

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГУК ЄВГЕНІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК: 635.652:631.53:631.559 (477.4)

ДИСЕРТАЦІЯ

ОБґРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) В
УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО УКРАЇНИ

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ Є.В. ГУК

Науковий керівник:

Дідур Ігор Миколайович, доктор
сільськогосподарських наук, професор

АНОТАЦІЯ

Гук Є.В. Обґрунтування елементів технології вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) в умовах Лісостепу правобережного України – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агронімія. – Вінницький національний аграрний університет, Вінниця. 2026.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і підхід до розв'язання наукової проблеми щодо оптимізації елементів технології вирощування квасолі звичайної в умовах Лісостепу правобережного України. В основу технології покладено вивчення таких чинників як: оптимізація сортового складу до умов відкритого ґрунту, терміни висіву насіння та передпосівна обробка насіння. Проведено узагальнення досягнень та аналіз наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів щодо особливостей росту квасолі та визначено оптимальні елементи технології вирощування квасолі у відкритому ґрунті. Отримані експериментальні результати та сформульовані на їх основі практичні рекомендації слугують науковим підґрунтям для розроблення стратегії підвищення врожайності й поліпшення якісних показників квасолі звичайної.

У роботі науково обґрунтовано актуальність досліджуваної проблематики та визначено її взаємозв'язок із сучасними науковими програмами, планами й напрямками досліджень. Сформульовано мету та завдання дослідження, реалізацію яких забезпечено шляхом комплексного оцінювання ефективності використання різних сортів квасолі звичайної, оптимізації строків сівби насіння, а також вивчення впливу мікоризації насіння препаратом Мікофренд і бактеріальних препаратів Азотохелп та Органік баланс у сучасних технологіях вирощування культури в умовах Правобережного Лісостепу України. Отримані результати засвідчили можливість підвищення продуктивності рослини та покращення якісних показників продукції.

Методологічною основою досліджень передбачено обґрунтування ефективного добору сортів квасолі відповідно до технологічних умов вирощування у відкритому ґрунті, оптимальних строків сівби насіння та застосування мікоризації насіння, що забезпечує формування високоякісної продукції з покращеними смаковими властивостями та оптимальними показниками хімічного складу.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах Лісостепу правобережного України експериментально досліджено, що сорти квасолі належать до групи середньостиглих, при цьому найвищий рівень скоростиглості притаманний сорту Славія, тоді як сорти Рось і Файний Ясь характеризуються більш тривалим вегетаційним періодом. Серед досліджуваних сортів найвищий рівень урожайності досягається за вирощування сорту Файний Ясь (2,8 т/га), де приріст становить 9–14 %. В умовах відкритого ґрунту сівба насіння у I–II декаді травня позитивно впливає на тривалість міжфазних періодів «сівба – повні сходи», «повні сходи – цвітіння» та «цвітіння – налив бобів». Більш короткий міжфазний період «цвітіння – налив бобів» відмічається у сортів Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби) за сівби у I декаді травня, з незначним подовженням цього періоду за висіву у II декаді. Виражений позитивний ефект забезпечують ранні строки сівби (I–II декади травня), за яких приріст урожайності сягає 0,8–1,1 т/га. Обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд окремо або, в поєднанні з препаратами Азотохелп чи Органік баланс забезпечує стаке проходження основних фаз росту та розвитку рослини у сортів Галактика та Славія. Використання препарату Мікофренд забезпечує підвищення врожайності на 20–28 %. Поєднання Мікофренду з біопрепаратами Азотохелп або Органік баланс забезпечує додаткове зростання врожайності на 0,6–0,8 т/га. Максимальний ефект досягається за комплексного застосування Мікофренду з Азотохелпом і Органік баланс, де врожайність підвищується на 36–40 %, або до 3,5 т/га у сорту Галактика та 3,4 т/га у сорту Славія.

Удосконалено наукові принципи та практичні підходи до формування високих і стабільних урожаїв квасолі на основі оптимізації сортових особливостей, строку сівби насіння та мікоризації насіння перед сівбою.

Набуло подальшого розвитку теоретичні підходи обґрунтування доцільності вирощування різних сортів квасолі в умовах відкритого ґрунту, принципи управління продуктивності процесом формування врожайності та якості продукції залежно від впливу досліджуваних елементів технології вирощування.

Практичне значення полягає в розробленні рекомендацій виробництву, щодо вдосконалення елементів технології вирощування квасолі звичайної в умовах Лісостепу правобережного України шляхом підбору сорту, оптимізації строку сівби насіння та мікоризації насіння в комплексному поєднанні з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс.

На основі отриманих даних розроблено адаптивну технологію вирощування квасолі звичайної із врахуванням асортименту сортів, строків сівби насіння і мікоризації насіння Мікофрендом в поєднанні з бактеріальними препаратами Азотохелп і Органік баланс в умовах Лісостепу правобережного України. Проаналізовано наукові праці вітчизняних і зарубіжних дослідників щодо народногосподарського значення квасолі та основних напрямів її використання, охарактеризовано біологічні особливості культури, ключові елементи сучасних технологій вирощування, значення сортового асортименту, а також закономірності формування біохімічного складу продукції.

Темпи проходження основних етапів органогенезу знаходяться у прямій залежності від сортової специфічності, тривалості репродуктивної фази «сходи-цвітіння» та умов вирощування. Динаміка формування асиміляційної поверхні залежить від етапу онтогенезу. Фази квасолі «цвітіння», «формування бобів» та «технічна стиглість» супроводжуються збільшенням площі листкового апарату з досягненням пікових значень у фазу «формування бобів». Найвищий продукційний потенціал встановлено у рослин сорту Файний Ясь, де площа листкової поверхні може становити 20,53; 26,17 та 24,14 тис. м²/га відповідно.

Найвищою репродуктивною здатністю характеризуються рослини сорту Рось, де кількість бобів становить 24,2 шт/рослину, а більшу кількість зерен в бобі отримано по сортах Ластівка та Галактика, їх величина становить 8,2 та 7,7 шт. Максимальні значення маси 1000 насінин отримано у сорту Файний Ясь, де величина, за належних умов вирощування збільшується в 2,9 раза. Високою врожайністю характеризується сорт квасолі Файний Ясь (2,8 т/га), а нижчою сорти Рось та Галактика (2,4-2,5 т/га) де значення збільшується лише на 9-14 %.

Перевага I та II строків сівби насіння існує на період «цвітіння – налив бобів». Коротким періодом характеризуються сорт Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби) за висіву насіння у I декаді травня, дещо подовжений за сівби у II декаді травня, зокрема у сорту Файний Ясь – 16,5 доби. Більш тривалий період «цвітіння – налив бобів» спостерігався за висіву у III декаді травня, його значення змінюється від 17,1 доби у сорту Рось до 17,7 доби у сорту Файний Ясь. За пізнішого строку сівби (III декада травня) від подовжується на 1,9–2,2 доби. Максимальну кількість бульбочок на кореневій системі можна отримати за сівби насіння в I декаді травня по сорту Рось 13,5 шт/рослині; за висіву насіння в II декаді травня найвищий показник є характерним по сорту Файний Ясь (13,0 шт/рослині).

Найбільш виражений позитивний вплив спостерігається за сівби насіння в I та II декадах травня, де приріст урожайності становив 0,8–1,1 т/га. Строки сівби у II та III декадах травня, за вирощування сорту Славія, забезпечують підвищення врожайності бобів на 0,3–0,4 т/га. Найвищий рівень стабільної продуктивності характерний для сорту Файний Ясь, Славія за сівби у I - III декадах травня. Максимальний вміст протеїну можливий за проведення сівби у II декаді травня у сортів Славія та Рось (20,21 % та 21,10 %), а високий вміст сирого жиру забезпечує сорту Файний Ясь за сівби у II декаді травня (2,87 %). Перенесення строку сівби насіння на III декаду травня сприяє в незначному зниженні вмісту жиру до 2,81 %.

Обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд окремо або, в поєднанні з препаратами Азотохелп чи Органік баланс забезпечує стале

проходження основних фаз росту та розвитку рослини у сортів Галактика та Славія. Найбільшу тривалість періоду «технічна стиглості бобів» у 12 діб отримується по сорту Славія за використання Мікофренду у поєднанні з Органік баланс і зменшення до 10 діб за обробки насіння Мікофрендом у сортів Славія та Галактика, а також за сумісного застосування Мікофренду з Азотохелпом або Органік балансом у сорту Галактика. Одночасно, використання Мікофренду забезпечує збільшення висоти прикріплення нижнього бобу в рослин Славія та Галактика, проте сумісне застосування Мікофренду і препаратів Азотохелп та Органік баланс сприяє збільшенню висоти прикріплення нижнього бобу в 1,2 рази по сорту Галактика.

Мікоризація насіння Мікофрендом у комплексі з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс забезпечують зростання врожайності квасолі на 36–40 %, або до 3,5 т/га по сорту Галактика та 3,4 т/га по сорту Славія за рахунок кращої ефективності поглинання елементів мінерального живлення та води і розвитку симбіотичних зв'язків із грибом *Glomus* sp., а також діяльності фосфат- і каліймобілізуєчих бактерій.

Уміст основних показників якості залежить як від сортових властивостей квасолі, мікоризації і біопрепаратів. Поєднання мікоризації із застосуванням біопрепаратів Азотохелп або Органік баланс зумовлює підвищення вмісту сухої речовини та протеїну на 0,15–0,19 %, однак цей ефект є більш виражений для сорту Галактика. Бакова суміш біопрепаратів та мікоризації забезпечує зростання вмісту протеїну на 4 %, підвищує вміст жиру на 22 % у сорту Славія, а також отримуються максимальні значення вмісту азоту та фосфору.

Рівень рентабельності від вирощування сортів квасолі звичайної може складати 172–221 %, що свідчить про високу її економічну ефективність виробництва. Під час вирощування сортів Галактика та Файний Ясь рівень рентабельності збільшується у 1,1–1,2 рази, а коефіцієнт енергетичної ефективності 5,80–5,98. За врожайності квасолі сорту Ластівка 2,1 т/га, рівень рентабельності знижується на 12 %.

Збільшення величини чистого прибутку на 37-50 % є характерним за сівби насіння у I-II декаді травня для сорту Файний Ясь (87 590-95 800 грн), а зменшення величини прибутку можливе за сівби насіння у II-III декаді травня по сорту Славія. В умовах Лісостепу правобережного економічно вигідно вирощувати квасолю овочеву, застосовуючи сівбу насіння у I-II декаді травня, оскільки рентабельність виробництва сорту Файний Ясь становить 279-284 %, або ж збільшується у 1,2 раза, а значення коефіцієнта енергетичної ефективності становить 7,33 та 6,78 відповідно. Сівба насіння сорту Файний Ясь у III декаді травня можлива, оскільки рівень рентабельності збільшується лише на 32 %.

Комплексна обробка насіння сортів Славія і Галактика препаратами Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс, а також поєднання Мікофренду з Азотохелпом чи Мікофренд з Органік баланс по сорту Галактика забезпечує максимальне збільшення рівня рентабельності до 251–263 %, або ж на 28–40 % та коефіцієнта енергетичної ефективності до 6,80-6,82.

Ключові слова: квасоля, сорт, строк сівби, мікоризація, біопрепарат, фаза росту, фіксація азоту, біометрія, висота, маса, біб, урожайність, якість, стабільність, економічна ефективність.

SUMMARY

Huk Ye.V. Substantiation of the elements of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivation technology under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Qualification scientific work on the rights of a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 Agronomy. – Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia. 2026.

This dissertation presents a theoretical synthesis and an approach to addressing the scientific problem of optimizing the cultivation techniques for common beans in the Forest-Steppe region of the right bank of Ukraine. The technology is based on the study of such factors as: optimization of the variety composition for open-field conditions, sowing dates, and pre-sowing seed treatment.

The achievements and scientific research of domestic and foreign authors regarding the growth characteristics of beans have been summarized and analyzed, and the optimal elements of bean cultivation technology in open ground have been determined. The experimental results obtained and the practical recommendations formulated on their basis serve as a scientific foundation for developing a strategy to increase yields and improve the quality indicators of common beans.

The paper scientifically substantiates the relevance of the research topic and identifies its connection to current scientific programs, plans, and research directions. The research objectives and tasks are formulated, and their implementation is ensured through a comprehensive assessment of the effectiveness of using different common bean varieties, optimization of seed sowing dates, as well as studying the effect of seed mycorrhization with the Mycofriend preparation and the bacterial preparations Azotohelp and Organic Balance in modern crop cultivation technologies under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The results obtained demonstrated the possibility of increasing plant productivity and improving product quality indicators.

The methodological framework of the research is designed to establish the effective selection of bean varieties in accordance with the growing conditions in open fields, optimal sowing dates, and the use of seed mycorrhization, which ensures the production of high-quality crops with improved taste characteristics and optimal chemical composition.

Scientific novelty of the results obtained. For the first time in the Forest-Steppe region of Right-Bank Ukraine, experimental studies have shown that the bean varieties belong to the mid-season group, with the Slavia variety exhibiting the highest level of early maturity, while the Ros and Fainy Yas varieties are characterized by a longer growing season. Among the varieties studied, the highest yield is achieved when growing the Fainy Yas variety (2.8 t/ha), with a yield increase of 9–14%. Under open-field conditions, sowing seeds in the first or second decade of May has a positive effect on the duration of the interphase periods «sowing–full emergence», «full emergence–flowering» and «flowering–pod filling». A shorter

«flowering–pod filling» phase is observed in the Ros (15.2 days) and Fainy Yas (15.3 days) varieties when sown in the first ten days of May, with a slight prolongation of this phase when sown in the second ten days. Early sowing dates (first–second ten-day periods of May) provide a pronounced positive effect, with yield increases reaching 0.8–1.1 t/ha. Treating seeds with the mycorrhizal preparation Mycofriend, either alone or in combination with Azotohelp or Organic Balance, ensures the smooth progression of the main phases of plant growth and development in the Galaktika and Slavia varieties. The use of Mycofriend increases yield by 20–28%. Combining Mycofriend with the biological products Azotohelp or Organic Balance provides an additional yield increase of 0.6–0.8 t/ha. The maximum effect is achieved through the combined use of Mycofriend with Azotohelp and Organic Balance, resulting in a 36–40% increase in yield, or up to 3.5 t/ha for the Galaktika variety and 3.4 t/ha for the Slavia variety.

Scientific principles and practical approaches to achieving high and stable bean yields have been refined based on the optimization of varietal characteristics, sowing dates, and pre-sowing seed mycorrhization.

Theoretical approaches to justifying the feasibility of growing different bean varieties in open-field conditions have been further developed, as have the principles for managing the productivity of the process of yield formation and product quality depending on the influence of the studied elements of cultivation technology.

The practical significance lies in the development of recommendations for producers regarding the improvement of common bean cultivation techniques in the Forest-Steppe region of the right bank of Ukraine through variety selection, optimization of sowing dates, and seed mycorrhization in combination with the biological products Azotohelp and Organic Balance.

Based on the data obtained, an adaptive technology for growing common beans was developed, taking into account the variety range, sowing dates, and seed mycorrhization with Mycofriend in combination with the bacterial preparations Azotohelp and Organic Balance under the conditions of the Forest-Steppe zone of Right-Bank Ukraine. Scientific works by domestic and foreign researchers on the

economic significance of beans and the main areas of their use were analyzed; the biological characteristics of the crop, key elements of modern cultivation technologies, the importance of the variety assortment, as well as the patterns of biochemical composition formation were described.

The rates of progression through the main stages of organogenesis are directly dependent on varietal specificity, the duration of the «germination-flowering» reproductive phase, and growing conditions. The dynamics of the formation of the assimilation surface depend on the stage of ontogenesis. The bean phases of «flowering», «pod formation» and «technical maturity» are accompanied by an increase in leaf area, reaching peak values during the «pod formation» phase. The highest yield potential was observed in plants of the Fainy Yas variety, where the leaf area can reach 20.53, 26.17, and 24.14 thousand m²/ha, respectively.

The Ros variety exhibits the highest reproductive capacity, with 24.2 pods per plant, while the highest number of seeds per pod was observed in the Lastivka and Galaktika varieties, at 8.2 and 7.7 seeds, respectively. The highest weight of 1,000 seeds was recorded in the Fainy Yas variety, where, under optimal growing conditions, the weight increases by 2.9 times. The Fainy Yas bean variety is characterized by high yield (2.8 t/ha), while the Ros and Galaktika varieties have lower yields (2.4–2.5 t/ha), where the value increases by only 9–14%.

The advantage of the first and second sowing dates is evident during the «flowering–pod filling» period. The Ros (15.2 days) and Fainy Yas (15.3 days) varieties are characterized by a short period when seeds are sown in the first ten days of May, slightly extended when sown in the second ten days of May, specifically for the Fainy Yas variety—16.5 days. A longer «flowering–pod filling» period was observed when sowing in the third ten-day period of May, ranging from 17.1 days for the Ros variety to 17.7 days for the Fainy Yas variety. With later sowing dates (third ten-day period of May), this period is extended by 1.9–2.2 days. The maximum number of tubers in the root system can be obtained when sowing seeds in the first ten days of May for the Ros variety (13.5 per plant); when sowing seeds in the second ten days of May, the highest figure is characteristic of the Fainy Yas

variety (13.0 per plant).

The most significant positive effect is observed when seeds are sown in the first and second ten-day periods of May, with a yield increase of 0.8–1.1 t/ha. Sowing in the second and third ten-day periods of May, when growing the Slavia variety, results in a 0.3–0.4 t/ha increase in pod yield. The highest level of stable productivity is characteristic of the Fainy Yas and Slavia varieties when sown in the first through third decades of May. The maximum protein content is achieved when sowing in the second decade of May for the Slavia and Ros varieties (20.21% and 21.10%), while the Fainy Yas variety yields a high crude fat content when sown in the second decade of May (2.87%). Postponing the sowing date to the third decade of May results in a slight decrease in fat content to 2.81%.

Treating seeds with the mycorrhizal product Mycofriend, either alone or in combination with Azotohelp or Organic Balance, ensures the smooth progression of the main phases of plant growth and development in the Galaktika and Slavia varieties. The longest period of «technical pod maturity» is 12 days for the Slavia variety when using Mycofriend in combination with Organic Balance, and is reduced to 10 days when treating seeds with Mycofriend for the Slavia and Galaktika varieties, as well as when using Mycofriend in combination with Azotohelp or Organic Balance for the Galaktika variety. At the same time, the use of Mycofriend increases the attachment height of the lower pod in Slavia and Galaktika plants; however, the combined use of Mycofriend with Azotohelp and Organic Balance increases the attachment height of the lower pod by 1.2 times in the Galaktika variety.

Seed mycorrhization with Mycofriend, combined with the biological products Azotohelp and Organic Balance, increases bean yields by 36–40%, or up to 3.5 t/ha for the Galaktika variety and 3.4 t/ha for the Slavia variety, due to improved efficiency in the uptake of mineral nutrients and water, the development of symbiotic relationships with the fungus *Glomus* sp., and the activity of phosphate- and potassium-mobilizing bacteria.

The content of key quality indicators depends on the varietal characteristics of the beans, mycorrhization, and the use of biological products. Combining

mycorrhization with the application of the biological products Azotohelp or Organic Balance results in an increase in dry matter and protein content by 0.15–0.19%, although this effect is more pronounced for the Galaktika variety. A tank mix of biological products and mycorrhization increases protein content by 4%, raises fat content by 22% in the Slavia variety, and yields maximum values for nitrogen and phosphorus content.

The profitability of growing common bean varieties can range from 172% to 221%, indicating the high economic efficiency of their production. When growing the Galaktika and Fainy Yas varieties, the profitability level increases by 1.1–1.2 times, and the energy efficiency coefficient is 5.80–5.98. With a yield of 2.1 t/ha for the Lastivka bean variety, the profitability level decreases by 12%.

An increase in net profit of 37–50% is typical when sowing seeds in the first or second ten-day period of May for the Fainy Yas variety (87,590–95,800 UAH), while a decrease in profit is possible when sowing seeds in the second or third ten-day period of May for the Slavia variety. In the conditions of the Right-Bank Forest- Steppe, it is economically advantageous to grow common beans by sowing seeds in the first or second ten-day period of May, since the profitability of the Fainy Yas variety is 279–284%, or increases by a factor of 1.2, and the energy efficiency coefficient is 7.33 and 6.78, respectively. Sowing the Fainy Yas variety in the third decade of May is possible, as the profitability level increases by only 32%.

Comprehensive seed treatment of the Slavia and Galaktika varieties with the preparations Mycofriend, Azotohelp, and Organic Balance, as well as the combination of Mycofriend with Azotohelp or Mycofriend with Organic Balance for the Galaktika variety, ensures a maximum increase in profitability to 251–263%, or by 28–40%, and an energy efficiency ratio of 6.80–6.82.

Key words: beans, variety, sowing date, mycorrhization, biological agent, growth stage, nitrogen fixation, biometrics, height, weight, pod, yield, quality, stability, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Верхолюк С. О., Гук Є. В. Особливості вирощування квасолі овочевої у відкритому ґрунті. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 240-250. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-18 [URL:forestry.vsau.org/en/num/3-30](https://forestry.vsau.org/en/num/3-30) (0,76 друк. арк., особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, аналіз впливу елементів технології вирощування квасолі на її продуктивність – 0,31 друк. арк.).

2. Вдовенко С. А. Гук Є. В. Вирощування сортів квасолі в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 3 (34). С. 138–148. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-3-12 [URL:forestry.vsau.org/en/num/3-34](https://forestry.vsau.org/en/num/3-34) (0,82 друк. арк., особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, обрахунки та аналіз впливу елементів технології вирощування квасолі на її продуктивність та якість врожаю – 0,35 друк. арк.).

3. Гетман Н. Я. Гук Є. В. Обґрунтування впливу строків сівби насіння на продуктивність та якість зерна квасолі у відкритому ґрунті. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 3 (38). С. 159–172. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-3-14 [URL:forestry.vsau.org/en/num/3-38](https://forestry.vsau.org/en/num/3-38) (0,79 друк. арк., особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, обрахунки та аналіз впливу елементів технології вирощування квасолі на її продуктивність та якість врожаю – 0,41 друк. арк.).

4. Дідур І. М., Гук Є. В. Ефективність передпосівної обробки насіння мікоризним препаратом та органічне вирощування квасолі в умовах відкритого ґрунту Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2026. Вип. 108. Ч. 1. С. 112-124. DOI: 10.32782/2415-8240-2026-108-1-112-124. [URL:https://journal.udau.edu.ua/assets/files/108.1/11.pdf](https://journal.udau.edu.ua/assets/files/108.1/11.pdf).

Тези наукових доповідей:

5. Гук Є. В. Народно-господарське значення та морфо-біологічні особливості квасолі овочевої. *Продовольча безпека України в умовах війни і*

післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри: Міжнародний форум. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 1-2 червня 2023 року. Миколаїв. 2023. С. 336-339. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/14783> (0,121 друк.арк).

6. Гук Є. В. Особливості вирощування квасолі в умовах відкритого ґрунту Вінницької області. *Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві: Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. 22 березня 2024 року. Кам'янець-Подільський. 2024. С.34-39. (0,20 друк. арк., особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, проаналізовано технології вирощування квасолі для формування максимальної продуктивності).*

7. Гук Є. В. Обґрунтування впливу строків сівби насіння на продуктивність квасолі. *Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. 25 березня 2025 року. м. Кам'янець-Подільський. 2025. С.24-25. (0,21 друк. арк., особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, проаналізовано важливість строків сівби насіння квасолі для формування максимальної продуктивності).*

8. Гук Є. В. Обґрунтування строків сівби насіння на продуктивність квасолі у відкритому ґрунті. *Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 22-23 травня 2025 року. Київ. 2025. С. 75-78. URL:https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u394/mizhnarodna_naukovo-praktichna_onferenciya_prodovolcha.pdf (0,25 друк.арк.).*

ЗМІСТ

	стор.
АНОТАЦІЯ	2
ЗМІСТ	15
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	18
ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ (огляд літератури)	27
1.1 Народно-господарське значення квасолі звичайної та забезпечення населення рослинним білком	27
1.2 Ботанічна характеристика і морфологічні ознаки квасолі	35
1.3 Біологічні особливості рослини квасолі	39
1.4 Технологічні аспекти вирощування та забезпечення рослинним білком	44
Висновки до розділу 1	57
Список літератури до розділу 1	58
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ..	76
2.1 Місце та характеристика ґрунту	76
2.2 Кліматичні умови проведення досліджень	78
2.3 Схеми та методика досліджень	82
2.4 Характеристика досліджуваних сортів квасолі та біопрепаратів	87
2.5. Агротехніка вирощування квасолі в дослідженні	92
Висновки до розділу 2	93
Список літератури до розділу 2	94
РОЗДІЛ 3 РІСТ, РОЗВИТОК РОСЛИН І ФОРМУВАННЯ ТОВАРНОГО ВРОЖАЮ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ	96
3.1 Фази росту і розвитку рослини квасолі та їх тривалість	97
3.2 Формування індивідуальної продуктивності квасолі за її структурними елементами	101
3.3 Урожайність та показники якості зерна квасолі у відкритому ґрунті	106
Висновки до розділу 3	111

Список літератури до розділу 3	113
РОЗДІЛ 4 ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ СТРОКІВ СІВБИ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА КВАСОЛІ У ВІДКРИТОМУ ГРУНТІ.	115
4.1 Ріст та розвиток рослин квасолі залежно від строків сівби насіння	116
4.2 Вплив строків сівби насіння на польову схожість та кількість бульбочок у квасолі.	120
4.3 Формування урожаю квасолі та його якості залежно від строків сівби насіння	128
Висновки до розділу 4	134
Список літератури до розділу 4	137
РОЗДІЛ 5 МІКОРИЗАЦІЯ НАСІННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ У ВІДКРИТОМУ ГРУНТІ	139
5.1. Вивчення тривалості вегетаційного та міжфазних періодів квасолі залежно від мікоризації насіння	140
5.2. Вплив мікоризації насіння на формування показників біометрії рослини квасолі	146
5.3. Урожайність та показники якості продукції квасолі залежно від мікоризації насіння	151
Висновки до розділу 5	158
Список літератури до розділу 5	162
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО УКРАЇНИ	164
6.1. Економічна ефективність вирощування квасолі у відкритому ґрунті залежно від сортових особливостей	165
6.2. Ефективність вирощування квасолі за різних строків сівби насіння	168
6.3. Особливості економічної ефективності проведення мікоризації насіння квасолі	172
Висновки до розділу 6	176
Список літератури до розділу 6.	179

ВИСНОВКИ	180
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	186
ДОДАТКИ	188

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДСТУ – державний стандарт України;

ІОБ НААН – Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук;

ГТК – гідротермічний коефіцієнт Селянінова;

НІР₀₅ – найменша істотна різниця результатів досліджень (на рівні 95%);

°С – градусів Цельсія;

см – сантиметр;

га – гектар;

НААН – Національна академія аграрних наук;

ФАР – фотосинтетична активна радіація;

рис. – рисунок;

табл. – таблиця;

тис. шт./га – тисяч штук на гектар;

шт. – штук;

т/га – тон з гектара;

тис. грн /га – тисяч гривень на гектар;

SF_n – коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса.

ВСТУП

Актуальність теми. Вирощування овочевих культур в Україні в сучасних умовах набуває не лише економічного, а й соціально-стратегічного значення, оскільки безпосередньо визначає рівень продовольчої безпеки держави, забезпеченість населення якісною рослинницькою продукцією та стабільність функціонування аграрного сектору в цілому. Водночас, на тлі сучасних викликів, таких як зміна клімату, нерівномірність випадання опадів, підвищення середньорічних температур, деградація ґрунтового покриву та зростання вартості матеріально-технічних ресурсів, традиційні технологічні підходи до вирощування овочевих культур поступово втрачають свою ефективність і потребують суттєвого удосконалення.

За таких умов особливої актуальності набуває впровадження інноваційних, науково обґрунтованих технологічних рішень. Сучасне овочівництво доцільно розглядати крізь призму принципів адаптивного землеробства, що передбачає максимально повне врахування ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону, біологічних особливостей культур та екологічних обмежень виробництва. Одним із пріоритетних напрямів є використання високопродуктивних сортів і гібридів, адаптованих до абіотичних і біотичних стресових факторів, які здатні забезпечувати стабільний рівень урожайності навіть за змінних умов середовища [58, 127].

Важливим елементом сучасних технологій є оптимізація строків сівби, що дозволяє більш ефективно використовувати вологозабезпечення та температурні ресурси вегетаційного періоду, а також синхронізувати розвиток рослин із сприятливими фазами погодних умов. Паралельно з цим, дедалі більшого значення набувають ресурсозберігаючі технології обробітку ґрунту, спрямовані на збереження його структурного стану, зменшення проявів ерозійних процесів та підвищення вмісту органічної речовини.

Окреме місце в системі сучасного овочівництва займає застосування біологічних елементів технології, зокрема мікоризації, мікробіологічних і

бактеріальних препаратів, а також біостимуляторів росту. Їх використання сприяє активізації ґрунтової мікробіоти, підвищенню доступності елементів живлення, посиленню фізіологічної активності рослин і підвищенню їх стійкості до біотичних та абіотичних стресів. У сучасних умовах такі підходи розглядаються не лише як засіб підвищення продуктивності, а й як важливий інструмент екологізації агровиробництва та зниження хімічного навантаження на агроєкосистеми [12].

У цьому контексті особливого значення набуває вирощування квасолі звичайної, зокрема в умовах Правобережного Лісостепу. Площа вирощування квасолі в Україні у 2024–2025 рр. становила до 55 тис. га, причому у структурі у господарствах населення складало понад 80–90 % площ, а у агропідприємств - 10–20 %. Культура характеризується високою харчовою цінністю завдяки значному вмісту білків, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин, що зумовлює її важливу роль у формуванні збалансованого харчового раціону населення. Крім того, квасоля належить до бобових культур із здатністю до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, що позитивно впливає на азотний баланс ґрунту та дозволяє частково зменшити потребу у внесенні мінеральних азотних добрив [32, 46].

Агроєкологічні умови Правобережного Лісостепу загалом є сприятливими для вирощування квасолі звичайної, однак нестабільність гідротермічного режиму зумовлює необхідність удосконалення технологічних підходів. Зокрема, оптимізація строків сівби, добір адаптованих сортів і застосування мікробіологічних препаратів сприяють підвищенню польової схожості насіння, інтенсифікації ростових процесів, покращенню формування генеративних органів і, як наслідок, забезпеченню стабільної врожайності, проте її вплив потребує додаткового випробування. Додатково слід відзначити, що відносно низькі виробничі витрати, високий попит на продукцію та позитивний вплив на родючість ґрунтів зумовлюють перспективність цієї культури для широкого використання в сівозмінах господарств різних організаційно-правових форм [13].

Сучасний етап розвитку овочівництва тісно пов'язаний із процесами цифровізації аграрного виробництва. Використання технологій точного землеробства, систем дистанційного моніторингу посівів, автоматизованого управління живленням і зрошенням створює передумови для оптимізації виробничих процесів, зниження ресурсних витрат і підвищення загальної ефективності господарювання.

Тому, в сучасних умовах, розвиток овочівництва в Україні потребує комплексного підходу до технологій, що поєднує традиційні агротехнічні знання з інноваційними технологіями. Лише за умови системного впровадження новітніх елементів технології, адаптованих до конкретних природно-кліматичних та економічних умов, можливе забезпечення сталого розвитку галузі, підвищення її конкурентоспроможності та екологічної стійкості.

Враховуючи значущість результатів попередніх досліджень, слід зазначити, що питання вирощування квасолі у відкритому ґрунті в умовах Правобережного Лісостепу залишається недостатньо вивченим. Особливо актуальними для товаровиробників різних організаційно-правових форм є проблеми, пов'язані з оптимізацією сортового складу, визначенням строків сівби насіння та застосуванням мікоризації. У зв'язку з цим удосконалення технологічних елементів вирощування культури має важливе як теоретичне, так і практичне значення, що й обумовило вибір тематики дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу з питань обґрунтування елементів технології вирощування квасолі звичайної виконано впродовж 2023-2025 років у межах ініціативної тематики кафедри рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету: «Обґрунтування та розробка адаптивних технологій вирощування овочевих, горіхоплідних культур та їстівних грибів в умовах відкритого і закритого ґрунту» (номер державної реєстрації 0123U100330) і «Удосконалення прийомів і розробка ресурсоощадних технологій вирощування овочевих рослин та їстівних грибів» (номер державної реєстрації 0117U004250).

Мета та завдання досліджень. Мета роботи полягала у встановленні сортових особливостей квасолі, визначенні строків сівби насіння у відкритому ґрунті та ефективність застосування мікоризації насіння в поєднанні з біопрепаратами в умовах Лісостепу Правобережного України.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні основні завдання досліджень:

- вивчити особливості росту і розвитку сортів квасолі звичайної;
- дослідити оптимальні строки сівби насіння квасолі звичайної у відкритому ґрунті;
- дослідити ефективність передпосівної обробки насіння мікоризним препаратом у поєднанні з біопрепаратами;
- проаналізувати економічну та енергетичну ефективність елементів технології вирощування квасолі в умовах відкритого ґрунту.

Об'єкт дослідження – процеси росту й розвитку рослин, формування врожайності та якості врожаю квасолі звичайної залежно від сортових особливостей, строків сівби насіння та мікоризації насіння в поєднанні з біопрепаратами відповідно до особливостей погодних умов за період дослідження.

Предмет досліджень – сорти квасолі Славія, Рось, Файний Ясь, Галактика, Ластівка; елементи технології вирощування (строки сівби у I, II та III декадах травня, а також мікоризний препарат Мікофренд окремо та препарати бактерійного походження Азотохелп чи Органік баланс у поєднанні з Мікофрендом та комплексне застосування Мікофренду, Азотохелпу і Органік баланс; вплив взаємодії досліджуваних чинників на рівень урожайності та якості плодів.

Методи. У дослідженнях застосовано загальноприйняті наукові методи. Зокрема, використано комплекс загальнонаукових методів (гіпотеза, спостереження, експеримент, порівняння, опис, вимірювання, аналіз, моделювання, узагальнення), що забезпечили планування і проведення досліджень, формування наукових положень, обґрунтування висновків та

розроблення рекомендацій для виробництва. *Спеціальні* методи (лабораторний і польовий) застосовувалися для проведення фенологічних спостережень, біометричних вимірювань, визначення показників елементів структури врожаю та рівня врожайності. *Статистичний* метод використовувався для оцінки достовірності отриманих результатів і встановлення залежностей між досліджуваними показниками. *Порівняльно-розрахунковий* метод застосовано з метою оцінювання економічної ефективності досліджуваних варіантів елементів технології вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні наукового завдання щодо оптимізації сортового складу квасолі звичайної, визначенні строків сівби насіння та застосування ефективності мікоризації за одночасного використання біопрепаратів з метою підвищення врожайності та якості врожаю в умовах Правобережного Лісостепу України.

