростає зі збільшенням маси насіння, але розмір насіння не є раціональним фактором для отримання високих врожаїв. Найбільші зерна представлені фракціями 4,5, 4,2 і 4 мм; при червневому терміні сівби перша фракція зерен набагато більша, ніж при травневому. Розмір зерен має важливе значення. Дрібні плоскі зерна класифікуються як засміченість.

Гречані заводи виробляють дрібну крупу, яка являє собою нерозколоті ядра, що не проходять через сито 1,6 x 20 мм і звільнені від оболонки, і гречане борошно, яке не часто виробляється з дрібних ядер. Перший сорт містить щонайменше 77% чистого ядра, другий сорт - щонайменше 74% і третій сорт - щонайменше 71%.

Зерно гречки має поглиблення на кутах поверхні, які є важливими для виробництва борошна. У великих зерен два кути ледь заповнені, в той час як у дрібних зерен немає заглиблень і поверхня опукла. Більші ягоди легше подрібнювати, а ядро з меншою ймовірністю руйнується, що значно

підвищує врожайність зерна та його якість. Легкість подрібнення вища для зерна, посіяного в травні, а легкість обсипання вища для зерна, посіяного в червні.

Важливим технічним показником гречки є плівчастість ядра, яка впливає на вихід зерна та його технічні якості. Тонкоплівчасті зерна містять 18-20% плівки, середньоплівчасті - 20-25% і грубоплівчасті - 25-28%. Найбільший вміст плівки мають крупні зерна. Незважаючи на це, вони є більш цінними для виробництва зерна. Норма висіву та спосіб сівби не впливають на вміст плівки. У посушливі роки лушпиння збільшується зі ступенем виповнення плодів. Внесення добрив, як правило, зменшує плівчастість зерна.

Однорідність зерна (рівномірний розмір зерен) є ще одним дуже важливим технічним показником. Насіння однорідного розміру дає рівномірне і рівномірне проростання, що визначає рівномірний розвиток і дозрівання. Тому однорідність насіння відіграє важливу роль в оцінці посівних якостей. Однак багаторічні спостереження показують, що сорти з високою однорідністю насіння все ще поступаються за технічними характеристиками сортам з низькою однорідністю, але більшими зернами.

Найкраща вирівняність зерна досягається при оптимальних строках сівби в умовах достатньої вологості. Рівномірність підвищується за рахунок збільшення площі живлення та внесення фосфорних і калійних добрив.

Дослідження хімічного складу крупи показали, що основним фактором, який впливає на поживну цінність гречки, є умови вирощування. На хімічний склад рослини впливає кількість та інтенсивність сонячного світла.

На вміст білкових сполук у зерні впливають температура, вологість ґрунту та рівень мінерального живлення.

Чим пізніше строк сівби, тим більший вміст білкових сполук, тим крупніше зерно.

Спостереження за формуванням показників якості зерна гречки представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Формування показників якості зерна гречки під впливом сорту, строків та способів сівби (середнє за 2021-2023 роки)

№ п/п	Строки сівби (фактор В)	Спосіб сівби (фактор С)	Маса 1000 штук, г	Натура зерна, г/л	Вирівняність зерна %	Плівчастість, %
Сорт Ярославна						
1.	Ранній	суцільний **	31,0	640	91	25,3
2.		широкорядний	31,5	642	94	24,8
3.	Оптимальний*	суцільний **	30,0	638	90	25,0
4.		широкорядний	30,3	640	92	25,0
НІР ₀₅ В			1,02	2,6		
НІР ₀₅ D			0,78	2,9		
Сорт Слобожанка						
1.	Ранній	суцільний **	36,2	650	90	25,0
2.		широкорядний	36,6	654	92	24,3
3.	Оптимальний*	суцільний **	35,1	648	90	25,6
4.		широкорядний	35,7	652	88	26,0
НІР ₀₅ В			1,34	2,4		
НІР ₀₅ D			0,67	3,3		

У сорту Слобожанка, як і у випадку з іншими показниками, перший строк сівби дав результати, особливо за широкорядного способу сівби, з масою 1000 зерен 31,5 г, натурою зерна - 642 г/л, вирівняністю зерна - 94% та плівчастістю - 24,8%.

Погіршення показників якості для цього сорту спостерігалось при затримці сівби, але меншою мірою. У широкорядних сортів показники якості були на тому ж рівні, що і в однорядних.

Для сорту Ярославна показники якості зерна були високими за обох умов, навіть за різної ширини міжрядь. В обох випадках широкорядний посів був кращим за звичайний.

Таким чином, показники якості зерна обох сортів гречки залежали переважно від генетичних особливостей сортів, а фактори технології вирощування мали незначний вплив на їх варіювання.

Солому (гречану), сіно, полову та зелену масу можна згодовувати худобі, але в невеликих кількостях і протягом коротких періодів. Це пов'язано з тим, що тривале споживання цих кормів може призвести до розвитку у білої худоби фагопіризму (гречаної хвороби) під впливом прямих сонячних променів. Симптоми хвороби включають почервоніння слизових оболонок, непігментовані висипання на шкірі, свербіж, виразки в роті і навіть запалення мозку. У стійловий період подрібнену і запарену гречанку або її суміш з іншими кормами корисно включати до раціону тварин, тому що вона багата на мінеральні солі та вітаміни. Не слід згодовувати гречанку тільки коровам і телятам.

Гречана солома добре поїдається тваринами у сумішках із соломою багаторічних бобових трав, гороху, гичкою цукрових буряків, а також з кукурудзою в молочно-восковій стиглості, гарбузами. Гречана солома за даними Чернігівської дослідної станції хімізації, містить в 1 в 0,30 к.од. та 24 г перетравного протеїну, 15,7 г кальцію, 1,4 г фосфору та 29 мг каротину.

Дані загальної кількості поживних речовин у нашому досліді, наведено в таблиці 3.8. та 3.9.

Таблиця 3.8.

Врожайність соломи гречки сорту Слобожанка та її поживність в залежності від строків та способів сівби (середнє за 2021-2023 роки)

№	Строки сівби (фактор В)	Спосіб сівби (фактор С)	Врожай соломи, ц/га	Вихід кормових одиниць, ц/га	Вихід перетравного протеїну, кг
1.	Ранній	суцільний **	70,5	21,2	1,62
2.		широкорядний	76,2	22,9	1,75
3.	Оптимальний*	суцільний **	67,5	20,3	1,55
4.		широкорядний	62,1	18,6	1,43
НІР ₀₅ В			2,98		
НІР ₀₅ D			5,05		

*- контроль за фактором В;

** - контроль за фактором С

Співставляючи дані нашої таблиці можна стверджувати, що гречка є цінною кормовою культурою. Її побічна продукція, у вигляді соломи та полови дає можливість отримувати цінний корм, по сорту Слобожанка – в кормових одиницях від 18,6 до 22,9 ц/га, а по сорту Ярославна – кормових одиниць від 20,5 до 22,7 ц/га.

Таблиця 3.9

Врожайність соломи гречки сорту Ярославна та її поживність в залежності від строків та способів сівби (середнє за 2021-2023 роки)

№	Строки сівби (фактор В)	Спосіб сівби (фактор С)	Врожай соломи, ц/га	Вихід кормових одиниць, ц/га	Вихід перетравного протеїну, кг
1.	Ранній	суцільний **	71,7	21,5	1,65
2.		широкорядний	75,6	22,7	1,74
3.	Оптимальний*	суцільний **	66,8	20,0	1,54
4.		широкорядний	68,3	20,5	1,57
НІР ₀₅ В			4,06		
НІР ₀₅ D			3,15		

*- контроль за фактором В;

** - контроль за фактором С

Таким чином, гречка крім зерна забезпечує господарствам кормову базу в кількості від 62 до 76 ц/га соломи, яка за поживністю наближається до сіна багаторічних трав, а за мінеральним складом – до бобових трав.

Висновки до розділу 3

1. Для обох сортів оптимальний строк сівби був менш сприятливим. Врожайність при суцільному способі сівби становила 2,26 т/га (Слобожанка) і 2,35 т/га (Ярославна) за цих умов.

2. Дослідження показали, що строки сівби та ширина міжрядь мають значний вплив на ріст та збереження рослин протягом вегетації. Ранній строк сівби (перша декада травня) був кращим для досліджуваних сортів. Це було особливо помітно в широкорядних посівах, де вихід зерна по сорту становив від 239 до 272 грамів на квадратний метр. Обидва сорти показали кращі результати за раннього строку сівби, але сорт Ярославна мав найвищі показники (2,54-2,72 т/га).

3. Таким чином, вивчені сорти активно реагували на попередники та терміни сівби, краще адаптувалися до вологозабезпечення та температурного режиму у випадку ранньої сівби (перша декада травня). Серед попередників було встановлено, що більш ефективний вплив спостерігався при вирощуванні після озимого жита для отримання зеленого корму.