До основних результатів, що характеризують наукову новизну дисертаційного дослідження належать:

уперше:

- доведено, що досліджувані сорти квасолі належать до групи середньостиглих, при цьому найвищий рівень скоростиглості притаманний сорту Славія, тоді як сорти Рось і Файний Ясь характеризуються більш тривалим вегетаційним періодом;

- в умовах відкритого ґрунту сівба насіння у I–II декаді травня позитивно впливає на тривалість міжфазних періодів «сівба – повні сходи», «повні сходи – цвітіння» та «цвітіння – налив бобів». Більш короткий міжфазний період «цвітіння – налив бобів» відмічається у сортів Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби) за сівби у I декаді травня, з незначним подовженням цього періоду за висіву у II декаді;

- обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд окремо або, в поєднанні з препаратами Азотохелп чи Органік баланс забезпечує стале проходження основних фаз росту та розвитку рослини у сортів Галактика та Славія;

- серед досліджуваних сортів найвищий рівень урожайності досягається за вирощування сорту Файний Ясь (2,8 т/га), де приріст становить 9–14 %.
- найбільш виражений позитивний ефект забезпечують ранні строки сівби (I–II декади травня), за яких приріст урожайності сягає 0,8–1,1 т/га;
- використання препарату Мікофренд окремо сприяє підвищенню врожайності на 20–28 %. Поєднання мікоризації з біопрепаратами Азотохелп або Органік баланс забезпечує додаткове зростання врожайності на 0,6–0,8 т/га. Максимальний ефект досягається за комплексного застосування Мікофренду з Азотохелпом і Органік баланс, де врожайність підвищується на 36–40 %, або до 3,5 т/га у сорту Галактика та 3,4 т/га у сорту Славія.
- здійснено економічну оцінку ефективності вирощування сортів квасолі, різних строків сівби насіння та мікоризації насіння з поєднанням біопрепаратів;
- розроблено рекомендації виробництву, які базуються на оптимізації досліджених чинників, що сприятиме підвищенню рівня врожайності та якості продукції.

Удосконалено: наукові принципи та практичні підходи до формування високих і стабільних урожаїв квасолі на основі оптимізації сортових особливостей, строку сівби насіння та мікоризації насіння у комплексі з біопрепаратами.

Набуло подальшого розвитку:

- теоретичні підходи обґрунтування доцільності вирощування різних сортів квасолі в умовах відкритого ґрунту;
- принципи управління продуктивності процесом формування врожайності та якості продукції залежно від впливу досліджуваних елементів технології вирощування.

Практичне значення полягає в розробленні рекомендацій виробництву, щодо вдосконалення елементів технології вирощування квасолі звичайної в умовах Правобережного Лісостепу України, шляхом підбору сорту, оптимізації строку сівби насіння та мікоризації насіння у комплексному

поєднанні з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс.

Упровадження результатів наукових досліджень у практику. Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені у ФГ «Паросток -2018» Сокирянського району Чернівецької області на площі обсягом 1,5 га (дод. А.1) та у ФГ «Вищеольчедаївське» Могилів-Подільського району Вінницької області на площі обсягом 1 га (дод. А.2). Також результати наукових досліджень дисертаційної роботи впроваджено в навчально-методичний процес Вінницького національного аграрного університету під час викладання окремих частин навчальної дисципліни «Овочівництво відкритого ґрунту і баштанництво», (довідка № 01.1-60-1529 від 05 грудня 2024 року).

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації знайшли своє відображення в доповідях і тезах на: Всеукраїнській науково-практичній конференції «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку» (м. Вінниця, 24-25 травня 2023 року), Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри» (м. Миколаїв, 1-2 червня 2023 р.), I Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві» (м. Кам'янець-Подільський, 22 березня 2024 року), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності» (м. Вінниця, 23-24 травня 2024 року), II Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві» (25 березня 2025 року, м. Кам'янець-Подільський), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології збереження ґрунтів та екосистем за вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальних змін клімату» (м. Вінниця, 22-23 травня 2025 року), Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольча безпека України. Збереження та відновлення

грунтових і рослинних ресурсів» (м. Київ, 22-23 травня 2025 року). Результати досліджень обговорювались на засіданнях кафедри рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету.

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 8 наукових праць, із яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, 4 тези доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 210 сторінках комп'ютерного тексту, із них основного – 187 сторінках, у тому числі 21 таблиця та 6 рисунків. Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, який включає 224 найменування, з них 34 латиницею, 6 додатків.

РОЗДІЛ 1.

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ (огляд літератури)

1.1. Народно - господарське значення квасолі звичайної та забезпечення населення рослинним білком.

На сучасному етапі розвитку людства квасоля овочева розглядається як одна з найбільш цінних продовольчих культур серед представників зернобобових. Її роль і значення в структурі народного господарства зумовлені високими органолептичними та харчовими характеристиками. Продукти з квасолі сприяють в забезпеченні організму людини рослинним білком і підвищують різноманітність харчового раціону. Особливої актуальності це набуває для країн, де спостерігається дефіцит білкових ресурсів у харчуванні населення. Квасоллю культивують в усіх континентах, зокрема в Євразії, Північній і Південній Америці та Африці. За різними джерелами, обсяги її вирощування у світі варіюють, проте відомо, що загальна площа посівів може перевищувати 25 млн гектарів, а за рівнем урожайності ця культура посідає четверте місце серед зернобобових [54].

Квасолі близько 8000 років, вона належить до провідних культур давніх землеробських цивілізацій Перу, Мексики та інших регіонів Південної і Центральної Америки, і водночас розглядається як одна з найдавніших окультурених рослин [8; 16, 18, 47, 112, 122]. Перші згадки зафіксовані у давньокитайських літописах, де описується рослина з прямостоячим стеблом висотою до 0,6 м, на відміну від більшості витких форм квасолі. У традиційній кухні Китаю квасоллю поєднували з рисом, подібні харчові страви збереглися нині в країнах Азії, зокрема в Індії, Японії, Кореї та на Філіппінських островах.

У Стародавньому Римі з насіння квасолі виготовляли борошно, яке застосовували як складову косметичного засобу *lomentum*, що виконував функцію пудри. У німецькій традиції ця культура дістала назву «білильні боби» (*Schminkbohne*), що відображає її історичне використання.

Існує кілька гіпотез щодо шляхів інтродукції квасолі до Європи і України. Згідно з однією з них, культура була вперше завезена до Європи іспанськими та португальськими мореплавцями й торговцями, після чого швидко поширилася вглиб континенту та згодом проникла і до країн Азії. Вважається, що перші зразки насіння квасолі потрапили до Європи після експедицій Колумба, що зумовило зростання наукового інтересу до цієї рослини в тогочасних дослідників. На територію України квасоля була інтродукована у XVII–XVIII століттях. Впродовж тривалого періоду її вирощували переважно як декоративну культуру і в обігу вона була відома під назвою «французькі боби». Лише наприкінці XVII століття квасоля набула широкого поширення як овочева культура [47, 126].

Найбільш декоративні, рясноквітучі форми культури активно використовувались в ландшафтному дизайні, як важливий компонент озеленення та естетичного оформлення територій. Значний внесок у поширення квасолі в Європі належали французькому лікарю Жоффруа, який акцентував увагу на її високій харчовій цінності, що сприяло широкому впровадженню культури у практику харчування. Дослідником було встановлено наявність у квасолі широкого спектра біологічно активних речовин, зокрема каротину (провітаміну А), вітамінів групи В, аскорбінової кислоти, а також мінеральних солей і мікроелементів, серед яких були кальцій, фосфор, магній, залізо та незначні кількості йоду. Завдяки оптимальному співвідношенню натрію та калію ця рослина позитивно впливала на функціонування серцево-судинної системи, що підтверджено сучасними медичними дослідженнями. Крім того, встановлено, що екстракти з лущиння квасолі здатні сприяти зниженню підвищеного рівня глюкози в крові [33].

Квасоля є важливим джерелом високоякісного рослинного білка, який характеризується збалансованим амінокислотним складом, високою біологічною цінністю та екологічною безпечністю. Серед зернобобових представників вона зберігає провідні позиції як значущий компонент харчування і відіграє суттєву роль у формуванні білкових ресурсів багатьох

країн світу, забезпечуючи їх продовольчу безпеку [34, 35]. Вміст сирого білка в насінні становить у середньому 22–27 %, білки характеризуються високою засвоюваністю та наявністю незамінних амінокислот.

За показниками білкового складу квасоля перевищує більшість інших зернобобових культур, відзначається кращою збалансованістю амінокислот і здатна задовольняти фізіологічні потреби організму людини. Білкові сполуки насіння добре розчиняються у воді та розчинах нейтральних солей, що обумовлює їх високу біодоступність. За даними літературних джерел, за вмістом білка квасоля наближається до тваринного м'яса (20–22 %) і перевищує вміст білка у рибі (18–19 %), а в окремих сортах цей показник може становити 32 %. Загалом білковий комплекс квасолі містить до 30 амінокислот, що свідчить про її значну біологічну цінність.

Насіння квасолі також є джерелом мінеральних речовин і вітамінів, зокрема вітамінів Е, В₁, В₆, каротину, ніацину, пантотенової кислоти та рибофлавіну, які відіграють важливу роль у метаболічних процесах, а рання продукція характеризується значним вмістом цукрів, а також широким спектром вітамінів, зокрема В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, С, К, Е і каротину [50, 82, 126]. У молодих бобах міститься 8–15 % мінеральних речовин, серед яких близько третини припадає на азотовмісні сполуки, а 50–56 % на вуглеводи. Мінеральний склад квасолі відзначається різноманітністю та високим вмістом макро- і мікроелементів, зокрема кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза, цинку, йоду та інших біологічно важливих елементів [46; 50]. Поєднання високого вмісту білка з фізіологічно активними компонентами визначає стратегічне значення цієї культури як продовольчого ресурсу [44, 123].

Боби (лопатки) квасолі також є важливим компонентом. Енергетична цінність 100 г насіння становить близько 1440,6 кДж (346 ккал), тоді як спаржева квасоля має значно нижчу калорійність - близько 175,8 кДж (42 ккал). Побічні продукти, зокрема лущиння бобів, використовуються як лікарська сировина, оскільки містить амінокислоти, органічні кислоти, холін і тригонелін. Овочеві форми квасолі входять до складу фітотерапевтичних

зборів із сечогінною дією, застосовуються під час лікування цукрового діабету (завдяки інсуліноподібному ефекту), а також при порушенні функцій сечовидільної системи та ревматичних захворюваннях. Вміст вуглеводів і вітаміну Е сприяє регуляції обміну жирів, білків і нуклеїнових кислот, а за концентрацією міді та цинку квасоля перевищує більшість овочевих культур [89].

У вітчизняній кулінарній практиці квасоля характеризується широким спектром використання та інтегрується практично в усі групи страв, включаючи десертну продукцію. Застосування квасолі у виробництві десертів набуває особливого значення завдяки її харчовій цінності та функціональним властивостям. Зокрема, у якості десертних виробів можуть використовуватися поживні та оригінальні страви на основі квасолі, такі як запіканки, пироги, брауні, кондитерські вироби типу цукерок, солодкі пасти (зокрема з червоної квасолі, наприклад косі-ан), а також желейні продукти. Водночас наведений перелік не є вичерпним і відображає лише незначну частину асортименту, що викликає зацікавлення як у фахівців кондитерської галузі, так і серед споживачів [31, 98, 116].

Завдяки високій харчовій цінності квасоля широко використовується в кулінарії різних країн світу, а також у консервній промисловості. Її застосовують для приготування супів, соусів, холодних закусок, страв із зелених бобів і незрілого насіння, а також паштетів. Насіння входить до складу традиційних страв у Молдові, Україні, Грузії та Вірменії. Зелені боби придатні до заморожування і консервування [42, 45]. Засвоюваність білків квасолі, залежно від способів кулінарної обробки, становить у середньому 75–85 % [49, 65].

З насіння, переважно білих сортів, виготовляють борошно, яке додають у кількості 5–10 % до пшеничного для підвищення поживної цінності хліба, особливо в дитячому харчуванні. Борошно квасолі застосовують у виробництві макаронних виробів (до 30 % у суміші з пшеничним борошном), однак його використання у чистому вигляді обмежене через низькі

хлібопекарські властивості. У країнах Азії, зокрема Китаї та Японії, борошно з окремих видів квасолі (наприклад, адзукі) традиційно використовується у кондитерській промисловості та косметології, а також у медичній практиці.

Квасоля характеризується вираженими профілактичними та лікувально-дієтичними властивостями і може використовуватися у харчуванні для зниження ризику розвитку низки захворювань, зокрема атеросклерозу, сечокам'яної хвороби, артеріальної гіпертензії та пієлонефриту. Її доцільно включати до раціону осіб із порушеннями серцевого ритму. Біологічно активні компоненти квасолі сприяють нормалізації вуглеводного обміну, а також беруть участь у регуляції синтезу біологічно важливих сполук, зокрема адреналіну та гемоглобіну. Наявність антибактеріальних властивостей зумовлює позитивний вплив на стан ротової порожнини, зокрема у профілактиці утворення зубного каменю. Крім того, споживання квасолі асоціюється з помірним заспокійливим ефектом на нервову систему. Її також рекомендують як складову дієтичного харчування при туберкульозі та з метою зниження запальних процесів у печінці.

Окрім того, квасоля може ефективно використовуватися як компонент кормових раціонів у тваринництві, забезпечуючи доступне джерело рослинного білка [15]. Проте, більшість видів квасолі обмежено використовується у кормовиробництві, незважаючи на те, що сіно та солома цієї культури характеризуються вищим умістом білка порівняно із злаковими культурами. Зокрема, вміст сирого протеїну в сіні квасолі залежно від виду становить від 11 % до 15,3 %, тоді як у соломі звичайної квасолі цей показник коливається в межах 3,5–7,0 %, а у лімської близько 6 %. У сухих ступках бобів вміст білка варіює від 3 до 7 %.

Водночас кормова цінність квасолі є обмеженою через наявність у листках специфічних речовин (зокрема фазеолунатину та інших гірких сполук), що знижують їх поїдання ВРХ. Сіно квасолі характеризується невисокими якісними показниками, а солома (стебла і листя) є грубою та малопридатною для годівлі, у зв'язку з чим переважно використовується як

підстилковий матеріал. Разом із тим, зелена маса квасолі може застосовуватися у годівлі овець, а також у складі змішаних кормів, зокрема у поєднанні з кукурудзою, що формує поживний і збалансований корм. Використання концентрованих кормів сприяє підвищенню молочної продуктивності корів [56].

У Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва сформовано одну з найбільших колекцій квасолі, що налічує 4498 зразків із 88 країн світу, а також навчальну колекцію, представлену 115 зразками з 26 країн. Водночас унаслідок воєнних дій частину генофонду було втрачено [106]. Проте, незважаючи на складні умови, площі посівів квасолі в Україні, яка входить до групи зернобобових культур, за даними Державної служби статистики України у 2024–2025 рр., становлять близько 50 тис. га. Із них переважна частка близько 75 % (37,7 тис. га) припадає на домогосподарства населення, тоді як приблизно 25 % (12,5 тис. га) зосереджено у сільськогосподарських підприємствах [15, 26].

Аналіз динаміки виробництва свідчить про загальну тенденцію до зростання посівних площ культури. Так, у 2004 році вони становили 28,2 тис. га, у 2008 році скоротилися до 19,8 тис. га, проте з 2015 року знову зросли до 35,0 тис. га. Водночас рівень продуктивності квасолі за останній період залишається нижчим від її біологічного потенціалу і не перевищує 1,0 т/га, при середніх показниках до 1,7 т/га. Разом із тим, високі оптові та роздрібні закупівельні ціни на продукцію забезпечують значну економічну ефективність її вирощування [52].

За ґрунтово-кліматичними умовами Україна належить до регіонів, сприятливих для стабільного вирощування квасолі, оскільки характеризується наявністю родючих ґрунтів, достатньою вологозабезпеченістю, інтенсивного світлового режиму та оптимальних температур. За сприятливих погодних умов культура формує високі врожаї, однак досягнення стабільної продуктивності потребує впровадження сучасних агротехнологій з урахуванням морфо-біологічних особливостей рослин [28, 66].

Традиційними регіонами вирощування квасолі є Тернопільська, Хмельницька, Івано-Франківська, Львівська та Чернівецька області, а також Закарпаття, де культура забезпечує стабільно високі врожаї [13, 53]. Вона є цінним елементом сівозмін, може використовуватися як сидеральна культура та сприяє покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунту [71].

В умовах глобальних кліматичних змін проблема продовольчої безпеки набуває особливої актуальності, при цьому важлива роль відводиться зернобобовим культурам, зокрема квасолі [37, 72, 83, 88]. Проблема забезпечення населення білком залишається невирішеною: середня добова потреба людини становить близько 100 г (36,5 кг на рік). За даними ФАО ООН, середнє споживання білка у світі становить 76 г/добу, в Україні - 82,4 г/добу. Дефіцит білка оцінюється у 56,1 млн тонн у світі (близько 25 %) та 255 тис. тонн в Україні. Одним із шляхів подолання цього дефіциту є розширення виробництва та споживання високобілкових продуктів, зокрема квасолі.

Формування продовольчих білкових ресурсів у світі відбувається переважно за рахунок продукції агропромислового комплексу. У глобальній структурі виробництва білка домінує рослинний компонент, частка якого становить близько 83 %, тоді як на білок тваринного походження припадає лише 17 %. Основним джерелом надходження рослинного білка є сільськогосподарські культури, серед яких провідну роль відіграють зернові (58,2 %), білково-олійні (31,4 %), тоді як частка зернобобових становить 3,9 %, плодовоовочевої продукції та горіхів 3,7 %, а коренеплодів і бульбоплодів 2,8 % [31].

Зменшення дефіциту білка можливе шляхом розширення посівних площ зернобобових культур, зокрема квасолі звичайної, попит на яку в останні роки демонструє стійку тенденцію до зростання. Важливість цієї групи культур підтверджується рішенням Організація Об'єднаних Націй, яка під час 68-ї сесії Генеральної Асамблеї, проголосила 2016 рік Міжнародним роком зернобобових з метою підвищення обізнаності щодо їх харчової цінності, стимулювання виробництва та оптимізації використання у продовольчих

системах. У цьому контексті квасоля розглядається як одна з економічно перспективних сільськогосподарських культур, що поєднує високу харчову цінність і рентабельність виробництва. Очікується, що в Україні масштаби її вирощування та використання надалі зростатимуть, зокрема за рахунок розширення посівних площ, впровадження високопродуктивних сортів і вдосконалення технологічних елементів вирощування [1, 19, 87, 91, 108, 110].

В умовах зростаючої присутності на ринку іноземних сортів, які недостатньо адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов країни, особливої актуальності набуває інтенсифікація селекційного процесу зі створення вітчизняних сортів. Такі сорти повинні поєднувати високий рівень адаптивності, належні показники якості продукції та здатність до дружного досягання, що є критично важливим для ефективного механізованого вирощування і збирання врожаю [24]. У зв'язку з цим пріоритетним завданням є ідентифікація та залучення до селекційного процесу цінних генотипів, які характеризуються комплексом продуктивних і якісних ознак, а також високим потенціалом до симбіотичної взаємодії з бульбочковими бактеріями. Паралельно виникає потреба у вдосконаленні методичних підходів до селекції. Важливість бульбочкових бактерій полягає не лише у забезпеченні біологічної фіксації азоту та збереженні родючості ґрунтів, але й у сприянні накопиченню рослинного білка, що опосередковано впливає на харчову цінність продукції та стан здоров'я людини [81, 104, 117].

У довгостроковій перспективі прогнозується суттєве збільшення попиту та обсягів виробництва квасолі як важливого джерела рослинного білка. Реалізація зазначених заходів сприятиме зниженню собівартості продукції, підвищенню економічної ефективності виробництва та зростанню рівня рентабельності та якості культури [31, 86].

Таким чином, в умовах сучасних викликів, зокрема глобальних кліматичних змін та ускладнень продовольчої безпеки, особливої актуальності набуває забезпечення населення повноцінними харчовими продуктами з оптимально збалансованим білковим складом. Це зумовлює необхідність

розширення виробництва квасолі як цінного джерела рослинного білка, а також інтенсифікації наукових досліджень, спрямованих на створення та впровадження адаптивних технологій її вирощування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, що забезпечить підвищення продуктивності та стабільності виробництва культури.

1.2. Ботанічна характеристика і морфологічні ознаки квасолі.

Квасоля (*Phaseolus vulgaris* L.) є однорічною трав'янистою рослиною, яка за систематикою Г. П. Яковлєва та Н. Р. Іванова належить до родини Бобові (*Leguminosae* Juss. або *Fabaceae* Lindl), підродини Метеликові (*Papilionoideae*) та підколіна Квасолеві (*Phaseolinae* Faub.). Рослина теплолюбна, короткодобова та самозапильна [80].

Відомо понад 200 видів квасолі, серед яких найбільш поширеними є стручкові форми (зелені та жовті), а також сорти з білим і червоним насінням, зокрема мексиканського походження. Ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для вирощування цієї культури [10]. Рід *Phaseolus* L. об'єднує до 180 видів, з яких близько 20 мають харчове значення. За походженням і морфолого-біологічними ознаками культурні види квасолі поділяють на дві основні географічні групи - американську та азіатську.

Представники американської групи характеризуються формуванням великих бобів із видовженим дзьобиком, незначною кількістю, але великим розміром насіння. До цієї групи належать квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), багатоквіткова (*Phaseolus multiflorus* Willd.), лімська (*Phaseolus lunatus* L.) та гостролиста, або тепарі (*Phaseolus acutifolius* A. Gray). Найбільш поширеною є квасоля звичайна, яка займає близько 90 % посівних площ культури. Вона характеризується значною різноманітністю за забарвленням квіток (від білого до фіолетового) і бобів (від світлого до чорного), а також за формою (гладенькі, зморшкуваті, чоткоподібні). Спаржеві (цукрові) сорти відрізняються від луцильних відсутністю пергаментного шару в стінках боба. Насіння класифікують за розміром на велике (маса 1000 зерен понад 400 г), середнє (200–400 г) та дрібне (до 290 г), а за формою - на округле,

сплюснуте, циліндричне тощо.

Квасоллю звичайну, аналогічно до гороху, поділяють на овочеву та зернову. В овочевих форм використовують недостиглі боби і насіння, тоді як у зернових — повністю достигле насіння. Овочеві сорти вирощують для отримання зелених бобів у фазі технічної стиглості [14].

Багатоквіткова квасоля (*Phaseolus multiflorus* Willd.) характеризується переважно виткою формою стебла, відсутністю винесення сім'ядоль на поверхню ґрунту та великими квітками білого або яскраво-червоного забарвлення, зібраними у китиці. Боби великі (12–24 см), з бородавчастою поверхнею, насіння велике (маса 1000 зерен 600–1000 г).

Лімська квасоля (*Phaseolus lunatus* L.) представлена кущовими та виткими формами, характеризується багатоквітковими суцвіттями (15–30 квіток) та відносно невеликою масою насіння (250–400 г на 1000 зерен) [127].

Квасоля гостролиста, або тепарі (*Phaseolus acutifolius* A. Gray), відзначається високою посухостійкістю та перспективністю для вирощування у південно-східних регіонах. Це кущова рослина з дрібним листям і насінням (100–130 г на 1000 зерен), здатна формувати врожайність понад 20 ц/га за сприятливих умов [80].

Азіатська група квасолі характеризується формуванням дрібніших багатонасінних бобів без дзьобика, дрібним насінням, значною опушеністю рослин та широкими прилистками. До неї належать квасоля золотиста, або маш (*Phaseolus aureus*), та квасоля кутааста, або адзукі (*Phaseolus angularis*). Маш має дрібне зелене насіння (40–60 г на 1000 зерен), тонкі циліндричні боби та яскраво-жовті квітки. Адзукі характеризується довгими циліндричними бобами, дрібним насінням (55–110 г на 1000 зерен) та суцвіттями типу китиця.

У межах виду *Phaseolus vulgaris* L. підвиди не виділяють, що зумовлено відсутністю чіткої географічної диференціації. Натомість застосовують поділ на різновидності, основною діагностичною ознакою яких є форма насіння. Виділяють кулясту (*var. sphaericus*), еліптичну (*var. ellipticus*), видовжену або валькувату (*var. oblongus*) та ниркоподібну (*var. compressus*) форми, а також

проміжні варіанти. Поверхня насіння може бути однотонною або мати різні типи забарвлення і рисунка крапчастий, плямистий, строкатий чи смугастий [80].

У колишньому Радянському Союзі на посівах використовували шість видів квасолі, а ще чотири види досліджували на експериментальних станціях. Найпоширенішим видом була квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), значно рідше вирощували багатоквіткову квасолю (*Phaseolus multiflorus* Willd.). Сучасне вирощування в Україні зосереджене переважно на сортах квасолі звичайної, рідше багатоквіткової [91, 55, 111].

Усі різновиди квасолі придатні для вирощування у відкритому ґрунті. За термінами дозрівання їх поділяють на ранні (65 діб), середньоранні (65–75 діб), середнього терміну дозрівання (75–85 діб), середньостиглі (85–100 діб) та пізньостиглі (більше 100 діб) [48, 126].

За морфологічними ознаками сорти класифікують на виткі та кучеряві. Крім того, за призначенням та смаковими властивостями їх розподіляють на три групи: зернові (луцильні), спаржеві (цукрові) та напівцукрові [9; 47, 60, 67].

Морфологічна характеристика квасолі. Коренева система квасолі має стрижневий тип будови, добре розвинена та здатна проникати у ґрунт на глибину до 1 м. На ранніх етапах органогенезу (у фазі першої пари листків) вона досягає глибини 40–60 см залежно від типу та вологості ґрунту. Основна маса коренів зосереджена в орному шарі й поширюється в радіусі до 60 см. На коренях формуються бульбочки з азотфіксувальними бактеріями, які забезпечують біологічну фіксацію атмосферного азоту [55, 91, 111].

Стебло трав'янисте, частково здерев'яніле, різного ступеня галуження, зазвичай без опушення біля основи. За морфотипом виділяють кущові (прямостоячі) форми заввишки до 75 см і виткі — до 2–4 м. За висотою та характером росту розрізняють кущові (25–40 см), слабовиткі (50–70 см), напіввиткі (до 150 см) та виткі індетермінантні форми (до 3–5 м). Довжина стебла і ступінь галуження значною мірою залежать від умов вирощування: у

вологі роки вони збільшуються, у посушливі — можуть зменшуватися на 30–40 %. Для витких форм характерне спіральне закручування стебла (зліва направо) навколо опори. У зв'язку з відсутністю вусиків такі сорти потребують підпор або вирощування на шпалерах [55, 91, 11, 14].

Листки первинні (сім'ядольні) прості, серцеподібної форми, тоді як справжні трійчасті, з різною формою і розмірами листочків. Забарвлення листкової пластинки варіює від світло-зеленого до темно-зеленого, інколи з антоціановим відтінком [38].

Квітки метеликового типу, двостатеві, з різноманітним забарвленням (біле, рожеве, фіолетове та їх відтінки), зібрані у китицеподібні суцвіття, які формуються в пазухах листків. Одна китиця може містити від 2 до 12 квіток. Цвітіння однієї квітки триває 2–3 доби, тоді як період цвітіння рослини в цілому може значно варіювати залежно від умов вирощування та інтенсивності збирання. Квасоля є переважно самозапильною культурою, проте за участю комах можливе часткове перехресне запилення [133].

Плід - біб різної форми (прямий, вигнутий, серпоподібний, плоский або циліндричний), довжиною від 7 до 28 см, який розкривається двома стулками. За наявності пергаментного шару у стулках розрізняють луцильні, напівцукрові та цукрові (спаржеві) форми. У бобі формується від 2 до 10 і більше насінин [6, 7, 61, 62]

Насіння відзначається значною різноманітністю за формою (куляста, еліптична, ниркоподібна, циліндрична тощо), забарвленням (від білого до чорного, включаючи строкаті форми) і масою (від 140 до 1300 г на 1000 насінин). За розміром його поділяють на дрібне (140–250 г), середнє (250–400 г) та велике (понад 400 г). Поверхня насіння може мати різні типи рисунка: крапчастий, плямистий, строкатий або смугастий [6, 7, 61, 62].

Проростання насіння супроводжується інтенсивним поглинанням води (120–150 % від маси насіння), після чого сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту і виконують важливу роль у живленні рослини на початкових етапах розвитку. Подальший ріст супроводжується формуванням листкового апарату

та генеративних органів. Формування бобів розпочинається зазвичай на висоті 18–29 см від поверхні ґрунту. Технічна стиглість настає через 8–10 діб після утворення зав'язі, а біологічна через 80–110 діб і більше залежно від сорту. Зрілі боби та насіння характеризуються значною варіабельністю за забарвленням і морфологічними ознаками, а насіння за оптимальних умов зберігає схожість впродовж 3–4 років [6, 7, 61, 62]

Таким чином, у літературі на достатньому рівні описано ботанічну класифікацію квасолі з описом усіх її різновидів та морфологічні особливості, яку зустрічаються в Україні так і у світі.

1.3. Біологічні особливості рослини квасолі.

Вимоги до тепла. Південне походження квасоля звичайна зумовлює її підвищені вимоги до теплового режиму, що дозволяє відносити культуру до жаростійких, хоча в окремих класифікаціях її розглядають як теплолюбну. Насіння починає інтенсивно набухати і проростати за температури 8–12 °С; підвищення температури (до 30 °С) прискорює появу сходів, які за таких умов з'являються вже через 6–7 діб. Дефіцит тепла на етапі проростання негативно впливає на життєздатність сходів, які можуть гинути навіть за температури близько 0 °С.

У фазі формування чотирьох справжніх листків зниження температури до 2–3 °С спричиняє хлороз листків, уповільнення ростових процесів і розвитку, що в подальшому знижує рівень продуктивності. Найбільш критичним щодо забезпечення теплом є період цвітіння: прохолодна та волога погода в цей час викликає опадання бутонів і квіток, а також підвищує ураження рослин бактеріозами та антракнозом.

Оптимальний температурний діапазон для росту і розвитку культури становить 20–25 °С, мінімальний близько 12 °С, максимальний до 37 °С. За оптимальних температурних умов відбувається прискорення фаз цвітіння, формування зав'язі та настання технічної стиглості на 2–4 доби. Рослини досить добре адаптовані до умов високих температур і дефіциту вологи. Після

формування бобів їхня потреба в теплі зменшується, і в осінній період вони здатні переносити короткочасне зниження температури до 2 °С без суттєвих ушкоджень [36].

Культура характеризується низькою морозостійкістю: дорослі рослини здатні витримувати короткочасні зниження температури до $-2...-3$ °С, тоді як сходи ушкоджуються вже за -1 °С. Виткі форми кvasолі демонструють більшу стійкість до приморозків порівняно з кущовими, що пов'язано з морфологічними особливостями рослин. Підвищення середньодобової температури повітря сприяє скороченню тривалості міжфазного періоду «цвітіння–достигання». Стадія яровизації триває 6–8 діб за температури 8–12 °С, тоді як у південних екотипів вона може відбуватися за 25 °С. За температур нижче 8 °С проростання насіння істотно сповільнюється або супроводжується його загниванням. У ранні фази онтогенезу рослини є світлолюбними, а в період цвітіння високочутливими до посухи та підвищених температур. Водночас на початкових етапах розвитку вони краще переносять тепловий стрес, ніж у фазах цвітіння та формування бобів, коли високі температури можуть призводити до абортції зав'язі [134].

Вимоги до вологи. Вологозабезпечення є одним із головних чинників продуктивності кvasолі звичайної, вона відзначаються підвищеною чутливістю до вологості ґрунту та повітря. Оптимальний рівень вологості ґрунту для забезпечення швидкого проростання насіння та інтенсивного росту і розвитку рослин становить 75–80 % найменшої вологоємності (НВ). За дефіциту вологи уповільнюється набухання насіння, затримується поява сходів, пригнічуються ростові процеси, а в умовах тривалої посухи формуються низькорослі, депресивні рослини. Добрі врожаї одержують у районах, де річна кількість опадів не менша 450 – 500 мм. Надмірну зволоженість ґрунту особливо за прохолодної погоди, кvasоля переносить погано – дуже уражується хворобами (антракноз, бактеріоз та ін.).

Повітряна посуха в період цвітіння спричиняє опадання бутонів і квіток, а також підвищує ураження рослин фітофагами, зокрема павутинним кліщем.

Недостатнє зволоження ґрунту під час формування бобів призводить до зменшення їхніх розмірів, посилення розвитку пергаментного шару та потовщення волокон у швах, що істотно погіршує товарні та споживчі якості продукції. У результаті боби формуються тонкими, зменшується кількість насіння, а їх консистенція стає грубішою. Надмірне зволоження, особливо за умов низьких температур і недостатньої інсоляції, негативно впливає як на кореневу систему, так і на надземні органи рослин. Спостерігається ослизнення коренів, передчасне пожовтіння і відмирання листків, пригнічення росту та розвитку, опадання генеративних органів, а також підвищується ризик ураження грибними хворобами.

Найбільша потреба у воді спостерігається у критичні фази розвитку - під час проростання насіння, появи сходів, бутонізації, цвітіння та досягання. У процесі проростання насіння кvasолі воно інтенсивно набухає, поглинаючи 100–120 % води від власної маси. Оптимальний рівень зволоження варіює залежно від типу ґрунту і становить 25–75 % повної вологості: для перегнійних ґрунтів близько 75 %, глинистих 50 %, піщаних 25 %, суглинкових у межах 25–75 %.

Насінневий матеріал, отриманий у роки з підвищеною вологістю, характеризується зниженими показниками лежкості та швидкою втратою схожості. Водночас тривале перезволоження (наявність водяного шару 2–3 см на поверхні ґрунту протягом чотирьох діб) повністю пригнічує процес насіннеутворення [24].

Вимоги до світла. Світловий режим є важливим чинником росту і розвитку кvasолі звичайної, яку відносять до рослин короткого фотоперіоду. Найвища потреба в освітленні спостерігається у першій половині вегетації — до початку формування бобів. За умов затінення в цей період відбувається етіоляція рослин (надмірне витягування пагонів), що в подальшому призводить до зниження їх продуктивності. Подовження світлового дня зумовлює пролонгацію ростових процесів і затримку розвитку, а також сприяє формуванню більш волокнистих швів бобів. Затінення призводить до етіоляції

рослин (витягування пагонів, їх стоншення та ослаблення), що супроводжується істотним зниженням урожайності.

Водночас у змішаних агроценозах (зокрема, у кулісних посівах із кукурудзою, картоплею або в міжряддях плодкових насаджень) або часткового затінення культура здатна формувати задовільний рівень продуктивності, що обґрунтовує можливість їх вирощування в ущільнених агроценозах. Така варіабельність забезпечує можливість ефективного вирощування культури в різних світлово-кліматичних зонах [103].

За умов дефіциту світла і тепла в поєднанні з надмірним зволоженням формується насіння світлішого забарвлення. У білонасінних форм під впливом опадів у період збирання можливе пожовтіння насіння, а за перестоювання в полі його знебарвлення. Для темнозабарвлених сортів колір насіння є індикатором впливу температурних умов і визначається вмістом антоціанів - біологічно активних сполук із антибактеріальними властивостями, які підвищують холодостійкість клітин та захищають насіння від ураження гнилісною мікрофлорою під час проростання. За мінімального рівня освітленості (близько 2400 лк) інтенсивність фотосинтезу врівноважується з витратами органічних речовин у процесі дихання, що забезпечує підтримання нормального росту, розвитку та формування врожаю рослин [107].

Листковий апарат квасолі характеризується здатністю до настичних рухів, що забезпечують оптимізацію світлопоглинання та запобігання перегріванню в умовах високих температур. У ранкові та вечірні години листки орієнтуються таким чином, щоб сонячні промені падали на їхню поверхню майже перпендикулярно, забезпечуючи максимальну освітленість. Із настанням темряви спостерігається підняття черешків і поникнення листкових пластинок верхівками донизу, що є проявом ніктинастичних рухів. За умов водного дефіциту відбувається опускання листової пластинки, що сприяє зменшенню поглинання радіації та зниженню температури поверхні листка. Просторова орієнтація листків також варіює залежно від географічної широти: у північних регіонах вони розміщуються

таким чином, щоб максимально ефективно використовувати світлову енергію, тоді як у південних - у денний період займають більш поникле положення, що зменшує інтенсивність інсоляції та теплове навантаження [24].

Вимоги до елементів живлення. Квасоля характеризується підвищеною вимогливістю до родючості ґрунту. На 10 т урожаю бобів у фазі молочновоскової стиглості рослина виносить із ґрунту близько 20 кг азоту, 22 кг фосфору та 69 кг калію. Культура добре розвивається на родючих ґрунтах, багатих на органічну речовину, легких за механічним складом та чистих від бур'янів, зі слабкокислою або нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Високі врожаї бобів можна отримати також на окультурених торфовищах. Непридатними для вирощування квасолі є кислі, важкі, холодні та заболочені ґрунти, а також ділянки із близьким заляганням ґрунтових вод. Для оптимального розвитку азотфіксуючих бактерій на кореневій системі насіння рекомендується обробляти інокулянтами; на невеликих площах можливе застосування ґрунт з попередніх посівів квасолі, як джерела мікрофлори. Внесення фосфорнокалійних добрив під посів сприяє підвищенню продуктивності рослин у фазі молочновоскової стиглості та покращує якість отриманого врожаю [6, 7, 61, 62].

Вимоги до ґрунту. Квасоля овочева оптимально розвивається на легких чорноземах та суглинистих родючих ґрунтах із нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5–7,5). На важких глинистих ґрунтах із високим рівнем ґрунтових вод рослини демонструють пригнічений ріст і низьку продуктивність. Культура є непридатною для кислих, заболочених і легких піщаних ґрунтів, де формування врожаю значно ускладнюється.

Квасоля овочева належить до просапних культур, і її місце в сівозміні, як і інших зернобобових, визначається насамперед здатністю покращувати родючість ґрунту. Формування високих урожаїв можливе за умови розміщення культури після попередників, які забезпечують низький рівень забур'яненості. Оптимальним є вирощування квасолі у першому просапному полі або після озимих культур, вирощених по удобреному пару. Ефективним

попередником, особливо в північних регіонах, є картопля.

У виробничих умовах розміщення квасолі після ярих культур супроводжується зниженням урожайності через підвищену забур'яненість посівів. Недоцільним є її вирощування після соняшнику, що зумовлює істотне погіршення продуктивності та якості врожаю внаслідок засмічення падалицею та ураження рослин збудниками білої і сірої гнилей. Повторні посіви на одній і тій самій ділянці є неприпустимими через накопичення інфекційного фону, зокрема вірусних хвороб; повернення культури в сівозміну рекомендується не раніше ніж через 5 років. Рослинні рештки квасолі (кореневі та надземні) містять значну кількість азоту і швидко мінералізуються, збагачуючи ґрунт доступними поживними речовинами.

Найвищу продуктивність культура забезпечує на родючих чорноземах. Вона добре реагує на внесення органічних, фосфорних і калійних добрив, а також на інокуляцію мікробними препаратами. На початкових етапах розвитку (у фазі сходів) спостерігається підвищена потреба в азотному живленні, тоді як для формування високого врожаю насіння важливим є оптимальне забезпечення елементами живлення у фазі бутонізації. Непридатними для вирощування є важкі глинисті, холодні та перезволожені ґрунти, що обмежують ріст і розвиток рослин [103].

Таким чином, у науковій літературі детально висвітлені біологічні особливості квасолі звичайної, зокрема представлено вплив чинників навколишнього середовища на ростові процеси рослини в умовах відкритого ґрунту.

1.4. Технологічні аспекти вирощування та забезпечення рослинним білком.

В Україні вирощування квасолі характеризується значним потенціалом для забезпечення стабільності аграрного сектору, що зумовлено її високим попитом як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Квасоля відзначається відсутністю холестерину та низьким вмістом жирів, а її

споживання сприяє підтриманню активного й здорового способу життя [32].

Ключовим завданням агропромислового комплексу України є стале забезпечення населення продовольчими ресурсами. З метою інтенсифікації виробництва високобілкових культур доцільним є впровадження інноваційних технологій вирощування, де визначальним показником виступає врожайність, рівень якої має бути економічно обґрунтованим. Підвищення ефективності виробництва можливе шляхом використання високопродуктивних, адаптованих сортів, а також удосконалення агротехнологічних підходів до їх вирощування [105, 113, 114].

Підвищення рівня розвитку виробництва квасолі звичайної значною мірою залежить від систематичного вдосконалення технологій її вирощування з урахуванням сучасних наукових досягнень, а також одночасного поліпшення якісних показників продукції [20, 39, 41, 44, 59, 85]. Важливе значення у зростанні обсягів виробництва мають удосконалені технологічні елементи, що передбачають урахування таких господарсько цінних ознак, як стійкість рослин до вилягання, висота прикріплення нижнього ярусу бобів, стійкість до розтріскування та осипання насіння, а також придатність до механізованого збирання врожаю. Слід зазначити, що у селекції промислових сортів гороху, сої, нуту та сочевиці зазначені ознаки вже враховані, тоді як для квасолі звичайної вони потребують подальшого дослідження та ширшого впровадження у селекційний процес. Для квасолі звичайної особливо важливим показником є висота розміщення кінчика бобу нижнього ярусу, оскільки найбільш продуктивні боби формуються саме у середньому та нижньому ярусах рослини [46].

У структурі посівних площ України зернові та зернобобові культури займають 54,8 %, тоді як частка овочево-баштанних культур має тенденцію до скорочення і становить лише 2,0 %, технічні культури - 30,6 %, кормові - 7,6 %, а картопля - 5,0 % [13]. Водночас зазначається, що квасоля є ефективним попередником для багатьох культур у сівозміні [74].

Під час вибору попередника для квасолі доцільно враховувати

кліматичні та ґрунтові особливості регіону, а також орієнтуватися на максимально ефективне використання родючості ґрунту з метою отримання високих урожаїв [93]. Визначення пріоритетних попередників має здійснюватися з урахуванням фітосанітарних заходів, зокрема профілактики хвороб, дотримання оптимального періоду повернення культури на попереднє поле (не раніше ніж через 4–5 років), а також вибору ділянок із низьким рівнем забур'яненості [115]. Найбільш сприятливими попередниками для квасолі є озимі зернові та просапні культури. Водночас у сівозміні не рекомендується розміщувати квасолю після соняшнику, гречки, тютюну та інших зернобобових культур. Важливо зазначити, що квасоля рано звільняє поле, сприяє покращенню структури ґрунту, підвищує його мікробіологічну активність і здатна засвоювати важкорозчинні форми поживних речовин, що визначає її як цінного попередника для інших культур.

Система обробітку ґрунту під квасолю загалом відповідає технологіям, що застосовуються для зернобобових культур: після збирання попередника проводять лушення стерні та оранку на глибину 25–27 см у період серпня — першої половини вересня [58, 64].

Окрім поживних елементів, ґрунт містить різноманітні групи мікроорганізмів, зокрема сапрофітні та патогенні форми. Важливе значення має формування мікоризного симбіозу за участю мікроорганізмів, що стимулюють розвиток мікоризи та ризосфери рослин, таких як *Trichoderma harzianum*, *Streptomyces* sp., *Pseudomonas fluorescens*. Їх присутність позитивно впливає на агрофізичні та біохімічні властивості ґрунту, зокрема покращує його аерацію та вологоємність, сприяє накопиченню глікопротеїнів і збереженню органічного вуглецю. Мікоризні гриби, зокрема, відіграють важливу роль у довготривалому акумулюванні вуглецю в ґрунті шляхом трансформації органічної речовини [21, 23].

Значного поширення набуває практика осіннього внесення в ґрунт бактеріальних препаратів. Мікробні препарати, створені на основі фосформобілізуючих бактерій, сприяють каталізу процесів трансформації

важкорозчинних фосфатів ґрунтового комплексу у форми, доступні для засвоєння рослинами. Здатність до мінералізації та мобілізації фосфоровмісних сполук як мінерального, так і органічного походження з подальшим утворенням рухомих форм фосфору є характерною для більшості ґрунтових мікроорганізмів, зокрема актиноміцетів, спороутворюючих бактерій, а також представників неспорозносних бактерій родів *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Alcaligenes* [25, 99]. Інтродукція асоціацій корисних мікроорганізмів у ґрунт сприяє підвищенню адаптивного потенціалу рослин до дії абіотичних стресових чинників, а також зменшенню рівня розвитку патогенної мікрофлори [76].

Продукція, отримана за участю симбіотично фіксованого азоту, характеризується високими харчовими та кормовими властивостями і є безпечною для людини та тварин. Водночас, завдяки діяльності азотфіксуючих бактерій, квасоля здатна засвоювати атмосферний азот і збагачувати ним ґрунт. Як просапна культура, вона сприяє ефективному контролю бур'янів і виступає цінним попередником для більшості сільськогосподарських культур, зокрема озимої пшениці [32, 129, 130].

Ранньою весною, після досягнення ґрунтом фізичної стиглості, здійснюють боронування, а приблизно через 10 днів, коли насіння бур'янів проростає і перебуває у фазі «білої ниточки», проводять культивування з одночасним боронуванням. Для передпосівного обробітку ґрунту доцільно застосовувати комбіновані агрегати (типу РВК-3,6; ЛК-4 тощо), при цьому глибина роботи розпушувальних робочих органів має відповідати глибині загортання насіння [75, 78].

Для квасолі звичайної характерне утворення бульбочок унаслідок спонтанної інокуляції аборигенними штамми мікроорганізмів. Водночас симбіотичні взаємовідносини з ґрунтовими ризобіями є недостатньо ефективними, що зумовлює відносно низьку азотфіксувальну активність [113, 118, 120]. У зв'язку з цим важливим елементом технології вирощування є передпосівна обробка насіння біопрепаратами на основі селекціонованих

високоєфективних штамів специфічних ризобій, що сприяє підвищенню продуктивності рослин.

Для сівби використовують ретельно відсортоване насіння зі схожістю не нижче 90–95 %. Передпосівна обробка насіння передбачає також застосування мікроелементів, зокрема молібдену, бору, магнію, цинку, марганцю та міді. Важливу роль у фізіолого-біохімічних процесах рослин відіграє сірка, яка необхідна для синтезу білків. Її дефіцит у ґрунті призводить до уповільнення росту й розвитку квасолі, зниження врожайності та якості продукції, а також погіршення засвоєння кальцію, що, у свою чергу, зумовлює підвищену потребу рослин у азоті та фосфорі [38, 79, 101, 102, 129].

Для квасолі звичайної, порівняно з іншими зернобобовими культурами, характерний відносно низький рівень бульбочкоутворення, що зумовлений обмеженою ефективністю спонтанної інокуляції аборигенними формами мікроорганізмів. Азотфіксувальний потенціал симбіозу з наявними у ґрунті ризобіями часто є недостатнім через їх низьку фізіологічну активність [131].

Передпосівна інокуляція насіння препаратом Ризобофит, який містить симбіотичні азотфіксувальні бактерії роду *Rhizobium phaseoli*, сприяє інтенсифікації процесу бульбочкоутворення, збільшенню маси бульбочок та підвищенню активності нітрогеназного комплексу, що може досягати 43,17–86,19 нмоль етилену на рослину за годину. Водночас підвищені дози азотних добрив (до 120 кг/га д. р.) чинять інгібувальний вплив на діяльність бульбочкових бактерій, унаслідок чого спостерігається істотне зниження нітрогеназної активності, а рослини переходять переважно на мінеральне живлення [27, 144].

Вапнування ґрунту доцільно проводити під попередники квасолі. Застосування азотних добрив у дозі 60 кг/га д. р. без проведення вапнування забезпечує приріст урожайності зерна на рівні 2,1 ц/га порівняно з варіантом без інокуляції насіння. Разом із тим подальше збільшення дози азоту до 120 кг/га не супроводжується додатковим підвищенням урожайності, а в окремі роки навіть призводить до її зниження на 1,12–1,20 ц/га [125].

У інтегрованих технологіях вирощування для передпосівного протруювання насіння застосовують фунгіцидні та інсектицидні препарати, зокрема Фундазол (3 кг/т), Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т), Ламардор FS 400 (0,15–0,20 л/т), Максим XL 035 FS (1,0 л/т), Круїзер (1,0 л/т).

Квасоля характеризується високою вибагливістю до умов мінерального живлення. Органічні добрива, а також підвищені дози мінеральних добрив ($N_{60-100}P_{60-80}K_{60-80}$) доцільно вносити під попередню культуру. Застосування 20–40 т/га гною забезпечує приріст урожайності в межах 1,0–2,2 ц/га, тоді як внесення органічних добрив під зернові культури сприяє підвищенню врожайності на 5–10 ц/га. Фосфорні та калійні добрива у нормах $P_{30-60}K_{30-60}$ вносять під зяблеву оранку. На кислих ґрунтах вапнування доцільно проводити під попередник [127].

Основним способом сівби квасолі є широкорядний із міжряддям 45 см, при цьому використовують бурякові сівалки типу ССТ-12А, обладнані відповідними пристосуваннями, або овочеві сівалки (СКОН-4,2; СО-4,2). На добре очищених від бур'янів полях можливе застосування рядкового способу сівби із міжряддям 15 см за допомогою зернових сівалок [4, 96, 119].

З огляду на біологічну особливість культури, винесення сім'ядоль на поверхню ґрунту, оптимальна глибина загортання насіння становить 4–5 см [4]. За умов достатнього зволоження ґрунту її доцільно зменшувати до 3–4 см, що забезпечує дружні та рівномірні сходи. На легких супіщаних ґрунтах у посушливих умовах глибину загортання рекомендується збільшувати до 5–6 см для покращення водозабезпечення проростків. Водночас надмірне заглиблення насіння може призводити до зрідження сходів, нерівномірного проростання, подовження вегетаційного періоду та зниження врожайності.

Норма висіву насіння залежить від ґрунтово-кліматичної зони і становить у Степу 300–350 тис. схожих насінин на гектар, у Лісостепу та на Поліссі - 350–400 тис./га. Вагова норма висіву для дрібнонасінних сортів становить 70–80 кг/га, а для крупнонасінних - 100–150 кг/га [69].

Ранні сорти квасолі з низьким ступенем галуження характеризуються

підвищеною продуктивністю за умов широкорядного способу сівби з міжряддями 45 см, а також стрічкового способу (45+15+15 см) за норми висіву 400–600 тис. насінин на гектар. За звичайного рядкового способу сівби з міжряддям 15 см оптимальна норма висіву зростає до 700–950 тис. насінин на гектар [94].

Сорти квасолі звичайної, схильні до вилягання, формують вищу продуктивність за зниженої густоти стояння рослин, тоді як стійкі до вилягання та слаборозгалужені форми краще реалізують свій потенціал за підвищеної густоти. Для сортів із обмеженим галуженням недоцільним є як надмірне загушення, так і недостатня густина посівів [22, 124].

За оптимальних параметрів густоти та площі живлення переважна частина бобів і насіння формується на головному стеблі, тоді як у зріджених посівах до 30 % урожаю може формуватися на бічних пагонах. Надмірне загушення посівів призводить до вилягання рослин, прискореного старіння та опадання листків, зниження ефективності використання світлових ресурсів, вологи та елементів живлення, а також до пригнічення процесів біологічної фіксації атмосферного азоту.

У зв'язку з цим, оптимальна площа живлення однієї рослини, має становити: для середньоранніх сортів 170–225 см², для середньостиглих 250–300 см², а для пізньостиглих – 300–380 см² [40, 105, 120].

У загущених посівах квасолі спостерігається інтенсивне витягування рослин, формування тонших стебел, зменшення облиствленості, кількості квіток і бобів; при цьому плодоутворення переважно локалізується у верхній частині рослини, що зумовлює зниження рівня врожайності [124]. У зріджених посівах, навпаки, рослини характеризуються посиленням галуженням, формуванням значної вегетативної маси та більшої кількості бобів, однак їх розміщення на нижніх ярусах, близько до поверхні ґрунту, призводить до підвищення втрат урожаю під час збирання.

При виборі сорту необхідно враховувати його зональну адаптацію, оскільки генотипи, сформовані в умовах конкретної ґрунтово-кліматичної

зони, забезпечують вищу продуктивність, тоді як у відмінних умовах їх потенціал може реалізовуватися не повною мірою. Крім того, сорти повинні характеризуватися добре розвиненою кореневою системою, компактною морфологією рослин та вирівняним, одночасним досяганням бобів [38, 40].

В умовах України представлено широкий асортимент сортів квасолі звичайної, проте їх добір з урахуванням адаптивності до конкретних ґрунтово-кліматичних умов є визначальним чинником повної реалізації генетичного потенціалу продуктивності [32]. Сорти відрізняються між собою за морфологічними та господарсько цінними ознаками, зокрема висотою рослин, формою куща, забарвленням бобів і насіння, а також ступенем розвитку пергаментного шару стулок бобів. Реалізація генетичного потенціалу культури можлива лише за оптимальних умов вирощування [70].

Встановлено, що стабільність урожайності квасолі лише на 19–30 % визначається генетичними особливостями сорту, тоді як основна варіабельність урожаю зумовлена впливом агроєкологічних чинників, зокрема кількістю опадів, температурним режимом у період вегетації, а також їх динамікою впродовж росту і розвитку рослин [85, 113].

За даними В. А. Мазура, І. М. Дідура та О. П. Ткачука [68], серед сортів квасолі звичайної найвищий потенціал урожайності насіння характерний для сортів Джина, Фестівал, Конза та Дельфіна, тоді як за продуктивністю зелених бобів виділяються Фестівал, Файза та Фестін. Найвищу стійкість до хвороб виявлено у сорту Нагано, а до пошкодження шкідниками - у сортів Фестівал і Файза. Водночас, за даними Державного реєстру сортів рослин України (2021 р.), підвищеною посухостійкістю характеризуються сорти Дельфіна, Нагано, Шахinja, Крокет і Фестін. Раціональний підбір сортового складу сприяє не лише підвищенню врожайності, але й покращенню якісних показників продукції. Необхідність постійного сортозаміщення зумовлена процесами генетичного старіння сортів, появою нових рас патогенів і шкідників, удосконаленням технологій вирощування, зберігання та переробки, розширенням ареалів вирощування, а також зростанням вимог

споживачів до якості продукції [73].

Важливою господарсько-цінною ознакою квасолі є морфотип рослин. Серед колекційних зразків квасолі звичайної виділяють кущові форми з низькорослим, прямостоячим і невитким стеблом, кущові форми з виткою верхівкою, напіввиткі (слабовиткі), а також виткі форми з довгими стеблами, що потребують опори для нормального розвитку [102]. Найбільш цінними для виробництва є кущові сорти, стебла яких завершуються квітконосами або мають слабовитку верхівку, оскільки вони є придатними до механізованого збирання. Важливим показником також є висота прикріплення нижнього ярусу бобів, яка повинна забезпечувати мінімальні втрати під час збирання комбайнами [82, 95].

Для механізованих технологій вирощування найбільш придатними є сорти з дрібним і середнім насінням, маса 1000 насінин яких не перевищує 300 г. Великонасінні сорти, незважаючи на підвищений попит серед споживачів, є більш уразливими до механічних пошкоджень під час збирання, що обмежує їх ефективне використання у промисловому виробництві [29].

За рекомендаціями А. В. Глявина [17], індивідуальні добори елітних рослин квасолі звичайної кущової форми з гібридних популяцій, доцільно проводити за продуктивними ознаками, такими як: кількість бобів і маса насінин на вузол рослини, загальна кількість насінин з рослини та їх крупність, що забезпечує високу екологічну стабільність форм.

Для вирощування квасолі на зерно сорти повинні поєднувати ряд агрономічно цінних властивостей: стійкість бобів до розтріскування, одночасне досягання, високу резистентність до хвороб і шкідників, придатність до механізованого збирання та високий потенціал урожайності [2, 30, 84, 92, 113]. Сорти квасолі, включені до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні, характеризуються кущовою формою, висотою рослин 50–60 см, середньостиглістю, масою 1000 насінин до 300 г та білим забарвленням насіння, що визначає їх зернове використання. Вони також відповідають технологічним вимогам механізованого вирощування і

збирання [63, 91]. Низьке прикріплення нижніх бобів негативно впливає на врожайність сорту, оскільки значна частина бобів втрачається під час збирання комбайном, а рівень втрат може досягати 20 % [43, 63, 100, 101].

Згідно з даними С. Й. Оліфірович і Оліфірович В. О. [97], в умовах відкритого ґрунту Буковинської ДСГДС ІСГКР НААН на чорноземі лучному найвищу продуктивність серед сортів квасолі демонстрував сорт Отрада з урожайністю зерна 2,44 т/га, що перевищувало показники сорту Буковинка на 0,26 т/га. Високі показники урожайності також спостерігалися у сортів Ната та Рось, які забезпечили 2,37 та 2,28 т/га відповідно.

У сучасних аграрних системах мікробіологічні препарати становлять значне доповнення до застосування хімічних добрив і пестицидів. Для їх виробництва використовується широкий спектр штамів відомих ґрунтових мікроорганізмів [136]. Мікробні препарати розроблені для більшості сільськогосподарських культур, а максимальний ефект досягається шляхом обробки насіннєвого матеріалу перед посівом та під час вегетації рослин [76, 148].

Одним із ключових агротехнічних заходів при вирощуванні квасолі є передпосівна обробка насіння. Серед різних методів обробки перспективним вважається мікоризація, яка є надзвичайно поширеним симбіозом, що охоплює понад 250 000 видів рослин і близько 50 000 видів грибів. Для багатьох рослин ці взаємовідносини є обов'язковими [3, 146]. Значущість мікоризного партнерства полягає не лише у забезпеченні виживання окремих рослин, але й у підтримці функціонування біогеоценозів та формуванні наземної рослинності в процесі еволюції [135, 147].

Упродовж останніх десятиліть спостерігається зростання наукового інтересу до мікоризи в контексті концепції «повернення до природи». Дослідники все частіше вивчають ці симбіози безпосередньо в природних екосистемах, намагаючись врахувати комплекс взаємодій та природних чинників. Одним із провідних авторів у цій галузі є англійський вчений Девід Джон Рід, який опублікував численні роботи щодо впливу мікоризи на

розвиток рослин [137, 145, 147].

Найбільш доступним методом виявлення мікоризи є мікроскопічний аналіз, що дозволяє визначати характер внутрішньо-тканинних структур. Сучасні дослідження підтверджують надзвичайно широке поширення мікоризних симбіозів: понад 90 % судинних рослин вступають у такі взаємодії. Дані свідчать про еволюційне походження арбускулярної мікоризи та багаторазове, незалежне виникнення ектомікоризи та мікогетеротрофних асоціацій [153, 154].

У сучасній мікологічній літературі класифікація мікориз є більш деталізованою та включає сім основних типів: арбускулярну, ектомікоризу, ерикоїдну, орхідеїдну, арбутоїдну, монотропоїдну та ектендомікоризу [3, 11, 12]. Проте більшість досліджень зосереджено на двох найбільш поширених і економічно значущих типах: арбускулярній мікоризі та ектомікоризі [145, 154].

Арбускулярна мікориза формується більшістю трав'яних рослин за участю грибів відділу *Glomeromycota*, для яких симбіоз є обов'язковою стадією життєвого циклу. Цей тип мікоризи підвищує адаптаційний потенціал рослин до несприятливих умов і сприяє ефективнішому засвоєнню мінеральних елементів, зокрема фосфору. Ектомікориза характерна для багатьох деревних та чагарникових видів, а також окремих трав'яних рослин помірних широт, і формується переважно грибами відділу *Basidiomycota* [77, 149].

Арбускулярна мікориза є найпоширенішим типом грибово-рослинного партнерства, що охоплює величезну кількість видів по всій планеті [141-143]. Гриби цього типу відіграють ключову роль у регуляції взаємодій рослин з екосистемою та забезпеченні їхньої біологічної ефективності.

Мікоризація чинить позитивний вплив на рослину через низку механізмів: значне збільшення площі контакту кореневої системи з ґрунтом (в 10–50 разів), оптимізацію живлення за рахунок дозованого надходження мінеральних елементів, використання біологічно активних речовин (БАР), що

продукуються грибами, та покращення взаємодій із іншими симбіотичними мікроорганізмами ґрунту. Крім того, відбувається утилізація корневих ексудатів, підвищується виділення біологічно активних метаболітів, забезпечується захист кореневої системи від патогенів (фітофтора, фузаріоз) та стимулюється синтез ендогенних захисних сполук рослини.

Мікроорганізми, що базуються на арбускулярно-мікоризних грибах (АМГ) та бактерійних асоціаціях, підвищують ефективність використання добрив. Взаємодія між бактеріями та АМГ дозволяє збільшити засвоєння фосфору до 70 %. Подібний ефект спостерігається і щодо азоту: застосування інокулянтів дає змогу зменшити внесення азотних добрив на 30 % без втрати продуктивності рослин. Наукові дослідження свідчать, що сталий розвиток сільського господарства у майбутньому значною мірою залежатиме від використання генетично модифікованих рослин та рістрегулюючих ризобактерій PGPR (*Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria*) [132, 138, 150, 152, 155].

За даними Яценка В. В. [128] комплексне застосування біоінокулянтів у поєднанні з мікоризними препаратами підвищує стійкість агроєкосистем до негативних впливів кліматичних змін та сприяє покращенню родючості ґрунту та інтенсивності росту рослин.

Застосування сумішей біоінокулянтів і мікоризних препаратів забезпечує суттєві позитивні ефекти: збільшує площу листової поверхні посівів сої звичайної на 10,6–16,6 %, кількість бобів на рослині на 23,7–27,8 % та їх масу на 16,2–19,4 %, а також підвищує врожайність на 13,3 % (1,5 т/га для сорту Романтика) та на 14,3 % (2,8 т/га для сорту Sac). Суміш «Різолайн + Мікофренд» виявилася більш ефективною, забезпечуючи приріст врожайності на 15,0–15,8 % (1,7–3,1 т/га залежно від сорту). Використання таких сумішей біопрепаратів дозволяє збільшити врожай насіння на 5,9–6,4 %.

Крім прямого позитивного впливу на кореневу систему, мікориза сприяє загальному розвитку рослин: підвищується концентрація фітогормонів, що стимулює ріст; формуються більша кількість квіток і зав'язей, що підвищує врожайність; рослини краще витримують абіотичні стреси (посуху, заморозки,

надмірні опади); коренева система стає стійкою до ґрунтових патогенів; формуються мікоризні спільноти з бульбочковими бактеріями та іншими мікроорганізмами; пригнічуються конкуруючі рослини, які не беруть участі в мікоризному симбіозі [57].

Агротехнічні заходи передбачають коткування посівів кільчасто-шпоровими або гладкими котками в складі агрегату з легкими боронами безпосередньо після сівби. Досходове боронування виконують поперек рядків через 3–4 доби, у фазі «білої ниточки» бур'янів. Після появи першої пари справжніх листків здійснюють міжрядний обробіток культиватором УСМК-5,4 Д двічі або тричі: перший раз через 10–12 діб на глибину 3–6 см; другий – на 7–8 см у випадку ущільнення міжрядь та проростання бур'янів; третій – до змикання рядків на аналогічну глибину. Міжрядні обробітки завершують до початку цвітіння рослин.

Для контролю однорічних дводольних та злакових бур'янів застосовують гербіцид гезагарт 50 % з.п. (прометрил) у нормі 3,0 кг/га, обприскуючи ґрунт за 2–3 доби до проростання квасолі. У фазі 3–6 листків проводять обробку базаграном 600 SL у дозі 1,5–2,0 л/га. Для захисту посівів від шкідників використовують інсектициди: Актара 0,11 л/га, Актелік 1,2–2,0 л/га, Енжіо 0,18 л/га та інші.

Біологічні засоби захисту рослин належать до сучасних інноваційних препаратів, призначених для регуляції чисельності фітофагів і фітопатогенів, основою яких є агенти біологічного походження – живі мікроорганізми та їхні метаболіти. Інтеграція біопрепаратів у системи захисту рослин активує механізми екологічно безпечного контролю шкідливих організмів. У синергії з ентомофагами біопрепарати здатні заміщати або доповнювати хімічні методи захисту, забезпечуючи збереження врожаю при мінімізації економічних витрат та відсутності негативного впливу на довкілля. Їх застосування не потребує значних енергетичних чи фінансових ресурсів, не спричинює забруднення навколишнього середовища та продукції сільського господарства, водночас підтримуючи екологічну рівновагу [77, 140].

У сучасних агротехнологіях значна увага приділяється впровадженню високоефективних біологічних препаратів, які не спричинюють негативного антропогенного впливу на довкілля, сприяють оздоровленню агроєкосистем та одночасно оптимізують показники врожайності, знижуючи собівартість кінцевої продукції [11]. В останні роки спостерігається активне використання різноманітних мікробних препаратів у сільському господарстві, спрямованих на підвищення ефективності мінерального живлення культур. Зокрема, біопрепарати, що містять азотфіксуючі бактерії та застосовуються для бобових, злакових і овочевих культур, забезпечують фіксацію атмосферного азоту в обсягах, еквівалентних внесенню 20–50 кг/га діючої речовини мінеральних азотних добрив [51, 57].

Для механізованого збирання квасолі сорти повинні мати кущову або слабовитку верхівку та високе прикріплення нижніх бобів [151]. Значна увага приділяється стійкості бобів до розтріскування, насіння – до травмування під час збирання та осипання [152, 156]. Висота прикріплення нижніх бобів визначається довжиною міжвузлів, розташованих під першим продуктивним вузлом.

Оптимальні морфологічні характеристики сорту, за даними науковців [109], включають товсте і довге головне стебло з 12–15 вузлами, 3–5 гілками, довгими міжвузлями у верхній частині рослини, компактне розміщення бобів та високе їх прикріплення, що забезпечує реалізацію максимального генетичного потенціалу врожайності [121, 139].

Збирання квасолі здійснюють, коли на рослині дозріло не менше 70–80 % бобів, за допомогою переобладнаних зернобобових жаток ЖРБ-4,2 або квасолезбиральних машин ФА-4А, ФА-4М. Після підсихання бобів до вологості 15–18 % валки обмолочують зерновими комбайнами з підбирачами ПТП-2Д, зменшуючи частоту обертання барабана до 400–500 об/хв.

Висновки до розділу 1.

У розділі розглянуто поширення, народно-господарське значення, класифікацію, ботанічну характеристику, морфологічні та біологічні

особливості квасолі. Здійснено аналіз досліджень вітчизняних та іноземних авторів з питань вирощування квасолі, з метою підвищення врожайності, стійкості до абіотичних чинників.

На основі проведеного аналізу літературних джерел обумовлено необхідність поглиблення та розширення досліджень для експериментального обґрунтування підбору з адаптації сортів, визначення оптимального строку сівби насіння та мікоризації рослин з метою збільшення обсягів виробництва в умовах Правобережного Лісостепу. Дослідження цих питань покладено в основу дисертаційної роботи.

Список літератури до розділу 1

1. Акуленко В.В. Продуктивність сортів квасолі залежно від технології вирощування в північному Лісостепу. Матер. Міжнарод. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів «Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції». Х., 2013. С. 16–18.
2. Андреев О. А., Овчарук О. В. Динаміка процесів розтріскування бобів квасолі під час механізованого збирання врожаю: зб. наук. пр. Поділ. держ. аграр.-техн. ун. 2004. Вип. 12. С. 63–65.
3. Антоняк Г. Л., Калинець-Мамчур З. І., Дудка І. О., Бабич Н. О., Панас Н. Є. Екологія грибів : монографія. Львів: 2013. 628 с.
4. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові і національні ресурси рослинного білка. *Селекція і насінництво*. Вип. 96. 2008. С. 215-222.
https://www.fri.vin.ua/pdf_materials/KiK-62.pdf#page=69
5. Барабаш О.Ю. Овочівництво: підручник. К.: Вища школа, 1994. 374 с. http://kizman-tehn.com.ua/wpcontent/uploads/2018/05/barabash_o_yu_ovochivnitstvo.pdf
6. Барабаш О. Ю. Гутиря С. Т. 800 практичних порад городнику любителю. К.: Урожай, 1995. №4. С. 254–256.
7. Барабаш О.Ю., Тариненко Л.К., Сич З.Д. Біологічні основи овочівництва:

навчальний посібник. За ред. О.Ю. Барабаша. К.: Арістей, 2005 348 с.

8. Бахмат М.І., Овчарук О.В., Овчарук О.В. Вплив різної норми висіву квасолі звичайної за широкорядного способу сівби на врожайність зерна та економічну ефективність технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 92–95. <https://fri-journal.com/index.php/journal/issue/view/36>

9. Безугла О.М., Лучна І.С., Сокол Т.В. та ін. Адаптивність квасолі до умов довколишнього середовища. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2004. Вип. 88. С. 83–90. <https://selektsiia-nasinnystvo.com.ua/>

10. Бондаренко Т.М., Харченко Є.І., Перегуда М.А. Борошно квасолі лабораторного помелу *Технологии зернопереработки*. 2011. № 6 (144). С. 14–19. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/21614>

11. Вдовенко С. А. Комплексна система вирощування овочів у відкритому ґрунті. *Плантатор*. 2019. № 2. (44) С. 56–59. <https://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/24585.pdf>

12. Вдовенко С. А. Особливості застосування мікоризних препаратів за вирощування перцю солодкого в закритому ґрунті *Овочівництво і багтанництво*. 2019. № 66. С. 39-46. DOI <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2019-66-39-46>

13. Вінниченко О. М., Більчук В. С., Філонік І. О. та ін. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації сільськогосподарських рослин до комплексної дії абіотичних факторів середовища: монографія; Дніпропетр. нац. ун-т ім. О. Гончара, НДІ біології. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2011. 224 с. <https://www.dnu.dp.ua/view/monografii>

14. Воронецька І.С., Мовчан К.І. Особливості формування генеративних органів квасолі звичайної від способу сівби та густоти рослин в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 4 (734). С.14–19.

15. Галан М. С., Калагурка О. Б., Гук Р. М. Склад колекції квасолі в

інституті сільського господарства карпатського регіону НААН. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (II). С. 41–48. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/wp-content/uploads/zbirnik/58-2ua/8.pdf>

16. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підручник. 2-е вид. К. : Каравела, 2004. 408 с.