4. На основі проведених досліджень було виявлено, що для гречки більш сприятливим для формування продуктивних посівів є рання сівба після озимого жита, особливо у сорту Ярославна, де найбільш повно виявилися потенційні можливості продуктивності. У сорту Слобожанка, посіяному після озимого жита, ефективніше формувалися репродуктивні органи, при цьому озерненість рослин становила 30–33%. Максимальний врожай було отримано у сорту Слобожанка, який за попередником озимим житом змінювався від 2,71 до 2,88 т/га.

5. Послідовність досягання рослин різних сортів тісно пов'язана з ознакою стійкості до осипання. На сьогодні у виробництві немає сортів, що не осипаються, тому дружність досягання має значний вплив на врожайність сорту. Дослідження показали, що рослини сорту Ярославна досягали більш дружно. Звідси сорт Ярославна виявився кращим за показниками пристосування до механізованого збирання.

6. Продукція соломи та полови гречки дає можливість отримувати цінний корм у кількості кормових одиниць від 18,6 до 22,9 ц/га для сорту Слобожанка та 20,5–22,7 ц/га для сорту Ярославна. Крім зерна, гречка забезпечує господарствам від 62 до 76 ц/га соломи, яка є поживною,

наближаючись до сіна багаторічних трав і бобових трав за мінеральним складом.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Кабанець В.М., Страхоліс І.М. (2017). Агротехнічні прийоми вирощування круп'яних культур для умов північно-східного Лісостепу України. Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН. Сад. 20.
2. Тригуб О.В., Куценко О.М., Ляшенко В.В., Ногін В.В. (2022). Важливість вирощування гречки як унікальної й екологічно орієнтованої культури. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 69–76. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.08>
3. Sangma S.C., Chrungoo N.K. (2010). Buckwheat gene pool: potentialities and drawbacks for use in crop improvement programmes. *Eur J Plant Sci Biotechnol*, 4, 45–50.
4. Радченко М.В., Бутенко А.О., Глупак З.І. (2018). Вплив системи удобрення та ефективність регулятора росту на продуктивність гречки в умовах північно-східного лісостепу України. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 89–94. DOI: 10.15421/2018.314.
5. Campbell C. (2003). Buckwheat crop improvement, 20, 1–6.
6. Ляшенко В.В., Сахно Т.В., Тригуб О.В., Семенов А.О. (2022). Фізіологічна реакція рослин сортів гречки посівної *Fagopyrum esculentum* Moench за умови різних режимів гідропраймінгу на ранніх етапах онтогенезу. *Scientific Progress & Innovations*, 2(2), 30–38. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.03>
7. Jiang P. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Food Research International*. 2007. Vol. 40. № 3. P. 356–364.
8. Гаврилянчик Р. Ю. (2001). Продуктивність гречки залежно від попередників та бактеріальних добрив. Збірник наукових праць Подільської

державної аграрно–технічної академії. Кам'янець–Подільський: Абетка, 9, 140–142.

9. Троценко В. І., Кліценко А. В. (2016). Адаптивний потенціал гречки в умовах північно–східного Лісостепу України. Вісник Сумського НАУ, серія "Агрономія і біологія", 9 (32), 192–196.

10. Кабанець В. М., Страхоліс І. М., Бердін С. І., Оничко В. І. (2017). Оцінка рівня вегетативного та генеративного розвитку рослин гречки на структурні показники продуктивності. Вісник СНАУ. Серія «Агрономія і біологія», 2 (33), 164–168.

11. Колодка С. І. (2004). Підвищення ефективності виробництва гречки. Вісник ХНАУ. Сер. Економіка АПК і природокористування, 3, 106–110.

12. Гаврилянчик Р. Ю. (2001). Продуктивність гречки залежно від попередників та бактеріальних добрив. Збірник наукових праць Подільської державної аграрно-технічної академії. Кам'янець-Подільський, Абетка, 140–142.

13. Jiang P. (2007). Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Food Research International*, 40(3), 356–364.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА СОРТИ ГРЕЧКИ РІЗНОГО МОРФОТИПУ

Гречка є найпоширенішою зерновою культурою в Україні та Сумському районі. Одним із шляхів підвищення врожайності цієї культури є впровадження високоефективних та конкурентоспроможних технологій вирощування, які максимально розкривають генетичний потенціал сучасних сортів гречки (Radchenko et al., 2018; Kabanets, & Strakholis, 2017).

Для отримання повноцінного врожаю гречки необхідно науково обґрунтувати застосування агротехнічних заходів, розроблених для конкретних агрокліматичних умов. У зв'язку з подальшим прогресуванням кліматичних змін та зменшенням доступної вологи в критичні періоди росту культури, необхідно шукати нові методи підвищення врожайності в існуючих умовах (Kabanets, & Strakholis, 2017; Trotsenko, & Klitsenko, 2022; Long, et al., 2018).

Гречка забезпечує високу віддачу від мінеральних добрив, внесених безпосередньо під неї. Це пов'язано з її здатністю поглинати велику кількість поживних речовин, необхідних для формування врожаю, за відносно короткий вегетаційний період. За поглинальною здатністю гречка перевищує всі інші польові культури, поступаючись лише люпину. Тому гречка накопичує значну кількість мінеральних поживних речовин протягом вегетаційного періоду (Radchenko, et al., 2018; Kalinová, et al., 2005).

Підвищення продуктивності можна досягти не лише методами селекції, а й за рахунок удосконалення технології вирощування. Низка наукових даних свідчать про позитивний вплив різних науково-обґрунтованих систем живлення на формування елементів продуктивності рослин гречки (Tryhub et al., 2022; Jaroszewska, et al., 2019).

Використання розрахованої кількості добрив у технологіях вирощування сприяє підвищенню врожайності. Це дозволяє сортам реалізувати свій генетичний потенціал (Liashenko et al., 2022).

Однак в умовах інтенсифікації виробництва на сьогодні залишається невирішеним питання сортової реакції на застосування вищезазначених технологічних елементів та їх комбінацій. Тому, створення технологічного супроводу із вдосконаленням попередньо вивчених сортових технологій на сьогодні є важливим напрямком наукових досліджень (Kabanets, & Strakholis, 2017; Long, et al., 2018; Tryhub et al., 2022).

Для значного підвищення врожайності гречки необхідне науково обґрунтоване застосування добрив. Ефективність добрив для гречки залежить від багатьох факторів, включаючи родючість ґрунту та наявність вологи, попередник і систему удобрення, тип і форму добрива, а також строки і спосіб внесення (Radchenko et al., 2018; Trotsenko, & Klitsenko, 2022; Liashenko et al., 2022).

Коли гречку висаджують після попередньої культури, яка була удобрена, і цю культуру удобрюють, її врожайність зростає на 50-60% порівняно з неудобреним фоном. За даними Інституту сільського господарства Північного Сходу НААНУ (2016–2018 рр.) в умовах Північно-Східного Лісостепу України максимальна врожайність гречки в дослідях з різними схемами живлення становила 3,6 т/га, оптимальна доза мінеральних добрив для детермінантних сортів гречки становила $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, тоді як доза добрив, розрахована для нормального типу форми, становила $N_{40-50}P_{20-30}K_{50-75}$. (Kabanets, & Strakholis, 2017).

Тому основною вимогою для отримання повноцінного врожаю гречки є створення відповідного поживного фону шляхом внесення добрив при одночасному дотриманні інших елементів технології вирощування (Radchenko et al., 2018; Trotsenko, & Klitsenko, 2022).

Внесення оптимальної кількості добрив під гречку та значне підвищення врожайності не призводить до залишкового накопичення важких

металів вище гранично допустимих концентрацій (Long, et al., 2018; Jaroszewska, et al., 2019).

В умовах зони нестійкого зволоження північно–східного Лісостепу України ставилось за мету визначити реакцію сортів гречки різних морфотипів на застосування різних варіантів удобрення, а саме показників продуктивності та технологічних якостей зерна.

В результаті проведених досліджень з сортами гречки різного морфотипу нами встановлено, що урожайність гречки коливалась у межах 1,47–2,11 т/га в залежності від сортових особливостей, доз добрив.

За роки досліджень (2021–2023 рр.) на варіантах з внесенням мінеральних добрив було отримано прирости урожайності від 0,14 до 0,51 т/га (табл. 4.1). Найвищий урожай було отримано у сорту Ярославна при рівні удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ і склав 1,96 т/га, у сорту Слобожанка – 2,11 т/га при розрахунковому рівні удобрення ($N_{50}P_{30}K_{70}$). Результати статистичного аналізу висвітлені у додатку А.

Таблиця 4.1

Врожайність сортів гречки різного морфотипу залежно від рівня удобрення, 2021–2023 рр.