17. Глявин А. В. Особливості прояву морфобіологічних ознак у квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) та їх використання в селекції та державній експертизі. Автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г наук: за спец. 06.01.05 – селекція і насінництво. Дніпропетровськ, 2012. 21 с.

18. Головань Л.В. Особливості використання різних типів маркерних систем у селекційних дослідженнях роду *Phaseolus* L.: автореф. дис. канд. с.-г. наук.: 06.01.05. Харків. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2012. 27 с.

19. Голодна А.В., Акуленко В.В., Столяр О.О. Урожайність квасолі звичайної залежно від сорту, удобрення, норми висівання та обробляння насіння в північній частині Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*: міжвід. темат. наук. зб. Ін-т кормів та с.-г. Поділля НААН. Вінниця, 2014. Вип. 79. С. 164–169. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2013_9_29

20. Голохоринська М.Г., Величко С.Й., Вихристюк М.А.. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН*. Х., 2005. Вип. 9. С. 149–152. <https://selektsiia-nasinnystvo.com.ua/>

21. Гончаренко В. Ю., Панамонова Т. В., Могильна О. М., Михайлин В. І., Мозговський О. Ф. Система удобрення овочевих і баштанних культур: монографія; за ред. В. Ю. Гончаренка. К.: Аграрна наука, 2019. 152 с.

22. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. *Агробізнес сьогодні*. 2017. № 22. С. 48–49. https://archive.agro-business.com.ua/2017_1

23. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 560 с.

24. Грищенко О. М., Тинкевич Т. О. Характеристика сортозразків квасолі овочевої (*Phaseolus vulgaris* L.) за показниками якості бобів у фазу

- технічної стиглості. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. 5 (27).
http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11fmp.pdf
25. Гуральчук Ж. З. Особливості використання арбускулярної мікоризи для фітореMediaції ґрунтів, забруднених важкими металами. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. Чернівці № 4. 2012. С. 236–239.
26. Державна служба статистики [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/sg/ppsgk/ppsgk2021.xlsx>
27. Доктор Н.М. Ефективність симбіотичної діяльності рослин квасолі звичайної за внесення мінеральних добрив та інокуляції насіння. *Наукові горизонти*. № 7–8 (21), 2018. С. 59–63.
[https://sciencehorizon.com.ua/web/uploads/pdf/%E2%84%967-8\(70\)_59-63.pdf](https://sciencehorizon.com.ua/web/uploads/pdf/%E2%84%967-8(70)_59-63.pdf)
28. Дудчак Т.В., Дуганець В.І., Вільчинська Д.В. Доцільність вирощування витких сортів квасолів умовах західного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Випуск 33. 2020. С. 33–41.
https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/40/29
29. Дупляк О., Ковальчук Т., Веселовська О. Особливості успадкування ознак придатності до механізованого збирання міжсортівими гібридами F1-F3. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 264–270. <https://selektsiia-nasinnystvo.com.ua/pbsd/uk/article/view/2011-100-30/202>
30. Дупляк Т.О., Ганіна О.О. Особливості прояву господарсько-цінних ознак квасолі звичайної в умовах північного Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 113–118. DOI:[10.30835/2413-7510.2009.77052](https://doi.org/10.30835/2413-7510.2009.77052)
31. ДСТУ ЕЭК ООН FFV-06:2007. Квасоля. Настанови щодо постачання і контролювання якості (ЕЭК ООН FFV-06:2001, ІДТ) [Чиний від 2008-10-01]. Видання офіційне. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. III, 7с.
32. Забарна Т. А., Броннікова Л. Ф., Білецький О. В. Перспективи вирощування квасолі в Україні *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С.110–114
<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.18>
33. Іванюк С. В., Глявин А. В. Використання коефіцієнта повторюваності

для характеристики кількісних ознак та індексів генотипів квасолі звичайної. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 97–101. http://fri.vin.ua/pdf_materials/KiK_73.pdf

34. Іванюк С.В., Лехман А.А., Овчарук О.В. Мінливість показників якості зерна сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу правобережного України. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2015. Випуск 80. С. 17–24. http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2015_80_5

35. Камінський В.Ф. До питання розв'язання білкової проблеми. *Вісник аграрної науки*. 2003. №5. С. 23–27.

36. Казидуб Н. Г., Пучкова С. Ю., Расказова Т. В. Селекція квасолі овочевої в південному Лісостепу Західного Сибіру. *Сільськогосподарські науки*. 2013. С. 9–13.

37. Камінський В.Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Лісостепу України.: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09 -рослинництво. Вінниця, 2006. 48 с.

38. Камінський В.Ф. Значення сорту в сучасних технологіях вирощування зернобобових культур. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вінниця, 2006. № 57. С. 84–94. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/1409/1223>

39. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Дупляк О.Т. та інші. Сортова реакція квасолі на строки сівби та інокуляцію насіння. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН*. К.: Нора-прінт, 2000. Вип. 3-4. С. 49–55.

40. Камінський І.В. Потенційна ємність внутрішнього ринку зернобобових культур в Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Економіка і менеджмент». 2013. Вип. 1. С. 101–108.

41. Каталог сортів і гібридів рослин. ННЦ Інститут землеробства УААН. К.: Екмо, 2008. 96 с.

42. Квасоля: історія, корисні властивості квасолі. Поляков Н. <https://sadukrroy.ru/roslini/8296-kvasolja-istorija-korisni-vlastivosti-kvasoli.html>

(дата звернення: 10.12. 2022).

43. Кірілеско О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. № 82. С.127–132. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/274/212>

44. Клиша А.І., Хорошун І.В. Вихідний матеріал для селекції сортів квасолі з обмеженим ростом стебла. *Бюл. Ін-ту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2008. № 33-34. С. 262–264. <https://dspace.dsau.dp.ua/server/api/core/bitstreams/38e7c1d6-8d04-49a0-a342-11b72d05230d/content>

45. Клиша А.І., Хорошун І.В. Вихідний матеріал селекції квасолі. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Дніпропетровськ, 2008. № 2. С. 55–57.

46. Кобизєва Л. Н., Безугла О.М., Тертишний О.В. Потенціал зернобобових культур для створення сортів придатних для механізованого збирання. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 10–15. <https://seleksiia-nasinnystvo.com.ua/pbsd/uk/article/view/2012-102-02/247>

47. Кобизєва Л.Н. Теоретичні основи формування банку генетичних ресурсів зернобобових культур України та напрями його використання: автореф. дис. д-р с.-г. наук. 06.01.05. Дніпропетровськ. Інститут зернового госп-ва НААН України, 2011.

48. Колотілов В.В., Кобизєва Л.Н., Силенко С.І. та ін. Колекція квасолі – джерело цінних господарських ознак для перспективних напрямків селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2006. №3. С. 61–67.

49. Колотілов В.В., Силенко С.І. Генетичні ресурси зернобобових культур Устимівської дослідної станції рослинництва, результати та перспективи розвитку. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2005. Вип. 90. С. 331–338. <https://seleksiia-nasinnystvo.com.ua/>

50. Колотілов В.В., Силенко С.І. Принципи та методи створення базової,

ознакової та учбової колекцій квасолі та чини. Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Оброшино, 2005. С. 45–46

51. Копилов Є. П. Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2012. № 15-16 С. 7–28. <https://smic.in.ua/index.php/journal/article/view/216>

52. Кордюм Е. Л., Сытник К.М., Бараненко В.В. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным изменениям экологических факторов в естественных условиях: монография; под ред. Е. Л. Кордюм ; Нац. акад. наук Украины, Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. Киев : Наук. думка, 2003. 277 с. <https://nvd-nanu.org.ua/55b2938f-2adb-8353-1fe1-b6cdb7a6403d/>

53. Кордюм Е. Л., Дубина Д. В. Пластичність онтогенезу судинних рослин: молекулярні, клітинні, популяційні та ценотичні аспекти. *Вісн. НАН України*. Київ, 2015. № 7. С. 32–36. <https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/87206>

54. Корнієнко С. І., Горова Т. К., Сайко О. Ю. Статистичні показники формування фаз вегетаційного періоду квасолі звичайної в адаптивній селекції. *Вісн. Центру Наукового Забезпечення АПВ Харків. Обл.* 2014. Вип. 17. С. 104–111. <http://naas.gov.ua/content/literatura/1049/>

55. Корнієнко С. І., Горова Т. К., Сайко О.Ю., Штепа Л.Ю. Каталог-довідник колекції овочевих видів рослин роду Квасоля і Вігна. Х. : 2014. 40 с.

56. Костюк О.О. Формування врожаю бобу овочевого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук. 06.01.06. Київ. Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 25 с.

57. Коць С. Я., Пати́ка В. П. Біологічна фіксація азоту та її значення у живленні рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Київ: Логос, 2009. Т. 1. С. 344–386.

58. Кутовенко В. Б., Міхаліна І. Г., Гонтар В. Т. Сучасні технології вирощування овочевих культур., Київ., 2013. 300 с.

59. Крутило Д.В. Реакція сортів квасолі на інокуляцію *Rhizobium phaseoli* за наявності в ґрунті численної популяції ризобій. *Корми і кормовиробництво: міжвідом. темат. наук. зб.* Вінниця: ФОП, 2008. № 61. С. 78–83. https://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/61.pdf

60. Лавренко С.О., Лавренко Н.М., Лиховид П.В. та інші. Стратегічні напрямки розвитку адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур за умов обмеженості природних і матеріальних ресурсів. *Наука в Південному регіоні України. Важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності: Наукове видання. Під загальн. ред. ак. НАН України Андронаті С.А.* Одеса: Фенікс, 2018. Вип. XVI. С. 67–68.

61. Лихацький В. І., Бургарт Ю.Є., Васянович В.Д. Овочівництво: Практикум. Київ: Вища школа, 1994. 336 с.

62. Лихацький В.І., Бургарт Ю.Є., Васянович В.Д. Овочівництво: ч.2.: Біологічні особливості і технологія вирощування овочевих культур. К.: Урожай, 1996. 360 с.

63. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 4-те вид., випр. і доп. Львів: Українські технології, 2014. 1040 с.

64. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. 3-те вид., випр. і доп. Львів: Українські технології, 2010. 1088 с.

65. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.

66. Лучна І. С., Петренкова В. П. Характеристика колекційних сортозразків квасолі за екологічною пластичністю продуктивності та стійкості до хвороб *Селекція і насінництво.* 2009. Вип. 97. С. 154–161. <https://selektsiia->

nasinnytstvo.com.ua/pbsd/uk/article/view/2009-97-18/101

67. Лучна І.С., Петренкова В.П., Безугла О.М. Стійкість сортів квасолі до хвороб в умовах північно-східного Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. Харків, 2007. Вип. 4. С. 96–97.

68. Мазур В.А., Дідур І.М., Ткачук О.П., Панцирева Г.В. Агроекологічна стійкість сортів квасолі звичайної до несприятливих умов вегетації. Наукові доповіді НУБіП України. 2021. № 2 (90). С. 21–32.

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.006>

69. Мазур О. В. Селекція квасолі звичайної на адаптивність і продуктивність. Всеукраїнська наукова конференція аспірантів, магістрів та студентів «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи». Вінниця.

70. Мазур О. В., Паламарчук В. Д., Роїк М. В., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за зерною продуктивністю та адаптивністю. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 143–152.

71. Марухняк А. Я., Дацько А. О., Марухняк Г. І. Адаптивність і стабільність сортозразків вівса за показниками якості зерна. *Селекція і насінництво*. Київ, 2010. Вип. 98. С. 106–115. <https://selektsiia-nasinnytstvo.com.ua/pbsd/uk/article/view/2010-98-12/127>

72. Михайленко Л.П. Формування продукційного процесу зернобобових культур під впливом погодних і технологічних факторів в північній частині Степу.: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2005. 23 с.

73. Михайлов В. Г., Романюк Л. С., Щербина О. З. Успадкування кількісних ознак у гібридів квасолі F₁. *Селекція та насінництво*. 2016. №3–4. С. 197–205. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2016_3-4_21

74. Мількевич Д.О. Особливості живлення і удобрення квасолі в умовах Правобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник* № 139. Частина 1. 2024. С.153-158. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.20>

75. Назаришин О., Гусарова А. Технологія вирощування квасолі. 2019. <https://superagronom.com/cards/tehnologiya-viroshchuvannya-kvasoli-id18462>

(дата звернення: 03.02. 2023).

76. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія за ред. д-ра с.-г. наук, проф. акад. НААН Я. М. Гадзало, д-ра с.-г. наук, проф. чл. - кор. НААН В.Ф. Камінського. К.: Аграрна наука, 2016. 592 с.

77. Наукові основи формування ефективних потрійних симбіозів азотфіксуючі бактерії – сапрофітний гриб – рослина: науково-методичні рекомендації / О. В. Надкернична, Є. П. Копилов, А. С. Кислинська, О. О. Шаховніна, М. А. Ушакова. Чернігів, 2020. 52 с.

78. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної. *Агрономія сьогодні*. 2015. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/554-tovarne-vyroshchuvannia-kvasoli-zvychainoi.html>

79. Овчарук В. І., Овчарук О. В., Акуленко В. В. Урожайність та якість зерна квасолі в умовах Лісостепу західного: зб. наук. пр. ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2016. Вип. 1. С. 58–65. <https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2021/04/znp-1-2016.pdf>

80. Овчарук О. В. Квасоля – цінне джерело рослинного білка, зумовлене сортовими особливостями. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 1–2. С. 38–40. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Piapk_2015_1-2_10

81. Овчарук О. В. Особливості симбіотичної продуктивності сортів квасолі залежно від способів сівби в умовах Лісостепу західного. *Агробіологія*. 2014. № 1 (109). С. 89–91. https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/ovcharuk_1_2014.pdf

82. Овчарук, О. В., Ткач, О. В., Рудь, А. В. Показники схожості насіння при проростанні квасолі звичайної залежно від різних погодно-кліматичних умов. *Таврійський науковий вісник*, 2023. № (131). С. 168–174. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.21>

83. Овчарук, В. І., Овчарук, О. В., & Мількевич, Д. О. Особливості росту, розвитку та накопичення сухої речовини рослинами високопродуктивних сортів квасолі овочевої в умовах правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. 42. С. 32-38. <https://doi.org/10.37406/2706->

[9052-2024-1.5](#)

84. Овчарук О. В. Характеристика сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу Західного: *зб. наук. пр. Поділ. держ. аграр.-техніч. ун.* 2013 . Вип. 17. (1) С. 236–239.

85. Овчарук О.В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* Умань, 2014. Вип. 84, ч. 1. С. 107–112. <https://journal.udau.edu.ua/arxiv-nomerv/2014/vipusk-84.-chastina-1/novyij-resurs171.html>

86. Овчарук, О. В., Овчарук, В. І., Ткач, О. В., Кравченко, В. С., & Мількевич, Д. О. Вплив мікроелементу цинку на ріст рослин квасолі звичайної і вміст деяких форм фосфорних сполук. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2023. Випуск 103. Ч. 1. С. 308–315. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-103-1-308-315>

87. Овчарук О.В. Вплив сорту та строків сівби на фотосинтетичну продуктивність квасолі в умовах Лісостепу Західного. *Зб. наук. пр. Вінницького НАУ.* Вінниця, 2012. Вип. 6 (68). С. 113–119.

88. Овчарук О.В. Основи продукційного процесу квасолі звичайної за сортової технології вирощування. *Органічне виробництво і продовольча безпека: наук. вид.* Житомир: Полісся, 2013. С.415–420.

89. Овчарук О.В. Особливості формування врожаю квасолі залежно від строків сівби і сорту в умовах південної частини західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрнотехнічного університету.* Кам'янець-Подільський, 2006. Вип. 14. С. 129–131.

90. Овчарук О.В. Овчарук В.І., Ткач О.В. та ін. Вплив елементів технології вирощування квасолі звичайної на зміну хімічного складу зерна. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2025. № 49. С.122–127. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.18>

91. Овчарук О.В. Оцінка продуктивності сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу Західного. *Зб. наук. пр. ПДАТУ.* Кам'янець-Подільський,

2013. Вип. 21. С. 17–20.

92. Овчарук О.В. Продуктивність сортів квасолі в умовах Західного Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_3_10.

93. Овчарук О.В. Сортіві особливості квасолі звичайної в умовах Лісостепу України. *Таврійський наук. вісник*. Херсон, 2014. Вип.88. С. 152-158. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/88_2014/28.pdf

94. Овчарук О.В. Теоретичне обґрунтування і агротехнічні основи продукційного процесу квасолі в умовах правобережного лісостепу України.: авторефер. дис. на здобуття наук. ступ. доктора с.-г. наук. Спец. 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський, 2016. 356 с.

<https://pdatu.edu.ua/images/naukova-miznarodna-diyalnist/svr/20160506-20.pdf>

95. Оліфірович С. Й. Вивчення сортозразків квасолі звичайної на придатність до механізованого збирання в умовах південної частини Західного Лісостепу: *збірн. наук. пр. Селекційно-генетичного ін.* 2015. Вип. 26 (66). С. 148–153. <https://sgi.in.ua/data/documents/Zbirnik-naukovih-prac-SGI-NCNS-no-2666.pdf>

96. Оліфірович С. Й., Оліфірович В.О., Чинчик О.С. Фотосинтетична продуктивність сортів квасолі звичайної (зернової) залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Новітні агротехнології*. 2021. № 9. <https://doi.org/10.47414/na.9.2021.253639>

97. Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О. Урожайність вітчизняних сортів квасолі звичайної (зернової) в умовах південної частини Лісостепу західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 162–175. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-12

98. Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Колісник С.І. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 15–19.

99. Патица В. П., Омелянець Т. Г., Гринтк І. В., Петриненко В. Ф.

Екологія мікроорганізмів: посібник [за ред. В. П. Патики]. Київ: Основа, 2007. 192 с.

100. Петриченко В. Ф., Мовчан К. І. Вплив способу сівби та густоти рослин на зону плодоношення та урожайність квасолі звичайної. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 3–11. <http://fri.vin.ua/download/materials/catalogues/75.pdf>

101. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. та ін. Соя – культура унікальних можливостей. Київ: Юнівест Медіа, 2016. 224с.

102. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя. Монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400с.

103. Пиковский М., Кирик Н., Корчемна Н. Особенности развития антракноза фасоли. *Овощеводство*. К., 2007. №10. С. 50.

104. Полянська Л., Чалий О., Гуторова О. Квасоля в сучасних умовах господарювання. *Пропозиція*. 2001. № 11. С. 44–45.

105. Полянська Л., Чалий О., Гуторова О., Гуторова О. Квасоля в сучасних умовах господарювання. *Пропозиція*. 2001. № 11. С. 44–45.

106. Попов С. І., Ермантраут Е. Р. Адаптивність сортів пшениці м'якої озимої залежно від умов вирощування. *Вісник ЦНЗ АПВ Харків. обл.* 2013. Вип. 15. С. 93. <http://naas.gov.ua/content/literatura/1049/>

107. Поташова Л. М., Поташов Ю. М. Роль інокуляції та біостимуляції в підвищенні продуктивності квасолі. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2012. № 2. С. 100–105. <https://knau.kharkov.ua/visnuk-hnau-2012-2.html>

108. Поташова Л.М. Екологічно безпечна технологія вирощування квасолі на чорноземах Східного Лісостепу України.: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. К., 2000. 16 с.

109. Сайко В. Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства УААН*. К.: ЕКМО,

2006. С.8–13.

110. Сайко В.Ф., Камінський В.Ф., Свидинюк І.М. Технологія вирощування зернових колосових, зернобобових, круп'яних, олійних культур і кукурудзи. К.: ЕКМО, 2008. 40 с

111. Сайко О.Ю. Джерела для селекції квасолі овочевої придатні до механізованого збирання. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Овочівництво і баштанництво. Харків, 2012. № 58 С.269–273.
<https://vegetables-journal.com/index.php/journal/issue/view/12/10>

112. Свідерко М.С., Болехівський В.П., Волощук І.С., та ін. Урожай і якість зерна сортів квасолі залежно від умов живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52. С. 101–107.

113. Силенко С.І. Аналіз сортозразків квасолі звичайної за придатністю до механізованого збирання урожаю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. С. 68–71.

https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2010/03/68_71.pdf

114. Сич З.Д., Кутовенко В.Б. Підбір сортів квасолі виткої для умов Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2009. Вип. 13. С. 333–355.

115. Савчук О. І., Мельничук А. О., Іваненко Л. А. Вирощування квасолі за органічного виробництва. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. № 6. С. 30–34.

116. Сич З. Д., Борось І. М. Сортовивчення овочевих культур. Київ. Нілан-ЛТД., 2012. 578 с.

117. Січкач В. І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 110–115.
https://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/53.pdf

118. Січкач В.І. Зернобобові культури в Україні: що вирощувати? *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 21. С. 26–30. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8788-zernobobovi-kultury-v-ukraini-shchovyroshchu-vaty.html>

119. Січкач В. І. Стан і перспективи розвитку виробництва зернобобових культур

у світі та Україні. *Зб. наук. пр. СГП. НЦНС*. 2015. Вип.26 (66). С. 9–20.
<https://sgi.in.ua/data/documents/Zbirnik-naukovih-prac-SGI-NCNS-no-2666.pdf>

120. Голохоринська М.Г., Величко С.Й., Вихристюк М.А., Овчарук О.В. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Х., 2005. Вип. 9. С. 149–152.

121. Мазур О.В. Технологія вирощування квасолі овочевої. Рекомендації для практичного використання в овоченасінницьких господарствах різних форм власності. К., 2005. 160 с.

122. Ушкаренко В., Лавренко С., Максимов Д., Негуляєва Н. Економічна ефективність вирощування квасолі звичайної в зрошувальних умовах Південного Степу України. *Техніка і технології АПК: науково-виробничий журнал*. Київ: ДП «УкрЦВТ», 2017. № 11 (98). С.36-39

https://www.ndipvt.com.ua/TiTAPK/2017/TiT%20APK11_2017.pdf

123. Ушкаренко В.О., Лавренко С.О., Максимов Д.О. Вплив технологічних прийомів вирощування на величину насінин квасолі звичайної в Південному Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали наукової інтернет-конференції*. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 188–190.

124. Чинчик О.С., Оліфірович С.Й., Оліфірович В.О. Тривалість вегетації та продуктивність сортів квасолі звичайної в умовах Південної частини Лісостепу західного. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 166–172. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-166-17213

125. Швиденко М. В. Мінливість посівних та врожайних якостей насіння квасолі звичайної залежно від абіотичних і технологічних факторів. автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г наук: за спец. 06.01.05 – Селекція і насінництво. Харків, 2006. 22 с.

126. Шувар А.М., Свідерко М.С., Беген Л.Л. та інші. Продуктивність квасолі залежно від елементів захисту рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55(2). С. 119–124

127. Яровий Г. І., Романов О. В. Овочівництво: навчальний посібник. Харків. ХНАУ. 2017. 376 с.
128. Яценко В.В. Формування продуктивності сої овочевої за використання біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату. *Таврійський науковий вісник* № 125. 2022. С. 111–118. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.16>
129. Patyka, V. P., Kots, S. Ya. & Volkohon, V. V. *Biologichnyi azot*. 2003. Kyiv: Svit.
130. Patyka, V. P., Potashova, L. M. & Tolkachov, M. Z. Selection of tuberous bean bacteria. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2001. Vol.1. P.54–57
131. Shkatula, Yu. M., Kraievska, L. S. The effectiveness symbiotic nitrogen fixation in agrocentoses of beans. *Visnyk Dnipropetrovskoho agro-ekonomichnogo universytetu*. Vol.4(38). 2015. P. 73–76.
132. Antoun, H. and Prevost, D. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. In: Siddiqui, Z.A., Ed., *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, Springer, Dordrecht. 2006. P. 1–38. http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_1
133. Tamark S.A. Fasola zwykla. <https://www.target.com.pl/porady-i-inspiracje/uprawy/warzywa/fasola>
134. *Fasulye Yetitiricilipi*: Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller. Ankara, 2008. 44 p
135. García de León D., Cantero J., Moora M., Öpik M., at others. Soybean cultivation supports a diverse arbuscular mycorrhizal fungal community in central Argentina. *Applied Soil Ecology*. 2017. Vol.124, P. 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.11.020>.
136. Hu Q., Yang N., Pan F. at others. Adjusting sowing dates improved potato adaptation to climate change in semiarid region, China. *Sustainability*, 2017, 9: 615 p. doi:10.3390/su9040615.
137. Kutos T., Golob T, Kac M. Dietary fiber of dry processed beans. *Food Chem*. 2002. 80. 35 p.
138. Nicholas O., Olubukola O., Xavier C., at others. Effects of rhizobia and

arbuscular mycorrhizal fungi on yield, size distribution and fatty acid of soybean seeds grown under drought stress. *Microbiological Research*. 2020. P. 242. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126640>.

139. Nimbalkari C.A., Bavrskar A.P., Desap U.T. Stability of seed yield and yield contributing characters in french bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2002. Vol. 75 (7). P. 433–435.

140. Schüßler A. *Glomus claroideum* forms an arbuscular mycorrhiza-like symbiosis with the hornwort *Anthoceros punctatus*. *Mycorrhiza*. 2000. Vol. 10. P. 15–21.

141. Schüßler A. Molecular phylogeny, taxonomy and evolution of *Geosiphon pyriformis* and arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*. 2002. Vol. 244. P. 75–83.

142. Schüßler A., Schwarzott D., Walker C. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. *Mycological Research*. 2001. Vol. 105. P. 1413–1421.

143. Schüßler A., Wolf E. *Geosiphon pyriformis* – a glomeromycotan soil fungus forming endosymbiosis with Cyanobacteria. *In Vitro Culture of Mycorrhizas*. Berlin: Springer. 2005. P. 272–289.

144. Shari D.K., Sharmn A., Singh L. Improvement in nutrition quality of greengram (*Phaseolus radiatus*) as influenced by fertilization and inoculation. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2002. Vol. 72 (4). P. 210–212.

145. Smith S. E., Read D. J. *Mycorrhizal Symbiosis*. London: Academic Press, Elsevier, 2008. 804 p.

146. Smith S.E., Barker S.J., Zhu Y.G. Fast moves in arbuscular mycorrhizal symbiotic signalling. *Trends in Plant Science*. 2006. Vol. 11. P. 369–371.

147. Smith S.E., Smith F.A., Jakobsen I. Functional diversity in arbuscular mycorrhizal AM symbioses: the contribution of the mycorrhizal P uptake pathway is not correlated with mycorrhizal responses in growth or total P uptake. *New Phytologist*. 2004. Vol. 162. P. 511–524.

148. Smith S.E., Smith F.A., Jakobsen I. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses. *Plant Physiology*.

2003.Vol.133. P.16–20.

149. Smits M. 2006. Mineral tunnelling by fungi. *Cambridge University Press*. P. 311–327.

150. Spagnoletti F., Balestrasse K., Lavado R., Giacometti R. Arbuscular mycorrhiza detoxifying response against arsenic and pathogenic fungus in soybean. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2016. Vol.133. P. 47–56. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.06.012>.

151. The lentil botany, production and uses / Erskine W., Muehlbauer F. J., Sarker A, Sharma B. CAB International, 2009. 457 p. Mazyp O.B.107

152. Lentil production manual. Saskatchewan pulse growers. Saskatoon, 2011. 60 p.

153. Valetti L., Iriarte L., Fabra A. Effect of previous cropping of rapeseed (*Brassica napus* L.) on soybean (*Glycine max*) root mycorrhization, nodulation, and plant growth. *European Journal of Soil Biology*. 2016. Vol.76. P.103–106. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.08.005>.

154. Van der Heijden M.G.A., Wiemken A., Sanders I.R. Different arbuscular mycorrhizal fungi alter coexistence and resource distribution between co-occurring plants. *New Phytologist*. 2003 Vol.157. P.569–578.

155. Wang B., Qiu Y-L. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizae in land plants. *Mycorrhiza*. 2006. Vol.16. P.299–636.

156. Yadav S. S. Lentil: An Ancient Crop for Modern Times / Yadav S. S., McNeil D. L., Stevenson P. C. Berlin: Springer Verlag, 2007. 604 p.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місце та характеристика ґрунту

Дослідження проводились впродовж 2023-2025 років у відкритому ґрунті на дослідному полі кафедри рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету, яке розташоване в центральній частині Лісостепу правобережного. Дослідне поле знаходиться у Вінницькому районі Вінницької області, рельєф поля являє собою рівне плато з пологими (1–2°) схилами, орієнтованими на південний схід та північний захід. Ґрунтові води залягають на глибині 2,2–2,4 метра.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений сірими лісовими ґрунтами середньо-суглинкового механічного складу зі слабнокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 5,8). Це типовий тип ґрунту що є у Лісостеповій зоні, формується під широколистяними лісами за помірно-континентального клімату. На основі існуючих даних ДСТУ 3866-99, а також Тихоненка Д.Г. Дегтярьов В. В., Горін М. О. та інших [3, 18] сірі лісові ґрунти середньо-суглинкового складу зі слабнокислою реакцією цінні ґрунти з добрими фізичними властивостями та середньою природною родючістю, які за правильного ведення господарства можуть забезпечувати стабільно високі врожаї.

Основним чинником формування материнської породи ґрунту це леси та лесоподібні суглинки. Типовий профіль ґрунту включає горизонти: А₀ (лісова підстилка) що враховує тонкий шар опалого листя; А₁ (гумусовий) темно-сірий, добре структурований; А₂ (елювіальний) світло-сірий, частково вимитий; В (ілювіальний) ущільнений, буро-сірий, з накопиченням глини та оксидів [18]. Основні показники ґрунту наведені в таблиці 2.1.

Агрохімічний аналіз ґрунту показав, що досліджуваний ґрунт за своїми агрофізичними та агрохімічними показниками є придатним для вирощування квасолі у відкритому ґрунті та здатний забезпечувати

стабільну продуктивність за умови раціонального ведення агротехнологій.

Таблиця 2.1

Агрохімічні властивості дослідного поля

№ з/п	Показник	Характеристика
1.	Вміст гумусу	2,4 %
2.	Реакція ґрунтового розчину (рН)	5,9 (слабокисла)
3.	Вбирна здатність (ЄКО)	15,5 г/100 г ґрунту
4.	Ступінь насичення основами	78 % (добрий рівень забезпечення катіонами Ca^{2+} , Mg^{2+})
5.	Азот (N)	9,5 мг/100 г ґрунту
6.	Фосфор (P_2O_5)	22,1 мг/100 г ґрунту
7.	Калій (K_2O)	8,9 мг/100 г ґрунту
8.	Кальцій (Ca)	10 мг/100 г ґрунту
9.	Магній (Mg)	4 мг/100 г ґрунту
10.	Мікроелементи	Недостатні (B, Cu, Zn)
11.	Буферність	28 мг-екв/кг ґрунту
12.	Ємність поглинання катіонів	24,6 мг/100 г ґрунту
13.	Щільність гумусового горизонту Нижчі горизонти	1,4 г/см ³ 1,5 г/см ³
14.	Загальна пористість	57 %

Водночас він характеризується достатньою екологічною цінністю, зокрема здатністю до саморегуляції, формування біологічної активності сапрофітних організмів та виконання важливих екосистемних функцій за дотримання принципів сталого землекористування.

Таким чином, за своїми агрофізичними та агрохімічними показниками ґрунт є придатним для вирощування квасолі у відкритому ґрунті та здатний забезпечувати стабільну продуктивність, він характеризується достатньою екологічною цінністю, зокрема здатністю до саморегуляції, формування біологічної активності сапрофітних організмів та виконання важливих екосистемних функцій.

2.2 Кліматичні умови проведення досліджень.

Важливим чинником у досягненні високих врожаїв квасолі є метеорологічні умови, що складаються під час вегетаційного періоду. За даними Вінницької метеорологічної станції, клімат Вінницького району характеризується як помірно-континентальний. Основними чинниками формування кліматичних умов є розгалужена річкова мережа, а саме басейни Південного Бугу, Дністра та Дніпра, більшість річок якої має снігово-дощове живлення та рівнинний тип. У результаті такого розгалуження середньорічна температура повітря становить $+10,5\text{--}12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, міжрічні коливання до $2\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Максимальні літні температури досягають $+38,4\text{--}42\text{ }^{\circ}\text{C}$, мінімальні зимові $-20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тривалість вегетаційного періоду змінюється від 170 до 210 діб, сума активних температур $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ складає $2700\text{--}3400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середньорічна відносна вологість повітря — $63\text{--}75\%$, улітку знижується до $48\text{--}50\%$, взимку підвищується до $77\text{--}81\%$. Середньорічна кількість опадів коливається в межах $500\text{--}580\text{ мм}$ (рис. 2.1-2.2)

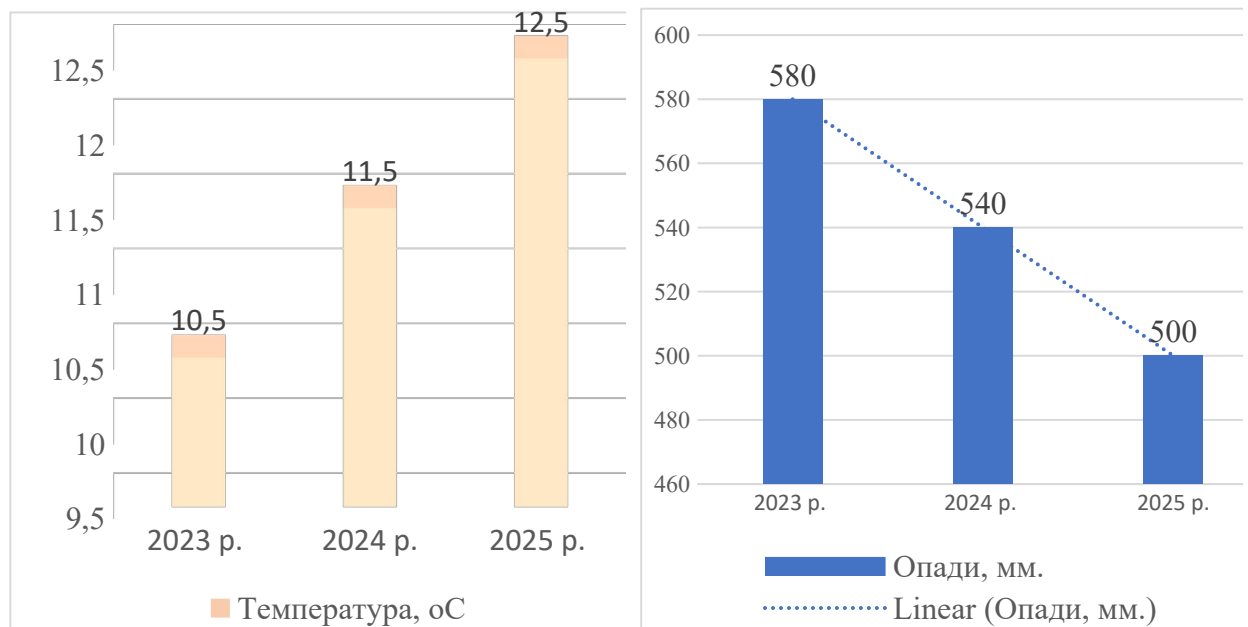


Рисунок. 2.1. Середньорічні кліматичні умови Вінницького району у 2023-2025 рр. (згідно даних Вінницької метеорологічної станції).

У 2023 році погодні умови в цілому відповідали багаторічним нормам: літо було помірно-теплим із регулярним випаданням опадів, а зима - помірно холодною. Загальна кількість опадів перебувала близько до кліматичної

норми, що забезпечувало відносно сприятливі умови для вирощування квасолі. У 2024 році відзначалася більша кліматична нестабільність: спостерігалось підвищення середньорічних температур, частіші літні посушливі періоди та нерівномірний розподіл опадів. У вегетаційний період випадали короткочасні, проте інтенсивні дощі, що чергувалися з сухими періодами. Тенденція до потепління посилилася у 2025 році. Зима була аномально теплою, а влітку спостерігалися підвищені температури (у липні в середньому понад $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$) та дефіцит опадів був нижчий за норму. Окремі періоди характеризувалися спекою до $+35\dots+37\text{ }^{\circ}\text{C}$ та нерівномірним зволоженням.

Агрометеорологічні спостереження за роки проведення досліджень показали суттєві відхилення основних кліматичних показників від багаторічних середніх значень. Аналіз кліматичних умов 2023 року засвідчив їх мінливість. У III декаді квітня спостерігалось поступове підвищення температури на фоні похмурої та дощової погоди, при цьому середньодобові температури коливалися в межах $+5,2\text{--}10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значні коливання температурного режиму та нічні заморозки на поверхні ґрунту за умови помірних опадів відзначались I декада травня, а II декада травня характеризувалася сонячною погодою з підвищеними температурами та відсутністю опадів (середня декадна температура становила $+15,8\text{--}17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$). У III декаді травня панувала сонячна погода, середньодобова температура досягала $+17,5\text{--}18,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на $1,0\text{--}2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ перевищувало багаторічні нормативні значення. Обсяг атмосферних опадів у цей період коливався від 2 до 21 мм, або 7–82 % від кліматичної норми.

У червні погода була мінливою, з нерівномірним розподілом опадів різної інтенсивності, локальними грозами та випадінням граду в окремих районах. Середньодобова температура коливалася $+17,8\text{--}20,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів становила 32–204 % від норми. У липні спостерігалось поступове підвищення температури до $+24\text{--}26\text{ }^{\circ}\text{C}$ при обмежених опадах (2–26 мм). Серпень характеризувався теплою, місцями жаркою погодою, з нерівномірним

розподілом опадів (1–5 мм); у другій половині місяця середня температура повітря становила +22,1–25,6 °С, а опади – 0–27 мм (20–84 % від норми).

Перша половина вересня була теплою з помірними опадами (середня температура +17,0–19,1 °С, опади 7–48 мм), друга половина – теплою (+17,8–20,7 °С) з незначними та помірними опадами (1–27 мм, або 4–117 % від норми). У жовтні середньодобові температури знизилися до +10,7–13,4 °С, що відповідало багаторічним нормам, а опади були незначними – 2–14 мм (14–108 % від норми). Листопад характеризувався теплою погодою з середньодобовою температурою +1,8–9,3 °С, густими туманами та опадами різної інтенсивності в кількості 11–45 мм, або 160–463 % від норми, переважно у вигляді дощу, мряки та снігу (рис. 2.2).

Квітень 2024 року характеризувався мінливою, проте загалом теплою погодою: у першій половині місяця середня температура повітря становила +13,9–15,9 °С, що перевищувало багаторічні значення на 2,1–7,3 °С, при незначній кількості опадів 0,4–53 мм. У другій половині місяця температура знизилась до +10,4–13,2 °С, тоді як обсяг опадів збільшився до 19–67 мм у II декаді та 7–53 мм у III декаді. У травні спостерігалась помірно тепла, сонячна погода з варіабельними опадами впродовж I–II декад. У кінці місяця встановлювалася тепла, але вітряна погода з середньодобовими температурами +18,1–19,8 °С та нерівномірними опадами 9–41 мм.

У першій половині червня середня температура коливалася від +19,4 до +22,7 °С при опадах різної інтенсивності (5–84 мм). У вже у III декаді червня спостерігалось чергування впливу антициклонів та циклонів. Жарка, суха погода з максимальною температурою повітря 33–37 °С встановлювалася у першій половині липня та нерівномірним розподілом опадів. Наприкінці місяця переважала тепла погода (+20,2–22,1 °С) з показниками температури близькими до багаторічних норм та нерівномірними опадами 5–82 мм.

Серпень відзначався жаркою та сухою погодою, вересень – теплою (+17,0–18,5 °С) з невеликими та помірними опадами 0,5–29 мм. У жовтні погодні умови формувалися під впливом активних атмосферних фронтів.

Тепла та суха погода спостерігалася на початку та наприкінці місяця, тоді як у середині місяця встановився прохолодний період із нерівномірним розподілом опадів.

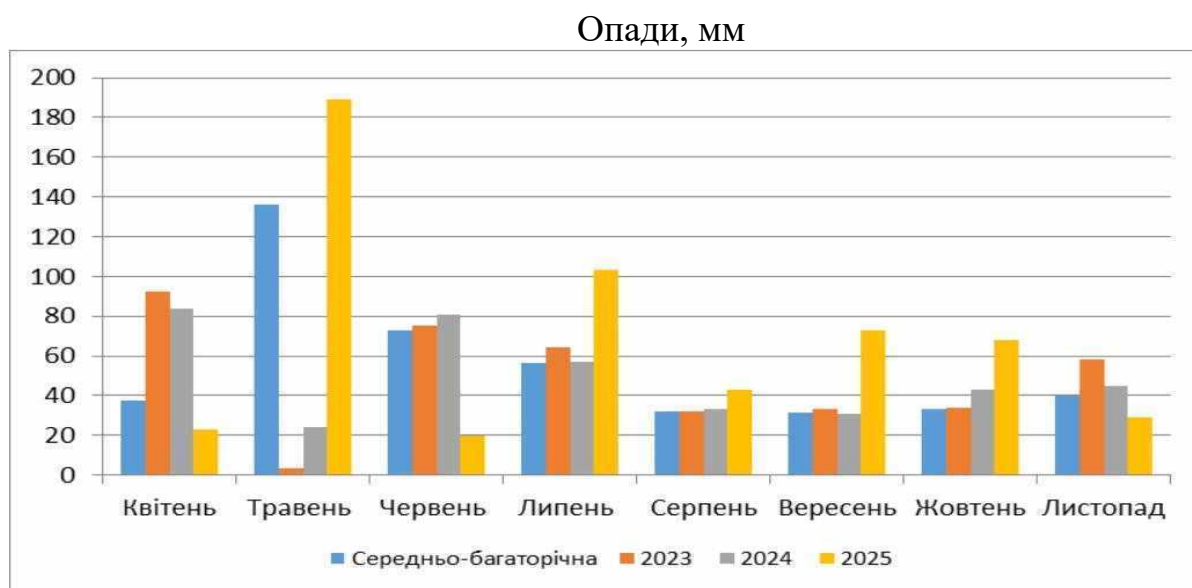
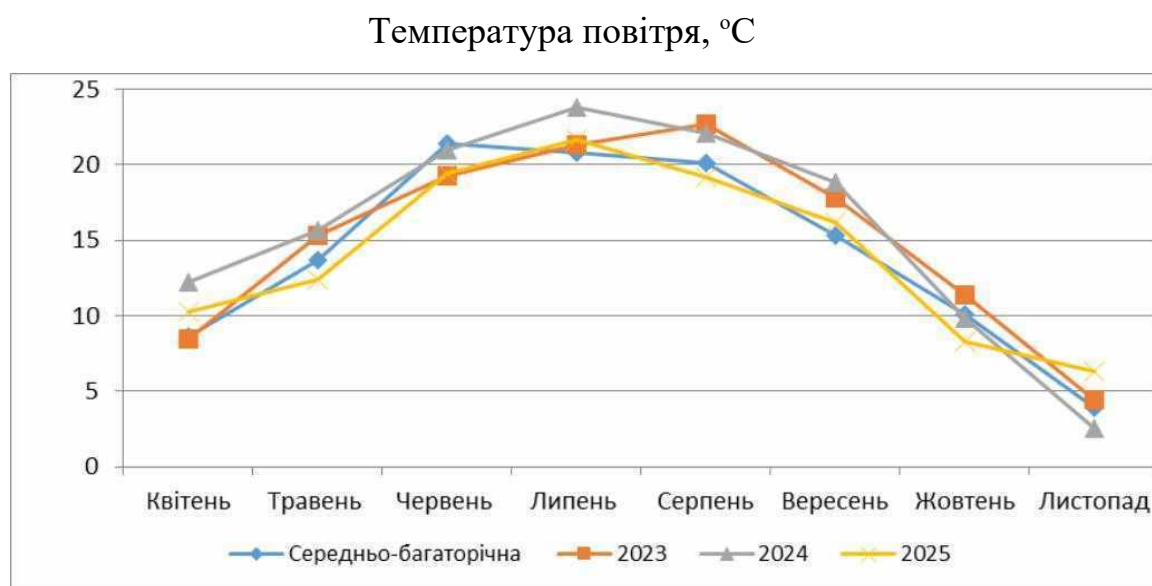


Рисунок 2.2. Характеристика метеорологічних умов за роки досліджень (згідно даних Вінницької метеорологічної станції).

Квітень 2025 року характеризувався значною варіабельністю температурного режиму та нерівномірним розподілом атмосферних опадів. У першій половині місяця спостерігалися опади у вигляді дощу та мокрого снігу, що було зумовлено чергуванням теплих і холодних періодів. На початку травня відзначалися коливання середньодобових температур, які відхилялися

від багаторічних нормативних значень. У другій декаді травня переважала прохолодна, дощова погода, місцями з грозами та випадінням граду. Наприкінці місяця встановилася помірно тепла погода (+14,4–16,7 °С), яка супроводжувалася локальними грозами та значними опадами (60–115 мм).

Упродовж червня–серпня переважала помірно тепла, в окремі дні жарка погода, що супроводжувалася грозовою діяльністю та значними опадами. На початку вересня температурний режим відповідав літнім показникам і був близьким до липневих значень (19,2–22,2 °С), тоді як кількість опадів становила 3–20 мм. У II декаді вересня погодні умови були неоднорідними, середня температура повітря становила 15,7–17,7 °С, що перевищувало норму на 1,5–2,2 °С. У III декаді спостерігалось похолодання із заморозками на поверхні ґрунту до –1...–4 °С, при цьому кількість опадів становила 11–32 мм.

У першій половині жовтня погодні умови формувалися під впливом циклонічної діяльності та атмосферних фронтів, що зумовило похмуру погоду. Середня температура повітря становила 7,0–8,5 °С, а кількість опадів 5–24 мм. У листопаді, в першій декаді, кількість опадів складала 6–14 мм, а вже у II–III декадах місяця переважала відносно тепла погода із середньою температурою повітря 3,8–7,7 °С, що перевищувало норму на 3,5–6,4 °С, при кількості опадів 7–29 мм.

Таким чином, основні показники погодних умов вегетації квасолі за період досліджень були сприятливими для землеробства, проте тенденції потепління та посухи (вони стають нормою, що підкреслює важливість перегляду традиційних підходів вирощування) зумовлюють необхідність адаптації технології вирощування квасолі (сортові особливості, оптимізація строків сівби, передпосівна обробка насіння).

2.3 Схеми та методика досліджень.

Згідно з поставленою метою розроблено програмою досліджень щодо обґрунтування елементів технології вирощування квасолі в умовах Лісостепу правобережного. До програми входили агротехнічні елементи технології, які

вивчали: індивідуальну продуктивність квасолі за її структурними елементами та урожайність; вплив строків сівби насіння на продуктивність та якість зерна, а також мікоризація насіння.

У проведених дослідженнях застосовували такі методи: лабораторно-польовий, лабораторний, статистичний і економічний аналіз. За допомогою лабораторно-польового вивчали вплив досліджуваних чинників на біометричні показники і врожайність; лабораторного – визначали біохімічні показники зерна квасолі; статистичного – проводили визначення достовірності одержаних результатів; економічного аналізу – визначали ефективність вирощування в умовах відкритого ґрунту.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик: «Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [13], «Методологія та організація наукових досліджень» [10], «Дослідна справа в агрономії» [2]. Відповідно до поставлених задач розроблені схеми дослідів.

Дослід 1. «Формування товарного врожаю квасолі залежно від сорту». Для вивчення продуктивності квасолі в умовах відкритого ґрунту досліджувались наступні сорти квасолі: Славія, Рось, Файний Ясь, Галактика, Ластівка. Як контрольний варіант використано сорт квасолі Славія. Дослід закладено рендомізованими блоками у триразовому повторенні, насіння висівали у I декаді травня. Загальна площа дослідної ділянки становила 0,45 га, при цьому облікова площа – 50,6 м². Форма дослідної ділянки була прямокутною. Дослідні ділянки розмежовували доріжкою, ширина якої складала 0,3 м. Захисну зону залишали на початку і в кінці ряду завдовжки 1 м.

Дослід 2. «Вплив строків сівби насіння на продуктивність та якість зерна квасолі у відкритому ґрунті». Для вивчення ефективності застосування різних строків сівби насіння на продуктивність квасолі досліджувались строки сівби I, II та III декади травня, а також сорти квасолі Славія Рось та Файний Ясь. За контрольний варіант використано сорт квасолі Славія, насіння якого висівали у I декаді травня. Дослід закладено рендомізованими блоками у триразовому повторенні. Загальна площа дослідної ділянки становила 0,45 га,

при цьому облікова площа – 50,6 м². Форма дослідної ділянки була прямокутною. Захисну зону залишали на початку і в кінці ряду завдовжки 1 м.

Дослід 3. «Мікоризація насіння квасолі за вирощування у відкритому ґрунті». Для визначення впливу мікоризації насіння на ріст і розвиток та продуктивність рослин квасолі використовувався мікоризний препарат Мікофренд, а також препарати бактерійного походження Азотохелп та Органік баланс у поєднанні з Мікофрендом та комплексне застосування Мікофренду, Азотохелпу та Органік баланс. Одночасно, мікоризацію застосовували під час передпосівної обробки насіння сортів Славія та Галактика. За контроль прийнято варіант, де насіння сорту Славія не обробляли мікоризним препаратом. Дослід закладено рендомізованими блоками у триразовому повторенні, насіння висівали у I декаді травня. Загальна площа дослідної ділянки становила 0,45 га, при цьому облікова площа – 50,6 м². Форма дослідної ділянки була прямокутною. Захисну зону залишали на початку і в кінці ряду завдовжки 1 м.

Дослідження проводили у відповідності до загальноприйнятих стандартів та методики: «Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [13].

Фенологічні спостереження здійснювали у основні фази росту і розвитку рослин квасолі згідно з „Методикою проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп’яних та зернобобових культур. Державна служба з охорони прав на сорти рослин” [15] та за рекомендаціями Рожкової А. О. [2], Єщенка В.О. [16], Бондаренка Г. Л., Яковенка К. І. [13] де відмічали дату появи сходів, трійчастого листка, бутонізації, цвітіння, формування бобів, технічної стиглості бобів. Відзначали основні фази росту і розвитку рослин та етапи органогенезу. Початок фази фіксували, коли наступала і становила 10%, повну – 75% у рослин.

Агроекологічну стійкість визначали згідно «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп’яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [14]. Морфо-біологічну характеристику

сортів квасолі проводили відповідно до рекомендацій Бабича А.О. [8].

Облік основної продукції проводили з кожного варіанту. З кожної ділянки дослідів відбирали зразки зерна для визначення якості. Обмолочену облікову масу перераховували на врожай з одного гектара [4]. Зібраний урожай зважували окремо з кожного варіанта, відсортували на стандартну і нестандартну групи, які відповідали вимогам нормативної документації [1, 16].

Коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса (SF_n) розраховували за формулою:

$$S.Fn. = X_{max} / X_{min} \quad (2.1)$$

де X_{max} – максимальна врожайність, X_{min} – мінімальна врожайність. Отримане значення, якщо воно близьке до 1, вказує на більш стабільні ознаки продуктивності сорту [2].

З метою визначення якісних показників зерна квасолі визначали: масу 1000 насінин [4]. Математичний аналіз показників урожайності квасолі проводили за допомогою дисперсійного методу на комп'ютері з використанням сучасних пакетів прикладних програм типу Exel, Statistica [11, 17].

Біохімічні показники визначали лабораторним методом: речовину суху нерозчинну – термогравіметричним способом (ДСТУ 4875:2008), вміст протеїну сирого – на основі прискореного методу та за допомогою методу К'єльдаля (ДСТУ 7169:2010), вміст фосфору – методом Деніже в модифікації А. Левицького (ГОСТ 26657–97), золу – методом озолоного залишку (ГОСТ 26226 – 95), сирий жир – за методом знежиреного залишку [12].

Агрохімічні властивості ґрунту визначали за загальноприйнятими методиками, а саме: рН (потенціометрично), обмінну кислотність та суму ввібраних основ (метод Каппена-Гільковиця), азот, що гідролізується (метод Корнфільда), рухомий фосфор і калій (модифікований метод Чирикова).

У наших дослідженнях для встановлення економічної ефективності вирощування квасолі за різних елементів технології враховували наступні показники: вартість витрат, вартість врожаю, прибуток, собівартість, рівень

рентабельності. Під час проведення розрахунків економічної ефективності було розраховано витрати на працю та матеріали (додаток К 1-3). Типові норми виробітку під час виконання механізованих та ручних польових робіт розраховано відповідно до «Типових норм на механізовані сільськогосподарські роботи» та «Типових норм на ручні роботи в рослинництві» [19]. Ефективність вирощування квасолі визначали на основі реалізаційної ціни продукції за 2025 рік. Розрахунок показників здійснювали відповідно до методик та рекомендацій В. Г. Андрійчука [5], І. І. Цигилик, Я. Р. Бирик, М. Я. Ємбрик та інших [6].

Оцінку економічної ефективності проведено на основі даних щодо фактичних витрат на виробництво продукції, зокрема витрат на виконання польових робіт, вартість добрив, засобів захисту рослин, енергоносіїв, а також додаткових матеріально-фінансових витрат, пов'язаних із приростом врожаю на 1 га, та показника рентабельності.

Виробнича собівартість (C_B , грн/га) розрахована за формулою:

$$C_B = V_{HM} + V_D + V_{\Pi} + ПММ + ЗЗР + ВВ_3 + ВВ_D, \quad (2.2)$$

де V_{HM} – витрати на насіннєвий матеріал; V_D – витрати на добрива (мінеральні); V_{Π} – витрати на оплату праці; ПММ – витрати на паливно-мастильні матеріали; ЗЗР – витрати на засоби захисту рослин; $ВВ_3$ – загальновиробничі витрати; $ВВ_D$ – додаткові виробничі витрати відносно контрольного варіанту досліду.

Собівартість (C_{Π} , грн/га) розрахована за формулою:

$$C_{\Pi} = V_{вр} / U_P, \quad (2.3)$$

Де C_B – виробнича собівартість; U_P – урожайність [7]

Умовно чистий прибуток (Π , грн/га) розраховано за формулою:

$$\Pi = V_B - V_{вр}, \quad (2.4)$$

де V_B – вартість валової продукції; $V_{вр}$ – виробничі витрати.

Рівень рентабельності вирощування (R_P , %) розраховано за формулою:

$$R_P = \Pi / C_{\Pi} \times 100\%, \quad (2.5)$$

де Π – умовно чистий прибуток; $V_{вр}$ – виробничі витрати [7].

Для здійснення економічних розрахунків були використані актуальні на період досліджень тарифи на виконання механізованих та ручних польових робіт, а також закупівельні ціни на добрива, засоби захисту рослин, паливно-мастильні матеріали, насіння та інші матеріальні ресурси.

Середня оптова ціна одного літра дизельного палива становила у 2023 році 45,06 грн, у 2024 році – 52,75 грн, а у 2025 році – 57,03 грн. Фіксація оптової ціни здійснювалась при реалізації кожної окремої партії продукції. Дослідження врожайності квасолі, вирощеної у відкритому ґрунті, показало, що рівень економічної ефективності значною мірою визначався сортовими особливостями, строками сівби насіння та застосуванням мікоризації. Виробничі витрати на 1 га змінювались переважно залежно від рівня врожайності рослин та використання біопрепаратів.

2.4 Характеристика досліджуваних сортів квасолі та біопрепаратів.

Славія середньостиглий сорт, вегетаційний період 82-86 діб, технологічний, стійкий до грибкових та вірусних хвороб і вилягання. Висока посухостійкість та адаптивність до механізованого збирання. Виведений Інститутом кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України. Тип росту рослин кущовий, рослини прямостоячі. Висота рослин сорту - 45–50 см, прикріплення нижнього бобу 12,5–14,0 см, листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття – багатоквіткова китиця, колір квітки – білий. Боби жовтого кольору, слабо зігнуті. Насіння середнього розміру, форма еліптична. Насіннева оболонка білого забарвлення, маса 1000 насінин – 290–310г. Вміст білка в насінні – 25,6 %, має високі смакові якості, добру розварюваність. Рекомендована зона вирощування Лісостеп.

Рось сорт квасолі виведений в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН. Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 50 см, висота прикріплення нижнього бобу – 19 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття –

багатоквіткова китиця. Колір квітки – рожевий. Основне забарвлення бобу – зелене, вторинне забарвлення – фіолетове. Насіння середнього розміру, форма насінини – від округлої до еліптичної. Основне забарвлення насінини – світло-рожеве, вторинне забарвлення – фіолетове. Тривалість вегетаційного періоду – 90 діб. Урожайність насіння в умовах Лісостепу становить 2,8 т/га. Середньостиглий, технологічний.

Файний Ясь сорт великої білої зернової квасолі для універсального використання: на стадії молочної стиглості в їжу вживають стручки цілком, на стадії біологічної стиглості - дозрілі зерна. Строк дозрівання середньостиглий, дозріває за 75-90 днів, в бобі 4-6 білих насінин довжиною до 2 см. Рослина з міцними стеблами. Стручки зеленого кольору в молочної стиглості без пергаментного шару. В процесі дозрівання формується пергаментний шар і дозрівають великі квасолини білого кольору. Кількість насінин в 1 г - 2–3 шт. Смакові якості хороші. Сорт ціниться стійкістю до різних умов вирощування і стійкістю до захворювань культури. Придатний для кулінарної переробки та зберігання.

Галактика виведений в Інституті кормів НААН. Створений шляхом індивідуального добору з гібридної комбінації Сакса б/в 6/5/ Zeneth. Різновидність *oblongus niger variegatus*. Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 40-45 см, висота прикріплення нижнього бобу 15-17 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Колір квітки фіолетовий. Боби жовтого кольору, слабо зігнуті. Насіння середнього розміру, форма ниркоподібна. Насіннева оболонка чорна із вторинним коричневим кольором. Маса 1000 насінин – 344,7 г. Вміст сирого протеїну в насінні 20–22 %. Довжина вегетаційного періоду 87–89 діб. Урожайність насіння в умовах Лісостепу становить 22,8–24,5 ц/га. Середньостиглий, технологічний. Стійкий до основних грибкових та вірусних хвороб та вилягання, посухостійкий. Здатний формувати сприятливу оптико-біологічну структуру рослин в онтогенезі. Сорт зернового типу. Має високі смакові якості, добру розварюваність.

Ластівка високоврожайний, луцильний сорт кущового типу, що цінується за посухостійкість та невибагливість. Міцні кущі дають біло-червоні або плямисті зерна з фіолетовим відтінком, які мають ніякий солодкуватий смак, швидко розварюються та добре зберігаються. Вегетаційний період становить 55-65 днів (іноді до 90-100 днів залежно від умов). Висота куща 45-60 см, не розлогий, не потребує підв'язки. Боби прямі, довжиною 12-15 см, фіолетово-білого або зеленого кольору, добре наповнені. Зерна овальні, білого кольору з характерними темно-червоними або коричневими плямами (малюнок «ластівки»). Високоврожайний, формує зав'язь навіть у посуху. Ніжний, солодкуватий смак, швидко розварюється. Висока стійкість до спеки, хвороб, вірусів, бактеріальної плямистості та вилягання. Універсальне використання для супів, рагу, гарнірів, заморожування, консервування. Сорт відмінно підходить для промислового вирощування та присадибних ділянок завдяки своїй невибагливості до умов вирощування та чудовим кулінарним якостям.

Характеристика біопрепаратів



Мікофренд-р – мікоризоутворюючий біопрепарат для живлення та захисту від хвороб. Це рідина від кремового до коричневого кольору зі специфічним запахом. До складу входять: мікоризоутворюючі гриби: *Glomus sp.*; мікроорганізми, що підтримують утворення мікоризи та ризосфери рослин: *Trichoderma harzianum*, *Streptomyces sp.*, *Pseudomonas fluorescens*; фосфатмобілізуючі бактерії: *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.*; біологічно активні речовини: фітогормони, вітаміни, амінокислоти. Загальне число життєздатних клітин мікроорганізмів-продуцентів не менше ніж $(1,0 - 1,5) \times 10^8$ КУО/мл. Основне призначення препарату: для обробки насіння зернових, бобових, технічних, овочевих культур; внесення в рядок, фертигація; для обробки розсади.

Біологічна дія біопрепарату полягає у збільшенні площі поглинання кореневою системою елементів живлення та вологи за рахунок розвитку мікоризи; забезпечення утримання вологи в кореневій зоні рослини; захист рослин від збудників кореневих гнилей та пліснявіння насіння; забезпечення рослини вітамінами, фітогормонами, амінокислотами; покращення якісних показників продукції.

Спосіб застосування препарату: передпосівна обробка насіння, обприскуванням робочим розчином чи замочування насіння у день висіву на 1-2 год у кількості 1,5 кг/т. Робочий розчин становив 15 л/т. Оброблене насіння висівалось одразу після просушування у затіненому місці до сипучого стану. Препаратом також можна проводити обробку розсади короткочасним зануренням кореневої системи у робочий розчин біопрепарату, внесення в рядок, фертигацію під час сівби або за допомогою системи краплинного зрошення впродовж вегетації [8].



Азотохелп - біопрепарат стимулятор росту. До складу препарату входять живі клітини природної азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum* та біологічно активні продукти її життєдіяльності: амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини. Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента не менше, ніж $1,0 \times 10^9$ КУО/см³. Основне призначення препарату: передпосівна обробка насіння; обробка бульб картоплі; кореневе підживлення, фертигація; позакореневе підживлення (обприскування) рослин у період вегетації. Біологічна дія біопрепарату полягає у тому, що: активно фіксує молекулярний атмосферний азот і збагачує ним ґрунт; синтезує речовини, що стимулюють ріст рослин; покращує схожість насіння; стимулює розвиток кореневої системи і рослини; підвищує експресію генів, що забезпечують стресостійкість рослин; покращує засвоєння поживних речовин; зміцнює імунну систему рослин; підвищує врожайність сільськогосподарських

культур.

Основний спосіб застосування, це: передпосівна обробка насіння. Обробку насіння проводять у день посіву підготовленим робочим розчином біопрепарату, а саме: 0,8 л/т, препарат розчиняли у 10 л води. Оброблене насіння висівають одразу або просушують у затінку і висівають не пізніше, ніж через 8 годин після обробки. Кореневе підживлення рослин, фертигація (залежно від виду рослин, 1-3 обробки): перше підживлення – після садіння або після появи сходів; кожне наступне підживлення – через 10-15 діб після попереднього. Позакореневе підживлення (обприскування) рослин: у період вегетації проводять дощувальною установкою або обприскувачем [8].

Органік баланс - біопрепарат для стимуляції росту, захисту від хвороб



та збалансованого живлення рослин. До складу

препарату входить: концентрована суміш живих бактерій-продуцентів: азотфіксуючі –

забезпечують рослини доступним для живлення азотом; фосфор- та каліймобілізуючі –

перетворюють важкорозчинні сполуки на доступні для живлення рослин форми фосфору,

калію; бактерії з фунгіцидними властивостями, що захищають рослини від бактеріальних та

грибних хвороб; біологічно-активні продукти

життєдіяльності бактерій: фітогормони, вітаміни, антибіотики, фунгіцидні речовини, ферменти, амінокислоти, а також компоненти поживного

середовища (макро-, мікроелементи та органічні джерела живлення);

інактивовані клітини мікроорганізмів та їх фрагменти, які сприяють

підвищенню стійкості рослин до стресових факторів, їх захисної реакції на дію фітопатогенів. Загальне число життєздатних мікроорганізмів - продуцентів не

менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³.

Основне призначення препарату: передпосівна обробка насіння; обприскування рослин у період вегетації. Біологічна дія біопрепарату:

забезпечення імуностимулюючого і захисного ефекту на всіх фазах росту і розвитку рослин; покращення розвитку рослин завдяки дії фітогормонів, амінокислот і вітамінів; забезпечення рівномірних сходів.

Спосіб застосування: доза препарату: 1,5 л/т, препарат розчинялось у 10 л води. Оброблене насіння висівають одразу або просушують у затіненому місці до сипучого стану; позакореневе підживлення (обприскування) у період вегетації проводять робочим розчином біопрепарату обприскувачем або дощувальною установкою; обприскування в період вегетації проводять: завчасно, перед дією стресового чинника для забезпечення стійкості рослин; одночасно з факторами негативного впливу на рослину для зменшення стресового навантаження; після дії стресового чинника для відновлення ростових процесів - для сприяння здорового росту та кращого засвоєння мікроелементів [8].

2.5. Агротехніка вирощування квасолі в дослідженні

Основний обробіток ґрунту передбачав дворазове лушення: перше виконували на глибину 6–8 см, друге на 10–12 см із використанням трактора John Deere 7830 у поєднанні з дисковою бороною БДТ-3. Фосфорно-калійні добрива у формі амонізованого суперфосфату та сірчаноокислого калію вносили під зяблеву оранку з нормою 60 кг/га діючої речовини P_2O_5 і K_2O відповідно. Зяблеву оранку здійснювали плугом ПЛН-5-35 у агрегаті з ККШ-6 та передплужниками, використовуючи трактор Т-150, на глибину 24–26 см. Після проведення оранки в осінній період виконували вирівнювання поверхні ґрунту трактором Білорус-920 у поєднанні з культиватором КПС-4Г та бороною БЗТС-1,0.

Ранньою весною, за досягнення ґрунтом фізичної стиглості, здійснювалась культивація агрегатом КПС-4Г із боронами БЗТС-1,0 на глибину 10–12 см. Перед сівбою, вносили азотні добрива у вигляді аміачної селітри нормою 45 кг д. р./га, після чого проводили передпосівну культивацію агрегатом УСМК-5,4В у поєднанні з боронами БЗСС-1,0 на глибину загортання насіння. Для сівби використовували кондиційне насіння зі схожістю не нижче 93 %, яке перед

висівом обробляли мікоризними та бактеріальними препаратами або залишали без обробки залежно від варіанта досліджу.

Сівбу кvasолі здійснювали сівалкою СН-16 у агрегаті з трактором МТЗ-82.1 широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 450 тис. насінин на 1 га. Насіння загортали на глибину 4–5 см. Після сівби проводили прикочування посівів кільчасто-шпоровими котками З-ККШ-6А з метою покращення контакту насіння з ґрунтом. За появи сходів, упродовж вегетаційного періоду, виконувався дворазовий міжрядний обробіток ґрунту культиваторами КФ-1,8 та КРН-1,8 на глибину 5–6 см.

Збирання врожаю кvasолі проводили комбайном SAMPPO-250. Облік урожайності здійснювали поділяючно; з кожної облікової ділянки відбирали зразки зерна для визначення морфо-біометричних показників і показників якості продукції.

Висновки до розділу 2.

1. Погодні умови в період проведення досліджень загалом відповідали особливостям помірно-континентального клімату, що посприяло в повноцінній реалізації запланованої програми експерименту. У зв'язку з цим дослідження були успішно закладені, що визначення оцінки ефективності окремих елементів технології вирощування кvasолі.

2. Основні агрометеорологічні показники вегетаційного періоду кvasолі, за роки досліджень, були переважно сприятливими для ведення землеробства. Водночас виявлені тенденції до підвищення температурного режиму та посушливості зумовили необхідність в удосконаленні та адаптації технологій вирощування кvasолі в умовах відкритого ґрунту Лісостепу правобережного.

3. Застосування науково обґрунтованої методики досліджень забезпечило отримання достовірних фенологічних спостережень, біометричних показників, а також даних щодо формування врожайності кvasолі та оцінки якості отриманої продукції.

Список літератури до розділу 2

1. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с.
2. Дослідна справа в агрономії. Навч. посібник у 2 кн. Кн.1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Рожкова А.О, Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. За ред. Рожкова А.О. Х.: Майдан, 2016. 316 с.
3. ДСТУ 3866-99 Ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості. Київ: Держспоживстандарт України. 1999. 21 с.
4. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості.
5. Економіка аграрних підприємств: підручник. 2–ге вид., доп. і перероблене. В. Г. Андрійчук. К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.
6. Економіка підприємства (в питаннях і відповідях): навч. посібник. Цигилик І. І , Бибик Я. Р., Ємбрик М. Я. та інші. 2–ге вид., допов., перероб. К.: Центр навчальної літератури, 2007. 212 с.
7. Забарський В. К., Мацибора В. І., Чалий А. А. Економіка сільського господарства. Київ: Каравелла, 2009. 264 с.
8. Зернобобові культури. За ред. А.О. Бабича. К.: Урожай, 1984. 160 с.
9. Каталог біопрепаратів компанії ВТУ. <https://btu-center.com>
10. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2003. 192 с.
11. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень. К.: Кондор, 2006. 206 с.
12. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. За ред. О. М. Гончара. К.: Алефа, 2000. 144 с.
13. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. За ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Х.: Основа, 2001. 369 с.
14. Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Київ, 2016. 81 с. [URL:https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf](https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf)

15. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Державна служба з охорони прав на сорти рослин. 2003. № 2(3). 2014 с.

16. Основи наукових досліджень в агрономії. За ред. В.О.Єщенка. Вінниця, ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

17. Пашко А. О. Статистичний аналіз даних (Методичні матеріали до курсу «Інтелектуальна обробка даних»). Київ, 2019. 55 с.

18. Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Горін М. О. та ін. Картографія ґрунтів. За ред. Д. Г. Тихоненка та М. О. Горіна. Харків: Майдан, 2014. 494 с.

19. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика) Том 1. Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. За ред. Саблука П. Т., Мельника Ю. Ф., Зубця М. В., Месель-Веселяка В. Я. Київ, 2008. 698 с.

РОЗДІЛ 3.

РІСТ, РОЗВИТОК РОСЛИН І ФОРМУВАННЯ ТОВАРНОГО ВРОЖАЮ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

Сортове насіння – основний чинник стабільної врожайності рослини, адже воно встановлює потенціал селекції. Найкращий сорт не зможе дати добрий результат за низької якості посівного матеріалу. Як основний засіб виробництва сорт визначає ефективність агротехнологій та стійкість посівів до несприятливих умов. Біопотенціал поля формується на основі генетики сорту та належного технологічного супроводу. Генетичний потенціал сорту розкривається на основі високоякісного посівного матеріалу, оскільки в процесі експлуатації він схильний до виродження, для збереження його господарських ознак застосовують комплекс заходів, а саме: відбір елітних рослин та забезпечення ідеальних агротехнічних умов для розвитку [4, 5].