Сорти	Рівень удобрення	Врожайність зерна, т/га			
		2021	2022	2023	Середнє
1	2	3	4	5	6
Ярославна	Без добрив	2,17	1,30	0,95	1,47
	$N_{22}P_{22}K_{22}$	2,64	1,40	0,97	1,67
	$N_{45}P_{45}K_{45}$ – рекомендована	2,87	1,48	0,98	1,78
	$N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$	2,91	1,88	1,09	1,96
	$N_{50}P_{30}K_{70}$ розрахункова	2,93	1,54	1,02	1,83
Слобожанка	Без добрив	2,68	1,25	0,86	1,60
	$N_{22}P_{22}K_{22}$	2,68	1,41	0,88	1,66
	$N_{45}P_{45}K_{45}$ рекомендована	3,21	1,46	0,89	1,85

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
	$N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$	3,29	1,62	0,92	1,94
	$N_{50}P_{30}K_{70}$ розрахункова	3,52	1,91	0,90	2,11
НІР ₀₅ для сортів, т/га		0,33	0,36	0,05	0,24
НІР ₀₅ для доз добрив, т/га		0,19	0,20	0,03	0,14

Сприятливі умови 2021 року дозволили отримати найвищий урожай за роки досліджень. Для сорту Ярославна він склав 2,91–2,93 т/га при рівні удобрення $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$ (розрахункова). Сорт Слобожанка істотно проявляв сортову реакцію на фони живлення, як наслідок, збільшення врожайності до 3,52 т/га при розрахунковій дозі добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$).

Погодні умови 2023 року були вкрай несприятливими для росту і розвитку рослин гречки. Тому відбулося зниження врожайності гречки. Максимальний врожай був отриманий 1,09 т/га у детермінантного сорту Ярославна та 0,92 т/га у звичайного Слобожанка за умов однакового рівня удобрення ($N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$).

Із рисунку 4.1 видно, що натура зерна у досліджуваних сортів збільшувалася на 11–26 г/л залежно від систем удобрення. По сорту Слобожанка щодо показника натури зерна була виявлена позитивна реакція на рівні удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ (634 г/л), $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (636 г/л), $N_{50}P_{30}K_{70}$ (638 г/л), у порівнянні з контрольним варіантом (без добрив) в середньому за роки досліджень збільшення значень цього показника було на 9–13 г/л.

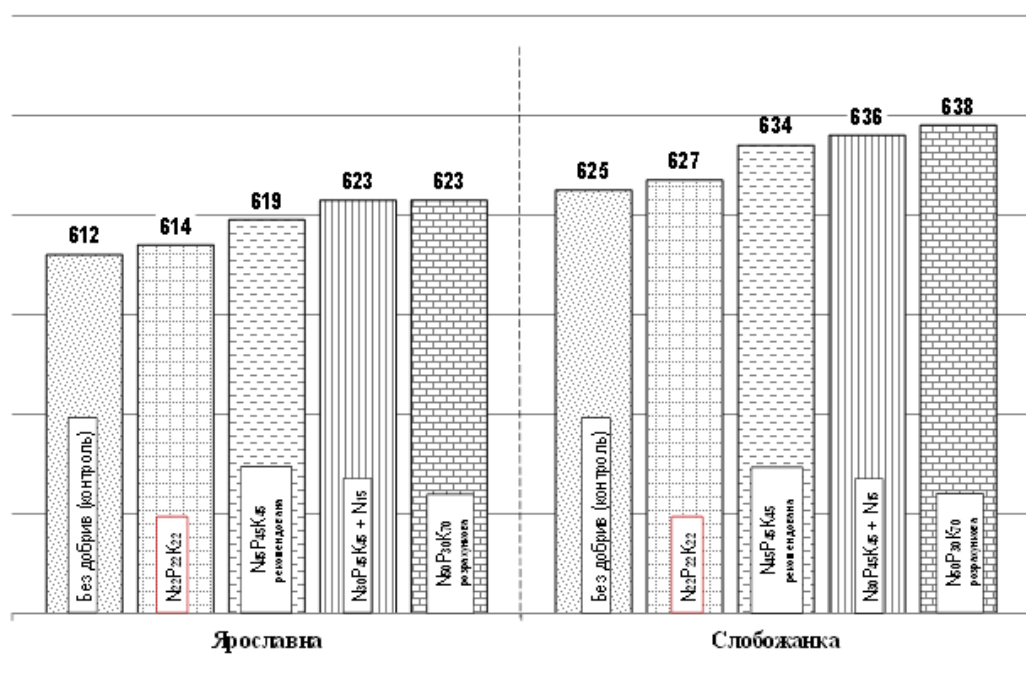


Рис. 4.1. Натура зерна досліджуваних сортів на фонах удобрення

Детермінантний сорт Ярославна дещо по-іншому проявляв сортову реакцію на формування показника виповненості зерна. Максимальна натура зерна була 623 г/л (2021–2023 рр.) на варіантах $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$ (розрахункова), що виявилось вищим за контроль (без добрив) на 11 г/л.

Згідно отриманих результатів (рис. 4.2), слід відмітити, що в середньому за роки досліджень вага 1000 насінин при внесенні добрив у обох сортів збільшувалась на 0,3–2,1 г.

По сорту гречки Ярославна максимальні показники маси 1000 насінин отримано на третьому та четвертому варіантах (в межах 30,3–30,8 г), найвищий показник на фоні $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{15}$. За такої ваги 1000 зерен було зафіксовано максимальний показник збільшення – 2,1 г, порівняно з контролем (без добрив).

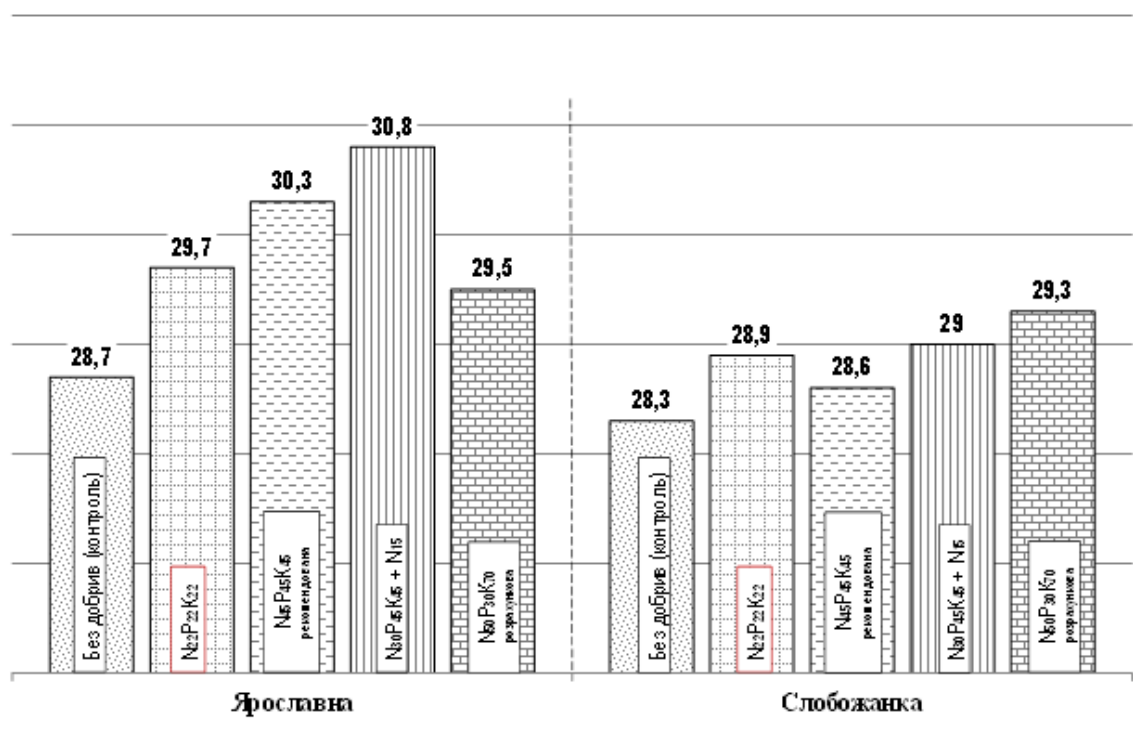


Рис. 4.2. Маса 1000 насінин досліджуваних сортів за різних фонів удобрення

У сорту Слобожанка найвищий показник маси 1000 насінин був на варіанті з розрахунковою дозою добрив під запланований врожай ($N_{50}P_{30}K_{70}$) – 29,3 г. Маса 1000 зерен у сорту Ярославна була на 0,4–1,5 г вищою ніж у сорту Слобожанка.

По роках досліджень спостерігалась подібна тенденція позитивного впливу варіантів удобрення на показники якості зерна гречки, сорти проявляли максимальну адаптацію до погодних умов кожного року (2021 р., 2022 р., 2023 р.), особливо в критичні фази вегетаційного періоду.

Згідно результатів з визначення елементів продуктивності рослин гречки, можна відмітити, що застосування різних варіантів удобрення, а також сорти різного морфотипу, накладає позитивний відбиток на кількісні показники продуктивності, які істотно перевищують показники контролю.

Під час проведення досліджень зверталась увага на вирішення наукової проблеми щодо підвищення продуктивності та якості зерна гречки залежно

від прийомів технології вирощування в умовах Північно–Східного Лісостепу України.

Максимальну врожайність в середньому за роки досліджень по сорту гречки детермінантного типу Ярославна склали при рівні удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ (1,96 т/га). У сорту Слобожанка (звичайний морфотип) найвищу врожайність отримано 2,11 т/га на варіанті з розрахунковою дозою добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$). У сприятливі за гідротермічними показниками роки найвищий показник урожайності 2,93 т/га (Ярославна) та 3,52 т/га (Слобожанка) було отримано на варіанті з внесенням розрахункової дози добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$). Якісні показники зерна (натура, маса 1000 насінин) сягали максимуму на фоні з нормою внесення $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$ (розрахункова доза).

Окрім показників, що були описані вище досліджувались також такі параметри як кількість суцвіть на 1 рослину та площа листкової поверхні для кожного із досліджуваних сортів та за фонами добрив (табл. 4.2). Зокрема, сорт Ярославна навіть без застосування добрив (контроль) мав більшу кількість суцвіть у порівнянні із сортом Слобожанка (21 шт.), однак, у порівнянні із фонами добрив це значення було найнижче. Найбільше суцвіть утворилось на рослинах сорту Ярославна за рекомендованої норми добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – 28 суцвіть. Для сорту Слобожанка цей самий фон мав найвище значення суцвіть – 19 шт.

Однак, площа листкової поверхні показує дещо іншу тенденцію. Зокрема, для сорту Ярославна найменша площа листкової поверхні була зафіксована на варіанті $N_{22}P_{22}K_{22}$ навіть у порівнянні із контролем. Найвищий показник фіксувався для фону удобрення ($N_{50}P_{30}K_{70}$) і склав 315,1 см². Водночас, для сорту Слобожанка найвища площа листкової поверхні була відмічена за удобрення у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Таблиця 4.2

Особливості формування рослинами гречки кількості суцвіть та асиміляційної площі (середнє за 2021-2023 рр.)

Доза мінеральних добрив	Ярославна		Слобожанка	
	показники в розрахунку на одну рослину			
	кількість суцвіть, шт.	площа листкової поверхні , см ²	кількість суцвіть, шт.	площа листкової поверхні , см ²
Без добрив	21	304,3	13	228,5
N ₂₂ P ₂₂ K ₂₂	27	295,1	14	267,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	28	310,3	19	271,3
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅	26	315,1	12	264,5
N ₅₀ P ₃₀ K ₇₀	23	321,4	18	261,4

Не менш важливим є й визначення впливу удобрення на морфологічні показники культури та структуру врожаю (табл. 4.3). Зокрема, у цьому дослідженні був вивчений вплив на висоту рослин і їх масу під час збирання, а також на структуру врожаю. Висота рослин сорту Ярославна була вищою за будь-якої норми добрив у порівнянні із сортом Слобожанка. Зокрема, для обох сортів найнижчі рослини фіксувались на контрольній ділянці. Однак, найвищі рослини були відмічені на різних фонах удобрення. Так, для сорту Ярославна це була норма N₂₂P₂₂K₂₂, а для сорту Слобожанка - N₄₅P₄₅K₄₅.

Незважаючи на те, що висота рослин була відрізнялась за фонами удобрення, проте вегетативна маса перед збиранням для обох сортів співпала, найвищий показник був відмічений за внесення N₂₂P₂₂K₂₂. За цієї ж норми на рослинах гречки обох сортів була зафіксована найбільша кількість зерен на одній рослині. Цікавим є те, що кількість зерен на контрольному варіанті та за внесення норми добрив у кількості N₅₀P₃₀K₇₀ була однаковою.

Однак, маса зерен з однієї рослини все ж таки в них відрізнялась. Це говорить про те, що зерно на контрольному варіанті було більш щуплим.

Таблиця 4.3

Структурний аналіз рослин гречки залежно від сорту, та доз добрив (середнє за 2021-2023 рр.)

Сорт	Доза добрив (фактор Е)	Висота рослини, см	Маса однієї рослини на період збирання, г	Кількість зерен на одній рослині, шт.	Маса зерна з однієї рослини, г	Маса соломи з однієї рослини, г	Відношення зерна до соломи
Ярославна	Без добрив*	92	5,5	59	1,6	3,9	2,4
	N ₂₂ P ₂₂ K ₂₂	103	6,4	72	2,3	4,1	1,8
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	91	5,3	55	1,7	3,6	2,1
	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅	98	6,2	70	2,2	4,0	1,8
	N ₅₀ P ₃₀ K ₇₀	101	6,1	59	2,1	4,0	1,9
Слобожанка	Без добрив*	96	6,6	54	1,8	4,8	2,7
	N ₂₂ P ₂₂ K ₂₂	109	9,7	70	2,3	7,4	3,2
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	122	9,0	63	2,2	6,8	3,1
	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅	109	7,8	55	1,9	5,9	3,1
	N ₅₀ P ₃₀ K ₇₀	102	9,5	63	2,1	7,4	3,5
НІР ₀₅ (сорт)			2,33	3,01	0,16		
НІР ₀₅ (добрива)			1,54	3,95	0,22		

* контроль за фактором Е

Найвище значення за масою зерен на одній рослині було зафіксоване на варіанті внесення добрив $N_{22}P_{22}K_{22}$ і складало 2,3 г для обох сортів.

Варто відмітити, що маса соломи з однієї рослини, знову ж таки, була найвища на варіанті удобрення $N_{22}P_{22}K_{22}$, проте для сорту Слобожанка найвища маса соломи також фіксувалась і для рекомендованої норми добрив - $N_{50}P_{30}K_{70}$, тобто обидва варіанти удобрення однаково вплинули на цей показник. Відношення зерна до соломи, вказує на те, що найбільше зерна утворювалось на контрольному варіанті за вирощування сорту Ярославна. Для сорту Слобожанка показник дещо відрізнявся, за отриманими даними, найбільша кількість зерна утворилась за варіанту удобрення $N_{50}P_{30}K_{70}$.

Висновки до 4 розділу

1. Протягом досліджень у 2021–2023 роках встановлено, що застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності гречки від 0,14 до 0,51 тон на гектар. Найвищі показники урожайності були досягнуті у сортів Ярославна (1,96–2,93 т/га) і Слобожанка (2,11–3,52 т/га) в залежності від умов вирощування та рівня удобрень. Урожайність значно знизилася у 2023 році через невизначені погодні умови, досягнувши максимуму 1,09 т/га для Ярославни і 0,92 т/га для Слобожанки при однаковому рівні удобрень.

2. За результатами досліджень гречки сорту Ярославна детермінантного типу досягнуто максимальної врожайності на рівні удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, що склала 1,96 т/га. Сорт Слобожанка звичайного морфотипу найвищу врожайність показав на варіанті з розрахунковою дозою добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$), досягнувши 2,11 т/га. У роки з сприятливими гідротермічними умовами врожайність була максимальною: для Ярославни - 2,93 т/га, а для Слобожанки - 3,52 т/га, при застосуванні розрахункової дози добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$). Якісні показники зерна, включаючи натуру та масу 1000 насінин, досягли свого піку при внесенні добрив у розрахункових дозах ($N_{16}P_{16}K_{16} + N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$).

3. У дослідженні параметрів кількості суцвіть на одну рослину та площі листової поверхні для сортів Ярославна та Слобожанка під впливом різних добрив, виявлено цікаві відмінності. Сорт Ярославна без добрив показав більшу кількість суцвіть (21 шт.) порівняно з Слобожанкою. Найбільшу кількість суцвіть (28 шт.) Ярославна продемонструвала при використанні рекомендованої норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Щодо площі листової поверхні, для сорту Ярославна найменша площа була зафіксована при добриві $N_{22}P_{22}K_{22}$, а найвища ($315,1 \text{ см}^2$) - при фоні добрив $N_{50}P_{30}K_{70}$. У той же час, для сорту Слобожанка найвища площа листової поверхні спостерігалася за добривом у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$.