Репродуктивна деградація сорту починається після третьої генерації, виявляючись у зниженні густоти продуктивного стеблостою та озерненості. Для запобігання втратам урожаю аграріям необхідно впроваджувати сортооновлення – заміну виродженого матеріалу на насіння вищих репродукцій. Правові засади такого процесу регулює Закон України «Про насіння і садивний матеріал», згідно з яким виробляти насіння на продаж можуть лише суб'єкти, внесені до Державного реєстру суб'єктів насінництва та розсадництва [6, 7, 8].

За даними Українського інституту експертизи сортів рослин, максимальна продуктивність сорту спостерігається на перші 3–5 років після його реєстрації до Державного реєстру, проте оновлення сортового складу є більш рентабельним способом нарощування валових зборів, що забезпечує підвищення врожайності на 20–25 %. Сортозаміна - витіснення більш старих сортів новими через селекційні досягнення. Цей метод максимізує прибуток, зменшує негативний вплив хвороб та шкідників, які адаптувалися до старих генотипів [9,10, 13].

3.1 Фази росту і розвитку рослини квасолі та їх тривалість.

Квасоля характеризується специфічними біологічними властивостями, детермінованими її генотипом. Етапи органогенезу перебувають у стані взаємообумовленості: кожен попередній етап є фізіологічним та морфологічним підґрунтям для подальшого росту й розвитку культури [12, 15]. Тривалість вегетаційного періоду квасолі є важливою генетичною ознакою, від якої залежить можливість застосування адаптованих елементів технології, та основні біометричні показники рослини. Морфологічні показники основних етапів онтогенезу квасолі дещо різнились за датою їх початку і підтверджують варіабельність строків проходження фенофаз залежно від генотипу (табл. 3.1)

Таблиця 3.1

Проходження фенологічних фаз росту і розвитку сортів квасолі, (середнє за 2023-2025 рр.)

Сорти	Дата початку фенологічної фази / ВВСН					
	поява сходів/ 09-10	трійчастий листок/ 13	бутонізація/ 51-59	цвітіння/ 60-69	формування бобів/ 71-75	технічна стиглість 75-79
Славія (К)	22.05	07.06	25.06	07.07	22.07	01.08
Рось	21.05	07.06	26.06	08.07	24.07	05.08
Файний Ясь	21.05	06.06	25.06	07.07	24.07	06.08
Галактика	23.05	09.06	27.06	13.07	29.07	08.08
Ластівка	22.05	07.06	25.06	09.07	24.07	04.08

Примітка: (К) – контроль.

За сівби насіння у першій декаді травня сходи рослини квасолі отримано на початку третьої декади травня. Більшою енергією проростання насіння характеризувались сорти Рось та Файний Ясь, рослини яких на поверхні ґрунту спостерігались уже 21 травня. На одну добу пізніше отримано сходи рослин сортів Ластівка та контрольного сорту Славія, і на одну добу пізніше отримано сходи рослин сорту Галактика.

У подальшому, на проходження фаз росту та розвитку рослини впливали

як сортові особливості рослини, так і умови вирощування. Більш ранньою фазою першого трійчастого листка (6 червня) характеризувався сорт Файний Ясь, у якого на одну добу раніше спостерігалась фаза відносно контрольних рослин сорту Славія. Дещо пізніше встановлено дану фазу по сорту Галактика (9 червня).

Вивчені сорти квасолі, за темпами проходження основних етапів органогенезу було класифіковано на дві групи: більш ранні, що характеризувались прискореним початком фенофаз бутонізації, цвітіння та формування бобів, та пізньостиглі, у яких зазначені процеси відбуваються з відповідною часовою пролонгацією. Бутонізація квасолі розпочалась майже одночасно - у період з 25 по 27 червня. Найшвидше цей етап пройшли рослини сортів Славія, Файний Ясь, Ластівка та Рось, де перші бутони зафіксували вже 25–26 червня. Натомість у рослин сорту Галактика встановлено незначну затримку досліджуваної фази: бутонізація тут розпочиналась на дві доби пізніше за рослин контрольного варіанту, а саме 27 червня.

Фаза цвітіння сортів квасолі припадала на другу декаду липня (07.07–13.07). Більш раннє цвітіння виявляли сорти Славія та Файний Ясь, квітування яких розпочалося 7–8 липня. У сортів Рось та Ластівка початок цієї фенофази зафіксовано з інтервалом у 1–2 доби пізніше. Найбільш тривалим початком репродуктивного періоду характеризувались рослини сорту Галактика, початок цвітіння якого змістився на пізніші терміни – 13 липня.

Початок технічної стиглості бобів квасолі залежав від сортових особливостей, а також від забезпеченості рослини поживними елементами, своєчасним захистом рослин від шкочинних об'єктів і, в цілому спостерігався у першій декаді серпня (01.08–08.08). У дану фазу спостерігалось значне наростання вегетативної маси рослини. У технічній стиглості вони були зелені, темно-зелені, фіолетові з штрихами різних відтінків. Більш інтенсивним темпом дозрівання бобів характеризувались рослини контрольного сорту Славія. У сортів Ластівка, Рось та Файний

Ясь відмічено незначну пролонгацію цього періоду відносно контролю: фаза технічної стиглості в цих варіантах припадала на 4–6 серпня. Затримка в дозріванні бобів, на 7 діб відносно контролю, визначено по сорту Галактика, де досліджувана фенофаза розпочиналась лише 8 серпня.

Онтогенез квасолі перебуває у прямій залежності від комплексу абіотичних факторів, серед яких домінуючу роль відіграють температурний режим повітря й ґрунту, інтенсивність інсоляції, вологість ґрунту та забезпеченість елементами мінерального живлення. Реалізація генетичного потенціалу квасолі знаходилась у прямій залежності від ступеню відповідності цих чинників її біологічним вимогам.

Результати аналізу росту та розвитку квасолі засвідчили відносну гомогенність тривалості міжфазних періодів у розрізі досліджуваних сортів. Зокрема, часовий інтервал «сівба–сходи» в середньому становив 13–15 діб. Мінімальна тривалість міжфазного періоду (13 діб) була характерна для сорту Файний Ясь, тоді як у сортів Славія, Рось та Ластівка спостерігалися наближеним значенням показника. Дещо триваліший міжфазний період рослин «сівба-сходи» встановлено по сорту Галактика, де величина різнилась до контролю на одну добу (табл. 3.2).

Тривалість фази формування першого трійчастого листка, за сортами квасолі, була майже однаковою між собою і становила 16-17 діб. Проте, дещо інтенсивніше процеси росту і розвитку по даній фазі відбувались у сортів Славія, Файний Ясь та Ластівка.

У селекційній практиці пріоритетним є створення генотипів квасолі з коротким загальним періодом вегетації за умови максимальної пролонгації репродуктивного етапу «цвітіння–дозрівання». Розширення часових меж цієї фази сприяє оптимізації процесів карпогенезу та наливу насіння, що дозволяє рослинам ефективніше компенсувати потенційні втрати врожаю, зумовлені дією абіотичних стресорів. За умов посухи, тривалість періоду «цвітіння–дозрівання» може зростати, проте негативні наслідки цього явища мінімізуються за наявності сприятливого гідротермічного режиму впродовж

липня та серпня.

Таблиця 3.2

**Тривалість міжфазних періодів сортів квасолі, діб
(середнє за 2023-2025 рр.)**

Сорти	Тривалість фаз росту та розвитку рослини						Тривалість вегетації, діб
	сівба - сходи	трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів	технічна стиглість	
Славія (К)	14	16	18	12	15	10	85
Рось	14	17	19	12	16	12	90
Файний Ясь	13	16	19	13	17	13	91
Галактика	15	17	18	13	16	10	89
Ластівка	14	16	18	14	15	11	88

Примітка: (К) – контроль.

Під час вирощування квасолі у відкритому ґрунті не встановлено значної різниці в тривалості фази бутонізації рослин. У середньому даний період тривав 18-19 діб, однак меншою тривалістю періоду характеризувались сорти Славія, Галактика та Ластівка. На добу довше спостерігалась досліджувана фаза по сортах Рось та Файний Ясь. Аналогічну різницю між сортами отримано і за тривалості фази цвітіння. В середньому вона тривала 12-14 діб, більш тривалішим періодом характеризувались рослини сорту Ластівка, де різниця до рослин контрольного варіанту складала дві доби.

Формування бобів та їх технічна стиглість є важливим елементом технологічності сорту та його стабільності [1, 2]. За період ведення дослідів тривалість періоду формування бобів по сортах була наближеною між собою, що становив 15-17 діб, а період технічної стиглості бобів - 10-13 діб. У результаті вирощування квасолі у відкритому ґрунті більш коротким періодом формування бобів характеризувались сорти Славія та Ластівка і дещо

тривалішим Файний Ясь. Різниця до контролю між досліджуваним періодом по сорту Файний Ясь становила дві доби. Коротким періодом отримання технічної стиглості бобів характеризувались сорти квасолі Славія, Галактика та Ластівка (10-11 діб) і, більш триваліший період встановлено у сортів Рось та Файний Ясь. Різниця у тривалості досліджуваного періоду до контролю складала 2-3 доби.

Тривалість вегетаційного періоду є базовою визначальною основою, що встановлює параметри технології вирощування та якісні характеристики врожаю. У межах проведених досліджень встановлено варіабельність життєвого циклу квасолі залежно від генетичних особливостей сорту, тривалості міжфазного періоду «сходи–цвітіння», фотоперіодизму та гідротермічних умов вирощування. Середня тривалість вегетації становила 85–91 добу, що дозволяє класифікувати досліджувані зразки як середньостиглі. На основі отриманих даних проведено диференціацію сортів на три умовні групи за темпами завершення онтогенезу: з більш коротким періодом вегетації (сорт Славія - 85 діб); з помірною пролонгацією (сорти Галактика та Ластівка 88–89 діб), де перевищення контрольних показників становило 3–4 доби; та більш тривалим вегетаційним періодом (сорти Рось та Файний Ясь - 90–91 доба), що на 5–6 діб перевищувало показник контролю.

Таким чином, усі досліджувані сорти квасолі належать до середньостиглої групи, причому найвищу скоростиглість проявляє сорт Славія, а більш тривалим Рось та Файний Ясь. Темпи проходження основних етапів органогенезу знаходяться у прямій залежності від сортової специфічності, тривалості репродуктивної фази «сходи-цвітіння» та умов вирощування.

3.2. Формування індивідуальної продуктивності квасолі за її структурними елементами.

Для сортів квасолі велике значення має структурна характеристика

продуктивності рослин, які вирощуються у відкритому ґрунті. Продуктивність квасолі розглядається як здатність однієї рослини формувати врожай, що залежить від сорту (площі листової поверхні), елементів структури врожаю (кількості бобів на рослині, кількості зерен у бобі, маси 1000 насінин), умов вирощування (висоти рослини, висоти прикріплення нижнього бобу). Невідповідність умов негативно впливає на продуктивність рослини, знижуючи при цьому загальний урожай [11].

Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур значною мірою залежить від формування оптимальної архітектоніки посіву. Листковий апарат, як головний продуцент органічних сполук, забезпечує енергетичний базис для ростових процесів. Швидкі темпи наростання листової біомаси сприяють повнішому поглинанню сонячної інсоляції, що прискорює накопичення сухої речовини та позитивно впливає на врожайність рослини.

Динаміка формування асиміляційної поверхні квасолі впродовж вегетаційного періоду характеризувалася нерівномірною залежністю. Початкові етапи онтогенезу, незалежно від сорту, (до початку фази трійчастого листка) відзначалися низькою інтенсивністю наростання площі листових пластинок. Наступні фази супроводжувалися активним збільшенням площі листового апарату з досягненням пікових значень у фазу формування бобів, після чого спостерігалась редукція фотосинтетичної поверхні внаслідок відмирання листків нижнього ярусу (табл. 3.3).

Згідно з результатами досліджень, за інтенсивністю формування асиміляційної поверхні досліджувані сорти квасолі було диференційовано на три групи: з високим, середнім та низьким рівнем розвитку фотосинтетичного апарату. Найвищий продукційний потенціал виявили рослини сорту Файний Ясь, у яких площа листової поверхні у фазі цвітіння, формування бобів та технічної стиглості становила 20,53; 26,17 та 24,14 тис. м²/га відповідно, що перевищувало контрольні показники на 1,02, 1,80 та 4,02 тис. м²/га. Проміжне положення посіли сорти Славія та Галактика. Мінімальні показники площі фотосинтетичної поверхні зафіксовано у сорту Ластівка, де відхилення щодо

контролю у відповідні фази онтогенезу становило 1,10–1,11 раза.

Таблиця 3.3

**Формування площі листкової поверхні різних сортів квасолі,
тис. м²/га (середнє за 2023-2025 рр.)**

Сорти	Фази росту та розвитку рослини /ВВСН					
	сходи /09-10	трийчастий листок/13	бутонізація/ 51-59	цвітіння/ 60-69	формування бобів/71-75	технічна стиглість/ 75-79
Славія (К)	0,91±0,01	8,20±0,06	14,15±0,09	19,51±0,02	24,37±0,05	20,12±0,10
Рось	0,79±0,02	7,21±0,03	13,65±0,06	17,69±0,08	22,47±0,11	18,52±0,02
Файний Ясь	1,36±0,01	9,13±0,04	17,29±0,07	20,53±0,10	26,17±0,12	24,14±0,06
Галактика	0,82±0,03	7,34±0,03	13,95±0,05	19,88±0,07	23,76±0,06	20,36±0,10
Ластівка	0,85±0,02	7,10±0,01	13,48±0,03	17,18±0,04	21,98±0,08	18,10±0,10

Примітка: (К) – контроль.

Процес росту та розвитку квасолі супроводжується формуванням надлишкової кількості репродуктивних органів, значна частка яких у подальшому редукується або переходить у категорію некондиційних. Відбір генотипів із пролонгованим міжфазним періодом "цвітіння–дозрівання" за умови несприятливих чинників докільля сприятиме мінімізації абортивності квіток та бобів, забезпечуючи сталу врожайність. А тому, ідентифікація сортів із низькою екологічною пластичністю та високим індексом стабільності є пріоритетним завданням для створення адаптивних агрофітоценозів. Результати досліджень засвідчили суттєву варіабельність показника кількості бобів на рослині залежно від сортових особливостей. Найвищу репродуктивну здатність виявили рослини сорту Рось, де кількість бобів становила 24,2 шт/рослину, що на 23,0 % перевищувало показники контрольного варіанту. Решта досліджуваних сортів поступалася контролю (сорт Славія) за

даним параметром: зокрема, у Файний Ясь, Галактика та Ластівка дефіцит кількості бобів становив 10,3; 5,1 та 11,1 шт/рослину відповідно (табл. 3.4).

Важливим показником продуктивності квасолі вважають кількість зерен в бобі. Чим більше зерен в бобі, тим вища продуктивність рослини. У дослідженнях, найбільшу кількість зерен в бобі отримано по сортах Ластівка та Галактика, де показник становив 8,2 та 7,7 шт. У результаті вирощування сортів квасолі Рось та Файний Ясь загальна кількість зерен поступалась кількості зерен в бобі контрольного сорту Славія на 4 та 25 % відповідно.

Таблиця 3.4

Біометричні показники квасолі у 2023-2025 рр.

Сорт	Кількість бобів на рослині, шт	Кількість зерен в бобі, шт	Маса 1000 насінин, г	Висота рослини, см	Висота прикріплення нижнього бобу, см
Славія (К)	22±0,1	7,6±0,1	296±0,1	47±0,1	13,0±0,1
Рось	25±0,2	7,1±0,3	300±0,3	52±0,5	17,8±0,2
Файний Ясь	12±0,2	5,7±0,2	860±0,3	64±0,6	18,9±0,3
Галактика	16±0,1	7,9±0,1	367±0,2	40±0,4	16,8±0,1
Ластівка	11±0,3	8,5±0,3	524±0,1	49±0,2	15,5±0,2

Примітка: (К) – контроль.

Поряд із цим, маса 1000 насінин є одним із визначальних параметрів структури продуктивності культури. Максимальні значення цього показника зафіксовано у варіанті з вирощуванням сорту Файний Ясь. У даному варіанті маса 1000 насінин становила 860 г, що перевищувала показник контрольного варіанту в 2,9 раза. Меншою величиною маси 1000 насінин характеризувались сорти Ластівка та Галактика, які перевищували показник контрольного варіанту на 228 та 124 г відповідно. У результаті вирощування квасолі сорту Рось, в середньому маса 1000 насінин поступалась величиною вище зазначеним сортам квасолі, проте перевищувала масу 1000 насінин контрольного варіанту лише на 4 г.

Висота рослини визначає технологічність квасолі в умовах відкритого

грунту, оскільки мова йде про здатність сорту до механізованого збору. Досліджувані сорти, за вказаним показником поділились на дві групи: низькорослі та високорослі. До першої групи належали сорти квасолі Славія (47 см), Галактика (40 см) та Ластівка (49 см). До другої групи віднесено сорти квасолі Файний Ясь (64 см) та Рось (52 см), які перевищували показник висоти контролю на 17 см та 5 см відповідно.

Висота прикріплення нижнього бобу є критичним технологічним параметром, що визначає придатність сортів квасолі до механізованого збирання та безпосередньо корелює з рівнем польових втрат врожаю. Розміщення репродуктивних органів нижче 10–12 см від поверхні ґрунту суттєво обмежує ефективність роботи збиральної техніки та підвищує ризик травмування насіння. Низьке розташування бобів сприяє їх інтенсивному ураженню патогенною мікрофлорою з вологим приземним шаром повітря, що в умовах надмірного зволоження призводить до псування насіння або його передчасного проростання.

Аналіз морфометричних параметрів засвідчив високу технологічність усіх досліджуваних сортів квасолі за показником висоти прикріплення нижнього бобу. Значення цього показника варіювали в межах 13,0–18,9 см, що повністю відповідає вимогам сорту до механізованого збирання врожаю. Зокрема, сорти Рось, Файний Ясь, Галактика та Ластівка формували перший продуктивний вузол на висоті 15,5–18,9 см, що суттєво перевищувало показник контрольного сорту Славія. Перевага зазначених сортів над контрольним варіантом за даною ознакою становила 2,5–5,9 см.

Таким чином, динаміка формування асиміляційної поверхні залежить від етапу онтогенезу і, не залежить від сорту. Фази росту та розвитку квасолі цвітіння, формування бобів та технічної стиглості супроводжуються збільшенням площі листкового апарату з досягненням пікових значень у фазу формування бобів. Найвищий продукційний потенціал встановлено у рослин сорту Файний Ясь, де показник площі листкової поверхні становив 20,53; 26,17 та 24,14 тис. м²/га відповідно, а мінімальні показники

спостерігаються по сорту Ластівка.

Найвищою репродуктивною здатністю характеризуються рослини сорту Рось, де кількість бобів становить 24,2 шт/рослину. Найбільшу кількість зерен в бобі отримано по сортах Ластівка та Галактика, де показник становить 8,2 та 7,7 шт. Однак, максимальні значення маси 1000 насінин отримано у сорту Файний Ясь, що перевищувало показник контролю в 2,9 раза.

За висотою рослини сорти діляться на дві групи: низькорослі та високорослі: до першої групи належать сорти квасолі Славія (47 см), Галактика (40 см) та Ластівка (49 см), а до другої групи - сорти квасолі Файний Ясь (64 см) та Рось (52 см).

Висота прикріплення нижнього бобу варіює в межах 13,0–18,9 см, що повністю відповідає вимогам сорту до механізованого збирання врожаю. Сорти Рось, Файний Ясь, Галактика та Ластівка можуть формувати перший продуктивний вузол на висоті 15,5–18,9 см.

3.3. Урожайність та показники якості зерна квасолі у відкритому ґрунті.

Урожайність квасолі є результатом взаємодії: генотипу × середовища × агротехніки. Сорт визначає потенціал продуктивності через морфологічні та фізіолого-біохімічні механізми, а умови вирощування визначають ступінь реалізації потенціалу [3, 14]. У проведених дослідженнях величина врожаю квасолі по рокам не була однаковою, значно різнилась залежно від сортових особливостей та року вирощування. В цілому, урожайність квасолі була задовільною і становила 1,9-3,8 т/га (табл. 3.5).

У 2023 році вирощування найвищою врожайністю характеризувався сорт Файний Ясь, де показник її становив 3,8 т/га і перевищував величину контролю на 1,2 т/га. Нижчою врожайністю і, наближеною до контрольного варіанту, встановлено по сорту Галактика (2,7 т/га). У результаті вирощування сортів Рось та Ластівка врожайність знижувалась і знаходилась на рівні 2,3 та 2,2 т/га відповідно. Одночасно, у 2024 році вирощування встановлено

невідповідність кліматичних умов до сортових особливостей, а саме вищою температурою та недостатністю вологи в ґрунті. Такі умови сприяли у зниженні загальної врожайності квасолі. За вказаний період вирощування, вищою врожайністю характеризувались сорти Рось та Галактика, де величина їх становила 2,3-2,4 т/га, що перевищувало контроль на 0,4-0,5 т/га відповідно. Майже на однаковому рівні з контролем отримано врожайність по сортах Файний Ясь та Ластівка.

Таблиця 3.5

Урожайність квасолі залежно від сорту, т/га

Сорт	Урожайність по рокам вирощування, т/га			Середня врожайність т/га	± до контролю		Коефіцієнт ефективності Левіса
	2023 р.	2024 р.	2025 р.		т/га	%	
Славія (К)	2,6	1,9	2,1	2,2	-	-	1,4
Рось	2,3	2,3	2,6	2,4	0,2	9	1,1
Файний Ясь	3,8	2,1	2,5	2,8	0,6	27	1,8
Галактика	2,7	2,4	2,4	2,5	0,3	14	1,1
Ластівка	2,2	1,9	2,3	2,1	-0,1	-4	1,2
НІР ₀₅	0,3	0,2	0,3				

Примітка: (К) – контроль.

У 2025 році вирощування врожайність дещо підвищилась за рахунок підвищення середньомісячної температури. Значно вищу врожайність квасолі отримано по сортах Рось та Файний Ясь, де величина врожайності становила 2,6 та 2,5 т/га та істотно перевищувала врожайність контролю на 0,5 і 0,4 т/га. У результаті вирощування сортів Ластівка і Галактика врожайність неістотно перевищувала величину контрольного сорту Славія.

У середньому, за роки ведення досліджень, високу врожайність продукції квасолі отримано по сорту Файний Ясь, де її значення становило 2,8 т/га і перевищувало величину контролю на 0,6 т/га, що повністю відповідає сортовим особливостям. Нижчу врожайність отримано за вирощування сортів Рось та Галактика з величиною 2,4-2,5 т/га. За вирощування вказаних сортів,

в умовах відкритого ґрунту, показник може збільшуватись, відносно контролю на 9-14 %. У результаті вирощування сорту Ластівка, врожайність знижувалась на 4 % до величини 2,1 т/га, однак істотно не різнилась відносно контрольного варіанту.

Аналіз коефіцієнта стабільності Левіса встановив, що в умовах відкритого ґрунту більшою стабільністю у формуванні врожаю характеризуються сорти квасолі Рось, Галактика та Ластівка, значення якого становило 1,1-1,2, а меншою нестабільністю - сорт квасолі Файний Ясь (1,8) та контрольний сорт Славія (1,4). Даний показник є ключовим планування подальших агротехнічних елементів технології з метою отримання стабільного врожаю і підвищення ефективності виробництва.

Квасоля є важливим компонентом в харчуванні людини як джерело рослинного білка, вуглеводів і мінеральних сполук та широко використовується в кулінарній практиці різних країн світу. Водночас окремі сорти квасолі характеризуються варіабельністю біохімічного складу та показників харчової цінності, що зумовлює відмінності в їхній біологічній ефективності. Дослідження біохімічних параметрів квасолі має важливе прикладне значення для виробників харчової продукції, фахівців із харчування і споживачів, оскільки забезпечує науково обґрунтований підхід до вибору конкретних сортів за формування раціону або розроблення страв (табл. 3.6).

Вміст сухої речовини у квасолі формується під впливом комплексу чинників. Визначальну роль відіграють сортові особливості, які обумовлюють інтенсивність накопичення білків, крохмалю та інших. Також на вміст сухої речовини вказують температурний режим, забезпеченість вологою та рівень сонячної інсоляції в період наливу зерна. Максимальний вміст сухої речовини спостерігається у фазі повної фізіологічної стиглості насіння.

Уміст сухої речовини не був сталою величиною і залежав від сортових особливостей. Високим показником сухої речовини характеризувались сорти Файна Ясь та Ластівка. У зазначених варіантах досліджувана величина знаходилась в межах 90,55-90,75 %, що неістотно відрізнялось величиною

сухої речовини від контрольного сорту Славія. У результаті вирощування сортів квасолі Рось та Галактика вміст досліджуваного показника був найменшим і поступався величиною сухої речовини контрольного варіанту на 4 % та 1,75 % відповідно.

Таблиця 3.6

Якісні показники квасолі різних сортів у 2023-2025 рр.

Сорт	Суша речовина, %	Вміст протеїну, %	Вміст цукру, %	Вміст золи, %
Славія (К)	90,75±0,04	19,61±0,05	5,43±0,10	3,79±0,01
Рось	86,75±0,05	24,27±0,04	9,08±0,08	3,75±0,04
Файний Ясь	90,55±0,01	19,20±0,07	8,98±0,07	4,51±0,03
Галактика	89,00±0,01	24,48±0,03	6,60±0,09	3,93±0,05
Ластівка	90,60±0,03	25,49±0,02	6,22±0,07	4,66±0,03

Примітка: (К) – контроль.

Суша речовина зерна квасолі складається переважно з білків (20–25 % у перерахунку на суху масу), вуглеводів (50–60 %), клітковини, мінеральних речовин. Формування та накопичення сирого протеїну, а також кількісні показники інших компонентів залежать від тривалості вегетаційного періоду, рівня інсоляції, особливостей температурного режиму повітря і ґрунту. Досить високим вмістом протеїну в досліді характеризувались сорти квасолі Рось, Галактика та Ластівка. У вказаних сортів загальна кількість протеїну становила 24,27 %, 24,48 % та 25,49 % відповідно і значно перевищувала показник протеїну контрольного сорту Славія. Під час вирощування квасолі сорту Файний Ясь кількість протеїну було нижчим від вказаних сортів і поступалось контрольному сорту на 0,41 %.

Уміст цукрів для рослини відіграють важливе значення, оскільки підвищують стійкість білків до різних фізико-хімічних впливів, які викликають їх коагуляцію, а також впливають на морозо-, посухостійкість

рослини. Усі сорти квасолі, які використовувались у досліді, характеризувались підвищеним вмістом цукрів відносно контрольного сорту Славія. Досить висом вмістом цукрів характеризувались варіанти, де вирощували сорти Рось та Файний Ясь. В умовах відкритого ґрунту вказані сорти здатні накопичувати цукру на рівні 9,08 та 8,98 % відповідно, що перевищувало показник контрольного варіанту в 1,6 – 1,7 рази. У результаті вирощування сортів Галактика та Ластівка вміст цукру перевищував показник цукру сорту Славія на 0,79 та 1,17 %.

Частка золи є індикатором мінерального складу квасолі. Значення цього показника не було однаковим і залежала від сортових особливостей квасолі. В цілому вміст золи коливався від 3,75 % до 4,66 %. Найбільшим значенням величини характеризувались сорти квасолі Файний Ясь і Ластівка, в яких показник становив 4,51 і 4,66 % відповідно та перевищував значення контрольного варіанту на 0,72 і 0,87 % дещо менший показник золи встановлено по сорту Галактика. За вирощування сорту Рось вміст золи практично знаходився на одному рівні з показником вмісту золи контрольного варіанту.

Отже, врожайність квасолі залежить від сортових особливостей та умов вирощування і в умовах відкритого ґрунту може становити 1,9-3,8 т/га. Високою врожайністю зерна характеризується сорт квасолі Файний Ясь (2,8 т/га), а нижчою сорти Рось та Галактика (2,4-2,5 т/га) у яких врожайність збільшується на 9-14 %. Більш стабільною врожайністю зерна характеризуються сорти квасолі Рось, Галактика та Ластівка, де значення коефіцієнту Левіса становить 1,1-1,2.

Високим показником сухої речовини характеризувались сорти Файна Ясь та Ластівка, у яких величина може знаходитись у межах 90,55-90,75 %, а високим вмістом протеїну сорти квасолі Рось, Галактика та Ластівка 24,27 - 25,49 %. Під час вирощування квасолі сорту Файний Ясь, кількість протеїну зменшується на 0,41 %. Сорти квасолі Рось та Файний Ясь, в умовах відкритого ґрунту, здатні накопичувати в зерні цукру 9,08 та 8,98 %, що

перевищувало показник контрольного сорту в 1,6 – 1,7 рази, а сорти Галактика та Ластівка збільшують вміст цукру на 0,79 та 1,17 %. Вміст золи може коливатись від 3,75 % до 4,66 %, однак більшим значенням характеризуються сорти Файний Ясь і Ластівка, де показник становить 4,51 і 4,66 %. За вирощування сорту Рось вміст золи не змінюється.

Висновки до розділу 3

1. Досліджувані сорти квасолі належать до середньостиглої групи, причому найвищу скоростиглість проявляє сорт Славія, а більш тривалий вегетаційний період у Рось та Файний Ясь. Темпи проходження основних етапів органогенезу знаходяться у прямій залежності від сортової специфічності, тривалості репродуктивної фази «сходи-цвітіння» та умов вирощування.

2. Динаміка формування асиміляційної поверхні залежить від етапу онтогенезу і, не залежить від сорту. Фази квасолі «цвітіння», «формування бобів» та «технічна стиглість» супроводжуються збільшенням площі листового апарату з досягненням пікових значень у фазу «формування бобів». Найвищий продукційний потенціал встановлено у рослин сорту Файний Ясь, де площа листової поверхні може становити 20,53; 26,17 та 24,14 тис. м²/га відповідно, а мінімальні показники спостерігаються по сорту Ластівка.

3. Найвищою репродуктивною здатністю характеризуються рослини сорту Рось, де кількість бобів становить 24,2 шт/рослину, а більшу кількість зерен в бобі отримано по сортах Ластівка та Галактика, їх величина становить 8,2 та 7,7 шт. Максимальні значення маси 1000 насінин отримано у сорту Файний Ясь, де величина, за належних умов вирощування збільшується в 2,9 рази.

4. За висотою рослини сорти діляться на дві групи: низькорослі та високорослі. До першої групи належать сорти квасолі Славія (47 см), Галактика (40 см) та Ластівка (49 см), а до другої групи - сорти квасолі Файний

Ясь (64 см) та Рось (52 см). Висота прикріплення нижнього бобу варіює в межах 13,0–18,9 см, що повністю відповідає вимогам сорту до механізованого збирання врожаю. Сорти Рось, Файний Ясь, Галактика та Ластівка можуть формувати перший продуктивний вузол на висоті 15,5–18,9 см.

5. Урожайність квасолі в умовах відкритого ґрунту може становити 1,9-3,8 т/га. Високою врожайністю зерна характеризується сорт квасолі Файний Ясь (2,8 т/га), а нижчою сорти Рось та Галактика (2,4-2,5 т/га) де значення збільшується лише на 9-14 %. Більш стабільною врожайністю зерна характеризуються сорти квасолі Рось, Галактика та Ластівка, значення коефіцієнту Левіса становить 1,1-1,2.

6. Високим показником сухої речовини характеризуються сорти Файна Ясь та Ластівка, величина може знаходитись у межах 90,55-90,75 %, а підвищеним умістом протеїну сорти квасолі Рось, Галактика та Ластівка 24,27 - 25,49 %. Під час вирощування квасолі сорту Файний Ясь, кількість протеїну зменшується на 0,41 %. Сорти квасолі Рось та Файний Ясь здатні накопичувати в зерні цукру 9,08 та 8,98 %, або ж збільшувати величину в 1,6 – 1,7 рази, а сорти Галактика та Ластівка збільшують вміст цукру на 0,79 та 1,17 %. Вміст золи коливаються від 3,75 % до 4,66 %, більшим значенням характеризуються сорти Файний Ясь і Ластівка, де показник становить 4,51 і 4,66 %. За вирощування сорту Рось вміст золи не змінюється.

Список літератури до розділу 3

1. Верхолюк С. Д., Гук Є. В. Особливості вирощування квасолі овочевої у відкритому ґрунті. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 240-250. <http://forestry.vsau.org/en/num/3-30>
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. FAOSTAT, 2017. Available from (дата звернення: 05.01. 2023).
3. Вдовенко С. А. Гук Є. В. Вирощування сортів квасолі в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 3 (34). С. 138–148. <http://forestry.vsau.org/en/num/3-34>
4. Голодна А. В., Акуленко В. В., Столяр О. О. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства НААН*. К., 2013. Вип. 1-2. С. 120–124.
5. Камінський В. Ф. Значення сорту в сучасних технологіях вирощування зернобобових культур. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вінниця, 2006. № 57. С. 84- 94.
6. Ковальчук Д. П. Продуктивність сортів квасолі овочевої у фазу технічної стиглості бобів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 303–306.
7. Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В. Агроекологічна стійкість сортів квасолі звичайної до несприятливих умов вегетації. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 2 (90). С. 21-32.
8. М'ялковський Р. О., Мазур О. В., Сташевський Р. В. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за мінливістю цінних господарських ознак. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 97-113. <http://forestry.vsau.org/en/num/1-28>
9. Овчарук О. В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2014.

Вип. 84, ч. 1. С. 107-112.

10. Поєдинцева А. А. Основні хвороби квасолі в Україні: шкідливість і заходи захисту. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2019. № 1–2. С.127-133.

11. Свідерко М. С., Болехівський В. П., Волощук І. С., та ін. Урожай і якість зерна сортів квасолі залежно від умов живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52. С. 101–107.

12. Селекція і насінництво квасолі звичайної: теорія і практика / Корнієнко С. І., Сайко О. Ю., Горова Т. К. та ін. За ред. С. І. Корнієнка. Київ : Аграрна наука, 2017. 200 с

13. Силенко С. І. Аналіз сортозразків квасолі звичайної за придатністю до механізованого збирання урожаю. *Вісник Полтавської державної академії*. 2010. №3. С. 68-71.

14. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво. Голохоринська М. Г., Величко С. Й., Вихристюк М. А., Овчарук О. В.. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Х., 2005. Вип. 9. С. 149-152.

15. Чинчик О. С., Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О. Тривалість вегетації та продуктивність сортів квасолі звичайної в умовах Південної частини Лісостепу західного. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 166-172. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-166-172

РОЗДІЛ 4.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ СТРОКІВ СІВБИ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА КВАСОЛІ У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ

Строк сівби розглядається як один із визначальних агротехнічних чинників, що впливає на продуктивність вирощування сільськогосподарських культур у відкритому ґрунті. Дотримання науково обґрунтованих термінів висіву забезпечує формування рівномірних і дружних сходів, оптимізацію інтенсивності ростових процесів та повноцінне проходження усіх фаз росту та розвитку, що зумовлює підвищення врожайності й поліпшення якісних показників продукції [2, 5].