4. Структуру врожаю були визначені цікаві відмінності між сортами Ярославна та Слобожанка. Сорт Ярославна мав вищу висоту рослин у порівнянні зі Слобожанкою за будь-якої норми добрив. Найвищі рослини були зафіксовані при застосуванні добрив типу $N_{22}P_{22}K_{22}$ для сорту Ярославна та $N_{45}P_{45}K_{45}$ для сорту Слобожанка. Хоча висота рослин відрізнялась за нормами добрив, вегетативна маса перед збиранням для обох сортів була схожа, з найвищим показником для удобрення $N_{22}P_{22}K_{22}$. За цією ж нормою було зафіксовано найбільшу кількість зерен на одній рослині у обох сортів гречки. Цікаво, що кількість зерен за контрольним варіантом та за добривом $N_{50}P_{30}K_{70}$ була однаковою, хоча маса зерен відрізнялась.

5. Маса зерен на одній рослині була найвищою при удобренні $N_{22}P_{22}K_{22}$ для обох сортів. Маса соломи на одній рослині також була найвищою при застосуванні норми $N_{22}P_{22}K_{22}$, а для сорту Слобожанка також за $N_{50}P_{30}K_{70}$. Відношення зерна до соломи показало, що найбільше зерна утворювалось на контрольному варіанті для сорту Ярославна, а для сорту Слобожанка - за $N_{50}P_{30}K_{70}$.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Radchenko, M. V., Butenko, A. O., & Hlupak, Z. I. (2018). The influence of fertilizer system and efficacy of growth regulator on buckwheat

productivity under the conditions of north-east forest steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 89-94.

2. Кабанець В.М., Страхоліс І.М. (2017). Агротехнічні прийоми вирощування круп'яних культур для умов північно-східного Лісостепу України. Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН. Сад. 20.

3. Trotsenko V.I., Klitsenko A.V. (2022). Adaptivnyi potentsial hrechky v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Sumy NAU Bulletin, "Agronomy and Biology" series*. Sumy. Vol. 9 (32). P. 192–196.

4. Long Jiang-xue, Cheng Hui-yan, Dai Zhi-neng, Liu Jian-fu. The Effect of Silicon Fertilizer on The Growth of Chives. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018. Vol. 192, P. 1–6.

5. Kalinová J., Moudrý J., Čurn V., 2005. Yield formation in common buckwheat (*Fagopyrum Esculentum* Moench). *Acta Agronomica Hung.*, 53, 283–291. <https://doi: 10.1556/AAgr.53.2005.3.5>.

6. Tryhub O.V., Kutsenko O.M., Liashenko V.V., Nohin V.V. Vazhlyvist vyroshchuvannia hrechky yak unikalnoi y ekolohichno oriientovanoi kultury. (2022). *Scientific Progress & Innovations*. Vol. 1. P. 69–76. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.08>

7. Jaroszewska, A., Sobolewska, M., Podsiadło, C., and Stankowski, S. The effect of fertilization and effective microorganisms on buckwheat and millet. *Acta Agroph.*, 2019, 26(3), pp.15–28. <https://doi.org/10.31545/aagr/114016>

8. Liashenko V.V., Sakhno T.V., Tryhub O.V., Semenov A.O. (2022). Fiziolohichna reaktsiia roslын sortiv hrechky posivnoi *Fagopyrum esculentum* moench za umovy riznykh rezhymiv hidropiraminhu na rannikh etapakh ontogenezu. *Scientific Progress & Innovations*. № 2(2). P. 30–38. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.03>

9. Metodyka provedennya ekspertyzy ta derzhavnoho vyprobuvannya sortiv roslын zernovykh, krupyanykh ta zernobobovykh kul'tur. (2003). *Derzhavna sluzhba z okhorony prav na sorty roslын*. Kyiv. № 2(3). 214.

10. Tsarenko, O.M., Zlobin, Yu.A., Sklyar, V.H., Panchenko, S.M. (2000). Kompyuterni metody v ahronomiyi ta s.h. biolohiyi. [Sumy: University book. 203.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ

Оцінка економічної ефективності технології чи її окремих компонентів є важливим критерієм, який допомагає аграріям визначити вплив певного прийому на культуру, яку вони вирощують (Томашук, 2019). У оцінці економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур відзначається, що витрати на добрива, паливе та інші необхідні компоненти, які є основою сільськогосподарського виробництва, є важливими факторами. Зростання цін на ці ресурси (Кравченко et al., 2023; Вишневецька, 2022) має значний вплив на економіку промисловості. За умов обмеженого бюджету аграрії повинні ефективно вирощувати культури, особливо таку культуру як гречка.

Керівники країни стараються підтримати сільськогосподарських виробників (Виклюк et al., 2022), проте з урахуванням зростання вартості добрив і пального аграріям слід бути особливо уважними під час вибору оптимальних технологій вирощування. Вони повинні детально оцінювати економічну ефективність кожного методу, щоб знайти найкращий баланс між рентабельністю вирощування та високою врожайністю.

Сільськогосподарським виробникам рекомендується активно шукати та впроваджувати інноваційні методи вирощування, щоб зменшити свою залежність від вартості добрив через зміни в економічному середовищі (Masoero et al., 2021). Крім того, при виборі методів удобрення та обробітку ґрунту важливо враховувати екологічний фактор.

Для визначення економічної ефективності інтенсивного вирощування двох сортів гречки було використано вартісні та натуральні показники. Витрати були розраховані за допомогою технологічних карт. Станом на 01.01.2024 року, для визначення витрат на насіння були використані наступні дані:

1. Насіння сорту Ярославна – 60 грн./кг;
2. Насіння сорту Слобожанка – 28 грн./кг;

Вартість добрив:

1. Аміачна селітра – 28,5 грн./кг;
2. Нітроамофоска – 60,8 грн./кг;
3. Карбамід – 21,3 грн./кг;
4. Суперфосфат – 36,3 грн./кг;
5. Сульфат калію - 62 грн./кг;

Вартість обробітку ґрунту:

1. Оранка на глибину 25-27 см – 640 грн./га;
2. Боронування важкими зубовими боролами – 530 грн./га;
3. Передпосівна культивация на глибину 6-8 см – 545 грн./га;

Головною мотивацією агровиробників на сьогодні є, все ж таки, економічна вигода при вирощуванні гречки. Головним компонентом розрахунку економічної доцільності є прямі витрати на виробництво. Зокрема, до переліку входять витрати на сівбу культури, догляд за посівами, збір та транспортування зерна гречки. Сукупні витрати задля вирощування сортів рядковим способом без застосування добрив для сорту Ярославна становили 10345 грн/га, для сорту Слобожанка – 6809 грн/га. До цих показників також додалися додаткові витрати, що пов'язані із застосуванням добрив. Через це вартість на варіантах мала ще більшу відмінність.

Таблиця 5.1 надає важливі дані про витрати та доходи від вирощування сорту Ярославна в залежності від різних варіантів удобрення. Сукупні витрати збільшуються при застосуванні різних фонів добрив. Найвищі витрати спостерігаються у варіантах з фоном удобрення $N_{22}P_{22}K_{22}$ та $N_{45}P_{45}K_{45}$, що стало наслідком високої вартості добрив.

Урожайність залежить від кількості та застосованих добрив, які впливають на якість та кількість урожаю. Залежно від неї було розраховано дохід від продажу зерна.

Таблиця 5.1

Витрати на вирощування сорту Ярославна рядковим способом*
залежно від фону удобрення

Показник	Одиниці вимірювання	Контроль	N ₂₂ P ₂₂ K ₂₂	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ ⁺ +N ₁₅	N ₅₀ P ₃₀ K ₇₀
Сукупні витрати	грн./га	10345	18735,4	27429,8	22462,8	24138
Нітроамофоска	грн./га	-	8390,4	17084,8	-	-
Аміачна селітра	грн./га	-	-	-	1254	-
Карбамід	грн./га	-	-	-	1405,8	2321,7
Суперфосфат	грн./га	-	-	-	3630	2432,1
Сульфат калію	грн./га	-	-	-	5828	9039,6
Вартість зерна при продажу	грн./т	12000				
Дохід	грн./га	17640	20040	21360	23520	21960
Прибуток	грн./га	7295	1304,6	-6069,8	1057,2	2178
Рентабельність	%	41,4	6,5	-28,4	4,5	9,9

*Ширина міжряддя 15 см

У таблиці про витрати на вирощування сорту Ярославна за рядковим способом залежно від фону удобрення вказані різні рівні прибутку на га для кожного варіанту. Прибуток розраховується як різниця між доходом (вартість зерна, що було зібрано, помножена на урожайність) та сукупними витратами на вирощування. Найвищий прибуток становить 7295 грн./га і досягається на контрольному варіанті удобрення. Це може означати, що витрати на добрива були найнижчими у цьому варіанті, що призвело до більшого прибутку навіть за рахунок меншої урожайності чи інших факторів. Якщо ж не враховувати контрольний варіант, то найвищу врожайність було отримано на варіанті N₅₀P₃₀K₇₀.

Найнижчий рівень прибутку показаний у варіанті з фоном удобрення N₄₅P₄₅K₄₅, де прибуток становить -6069,8 грн./га. Це означає, що сукупні витрати на добрива та інші виробничі витрати перевищили дохід від продажу зерна, що призвело до втрати.

Аналізуючи дані з таблиці про витрати на вирощування сорту Слобожанка (табл. 5.2) за рядковим способом залежно від фону удобрення, можна сказати наступне: найвищі сукупні витрати спостерігаються у варіантах з фоном удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$, що свідчить про високі витрати на добрива в цих комбінаціях.

Таблиця 5.2

**Витрати на вирощування сорту Слобожанка рядковим способом*
залежно від фону удобрення**

Показник	Одиниці вимірювання	Контроль	$N_{22}P_{22}K_{22}$	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$	$N_{50}P_{30}K_{70}$
Сукупні витрати	грн./га	6809	15199,4	23893,8	18926,8	20602,4
Нітроамофоска	грн./га	-	8390,4	17084,8	-	-
Аміачна селітра	грн./га	-	-	-	1254	-
Карбамід	грн./га	-	-	-	1405,8	2321,7
Суперфосфат	грн./га	-	-	-	3630	2432,1
Сульфат калію	грн./га	-	-	-	5828	9039,6
Вартість зерна при продажу	грн./га	12000				
Дохід	грн./га	19200	19920	22200	23280	25320
Прибуток	грн./га	12391	4720,6	-1693,8	4353,2	4717,6
Рентабельність	%	64,5	23,7	-7,6	18,7	18,6

*Ширина міжряддя 15 см

Найвищий дохід досягається в варіанті з фоном удобрення $N_{50}P_{30}K_{70}$ (25320 грн./га), що пов'язано з вищою урожайністю, досягнутою за допомогою цієї норми добрив. Найвищий рівень рентабельності для фонів удобрення, якщо не враховувати контрольний варіант, також спостерігається у варіанті з фоном удобрення $N_{22}P_{22}K_{22}$, що підтверджує його ефективність з фінансової точки зору.

До витрат на добрива варто звернути увагу на те, що окремі види добрив, такі як суперфосфат і сульфат калію, мають значний вплив на загальні сукупні витрати і можуть варіювати в залежності від їхніх цін та кількості, що застосовується.

Загальний аналіз витрат на вирощування сортів гречки (Ярославна і Слобожанка) за рядкового способу сівби залежно від різних фонів удобрення показує, що ефективність вирощування суттєво залежить від правильного підбору та застосування добрив. Найбільш прибуткові варіанти характеризуються оптимальним балансом між сукупними витратами та доходами від врожаю.

Проте, слід зазначити, що природна родючість ґрунту грає важливу роль у досягненні високої прибутковості вирощування. Ґрунти з високим рівнем природної родючості можуть забезпечувати найвищі врожаї і, відповідно, найбільший дохід без значних витрат на добрива. Проте, при інтенсивному використанні ґрунтів без відновлення поживних речовин, можливе їх виснаження.

Тому, хоча природна родючість є важливим фактором у вирощуванні гречки, використання мінімальних добрив все ж необхідно для збереження родючості ґрунту на тривалий термін. Правильне використання добрив сприяє збереженню ґрунтових ресурсів, підвищенню стійкості культур до стресів та забезпечує стабільну високу врожайність з року в рік.

Таблиця 5.3 ілюструє економічну ефективність вирощування детермінантного сорту гречки Ярославна в залежності від різних елементів технології, зокрема способу сівби та попередників. Основні показники, які досліджуються, включають урожайність, вартість продукції, виробничі витрати, дохід, прибуток і рівень рентабельності.

Для визначення найбільш оптимального варіанту використаємо порівняння рентабельності різних варіантів вирощування гречки Ярославна з таблиці. Результати показують, що варіант з раннім строком та широкорядним способом сівби має вищий рівень рентабельності порівняно з іншими комбінаціями (70,1%). З іншого боку, найнижчий рівень рентабельності спостерігається у випадку оптимального строку сівби з попередником однорічної трави (62,5%).

Таблиця 5.3

**Економічна ефективність вирощування детермінантного сорту гречки
Ярославна в залежності від елементів технології**

Показники	Способи сівби		Попередники	
	суцільний*	широкорядний	озиме жито*	однорічні трави
Ранній строк сівби				
Урожайність, т/га	2,54	2,72	2,63	2,45
Вартість продукції, грн./га	12000			
Виробничі витрати, грн./га	10345	9756	10345	10345
Дохід, грн./га	30480	32640	31560	29400
Прибуток, грн./га	20135	22884	21215	19055
Рівень рентабельності, %	66,1	70,1	67,2	64,8
Оптимальний строк сівби				
Урожайність, т/га	2,35	2,26	2,45	2,30
Вартість продукції, грн./га	12000			
Виробничі витрати, грн./га	10345	9756	10345	10345
Дохід, грн./га	28200	27120	29400	27600
Прибуток, грн./га	17855	17364	19055	17255
Рівень рентабельності, %	63,3	64,0	64,8	62,5

*Контроль

Це порівняння може бути корисним при виборі оптимального способу вирощування гречки Ярославна з урахуванням максимізації рентабельності та прибутковості під час вирощування цієї культури.

Таблиця 5.4 представляє економічну ефективність вирощування індетермінантного сорту гречки Слобожанка залежно від різних елементів технології, зокрема способу сівби та попередників. Найвищий рівень рентабельності (81,1%) спостерігається за раннього строку та широкорядного способу сівби. Найнижчий рівень рентабельності (74,9%) спостерігається за оптимального строку сівби суцільним способом.

Порівнюючи результати, що ілюструють економічну ефективність вирощування детермінантного сорту гречки Ярославна і індетермінантного сорту гречки Слобожанка в залежності від різних елементів технології, особливу увагу слід звернути на рівень рентабельності для визначення оптимального варіанту вирощування. Гречка сорту Слобожанка має вищий потенціал рентабельності в порівнянні з гречкою Ярославною. Навіть

найнижчий рівень рентабельності для сорту Слобожанка (74,9%) вищий, ніж найвищий рівень рентабельності для сорту Ярославна (70,1%). Варто відмітити, що обидва сорти досягають найвищих рівнів рентабельності за раннього строку і широкорядного способу сівби.

Таблиця 5.4

**Економічна ефективність вирощування індетермінантного сорту гречки
Слобожанка в залежності від елементів технології**

Показники	Способи сівби		Попередники	
	суцільний*	широкорядний	озиме жито*	однорічні трави
Ранній строк сівби				
Урожайність, т/га	2,40	2,63	2,88	2,65
Вартість продукції, грн./га	12000			
Виробничі витрати, грн./га	6809	5954	6809	6809
Дохід, грн./га	28800	31560	34560	31800
Прибуток, грн./га	21991	25606	27751	24991
Рівень рентабельності, %	76,4	81,1	80,3	78,6
Оптимальний строк сівби				
Урожайність, т/га	2,26	2,11	2,71	2,54
Вартість продукції, грн./га	12000			
Виробничі витрати, грн./га	6809	5954	6809	6809
Дохід, грн./га	27120	25320	32520	30480
Прибуток, грн./га	20311	19366	25711	23671
Рівень рентабельності, %	74,9	76,5	79,1	77,7

*Контроль

З цього можна зробити висновок, що вирощування сорту Слобожанка може мати більший потенціал прибутковості порівняно з сортом Ярославна в розглянутих умовах досліджень. Однак вибір оптимального варіанту також залежить від інших факторів, таких як вартість продукції, виробничі витрати та потенційний дохід, які також слід враховувати при плануванні вирощування культури.

Висновки до розділу 5

1. Використання різних фонів удобрень значно впливає на сукупні витрати та доходи від вирощування гречки. Деякі комбінації (наприклад,

$N_{45}P_{45}K_{45}$ для обох сортів) призводять до значних витрат через високу ціну добрив, що призводить до негативного впливу на прибуток.

2. Найвищий дохід було досягнуто за допомогою фону удобрення $N_{50}P_{30}K_{70}$ для сорту Слобожанка (25320 грн./га) і $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ для сорту Ярославна (23280 грн./га), що вказує на ефективність цих комбінацій у плані урожайності та витрат.

3. Найвищий прибуток та рентабельність спостерігаються також у варіантах з використанням оптимальних комбінацій добрив, таких як $N_{50}P_{30}K_{70}$ для сорту Слобожанка та контрольний варіант для сорту Ярославна. Це підтверджує важливість правильного підбору добрив для максимізації прибутку.

4. Окремі види добрив, такі як суперфосфат і сульфат калію, мають значний вплив на сукупні витрати через їхню високу ціну. Крім того, витрати на обробіток ґрунту також значно впливають на загальні витрати на вирощування гречки.