Надто рання сівба за умов недостатнього прогрівання ґрунту може сприяти зниженню польової схожості насіння, ураження ґрунтовими патогенами та формування ослаблених сходів. Своєчасна сівба створює передумови для повного проходження етапів росту та розвитку, ефективного формування генеративних органів і максимального накопичення сухої речовини. Запізнення зі строками висіву часто спричинює потрапляння рослин у період підвищених температур або дефіциту вологи в критичні фази органогенезу, що негативно відображається на формуванні врожаю. Також, пізня сівба може зумовлювати скорочення тривалості вегетаційного періоду та зниження продуктивності культур [6].

Узгодження строків сівби з агрокліматичними умовами сприяє зменшенню шкодочинності фітофагів, обмеженню розвитку грибкових інфекцій та формуванню більш стійких до абіотичних і біотичних стресів рослин. У комплексі це забезпечує підвищення врожайності, покращення морфометричних показників продукції [8, 9].

Дослідження вчених Овчарука О.В., Акуленка В.В., Рожка І.І., Кулика М.І., Гончарова М.О. [7, 11] вказують, що строк сівби насіння є визначальним чинником, що впливає і на формування якісних показників продукції. Оптимізація термінів висіву забезпечує отримання продукції з

високими товарними, біохімічними та технологічними характеристиками, сприяє формуванню вирівняних за морфометричними параметрами плодів, правильній морфологічній будові продуктивних органів, а також зменшенню частки деформованої та нестандартної продукції в загальній структурі врожаю.

Строки сівби є визначальним чинником, що впливає на інтенсивність та ефективність утворення азотфіксуючих бульбочок на коренях бобових культур. Дотримання оптимально науково обґрунтованих термінів висіву створює сприятливі умови для раннього встановлення симбіозу, активної біологічної фіксації атмосферного азоту та підвищення продуктивності рослин. Активність бульбочкових бактерій роду *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* та інших симбіонтів безпосередньо визначається температурним режимом ґрунту. Раннє висівання у ґрунт із недостатнім прогріванням (менше 8–10 °С для більшості культур) призводить до уповільнення інфекційного процесу, зменшення кількості утворених бульбочок і затримки початку азотфіксації. За оптимальних строків сівби відбувається активне проникнення бактерій через кореневі волоски та формування функціонально повноцінних бульбочок. У випадку запізнілої сівби спостерігається пригнічення розвитку як кореневої системи рослин, так і життєдіяльності симбіотичних бактерій.

4.1. Ріст та розвиток рослин квасолі залежно від строків сівби насіння

Знання закономірностей проходження фаз росту й розвитку у квасолі в умовах відкритого ґрунту може формувати обґрунтовану основу для оптимізації застосування елементів агротехніки, що забезпечує раціональну організацію догляду за посівами, мінімізацію виробничих втрат і підвищення врожайності культури. Основними чинниками тут вважають тривалість основних міжфазних періодів та вегетаційного періоду. Досліджувані сорти квасолі характеризувались швидкими темпами початкового росту і розвитку та середніми строками дозрівання. Тривалість міжфазного періоду «сівба – повні сходи» варіювала залежно від строків сівби і становила від 5,6 до 7,5 діб. За висіву насіння у I декаді травня тривалість зазначеного періоду у сортів

Рось і Файний Ясь становила в середньому 5,7 доби, що було дещо раніше порівняно до контрольного варіанту. За сівби насіння у II декаді травня, поява повних сходів у сортів Рось і Файний Ясь відмічалася на 5,6–6,0 добу після висіву, що також характеризувалося певним скороченням досліджуваного періоду відносно контролю (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Тривалість міжфазних періодів квасолі залежно від строків сівби
(середнє за 2023-2025 рр.)**

Строк сівби	Сорт	Міжфазний період, діб				Тривалість вегетаційного періоду, діб
		«сівба-повні сходи»	«повні сходи-цвітіння»	«цвітіння-налив бобів»	«налив бобів - технічна стиглість»	
I декада травня	Славія (К)	6,2±0,1	49,7±0,3	15,9±0,2	16,2±0,1	88
	Рось	5,7±0,2	48,1±0,2	15,2±0,1	17,5±0,2	86
	Файний Ясь	5,7±0,1	47,8±0,1	15,3±0,1	17,4±0,3	86
II декада травня	Славія	6,2±0,2	48,6±0,2	15,6±0,2	16,0±0,2	86
	Рось	5,6±0,2	48,4±0,1	15,8±0,3	17,5±0,2	88
	Файний Ясь	6,0±0,1	48,1±0,2	16,5±0,1	17,2±0,1	88
III декада травня	Славія	7,4±0,2	50,2±0,3	17,2±0,4	18,4±0,2	93
	Рось	7,5±0,3	51,1±0,2	17,1±0,3	18,2±0,2	94
	Файний Ясь	7,1±0,1	50,1±0,1	17,7±0,2	18,1±0,3	93

Примітка: (К) – контроль.

У результаті сівби насіння квасолі у III декаді травня відзначено більшу тривалість міжфазного періоду «сівба – повні сходи» порівняно як із контрольним варіантом, так і зі строками сівби у I та II декадах травня. Встановлено, що за пізнішого строку сівби, поява повних сходів затримувалася майже на одну добу відносно контролю. Тривалість зазначеного періоду становила 7,1 доби у сорту Файний Ясь і 7,5 діб у сорту

Рось, що свідчить про подовження початкового етапу органогенезу за умов пізнішого висіву.

Тривалість міжфазного періоду «повні сходи – цвітіння» у досліджуваних сортів варіювала в межах 47,8–51,1 доби залежно від строків сівби. За висіву насіння у I та II декадах травня тривалість зазначеного періоду у досліджуваних сортів була близькою за значеннями. Водночас у сортів Рось і Файний Ясь відмічено скорочення міжфазного періоду порівняно з контрольним сортом Славія: на 1,6–1,9 доби за сівби у I декаді травня та на 1,3–1,6 доби – у II декаді травня. За умов підвищених середньодобових температур повітря та недостатнього зволоження ґрунту, що спостерігалися під час сівби у III декаді травня, встановлено тенденцію до подовження періоду «повні сходи – цвітіння» в середньому на 0,4–1,4 доби порівняно з контрольним варіантом. Найбільшу тривалість цього міжфазного інтервалу зафіксовано у сорту Рось – 51,1 доба.

Перевагу I та II строків сівби насіння підтверджено також за показниками тривалості міжфазного періоду «цвітіння – налив бобів» у сортів квасолі. Короткий період отримано по сортах Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби) за умови висіву насіння у I декаді травня, що було менше за контрольний сорт Славія на 0,7 та 0,6 доби відповідно. Дещо подовжений міжфазний період встановлено за сівби у II декаді травня, зокрема у сорту Файний Ясь – 16,5 доби, що перевищувало контрольний показник лише на 0,6 доби. Більш тривалий період «цвітіння – налив бобів» відмічено за висіву у III декаді травня. Незалежно від сортових особливостей, його значення коливалося від 17,1 доби у сорту Рось до 17,7 доби у сорту Файний Ясь, що свідчить про вплив пізнього строку сівби на уповільнення темпів формування врожаю.

Міжфазний період «налив бобів – технічна стиглість» у сортів Рось та Файний Ясь був дещо більш тривалим за сівби насіння у I та II декадах травня. У зазначених варіантах цей період характеризувався близькими значеннями та варіював у межах 17,2–17,5 доби, що перевищувало показники контрольного

сорту Славія на 1,2–1,3 доби за сівби у I декаді та на 1,0–1,3 доби – у II декаді травня. За пізнішого строку сівби (III декада травня) встановлено подовження міжфазного періоду «налив бобів – технічна стиглість» на 1,9–2,2 доби, незалежно від сортових особливостей, що також свідчить про вплив строку сівби на темпи досягання культури.

Польовими дослідженнями встановлено загальну тривалість вегетаційного періоду сортів квасолі, який коливався в межах 86-94 днів. Найдовший вегетаційний період, відносно контрольного варіанту, спостерігався по сортах Славія, Рось та Файний Ясь 93-94 доби, за строку сівби насіння у III декаді травня. Одночасно, строк сівби насіння I чи II декада травня сприяють у зменшенні тривалості вегетаційного періоду до 86 чи 88 днів, або ж зменшується на 1,7-2 доби відносно контролю.

Отже, сорти квасолі характеризуються швидким темпом початкового росту і розвитку та середніми строками дозрівання. За висіву насіння у I чи II декаді травня тривалість міжфазного періоду «сівба – повні сходи» у сортів Рось і Файний Ясь становить 5,6–6,0 днів після висіву. За пізнішого строку сівби, поява повних сходів затримується майже на одну добу.

Тривалість міжфазного періоду «повні сходи–цвітіння» варіює в межах 47,8–51,1 днів. За висіву насіння у I та II декадах травня тривалість є однаковою, а за сівби у III декаді травня період «повні сходи – цвітіння» подовжується на 0,4–1,4 доби. Найбільшою тривалістю характеризується сорт Рось – 51,1 доба.

Перевага I та II строків сівби насіння існує і в період «цвітіння – налив бобів». Коротким періодом характеризуються сорт Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби) за висіву насіння у I декаді травня, дещо подовжений за сівби у II декаді травня, зокрема у сорту Файний Ясь – 16,5 доби. Більш тривалий період «цвітіння – налив бобів» спостерігається за висіву у III декаді травня, його значення змінюється від 17,1 доби у сорту Рось до 17,7 доби у сорту Файний Ясь.

Період «налив бобів – технічна стиглість» у сортів Рось та Файний Ясь є більш тривалим за сівби насіння у I та II декадах травня і може становити 17,2–17,5 доби. За пізнішого строку сівби (III декада травня) від подовжується

на 1,9–2,2 доби, незалежно від сортових особливостей.

Загальна тривалість вегетаційного періоду сортів квасолі, в умовах Центрального Лісостепу, може коливатись в межах 86-94 діб. Найдовший вегетаційний період характерний по сортах Славія, Рось та Файний Ясь (93-94 доби), за строку сівби насіння у III декаді травня. Строк сівби насіння у I чи II декаді травня сприяють у скороченні вегетаційного періоду до 86 чи 88 діб.

4.2. Вплив строків сівби насіння на польову схожість та кількість бульбочок у квасолі.

Польова схожість насіння розглядається як агробіологічний індикатор, що відображає реалізацію біологічного потенціалу насінневого матеріалу в ґрунтово-кліматичних умовах та результативність застосованих елементів технології вирощування. Її рівень зумовлюється сукупною дією спадкових ознак насіння і чинників навколишнього середовища. Цей показник визначає формування початку фітоценозу, яка є базовою передумовою подальшого росту, розвитку та формування врожайності культури [4].

Польова схожість насіння залежала від строку сівби насіння та року вирощування. На основі отриманих даних, кращі умови для отримання дружніх сходів встановлено за раннього строку сівби. Від сівби насіння у I декаді травня високою польовою схожістю характеризувався сорт Рось у 2023 та 2025 роках та з показником 94-95 %. За строку сівби насіння у II декаді травня, за роки вирощування, високу польову схожість отримано по сортах Славія, Рось та Файний Ясь, де значення польової схожості становило 94-93 %. Під час сівби насіння у III декаді травня, польова схожість знижувалась, проте високим показником характеризувались сорти Славія Рось і Файний Ясь – 84-85 % (табл. 4.2).

У середньому, значення польової схожості насіння в досліді коливається від 80,6 до 93,6 %. За сівби насіння в I та II декадах травня спостерігалось підвищення польової схожості, тоді як перенесення строку сівби на III декаду травня зумовлювало її зниження. Високе значення польової схожості

отримано по сорту Рось (93,6 %) за сівби в I декаді травня, що перевищувало показник контрольного варіанта на 2,3 %. Близькі за величиною значення отримано у сорту Славія (92,3 %) за висіву в II декаді травня, тоді як у сорту Файний Ясь цей показник був дещо нижчим - 90,3 %.

Таблиця 4.2

Польова схожість насіння квасолі залежно від строку сівби , %

Строк сівби (А)	Сорт (В)	Рік вирощування			Середнє за роки вирощування
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	
I декада травня	Славія (К)	93	90	91	91,3
	Рось	95	92	94	93,6
	Файний Ясь	90	87	92	89,6
II декада травня	Славія	94	90	93	92,3
	Рось	90	93	91	91,3
	Файний Ясь	89	89	93	90,3
III декада травня	Славія	81	85	85	83,6
	Рось	84	82	81	82,3
	Файний Ясь	80	84	78	80,6
НР ₀₅ (А)		0,1	0,2	0,1	
НР ₀₅ (В)		0,2	0,3	0,3	
НР ₀₅ (АВ)		0,3	0,5	0,5	

Примітка: (К) – контроль.

Сівба насіння квасолі в III декаді травня знижується відносно контролю на 8-12 %, незалежно від сортових особливостей. За цих умов сівби показник польової схожості досліджуваних сортів коливався в межах 80,6–83,6 %, при цьому відносно вищі значення відзначено у сорту Славія, а найнижчі – у сорту Файний Ясь.

Результати дисперсійного аналізу підтверджують, що найбільшою мірою на польову схожість, за роки досліджень, впливали строки сівби (А) – 43 %, сорт (В) – 17 % та взаємодія цих чинників (АВ) –

36 % (рис. 4.1). Одночасно, інші чинники, а саме (схема сівби, густота, норма висіву) теж виказують вплив на польову схожість, де частка впливу становить 4 %.

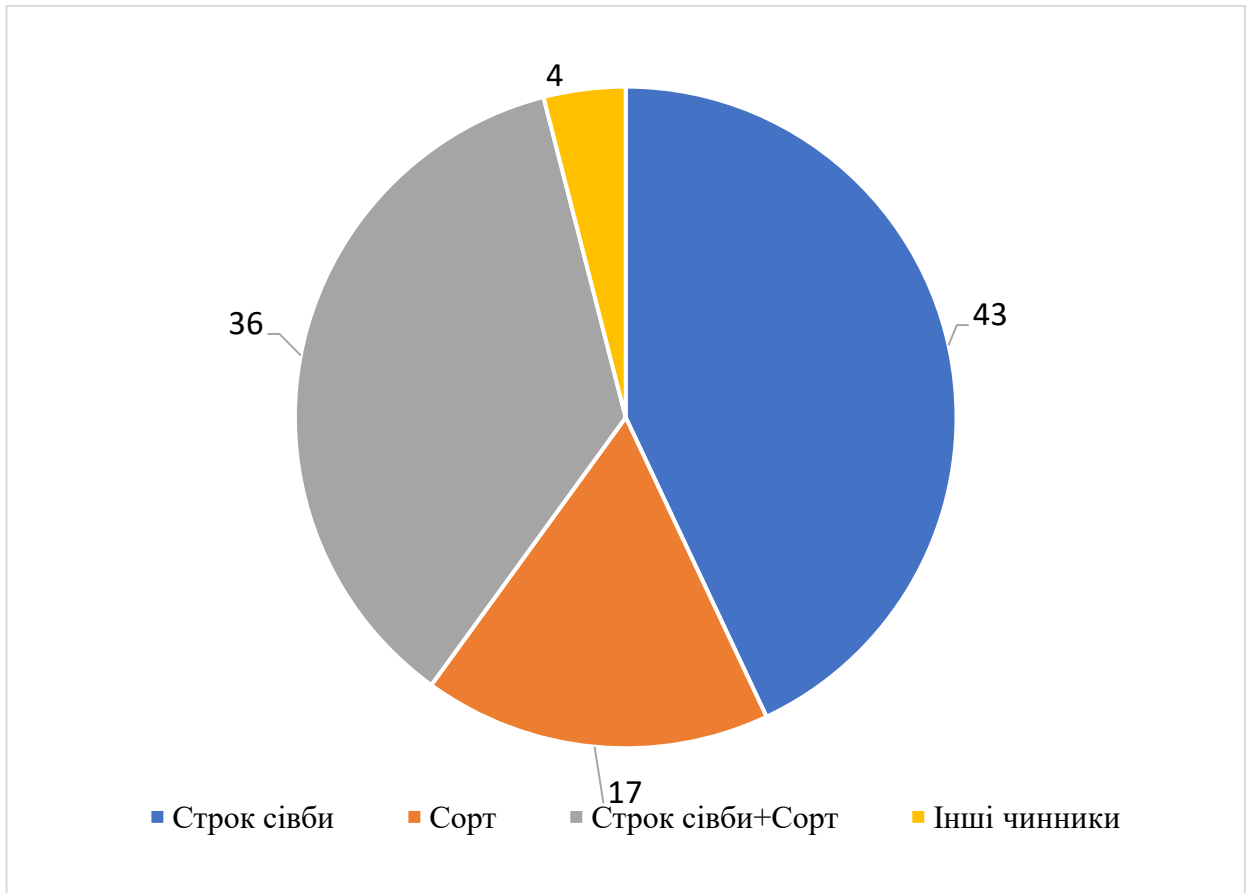


Рис. 4.1. Дія чинників на польову схожість квасолі залежно від строку сівби насіння, (середнє за 2023-2025 рр), %

Досліджувані сорти квасолі формували добре розвинену стрижневу кореневу систему з інтенсивним боковим розгалуженням та значною кількістю корневих волосків. Переважна частина кореневої маси локалізувалася у верхньому 0–30-сантиметровому шарі ґрунту. У 2023 та 2025 роках вирощування відзначено формування більшої загальної маси кореневої системи, тоді як зі збільшенням глибини спостерігалось поступове зменшення біомаси, що пов'язано з обмеженим проникненням коренів у глибші горизонти ґрунту, особливо за умов посушливого 2024 року. За результатами досліджень встановлено, що динаміка формування бульбочок на кореневій системі квасолі впродовж вегетаційного періоду мала параболоїдний характер: їх кількість поступово зростала до фази цвітіння, у яку досягала максимуму, після чого

відзначалася тенденція до зниження (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Динаміка кількості бульбочок та їх маси у рослин квасолі залежно від сорту та строку сівби (середнє за 2023-2025 рр.)

Строк сівби	Сорт	Кількість бульбочок у рослин квасолі, шт/рослині			Маса бульбочок, мг/рослині		
		перший трійчастий листок	цвітіння	формування бобів	перший трійчастий листок	цвітіння	формування бобів
I декада травня	Славія (К)	7,9±0,1	29,4±0,1	13,2±0,2	30,6±0,3	285,2±0,7	91,8±0,2
	Рось	8,4±0,2	28,7±0,2	13,5±0,3	31,0±0,2	294,7±0,3	92,2±0,3
	Файний Ясь	8,7±0,2	27,4±0,4	13,4±0,4	28,8±0,1	263,8±0,5	91,9±0,5
II декада травня	Славія	7,6±0,1	29,8±0,1	12,6±0,1	31,3±0,3	289,0±0,1	92,4±0,3
	Рось	8,0±0,4	28,9±0,2	12,8±0,3	32,2±0,1	293,6±0,4	93,7±0,4
	Файний Ясь	8,4±0,5	28,1±0,3	13,0±0,2	29,9±0,3	273,4±0,3	94,0±0,1
III декада травня	Славія	7,1±0,2	30,0±0,5	12,8±0,3	30,8±0,4	283,7±0,6	89,8±0,3
	Рось	7,2±0,3	29,1±0,2	12,6±0,1	31,2±0,5	286,2±0,4	85,3±0,2
	Файний Ясь	8,0±0,1	28,8±0,1	12,7±0,2	31,0±0,1	270,7±0,5	89,9±0,4

Примітка: (К) – контроль.

Посіви квасолі, відповідно до строку сівби, в середньому, максимально формували найбільше бульбочок у фазу цвітіння від 28,1 до 30,0 шт на кореневій системі рослини. За сівби насіння в I та II декаді травня, по сорту Славія у фазу цвітіння загальна кількість бульбочок була найбільшою і складала 29,4 та 29,8 шт./рослині відповідно. Одночасно, найбільшу загальну

кількість бульбочок 30,0 шт/рослині отримано також по сорту Славія, насіння якого висівали у III декаді травня. Зменшення загальної кількості бульбочок до 27,4 шт/рослині встановлено по сорту квасолі Файний Ясь, насіння якого висівали у I декаді травня.

Аналіз показників кількості бульбочок засвідчив наявність певної закономірності: у фазу технічної стиглості насіння у сортів квасолі спостерігається зниження цього показника, який варіював у межах 12,6–13,5 шт/рослині. Максимальну кількість бульбочок зафіксовано за сівби в I декаді травня у сорту Рось — 13,5 шт/рослині; за висіву в II декаді травня найвищий показник відзначено у сорту Файний Ясь — 13,0 шт/рослині; у разі сівби в III декаді травня — у сорту Славія (12,8 шт/рослині). Найменшу кількість бульбочок (12,6 шт/рослині) встановлено у сорту Рось за висіву в III декаді травня та у сорту Славія, за сівби в II декаді травня, що свідчить про вплив строків сівби та сортових особливостей на інтенсивність симбіотичної азотфіксації.

Для оцінки продуктивності квасолі, в умовах відкритого ґрунту, визначалась маса бульбочок на кореневій системі. Встановлено, що як і кількість бульбочок, так і їхня маса зростають до фази цвітіння рослини квасолі, а у фазу технічна стиглість бобів вона зменшується. Максимальна маса бульбочок у фазу цвітіння коливалась від 263,8 до 294,7 мг/рослину. Найбільшою масою бульбочок характеризувався сорт квасолі Рось за висіву насіння у I, II декаді травня, що перевищувало масу бульбочок контрольного варіанту на 3 % та на 0,3 % за сівби насіння у III декаді травня. У результаті висіву насіння у I декаді травня сорту Файний Ясь, маса бульбочок зменшується на 8 %, на 5 % за строку сівби у II чи III декаді травня.

Загалом встановлено, що у фазу технічної стиглості бобів маса бульбочок зменшується у 2,9–3,5 рази порівняно з попередніми фазами розвитку. Водночас висів насіння у II декаді травня сприяв підвищенню маси бульбочок у рослин квасолі, причому величина цього показника значною мірою змінювалась залежно сортовим особливостям. Серед досліджуваних

сортів, найвищі показники накопичення загальної маси бульбочок, у фазу технічної стиглості бобів, отримано у сортів Рось і Файний Ясь — 93,7 та 94,0 мг/рослину відповідно, що перевищувало контрольний варіант на 2 %. Близькі до контролю значення отримано також у зазначених сортів за сівби в I декаді травня. Сівба насіння у III декаді травня не забезпечує збільшення маси бульбочок: незалежно від сорту її величина коливалася в межах 85,3–89,9 мг/рослину, що свідчить про менш сприятливі умови для функціонування симбіотичного апарату рослин.

В умовах відкритого ґрунту посухостійкість квасолі розглядається як адаптивна характеристика, що зумовлює ступінь реалізації генетично детермінованого потенціалу продуктивності за коливань водозабезпечення. Ця ознака є одним із визначальних критеріїв у селекційному процесі та системі сортовипробування культури, оскільки відображає її екологічну пластичність і стабільність урожайності за посушливих умов. Найвищі показники посухостійкості (7 балів) зафіксовано по усіх досліджуваних сортах, що свідчить про кращу адаптивність до умов водного дефіциту, незалежно від строку сівби насіння (табл. 4.4).

Упродовж вегетаційного періоду квасолі до основних лімітуючих факторів росту та розвитку рослин відносять ураження хворобами, пошкодження шкідниками та вплив абіотичних стресів. Серед патологічних агентів найбільш значущими є антракноз, вірусна мозаїка, кутаста бактеріальна плямистість та звичайна бактеріальна плямистість, які призводять до зниження врожайності та погіршення якісних показників. Серед фітофагів основним шкідником є квасолева зернівка, яка ушкоджує насіння як у полі, так і під час зберігання. У проведених дослідках зернівка не завдавала шкоди рослинам у відкритому ґрунті, проте спостерігалась наявність бактеріальної плямистості, хоча рівень ураження рослин залишався незначним.

Досліджувані сорти квасолі характеризувалися середнім рівнем стійкості до основних шкодочинних агентів із оцінкою 7–8 балів. Найвищий рівень резистентності встановлено у сорту Файний Ясь за висіву насіння в I та

II декаді травня (8 балів). Сорти Славія та Рось, висіяні у III декаді травня, мали 6 балів, що свідчить про відносно нижчу стійкість до патогенів за пізніших строків сівби.

Таблиця 4.4

**Агроекологічна стійкість квасолі залежно від строку сівби насіння
(середнє за 2023-2025 рр.)**

Строк висіву насіння	Сорт	Посухостійкість, бал	Стійкість до шкочочинних об'єктів, бал
I декада травня	Славія (К)	7	7
	Рось	7	7
	Файний Ясь	7	8
II декада травня	Славія	7	7
	Рось	7	7
	Файний Ясь	7	8
III декада травня	Славія	7	6
	Рось	7	6
	Файний Ясь	7	7

Примітка: (К) – контроль.

Таким чином, в умовах Лісостепу Правобережного України польова схожість насіння залежить від строку сівби насіння. Кращі умови для отримання дружніх сходів забезпечують ранні строки сівби. За сівби насіння в I та II декадах травня спостерігалось підвищення польової схожості, тоді як перенесення строку сівби на III декаду травня зумовлювало її зниження. Високе значення польової схожості отримано по сорту Рось (93,6 %) за сівби в I декаді травня, близьку за величиною схожістю сорт Славія (92,3 %) за висіву в II декаді травня, тоді як у сорту Файний Ясь цей показник був дещо

нижчим - 90,3 %. Сівба насіння у III декаді травня сприяє в зниженні польової схожості по сортах Славія Рось і Файний Ясь до 84-85 %.

Динаміка формування бульбочок на кореневій системі квасолі має параболоїдний характер: їх кількість поступово зростає до фази «цвітіння», після чого відзначалася тенденція до зниження. За сівби насіння в I та II декаді травня, сорт квасолі Славія формує загальну кількість бульбочок, що складає 29,4 та 29,8 шт/рослині та сорт Славія (30,0 шт/рослині), насіння якого висівали у III декаді травня.

У фазу «технічна стиглість бобів» спостерігається зниження кількості бульбочок до межі 12,6–13,5 шт/рослині. Максимальну кількість бульбочок у дану фазу можна отримати за сівби насіння в I декаді травня по сорту Рось - 13,5 шт/рослині; за висіву насіння в II декаді травня найвищий показник відзначено у сорту Файний Ясь (13,0 шт/рослині); а за сівби в III декаді травня - по сорту Славія (12,8 шт/рослині).

Маса бульбочок зростає до фази «цвітіння» у рослин квасолі, а у фазу «технічна стиглість бобів» вона зменшується. Максимальна маса бульбочок у фазу «цвітіння» може коливатись від 263,8 до 294,7 мг/рослину. Збільшенням маси бульбочок до 3 % характеризується сорт квасолі Рось за висіву насіння у I, II декаді травня і, на 0,3 % за сівби насіння у III декаді травня. У результаті висіву насіння у I декаді травня сорту Файний Ясь, маса бульбочок зменшується на 8 %, на 5 % за строку сівби у II чи III декаді травня.

У фазу «технічна стиглість бобів» маса бульбочок зменшується у 2,9–3,5 рази. Висів насіння у II декаді травня сприяє підвищенню маси бульбочок. Найвищими показниками накопичення загальної маси бульбочок характеризуються сорти Рось і Файний Ясь (93,7 та 94,0 мг/рослину). Сівба насіння у III декаді травня не забезпечує збільшення маси бульбочок: незалежно від сорту її величина коливалася в межах 85,3–89,9 мг/рослину, що свідчить про менш сприятливі умови для функціонування симбіотичного апарату рослин.

Найвищими показниками посухостійкості (7 балів) характеризуються

досліджувани сорти квасолі, що свідчить про кращу адаптивність до умов водного дефіциту, незалежно від строку сівби насіння. Одночасно, сорти квасолі характеризуються середнім рівнем стійкості до основних шкочинних агентів із оцінкою 7–8 балів. Найвищий рівень резистентності був у сорту Файний Ясь за висіву насіння в I та II декаді травня (8 балів). Сорти Славія та Рось, висіяні у III декаді травня, мали 6 балів, що свідчить про відносно нижчу стійкість до патогенів за пізніших строків сівби.

4.3. Формування урожаю квасолі та його якість залежно від строків сівби насіння.

Продуктивність рослин відкритого ґрунту визначається сукупною дією агрокліматичних чинників та елементів технології вирощування. У системі овочівництва строки сівби або садіння є одним із ключових регуляторів формування врожаю, оскільки істотно впливають на рівень продуктивності та показники якості продукції. Відхилення від біологічно обґрунтованих оптимальних строків може зумовити зниження врожайності, що пов'язано з десинхронізацією проходження фенологічних фаз розвитку рослин із гідротермічними та світловими умовами навколишнього середовища.

Формування загальної врожайності квасолі суттєво залежало від ґрунтово-кліматичних умов вегетаційного періоду та генетично зумовлених сортових особливостей. Аналіз строків сівби як одного з визначальних технологічних чинників показав наявність достовірних відмінностей у рівні врожайності між досліджуваними варіантами впродовж років вирощування [3]. У 2023 році показники врожайності були дещо нижчими порівняно до 2024 року, тоді як у 2025 році зафіксовано диференційовану реакцію сортів: в одних відзначено підвищення врожайності, в інших - її зниження, що свідчить про різну адаптивну здатність генотипів до умов року. Зокрема, у 2023 році максимальні показники врожайності у сорту Файний Ясь отримано за сівби у I та II декадах травня — 3,6–3,8 т/га, що перевищувало контроль на 1,0–1,2 т/га. Проведення сівби у III декаді травня цього ж сорту не забезпечило

істотного приросту загальної врожайності, однак показник залишався вищим за контроль на 0,7 т/га. Для інших досліджуваних сортів статистично значущого впливу строків сівби на формування врожайності зелених бобів не встановлено.

У 2024 році підвищення рівня врожайності встановлено у сорту Файний Ясь за I та III строків сівби насіння. У зазначених варіантах урожайність становила 3,5–3,9 т/га, що перевищувало показник контролю на 0,7–1,1 т/га. Висів насіння у II декаді травня не забезпечив істотного приросту врожайності: різниця порівняно з контролем становила лише 0,3 т/га. Щодо інших досліджуваних сортів квасолі, строки сівби не мали статистично значущого впливу на формування врожайності. Отримані показники або відповідали рівню контролю, або неістотно його перевищували (табл. 4.5).

У 2025 році вирощування врожайність бобів квасолі варіювала в межах 2,3–3,5 т/га незалежно від строку сівби, що свідчить про значний вплив погодних умов року на реалізацію продуктивного потенціалу сортів. Водночас тенденція до підвищення врожайності простежувалася за проведення сівби у I та II декадах травня. Зокрема, за висіву в I декаді травня підвищення загальної врожайності відзначено у сорту Файний Ясь (3,4 т/га). Сівба у II декаді травня забезпечила максимальні показники врожайності у сортів Славія (3,2 т/га), Рось (3,0 т/га) та Файний Ясь (3,5 т/га). Пізніший строк сівби (III декада травня) сприяв істотному приросту врожайності лише у сорту Файний Ясь, де перевищення врожайності контролю становило 0,7 т/га. Для інших досліджуваних сортів статистично значущого впливу строків сівби на рівень продуктивності не встановлено.

У середньому, за роки проведення досліджень, урожайність бобів квасолі варіювала в межах 2,5–3,7 т/га та визначалася взаємодією сортових особливостей і строків сівби насіння. Встановлено, що проведення сівби у I, II та III декадах травня забезпечувало підвищення врожайності у сорту Файний Ясь на 27–42 % порівняно з контролем. Найбільш виражений позитивний ефект спостерігався за сівби насіння в I та II декадах травня, де приріст

урожайності становив 0,8–1,1 т/га. За вирощування сорту Славія, застосування строків сівби у II та III декадах травня сприяло підвищенню загальної врожайності бобів на 0,3–0,4 т/га. Натомість у сорту Рось використання різних строків сівби не забезпечило позитивного впливу на рівень урожайності: її показник або знижувався на 4 % відносно контролю, або лише неістотно його перевищував.

Таблиця 4.5

Урожайність квасолі залежно від строків сівби насіння, т/га

Строк сівби	Сорт	Урожайність, т/га			Середнє за роки дослідження	Відхилення до контролю		Коефіцієнт стабільності Левіса
		2023 р.	2024 р.	2025 р.		±	%	
I декада травня	Славія (К)	2,6	2,8	2,4	2,6	-	-	1,07
	Рось	2,3	2,4	2,8	2,5	-0,1	-4	1,21
	Файний Ясь	3,8	3,9	3,4	3,7	1,1	42	1,14
II декада травня	Славія	2,8	3,0	3,2	3	0,4	15	1,14
	Рось	2,4	2,6	3,0	2,7	0,1	4	1,25
	Файний Ясь	3,6	3,1	3,5	3,4	0,8	31	1,16
III декада травня	Славія	2,9	3,1	2,7	2,9	0,3	11	1,15
	Рось	2,5	2,7	2,3	2,5	-0,1	-4	1,17
	Файний Ясь	3,3	3,5	3,1	3,3	0,7	27	1,13
НІР ₀₅ (А)		0,2	0,1	0,1				
НІР ₀₅ (В)		0,4	0,4	0,3				
НІР ₀₅ (АВ)		0,7	0,6	0,4				

Примітка: (К) – контроль.

Аналіз коефіцієнта стабільності Левіса засвідчив, що найвищий рівень стабільної продуктивності характерний для сорту Файний Ясь, Славія за сівби у I, II та III декадах травня, де значення показника становило 1,13–1,14.

Застосування строку сівби III декада травня зумовило незначне підвищення коефіцієнта Левіса до 1,15 по сорту Славія, що свідчить про дещо більшу варіабельність урожайності за цим строком. Щодо інших досліджуваних сортів квасолі, їх продуктивність характеризувалася меншою стабільністю упродовж років досліджень, оскільки значення коефіцієнта Левіса істотно перевищували відповідний показник контрольного варіанту, що вказує на підвищену мінливість урожайності залежно від умов вирощування.

Якісний склад бобів квасолі залежав від сорту та строків сівби насіння. Одним із критеріїв, що характеризують якісний склад зерна квасолі є вміст протеїну та сухої речовини на накопичення якого впливають сортові особливості та технологія вирощування. Відхилення показників можливе від зниження середньодобових температур та збільшенні вологості. На відповідність показникам якості квасолі залежить тривалість росту і розвитку рослини, інтенсивність сонячної інсоляції і температурний режим [1]. За таких умов, рослина забезпечується світлом, формує продукцію високої якості (табл. 4.6).

У результаті досліджень встановлено, що строки сівби істотно впливають на формування основних показників якості продукції. Зокрема, максимальний вміст протеїну зафіксовано за проведення сівби у II декаді травня у сортів Славія та Рось. У зазначених варіантах вміст протеїну становив відповідно 20,21 % та 21,10 %, що перевищувало контроль на 0,47 % і 2,36 %. Проведення сівби у ранній строк (I декада травня) або пізніший (III декада травня) строк зумовлювало лише незначні коливання вмісту протеїну як у бік підвищення, так і зниження відносно контрольного варіанту. Щодо вмісту сухої речовини, підвищені показники відзначено у сортів Славія та Файний Ясь за сівби у II та III декадах травня. Зазначені строки сівби сприяли зростанню концентрації сухої речовини в продукції.