5. При порівнянні ефективності вирощування детермінантного сорту гречки Ярославна та індетермінантного сорту гречки Слобожанка залежно від різних елементів технології, особливу увагу слід звернути на рівень рентабельності для визначення оптимального варіанту вирощування. Сорт Слобожанка виявляє вищий потенціал рентабельності у порівнянні з сортом Ярославна. Навіть найнижчий рівень рентабельності для сорту Слобожанка (74,9%) перевищує найвищий рівень рентабельності для сорту Ярославна (70,1%). Важливо відзначити, що обидва сорти досягають найвищих рівнів рентабельності при ранньому строку і широкорядному способі сівби.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Томашук, О. В. (2019). Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно за різних технологій обробітку ґрунту. *Корми і кормовиробництво*, 87, 144-150. Режим доступу: http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/87.pdf

2. Кравченко, Н. В., Адамчик, Є. В., Протасов, О. М. (2023). Економічна оцінка використання карбамідно-аміачної суміші з міжрядним обробітком. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 51(1), 72-78. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.9>
3. Вишневецька, О. (2022). Сучасні тренди техніко-технологічних інновацій в сільському господарстві. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (April 22, 2022; Chicago, USA), 10-12. Режим доступу: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/83>
4. Виклюк, М. Я. І., Кундицький, О. О., Гарасим, П. М. (2022). Інструментарій підтримки відтворювальних процесів у сільському господарстві України в умовах війни. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*, 35, 56-62. <https://doi.org/10.32782/easterneurope.35-8>
5. Masoero, G., Ariotti, R., Giovannetti, G., Ercole, E., Cugnetto, A., Nuti, M. (2021). Connecting the use of biofertilizers on maize silage or meadows with progress in milk quality and economy. *J. Agron. Res*, 3, 26-45. <https://doi.org/10.14302/issn.2639-3166.jar-21-3782>

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні було вивчено та детально описано науковий підхід щодо вирішення завдань, які пов'язані зі збільшенням продуктивності такої культури як гречка посівна, що вирощувалась за інтенсивною технологією. Основна увага була приділена тому. Що встановити найкращі способи агротехніки за вирощування детермінантного та індетермінантного сортів культури. Варто згадати, що також було висвітлено вибір оптимального способу удобрення гречки для умов північно-східного Лісостепу України, результатом чого є викладення наступних висновків:

1. Як для сорту Слобожанка, так і для сорту Ярославна оптимальний строк сівби був менш сприятливим, найвища продуктивність фіксувалась за раннього строку. За способом сівби врожайність культури була найбільшою при звичайному рядковому способі (15 см) та становила 2,26 т/га (Слобожанка) і 2,35 т/га (Ярославна) за цих умов.

2. Було встановлено, що строки сівби та ширина міжрядь мають значний вплив на ріст та збереження рослин протягом вегетації. Ранній строк сівби (перша декада травня) був кращим для досліджуваних сортів. Це було особливо помітно в широкорядних посівах, де вихід зерна залежно від сорту становив від 239 до 272 г/м². Обидва сорти показали кращі результати за раннього строку сівби, але сорт Ярославна мав найвищі показники (2,54-2,72 т/га).

3. Вивчені сорти активно реагували на попередники та терміни сівби, краще адаптувалися до вологозабезпечення та температурного режиму у випадку ранньої сівби (перша декада травня). Серед попередників було встановлено, що більш позитивний вплив на продуктивність спостерігався при вирощуванні після озимого жита для отримання зеленого корму.

4. На основі проведених досліджень було виявлено, що для гречки більш сприятливим для формування продуктивних посівів є рання сівба після озимого жита, особливо у сорту Ярославна, де найбільш повно виявилися

потенційні можливості продуктивності. У сорту Слобожанка, посіяному після озимого жита, ефективніше формувалися репродуктивні органи, при цьому озерненість рослин становила 30–33%. Максимальний врожай було отримано у сорту Слобожанка, який за попередником озимим житом змінювався від 2,71 до 2,88 т/га.

5. Дослідження показали, що рослини сорту Ярославна досягали більш дружно порівняно із сортом Слобожанка. Звідси сорт Ярославна виявився кращим за показниками пристосування до механізованого збирання.

6. Продукція соломи та полови гречки дає можливість отримувати цінний корм у кількості кормових одиниць від 18,6 до 22,9 ц/га для сорту Слобожанка та 20,5–22,7 ц/га для сорту Ярославна. Крім зерна, гречка забезпечує господарствам від 62 до 76 ц/га соломи, яка є поживною, наближаючись до сіна багаторічних трав і бобових трав за мінеральним складом.

7. Було встановлено, що застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності гречки від 0,14 до 0,51 т/га. Найвищі показники урожайності були досягнуті у сортів Ярославна (1,96–2,93 т/га) і Слобожанка (2,11–3,52 т/га) в залежності від умов вирощування та рівня удобрень. Урожайність значно знизилася у 2023 році через невизначені погодні умови, досягнувши максимуму 1,09 т/га для Ярославни і 0,92 т/га для Слобожанки при однаковому рівні удобрень.

8. За результатами досліджень гречки сорту Ярославна детермінантного типу досягнуто максимальної врожайності на рівні удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$, що склала 1,96 т/га. Сорт Слобожанка звичайного морфотипу найвищу врожайність показав на варіанті з розрахунковою дозою добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$), досягнувши 2,11 т/га. У роки з сприятливими гідротермічними умовами врожайність була максимальною: для Ярославни - 2,93 т/га, а для Слобожанки - 3,52 т/га, при застосуванні розрахункової дози добрив ($N_{50}P_{30}K_{70}$). Якісні показники зерна, включаючи натуру та масу 1000

насінин, досягли свого піку при внесенні добрив у розрахункових дозах ($N_{16}P_{16}K_{16} + N_{15}$ та $N_{50}P_{30}K_{70}$).

9. У дослідженні параметрів кількості суцвіть на одну рослину та площі листової поверхні для сортів Ярославна та Слобожанка під впливом різних добрив, виявлено цікаві відмінності. Сорт Ярославна без добрив показав більшу кількість суцвіть (21 шт.) порівняно з Слобожанкою. Найбільшу кількість суцвіть (28 шт.) Ярославна продемонструвала при використанні рекомендованої норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Щодо площі листової поверхні, для сорту Ярославна найменша площа була зафіксована при добриві $N_{22}P_{22}K_{22}$, а найвища ($315,1 \text{ см}^2$) – при фоні добрив $N_{50}P_{30}K_{70}$. У той же час, для сорту Слобожанка найвища площа листової поверхні спостерігалася за добривом у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$.

10. У дослідженні впливу удобрення на морфологічні показники культур та структуру врожаю були визначені цікаві відмінності між сортами Ярославна та Слобожанка. Сорт Ярославна мав вищу висоту рослин у порівнянні зі Слобожанкою за будь-якої норми добрив. Найвищі рослини були зафіксовані при застосуванні добрив типу $N_{22}P_{22}K_{22}$ для сорту Ярославна та $N_{45}P_{45}K_{45}$ для сорту Слобожанка. Хоча висота рослин відрізнялась за нормами добрив, вегетативна маса перед збиранням для обох сортів була схожа, з найвищим показником для удобрення $N_{22}P_{22}K_{22}$. За цією ж нормою було зафіксовано найбільшу кількість зерен на одній рослині у обох сортів гречки. Цікаво, що кількість зерен за контрольним варіантом та за добривом $N_{50}P_{30}K_{70}$ була однаковою, хоча маса зерен відрізнялась. Маса зерен на одній рослині була найвищою при удобренні $N_{22}P_{22}K_{22}$ для обох сортів. Маса соломи на одній рослині також була найвищою при застосуванні норми $N_{22}P_{22}K_{22}$, а для сорту Слобожанка також за $N_{50}P_{30}K_{70}$. Відношення зерна до соломи показало, що найбільше зерна утворювалось на контрольному варіанті для сорту Ярославна, а для сорту Слобожанка – за $N_{50}P_{30}K_{70}$.

11. Використання різних фонів удобрень значно впливає на сукупні витрати та доходи від вирощування гречки. Деякі комбінації (наприклад, $N_{45}P_{45}K_{45}$ для обох сортів) призводять до значних витрат через високу ціну добрив, що призводить до негативного впливу на прибуток.

12. Найвищий дохід було досягнуто за допомогою фону удобрення $N_{50}P_{30}K_{70}$ для сорту Слобожанка (25320 грн./га) і $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ для сорту Ярославна (23280 грн./га), що вказує на ефективність цих комбінацій у плані урожайності та витрат.

13. Найвищий прибуток та рентабельність спостерігаються також у варіантах з використанням оптимальних комбінацій добрив, таких як $N_{50}P_{30}K_{70}$ для сорту Слобожанка та контрольний варіант для сорту Ярославна. Це підтверджує важливість правильного підбору добрив для максимізації прибутку.

14. Окремі види добрив, такі як суперфосфат і сульфат калію, мають значний вплив на сукупні витрати через їхню високу ціну. Крім того, витрати на обробіток ґрунту також значно впливають на загальні витрати на вирощування гречки.

15. При порівнянні ефективності вирощування детермінантного сорту гречки Ярославна та індетермінантного сорту гречки Слобожанка залежно від різних елементів технології, особливу увагу слід звернути на рівень рентабельності для визначення оптимального варіанту вирощування. Сорт Слобожанка виявляє вищий потенціал рентабельності у порівнянні з сортом Ярославна. Навіть найнижчий рівень рентабельності для сорту Слобожанка (74,9%) перевищує найвищий рівень рентабельності для сорту Ярославна (70,1%). Важливо відзначити, що обидва сорти досягають найвищих рівнів рентабельності при ранньому строку і широкорядному способі сівби.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Задля підвищення врожайності культури та сприяння економічного розвитку підприємства в умовах Північно-Східного Лісостепу України на чорноземі типовому слабовилугованому середньосуглинковому було рекомендовано:

1. Використовувати сорт детермінантного морфотипу задля покращення придатності посівів до механізованого збирання.
2. Обирати ранні строки сівби та використовувати звичайний рядковий спосіб сівби культури після попередника озиме жито.
3. Застосовувати норми добрив $N_{50}P_{30}K_{70}$ для сорту Слобожанка (25320 грн./га) та норму $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ для сорту Ярославна.

ДОДАТКИ

Додаток А

Двохфакторний дисперсійний аналіз із впливу сорту та фону добрив на врожайність у 2021-2023 роках

А) Дисперсійний аналіз даних за 2021 рік

ПІДСУМКИ	Рахунок	Сума	Середня	Дисперсія
Строка 1	2	4,85	2,425	0,13005
Строка 2	2	5,32	2,66	0,0008
Строка 3	2	6,08	3,04	0,0578
Строка 4	2	6,2	3,1	0,0722
Строка 5	2	6,45	3,225	0,17405
Стовбець 1	5	13,52	2,704	0,10258
Стовбець 2	5	15,38	3,076	0,14363

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P- Значення	F критичн е
Строки	0,8959	4	0,22397	10,0730	0,022994	6,388233
Стовбці	0,34596	1	0,34596	15,5592	0,016895	7,708647
Похибка	0,08894	4	0,02223	5		
Всього	1,3308	9				
				0,08609		
	Sd=	0,210879		1		0,149114
				0,19475		
	HIP ₀₅ =	0,477042		1		0,337319
				добрива		Сорти

Б) Дисперсійний аналіз даних за 2022 рік

ПІДСУМКИ	Рахунок	Сума	Середня	Дисперсія
Строка 1	2	2,55	1,275	0,00125
Строка 2	2	2,81	1,405	5E-05
Строка 3	2	2,94	1,47	0,0002
Строка 4	2	3,5	1,75	0,0338
Строка 5	2	3,45	1,725	0,06845
Стовбець 1	5	7,6	1,52	0,0486
Стовбець 2	5	7,65	1,53	0,06255

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P- Значення</i>	<i>F критичне</i>
Строки	0,3411	4	0,08527	3,29565	0,137347	6,388233
Стовбці	0,00025	1	0,00025	0,00966	0,926427	7,708647
Похибка	0,1035	4	0,02587	0,09287		
Всього	0,44485	9				
	Sd=	0,227486		1		0,160857
	HIP ₀₅ =	0,51461		9		0,363884
				добрива		Сорти

В) Дисперсійний аналіз даних за 2023 рік

ПІДСУМКИ	Рахунок	Сума	Середня	Дисперсія
Строка 1	2	1,81	0,905	0,00405
Строка 2	2	1,85	0,925	0,00405
Строка 3	2	1,87	0,935	0,00405
Строка 4	2	2,01	1,005	0,01445
Строка 5	2	1,92	0,96	0,0072
Стовбець 1	5	5,01	1,002	0,00307
Стовбець 2	5	4,45	0,89	0,0005

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P- Значення</i>	<i>F критичне</i>
Строки	0,01184	4	0,0029	4,85245	0,077611	6,388233
Стовбці	0,03136	1	0,0313	51,4098	0,002003	7,708647
Похибка	0,00244	4	0,0006			
Всього	0,04564	9				
				0,01425		
	Sd=	0,034928		9		0,024698
				0,03225		
	HP ₀₅ =	0,079014		7		0,055871

Додаток Б

Акт впровадження в господарство ТОВ «Агротон-С»

ТОВ «Агротон-С»

Сумська обл., Роменський р-н, с.Хоружівка, Недригайлівської ОТГ

АКТ

впровадження завершеної наукової розробки

«Удосконалення технології вирощування гречки в умовах Північно-східного Лісостепу України»

Цим актом підтверджується, що в 2023 році у господарстві ТОВ "Агротон-С", розташованому в Роменському районі Сумської області, на площі 48 гектарів була проведена науково-технічна розробка під назвою "Удосконалення технології вирощування гречки в умовах Північно-східного Лісостепу України".

Умови проведення впровадження: Північно-східний Лісостеп, ґрунт – чорнозем, pH – 6,7.

Суть впровадження НТР: досліджено, як використання фонів добрив впливає на врожайність сортів Ярославна та Слобожанка, а також на прибутковість їх вирощування за умови раннього строку сівби.

Виконавець наукової розробки: аспірант Сумського національного аграрного університету Машенко Олександр Анатолійович.

Результати впровадження: Серед сортів найвищу врожайність отримали при вирощуванні сорту Слобожанка, де врожайність склала 2,4 тони на гектар на фоні добрив $N_{50}P_{30}K_{70}$. Урожайність порівняно із контролем зросла на 0,78 т/га. Водночас, для сорту Ярославна найвищі врожайності були отримані на фоні удобрення $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$, при цьому перевищила контроль на 0,35 т/га. Найбільший прибуток для обох сортів був зафіксований на контрольній ділянці (без застосування добрив) за рахунок високої вартості мінеральних добрив, що застосовувались. Однак, задля підтримки родючості ґрунту все ж варто використовувати норму $N_{22}P_{22}K_{22}$ для сорту Слобожанка та $N_{30}P_{30}K_{70}$ для сорту Ярославна, що виявились найбільш рентабельними.

Відповідальний за впровадження
від господарства
Керівник господарства



гол.агроном В.В.Одарченко

В.М.Авраменко

Додаток В



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«НІЖИН АГРО»

вулиця Урожайна 112, село Вертійка,
Ніжинський район, Чернігівська область, Україна, 16624

Тел./факс: (04631) 68-5-16
office-nga@agroprosperis.com
www.agroprosperis.com

Код за ЄДРПОУ 35195139
Індивідуальний податковий номер 351951325137

АТ «АГРОПРОСПЕРІС БАНК»,
МФО 380548
IBAN UA203805480000026006004918901

від _____

АКТ

впровадження завершеної наукової розробки

«Удосконалення технології вирощування гречки в умовах Північно-східного Лісостепу України»

Даним актом підтверджуємо, що у 2023 році в господарстві ТОВ «НІЖИН АГРО» Ніжинського району, Чернігівської області на площі 62 га впроваджувалась науково-технічна розробка «Удосконалення технології вирощування гречки в умовах Північно-східного Лісостепу України».

Умови проведення впровадження: Північно-східний Лісостеп, ґрунт – сірий лісовий, рН – 6,2.

Суть впровадження НТР: досліджено вплив добрив на врожайність сортів Ярославна та Слобожанка, а також на прибутковість їх вирощування за раннього строку сівби.

Виконавець наукової розробки: аспірант Сумського національного аграрного університету Мащенко Олександр Анатолійович.

Результати впровадження: Врожайність сорту Слобожанка склала 2,0 тони на гектар при використанні добрив $N_{50}P_{30}K_{70}$. Урожайність зросла на 0,36 т/га порівняно з контролем. У той же час для сорту Ярославна найкращі результати були отримані за допомогою удобрення $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$, яке перевищило норму на 0,2 т/га. За рахунок високої вартості мінеральних добрив, що застосовувались, контрольна ділянка (без використання добрив) дала найбільший прибуток обох сортів. Тим не менш, для підтримки родючості ґрунту рекомендується використовувати норму $N_{22}P_{22}K_{22}$ для сорту Слобожанка та $N_{50}P_{30}K_{70}$ для сорту Ярославна, які виявилися найбільш прибутковими.

Відповідальний за впровадження
від господарства

Керівник господарства



Олександр ЗУБКО

Іван КОБИЖЧА