Високий вміст сирого жиру отримано у сорту Файний Ясь за сівби у II декаді травня - 2,87 %, що у 1,2 раза перевищувало показник контрольного варіанту. За перенесення строку сівби насіння на III декаду травня, у цього ж

сорт, спостерігалось незначне зниження вмісту жиру до 2,81 %, однак значення залишалося вищим за контроль. Близьким за величиною показником характеризувався сорт Рось (2,71 %) за висіву у II декаді травня. В інших варіантах досліду, вміст сирого жиру істотно не відрізнявся від контрольного рівня.

Таблиця 4.6

Якісні показники квасолі за різного строку сівби, (середнє 2023-2025 рр.)

Строк сівби	Сорт	Сирий протеїн, %	Суша речовина, %	Вміст жиру, %	Вміст золи, %	Вміст N, г/кг на суху речовину	Вміст P г/кг на суху речовину
I декада травня	Славія (К)	19,74±0,02	87,21±0,03	2,43±0,02	3,77±0,10	30,12±0,05	3,98±0,03
	Рось	19,81±0,04	88,11±0,06	2,64±0,07	3,61±0,06	31,48±0,06	4,64±0,05
	Файний Ясь	19,21±0,12	88,94±0,08	2,80±0,11	4,42±0,09	33,14±0,01	5,27±0,11
II декада травня	Славія	20,21±0,01	87,56±0,01	2,62±0,06	3,97±0,03	30,59±0,07	4,12±0,05
	Рось	22,10±0,03	88,24±0,03	2,71±0,09	3,74±0,06	31,51±0,11	4,59±0,06
	Файний Ясь	19,83±0,10	90,35±0,01	2,87±0,08	4,64±0,09	33,32±0,13	5,24±0,10
III декада травня	Славія	19,62±0,01	86,87±0,04	2,37±0,01	3,62±0,01	30,08±0,01	4,13±0,01
	Рось	19,26±0,05	88,01±0,06	2,58±0,05	3,61±0,07	31,42±0,04	4,43±0,04
	Файний Ясь	19,35±0,08	88,15±0,07	2,81±0,03	4,38±0,12	33,07±0,06	5,21±0,05

Примітка: (К) – контроль.

Підвищені показники зольності відзначено у сорту Файний Ясь (4,38–4,64 %) за сівби у I–III декадах травня, причому проведення сівби у I та II декадах сприяло більш вираженому зростанню цього показника відносно

III декади травня. Аналогічну тенденцію до підвищення вмісту золи встановлено у сорту Славія за висіву насіння у II декаді травня. Водночас зміна строків сівби в межах I–III декад травня не забезпечила істотного зростання зольності у сорту Рось.

Підвищеним вмістом азоту чи фосфору характеризувалися сорти Файний Ясь і Рось за сівби у I–III декадах травня. У зазначених варіантах концентрація азоту перевищувала показник контрольного варіанту у 1,0–1,1 раза, тоді як вміст фосфору — у 1,1–1,3 раза, що свідчить про сприятливий вплив досліджуваних строків сівби на накопичення елементів мінерального живлення. У сорту Славія за сівби у II та III декадах травня встановлено лише незначне зростання вмісту азоту та фосфору, де перевищення відносно контролю становило 2,0–4,0 %.

Таким чином, урожайність бобів квасолі варіювала в межах 2,5–3,7 т/га та визначалась взаємодією сортових особливостей і строків сівби насіння. Сівба насіння у I - III декадах травня забезпечує підвищення врожайності у сорту Файний Ясь на 27–42 %. Найбільш виражений позитивний вплив спостерігався за сівби насіння в I та II декадах травня, приріст урожайності становив 0,8–1,1 т/га. Строків сівби у II та III декадах травня, за вирощування сорту Славія забезпечує підвищення врожайності бобів на 0,3–0,4 т/га.

Аналіз коефіцієнта стабільності Левіса засвідчив, що найвищий рівень стабільної продуктивності характерний для сорту Файний Ясь, Славія за сівби у I - III декадах травня, де значення показника становило 1,13–1,14. Застосування строку сівби III декада травня зумовило незначне підвищення коефіцієнта Левіса до 1,15 по сорту Славія, що свідчить про дещо більшу варіабельність урожайності за цим строком.

Строки сівби істотно впливають на формування основних показників якості продукції квасолі. Зокрема, максимальний вміст протеїну можливий за проведення сівби у II декаді травня у сортів Славія та Рось (20,21 % та 21,10 %). Проведення сівби у ранній строк (I декада травня) або пізніший (III декада травня) строк зумовлювало незначні коливання вмісту протеїну як

у бік підвищення, так і зниження. Високий вміст сирого жиру забезпечує сорту Файний Ясь за сівби у II декаді травня (2,87 %). Перенесення строку сівби насіння на III декаду травня сприяє в незначному зниженні вмісту жиру до 2,81 %. Близьким за величиною показником характеризувався сорт Рось (2,71 %) за висіву у II декаді травня.

Підвищені показники зольності відзначено у сорту Файний Ясь (4,38–4,64 %) за сівби у I–III декадах травня, причому проведення сівби у I та II декадах сприяло більш вираженому зростанню цього показника відносно III декади травня. Підвищеним вмістом азоту чи фосфору характеризувалися сорти Файний Ясь і Рось за сівби у I–III декадах травня: вміст азоту збільшується в 1,0–1,1 раза, тоді як фосфору - у 1,1–1,3 раза, що свідчить про сприятливий вплив досліджуваних строків сівби на накопичення елементів мінерального живлення.

Висновки до розділу 4.

1. Сорти квасолі характеризуються швидким темпом початкового росту і розвитку та середніми строками дозрівання. За висіву насіння у I чи II декаді травня тривалість міжфазного періоду «сівба – повні сходи» у сортів Рось і Файний Ясь становить 5,6–6,0 діб після висіву. За пізнішого строку сівби, поява повних сходів затримується майже на одну добу. Одночасно, тривалість міжфазного періоду «повні сходи–цвітіння» варіює в межах 47,8–51,1 діб. За висіву насіння у I та II декадах травня тривалість є однаковою, а за сівби у III декаді травня період «повні сходи – цвітіння» подовжується на 0,4–1,4 доби. Найбільшою тривалістю характеризується сорт Рось – 51,1 доба.

2. Перевага I та II строків сівби насіння існує на період «цвітіння – налив бобів». Коротким періодом характеризуються сорт Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби) за висіву насіння у I декаді травня, дещо подовжений за сівби у II декаді травня, зокрема у сорту Файний Ясь – 16,5 доби. Більш тривалий період «цвітіння – налив бобів» спостерігається за висіву у III декаді травня, його значення змінюється від 17,1 доби у сорту Рось до 17,7 доби у сорту Файний Ясь.

Також, період «налив бобів – технічна стиглість» у сортів Рось та Файний Ясь є більш тривалим за сівби насіння у I та II декадах травня і може становити 17,2–17,5 доби. За пізнішого строку сівби (III декада травня) від подовжується на 1,9–2,2 доби.

3. В умовах Центрального Лісостепу загальна тривалість вегетаційного періоду сортів квасолі може коливатись 86-94 доби. Найдовший вегетаційний період характерний по сортах Славія, Рось та Файний Ясь (93-94 доби) за строку сівби насіння у III декаді травня. Строк сівби насіння у I чи II декаді травня сприяють у скороченні вегетаційного періоду до 86 чи 88 діб.

4. Польова схожість насіння залежить від строку сівби насіння. Кращі умови для отримання дружніх сходів забезпечують ранні строки сівби. За сівби насіння в I та II декадах травня спостерігалось підвищення польової схожості, тоді як перенесення строку сівби на III декаду травня зумовлювало її зниження. Високе значення польової схожості отримано по сорту Рось може становити 93,6 % за сівби в I декаді травня, близькою за величиною схожістю характеризується сорт Славія (92,3 %) за висіву в II декаді травня, а у сорту Файний Ясь - 90,3 %.

5. Кількість формування бульбочок на кореневій системі квасолі поступово зростає до фази «цвітіння», після чого тенденція знижується. За сівби насіння в I та II декаді травня, сорт квасолі Славія формує загальну кількість бульбочок, що складає 29,4 та 29,8 шт/рослині. У фазу «технічна стиглість» спостерігається зниження кількості бульбочок до межі 12,6–13,5 шт/рослині. Максимальну кількість бульбочок можна отримати за сівби насіння в I декаді травня по сорту Рось - 13,5 шт/рослині; за висіву насіння в II декаді травня найвищий показник відзначено у сорту Файний Ясь (13,0 шт/рослині); а за сівби в III декаді травня - по сорту Славія (12,8 шт/рослині).

6. Максимальна маса бульбочок у фазу «цвітіння» може коливатись від 263,8 до 294,7 мг/рослину. Збільшенням маси бульбочок до 3 % характеризується по сорту Рось за висіву насіння у I, II декаді травня. У фазу

«технічна стиглість бобів» маса бульбочок зменшується у 2,9–3,5 рази. Найвищими показниками накопичення загальної маси бульбочок характеризуються сорти Рось і Файний Ясь (93,7 та 94,0 мг/рослину), а сівба насіння у III декаді травня не забезпечує збільшення маси бульбочок.

7. Найвищими показниками посухостійкості характеризуються усі сорти квасолі, проте існує середній рівень стійкості до основних шкочинних агентів (7–8 балів). Найвищий рівень резистентності існує у сорту Файний Ясь за висіву насіння в I та II декаді травня (8 балів).

8. В умовах Центрального Лісостепу врожайність бобів квасолі становить 2,5–3,7 т/га. Найбільш виражений позитивний вплив спостерігається за сівби насіння в I та II декадах травня, приріст урожайності становив 0,8–1,1 т/га. Строки сівби у II та III декадах травня, за вирощування сорту Славія, забезпечують підвищення врожайності бобів на 0,3–0,4 т/га. Найвищий рівень стабільної продуктивності характерний для сорту Файний Ясь, Славія за сівби у I - III декадах травня.

9. Строки сівби істотно впливають на формування якості бобів квасолі. Максимальний вміст протеїну можливий за проведення сівби у II декаді травня у сортів Славія та Рось (20,21 % та 21,10 %). Високий вміст сирого жиру забезпечує сорту Файний Ясь за сівби у II декаді травня (2,87 %). Перенесення строку сівби насіння на III декаду травня сприяє в незначному зниженні вмісту жиру до 2,81 %. Також, підвищені показники зольності характерні для сорту Файний Ясь (4,38–4,64 %) за сівби у I–III декадах травня, причому проведення сівби у I та II декадах сприяє більш вираженому зростанню відносно сівби насіння у III декаді травня. Підвищеним вмістом азоту чи фосфору характеризуються сорти Файний Ясь і Рось за сівби у I–III декадах травня: вміст азоту збільшується в 1,0–1,1 раза, тоді як фосфору - у 1,1–1,3 раза.

Список літератури до розділу 4

1. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові ресурси рослинного білка. *Селекція і насінництво*. Вип. 96. 2008. С. 215-222.
2. Вишнівський П.С., Камінський В.Ф. Зернобобові культури в умовах зміни клімату. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. НААН України*. Вінниця. 2013. Вип 77. С. 110-117.
<https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/509/418>
3. Гетман Н. Я. Гук Є. В. Обґрунтування впливу строків сівби насіння на продуктивність та якість зерна квасолі у відкритому ґрунті. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 3 (38). С. 159–172.
<http://forestry.vsau.org/en/num/3-38>
4. Грищенко О. М., Жемойда В. Л., Полторецька Н. М. Стійкість сортів квасолі звичайної до хвороб в умовах Північного Лісостепу України. *Зб. наук. пр. Уманського державного аграрног л ун-ту*. Умань, 2009. Ч. 1. Вип. 72. С. 135–142.
<https://journal.udau.edu.ua/assets/files/others/-Zbirnik-UDAU-72.Ch.1.pdf>
5. Кобизєва Л. Н., Безугла О.М., Тертишний О.В. Потенціал зернобобових культур для створення сортів придатних для механізованого збирання. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 10–15.
6. Михайлов В. Г., Романюк Л. С., Щербина О. З. Успадкування кількісних ознак у гібридів квасолі F 1. *Селекція та насінництво*. 2016. № 3–4. С. 197–205.
7. Овчарук В. І., Овчарук О. В., Акуленко В. В. Урожайність та якість зерна квасолі в умовах Лісостепу західного: *зб. наук. пр. Національного наукового центру “Інститут землеробства НААН”*. 2016. Вип. 1. С. 58–65.
<https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2021/04/znp-1-2016.pdf>
8. Овчарук О. В. Особливості формування врожаю квасолі залежно від строків сівби і сорту в умовах південної частини західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрнотехнічного університету*. Київ, 2006. Вип. 14. С. 129–131.

9. Овчарук О. В. Оцінка продуктивності сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного: зб. наук. пр. Подільського державного аграрно-технічного університету. 2013. № 21. С. 17–20.

10. Овчарук О.В. Сортіві особливості квасолі звичайної в умовах Лісостепу України. *Таврійський наук. вісник*. Херсон, 2014. Вип.88. С. 152-158. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/88_2014/88_2014.pdf

11. Рожко І.І., Кулик М.І., Гончаров М.О. Біологічні особливості та основні аспекти технології вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris L.*) на насіння. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (4). С. 43–52. <https://journals.pdau.edu.ua/visnyk/issue/view/56>

РОЗДІЛ 5.

МІКОРИЗАЦІЯ НАСІННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ

Мікоризація є ключовим екологічним механізмом, що забезпечує ефективне функціонування наземних екосистем, підвищує життєздатність рослин та підтримує родючість ґрунтів. Вона має фундаментальне значення для збереження природних біоценозів і сталого розвитку агроекосистем [1, 5]. Мікоризація це форма симбіотичних взаємовідносин між грибами та кореневою системою вищих рослин, яка має екологічне й біологічне значення. Понад 80–90 % наземних рослин утворюють мікоризні асоціації. Гіфи грибів значно збільшують поглинальну поверхню кореневої системи, що підвищує засвоєння фосфору, азоту, калію та мікроелементів; покращує використання важкодоступних форм поживних речовин; сприяє ефективнішому водопостачанню. Рослина у відповідь забезпечує гриб органічними сполуками [6, 7, 8].

Мікоризні асоціації підвищують посухостійкість рослин; зменшують негативний вплив засоленості та важких металів у ґрунті; підсилюють імунні реакції проти ґрунтових патогенів. Мікориза є важливою ланкою біогеохімічних циклів, що забезпечує ефективний обіг вуглецю між рослинами та ґрунтом; бере участь у трансформації органічних і мінеральних сполук; підтримує функціонування природних фітоценозів [9, 10, 11].

Основними мікроорганізмами, що формують мікоризацію, є ґрунтові мікроскопічні та макроскопічні гриби, які належать переважно до відділів *Glomeromycota*, *Basidiomycota* та *Ascomycota*. Саме вони забезпечують симбіотичний обмін поживними речовинами між ґрунтом і рослиною, підвищуючи її життєздатність і стійкість [2, 12].

Мікоризація формується переважно за участі ґрунтових грибів, які вступають у симбіотичні взаємовідносини з кореневою системою вищих рослин. У її формуванні беруть участь різні таксономічні групи грибів.

Найбільш поширеним типом є ендомікориза (арбускулярна мікориза), за якої гіфи гриба проникають у клітини кори кореня та утворюють спеціалізовані біотичні структури. Представники відділу *Glomeromycota*, зокрема родів *Glomus*, *Rhizophagus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, є типовими агентами такого типу симбіозу. Вони формують внутрішньоклітинні утворення — арбускули, що забезпечують інтенсивний обмін поживними речовинами між партнерами, та везикули, які виконують функцію запасання. Арбускулярна мікориза є характерною для більшості трав'янистих видів, у тому числі значної частини сільськогосподарських культур і, відіграє важливу роль у забезпеченні їхнього мінерального живлення та підвищенні адаптивного потенціалу [13, 14, 15].

5.1. Вивчення тривалості вегетаційного та міжфазних періодів квасолі залежно від мікоризації насіння.

Тривалість вегетаційного періоду є важливим агробіологічним показником для рослин відкритого ґрунту, що відображає сукупний вплив температурного режиму, світлових умов і генетично зумовлених біологічних особливостей виду. Зазначені чинники безпосередньо визначають інтенсивність проходження фотосинтезу, а також повноцінність проходження основних фаз росту і розвитку, включаючи формування генеративних органів і врожаю. Порушення хоча б одного з цих чинників у процесі вирощування спричинює зміну фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі. Унаслідок цього спостерігається пригнічення росту і його розвитку, зниження продуктивності або, повної загибелі рослини [3].

Попередніми дослідженнями визначено, що мікоризація виступає важливим регулятором проходження фенологічних фаз у рослині, оскільки зумовлює модифікацію темпів онтогенетичного розвитку, оптимізує її мінеральне живлення, підвищує стабільність фізіологічних реакцій на чинники зовнішнього середовища та здатна впливати на тривалість періоду активного функціонування рослинного організму. Унаслідок цього мікоризовані рослини характеризуються більш синхронізованим, стабільним і

ефективним проходженням основних фаз росту і розвитку порівняно з немікоризованими аналогами.

У дослідженнях обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд окремо або, в поєднанні з препаратами Азотохелп чи Органік баланс забезпечувало більш стале проходження основних фаз росту та розвитку рослини квасолі по сортах Галактика та Славія. Встановлено, що початок фаз росту та розвитку квасолі або спостерігався на добу раніше або, була аналогічною до дати рослин, насіння яких не оброблялось мікоризним препаратом в поєднанні з біопрепаратами. Така залежність спостерігалась до фази «формування бобів» (табл. 5.1).

Унаслідок застосування передпосівної мікоризації насіння, у рослин сорту Галактика відмічено зміщення початку фенологічної фази «формування бобів» на одну добу пізніше відносно контрольного варіанту. Аналогічна тенденція, до затримки зазначеної фази, встановлена і за умови сумісного застосування препаратів Мікофренд, Азотохелп та Органік баланс.

За вирощування сортів квасолі Славія та Галактика початок фази технічної стиглості бобів відбувався у першій декаді серпня. Водночас результати досліджень свідчать, що мікоризація загалом сприяє прискоренню досягнення технічної стиглості. Зокрема, найбільш виражений позитивний результат відмічено за використання препарату Мікофренд, де у сорту Славія ця фаза починалась на 2 доби раніше відносно контролю. Подібну закономірність встановлено і по сорту Галактика за сумісного застосування Мікофренду та препарату Органік баланс, де технічна стиглість бобів фіксувалася на 2 доби раніше. Водночас комбіноване використання Мікофренду, Азотохелпу та Органік балансу зумовлювало затримку початку цієї фази на одну добу у рослин сорту Галактика.

Тривалість міжфазних періодів є величиною, яка визначається поєднанням генетичних і екологічних чинників і, може суттєво коливатись для культури в різних умовах вирощування. Ця залежність була отримана в наших дослідженнях, за вирощування квасолі в умовах відкритого ґрунту. На початку

вегетації період від сівби насіння до сходів був майже однаковий по сортах і, не залежав від мікоризації насіння. В середньому тривалість досліджуваного періоду становила 14-16 діб. Проте, за подальшої вегетації рослини встановлено відхилення тривалості міжфазного періоду як в сторону зменшення так і його збільшення, відносно контрольного варіанту за використання мікоризації насіння.

Таблиця 5.1

Вплив мікоризації на проходження фенологічних фаз росту і розвитку сортів квасолі, (середнє за 2023-2025 рр.)

Сорт	Препарат	Дата початку фенологічної фази / ВВСН					
		поява сходів/ 09-10	трійчастий листок/ 13	бутонізація/ 51-59	цвітіння/ 60-69	формування бобів/ 71-75	технічна стиглість/ 75-79
Славія	Без застосування мікоризації (К)	23.05	09.06	25.06	11.07	23.07	03.08
	Мікофренд	23.05	09.06	24.06	11.07	22.07	01.08
	Мікофренд + Азотохелп	24.05	09.06	25.06	10.07	22.07	02.08
	Мікофренд + Органік баланс	24.05	09.06	24.06	09.07	22.07	03.08
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	24.05	09.06	25.06	11.07	23.07	03.08
Галактика	Мікофренд	23.05	10.06	25.06	12.07	24.07	03.08
	Мікофренд + Азотохелп	23.05	10.06	26.06	12.07	23.07	02.08
	Мікофренд + Органік баланс	24.05	10.06	25.06	11.07	22.07	01.08
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	24.05	10.06	25.06	11.07	24.07	04.08

Примітка: (К) – контроль.

В умовах Лісостепу тривалість фази трійчастого листка становила 16-18 діб. Застосування мікоризації насіння без поєднання препаратів (Азотохелп чи Органік баланс) тривалість фази трійчастого листка подовжувався на одну добу лише по сорту квасолі Галактика. Аналогічну тенденцію отримано і у варіанті з поєднанням Мікофренду та Азотохелпу. У інших варіантах досліджуваний період або був однаковий з контрольним варіантом, або зменшувався на одну добу (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Тривалість міжфазних періодів сортів квасолі, діб
(середнє за 2023-2025 рр.)**

Сорт	Препарат	Тривалість фаз росту та розвитку рослини, діб						Тривалість вегетації, діб
		сівба - сходи	трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	формування бобів	технічна стиглість	
Славія	Без застосування мікоризації (К)	15	17	16	16	12	11	87
	Мікофренд	15	17	15	17	11	10	85
	Мікофренд + Азотохелп	16	16	16	15	12	11	86
	Мікофренд + Органік баланс	14	16	15	15	13	12	85
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	14	16	16	16	12	11	85
Галактика	Мікофренд	15	18	16	17	12	10	88
	Мікофренд + Азотохелп	15	18	16	17	12	10	88
	Мікофренд + Органік баланс	16	17	17	16	11	10	87
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	15	17	15	16	13	11	87

Примітка: (К) – контроль.

Загальна тривалість фази бутонізації, у рослин квасолі залежно від

мікоризації насіння коливалась від 15 до 17 діб. Більш тривалий міжфазний період «бутонізації» у 17 діб спостерігався у варіанті, де насіння сорту Галактика оброблялось Мікофрендом разом з Органік баланс. У результаті обробки насіння Мікофрендом або Мікофренд і Органік баланс по сорту Славія чи Мікофренду в поєднанні з Азотохелпом і Органік баланс міжфазний період бутонізації скорочується до 15 діб, що на одну добу було менше за контрольний варіант. У інших варіантах, період бутонізації був аналогічний до контролю.

Успішне цвітіння – це ключова умова переходу рослини від росту до формування продуктивних органів бобів у квасолі. У проведених дослідженнях тривалість періоду цвітіння варіювала в межах 15–17 діб. Найдовший період (17 діб) відзначено у варіантах, де насіння сортів Славія та Галактика обробляли препаратом Мікофренд, а також за сумісного застосування Мікофренду з Азотохелпом відповідно. Водночас встановлено, що мікоризація насіння може зумовлювати скорочення тривалості цвітіння рослин квасолі до 15 діб. Такий результат спостерігався у варіантах із обробкою насіння Мікофрендом у поєднанні з Азотохелпом або Органік балансом у сорту Славія. В інших варіантах істотного впливу мікоризації на тривалість періоду цвітіння не виявлено.

Період формування бобів в цілому тривав від 11 до 13 діб. Позитивний вплив мікоризації насіння, на збільшення періоду формування бобів, отримано у варіанті, де насіння сорту Славія оброблялось Мікофрендом разом із біопрепаратом Органік баланс. Різниця до контролю становила одну добу. Аналогічний позитивний вплив мікоризації отримано і по сорту Галактика, насіння якого оброблялось Мікофрендом разом із біопрепаратами Азотохелп та Органік баланс. Зменшення тривалості періоду «формування бобів» до 11 діб встановлено за використання Мікофренду по сорту Славія та по сорту Галактика від використання Мікофренду і Органік баланс. У інших варіантах не виявлено змін у тривалості міжфазного періоду - «формування бобів».

Міжфазний період «технічна стиглість» є етапом у вегетації рослини, від

якого залежить отримання якісного врожаю квасолі, а також значно впливає на загальну продуктивність рослини. У проведеному досліді тривалість зазначеного міжфазного періоду варіювала в межах 10–12 діб. Найбільшу тривалість (12 діб) відмічено у рослин сорту Славія у варіанті з передпосівною обробкою насіння препаратом Мікофренд у поєднанні з біопрепаратом Органік баланс, що на одну добу перевищувало контроль. Водночас встановлено скорочення тривалості міжфазного періоду «технічна стиглість» до 10 діб за обробки насіння Мікофрендом у сортів Славія та Галактика, а також за сумісного застосування Мікофренду з Азотохелпом або Органік балансом у сорту Галактика. В інших варіантах тривалість досліджуваного періоду істотно не відрізнялася від контролю.

Тривалість вегетаційного періоду є ключовим показником, який визначає успішність вирощування рослини у відкритому ґрунті, рівень врожайності та якість отриманої продукції. У дослідженні загальна тривалість вегетаційного періоду становила 85-88 діб і залежала як від сортових особливостей квасолі так і від мікоризації насіння. Найбільш тривалим вегетаційним періодом (88 діб) характеризувались рослини сорту Галактика за використання Мікофренду та Мікофренду в поєднанні з Азотохелпом. Одночасно, у результаті проведеної мікоризації насіння, встановлено і скорочення вегетаційного періоду на 1-2 доби відносно контрольного варіанту. Таку тенденцію отримано по сорту Славія в усіх досліджуваних варіантах.

Таким чином, мікоризація виступає важливим регулятором проходження фенологічних фаз квасолі. Обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд окремо або, в поєднанні з препаратами Азотохелп чи Органік баланс забезпечує стале проходження основних фаз росту та розвитку рослини у сортів Галактика та Славія.

В умовах Лісостепу тривалість фази трійчастого листка може коливатись 16–18 діб, проте застосування мікоризації з поєднанням Азотохелпу подовжує на одну добу тривалість фази по сорту Галактика. Більш

тривалий міжфазний період «бутонізації» у 17 діб можливий за обробки насіння сорту Галактика Мікофрендом разом з Органік баланс. Одночасно, більш тривалий період цвітіння 17 діб спостерігається у сорту Славія за використання Мікофренду чи сумісного застосування Мікофренду з Азотохелпом по сорту Галактика. Проте, мікоризація насіння може зумовлювати скорочення тривалості цвітіння рослин квасолі до 15 діб по сорту Славія за використання Мікофренду у поєднанні з Азотохелпом або Органік балансом.

За вирощування сортів квасолі Славія та Галактика початок фази технічної стиглості бобів відбувався у першій декаді серпня. Мікофренд разом із біопрепаратом Органік баланс подовжує на одну добу період формування бобів у сорту Славія та сорту Галактика, насіння якого оброблялось Мікофрендом разом із біопрепаратами Азотохелп та Органік баланс. Найбільшу тривалість періоду «технічна стиглості бобів» у 12 діб можна отримати по сорту Славія за використання Мікофренду у поєднанні з Органік баланс і зменшення до 10 діб за обробки насіння Мікофрендом у сортів Славія та Галактика, а також за сумісного застосування Мікофренду з Азотохелпом або Органік балансом у сорту Галактика.

Найбільш тривалим вегетаційним періодом (88 діб) характеризувались рослини сорту Галактика за використання Мікофренду та Мікофренду в поєднанні з Азотохелпом.

5.2. Вплив мікоризації насіння на формування показників біометрії рослини квасолі.

Для встановлення ефективності елементів технології на продуктивність квасолі звичайної, особлива увага зверталась на показники біометрії рослини. У досліді отримані дані біометрії рослини різнились за величиною. З літературних джерел відомо, що висота прикріплення нижніх бобів є однією з важливих ознак, яка визначає технологічність сорту і подальшу придатність його до механізованого збирання [2, 5]. У цілому, даний показник коливався

від 14,7 до 16,0 см по сорту Галактика та від 13,2 до 14,8 см по сорту Славія. Отримані величини вказують на те, що сорт Славія належить до ранньостиглих сортів квасолі з більш нижчим кріпленням нижнього боба, а сорт Галактика до середньостиглих сортів.

Одночасно, мікоризація та досліджувані біопрепарати викликають позитивні зміни у сортів квасолі, що впливає на показник прикріплення нижніх бобів. Так, у варіанті, де застосовано Мікофренд окремо, а також із застосуванням Азотохелпу чи Органік баланс, досліджуваний показник перевищував показник рослин контрольного варіанту як по сорту Славія, так і по сорту Галактика. Використання Мікофренду сприяло збільшення висоти прикріплення нижнього бобу в рослин Славія на 0,5 см, а по сорту Галактика на 1,7 см (табл. 5.3).

У результаті сумісного застосування Мікофренду і препаратів Азотохелп та Органік баланс висота прикріплення нижніх бобів значно перевищувала величину контрольного варіанту. Так, найбільшу висоту прикріплення нижнього бобу отримано по сорту Галактика (16,0 см), що перевищувало величину контролю в 1,2 рази. За вирощування сорту Славія та сумісне використання мікоризного препарату та біопрепаратів висота кріплення нижнього бобу також збільшується, проте перевищувала величину контролю лише на 1,6 см. Одночасно, за використання мікоризного препарату Мікофренд разом з Азотохелпом чи Органік баланс висота прикріплення бобу по сорту Галактика перевищувала контроль в 1,1 рази. Аналогічну тенденцію позитивного впливу біопрепаратів отримано і по сорту Славія.

Очевидно, комплекс агрономічно цінних мікроорганізмів, а саме мікоризоутворюючий гриб *Glomus sp.*, бактерії *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces sp.*, фосфатмобілізуючі та каліймобілізуючі бактерії і бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.* збільшують площу поглинання кореневою системою елементів живлення і вологи за рахунок розвитку мікоризи,

забезпечується утримання вологи в кореневій зоні рослини, а рослину вітамінами, фітогормонами, амінокислотами, що в подальшому значно впливало на біометричні показники квасолі, в тому числі на висоту прикріплення нижнього бобу.

Таблиця 5.3.

**Біометричні показники квасолі залежно від мікоризації насіння
в 2023-2025 рр.**

Сорт	Препарат	Висота прикріплення нижніх бобів, см	Кількість бобів на рослині, шт	Кількість насінин у бобі, шт	Маса 1000 насінин, г
Славія	Без застосування мікоризації (К)	13,2±0,2	7,2±0,1	7,1±0,1	292±0,2
	Мікофренд	13,7±0,3	7,2±0,2	7,3±0,2	299±0,3
	Мікофренд + Азотохелп	14,5±0,4	7,3±0,3	7,4±0,3	301±0,4
	Мікофренд + Органік баланс	14,6±0,2	7,3±0,1	7,5±0,2	312±0,2
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	14,8±0,1	7,3±0,2	7,6±0,1	324±0,1
Галактика	Мікофренд	14,9±0,1	7,4±0,2	7,7±0,3	262±0,2
	Мікофренд + Азотохелп	15,2±0,2	7,3±0,3	7,8±0,4	267±0,3
	Мікофренд + Органік баланс	15,8±0,3	7,5±0,3	7,7±0,5	270±0,1
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	16,0±0,1	7,5±0,1	7,9±0,1	274±0,1

Примітка: (К) – контроль.

Одночасно, азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum*, що складають основу Азотохелпу та біологічно активні продукти їх життєдіяльності, а саме амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини підвищують експресію генів квасолі, що забезпечують

стресостійкість рослин до несприятливих кліматичних умов та покращує розвиток рослини і засвоєння поживних речовин.

Важливим показником біометрії рослини вважають кількість бобів на рослині та кількість насінин у бобі. В цілому, кількість бобів вважають ознакою, яка визначає рівень зернової продуктивності квасолі, а кількість насінин безпосередньо впливає на загальну врожайність рослини. Сорти квасолі Славія та Галактика характеризувались майже однаковою кількістю бобів на рослині та кількістю насінин у бобі. Однак мікоризний препарат Мікофренд з мікоризоутворюючим грибом *Glomus* забезпечив позитивну тенденцію щодо збільшення досліджуваних показників. У варіантах, де застосовували поєднання Мікофренду з Азотохелпом чи Органік баланс або ж бакову суміш вказаних біопрепаратів кількість бобів на рослині та кількість насінин у бобі мали вище значення відносно показника контрольного варіанту. Так, найбільшу кількість бобів по сорту Галактика отримано за використання Мікофренду в поєднанні з Органік баланс (7,5 шт) та за бакової суміші Мікофренду, Азотохелпу і Органік баланс (7,5 шт), що перевищувало величину контрольного варіанту на 4 %. Одночасно, максимальне збільшення кількості насіння у бобі, по сорту Галактика, спостерігалось у варіанті з використанням бакової суміші Мікофренду, Азотохелпу і Органік баланс (7,9 шт) та за поєднання Мікофренду з Азотохелпом (7,8 шт), що перевищувало значення контролю на 11 %.

Насіння у досліді було типовим, виповненим і відповідало сортовим особливостям, однак маса 1000 насінин квасолі по сорту Галактика (266 г) поступалась величиною сорту квасолі Славія (306 г). Маса 1000 насінин квасолі досить вдало характеризує позитивний вплив мікоризації квасолі з одночасним застосуванням біопрепаратів, оскільки кількісне вираження даної ознаки є основою структури врожаю. У результаті застосування мікоризації квасолі маса насіння становила 262 г по сорту Галактика і по сорту Славія 299 г або ж збільшувалась на 2 % відповідно. У варіантах, де разом із мікоризним препаратом Мікофренд застосовували Азотохелп чи Органік баланс, по

досліджуваних сортах квасолі, маса насіння перевищувала значення контрольного варіанту на 3-7 %.

У результаті мікоризації насіння квасолі та застосуванні бакової суміші Азотохелпу і Органік баланс маса насіння становила по сорту Галактика 274 г, а по сорту Славія 324 г, що перевищувало величину контролю на 17 г і 32 г відповідно. Таке збільшення маси сприяло у позитивній дії комплексу мікроорганізмів, які становлять основу препаратів, а саме мікоризоутворюючі гриби *Glomus sp.* та бактерії *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces sp.*, фосфатмобілізуючі та каліймобілізуючі бактерії і бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.* Вказані мікроорганізми сприяли кращому засвоєнню поживних елементів з ґрунту та вітамінів, фітогормонів і амінокислот, а відповідно це забезпечило накопиченню більшої кількості сухої речовини в насініні і збільшенні її маси.

Таким чином, мікоризація та біопрепарати викликають позитивні зміни у сортів квасолі, що впливає на прикріплення нижнього бобу. Використання Мікофренду забезпечує збільшення висоти прикріплення нижнього бобу в рослин Славія на 0,5 см, а по сорту Галактика на 1,7 см. Сумісне застосування Мікофренду і препаратів Азотохелп та Органік баланс також сприяє збільшенню висоти прикріплення нижнього бобу в 1,2 рази по сорту Галактика, що становить 16,0 см.

Комплекс агрономічно цінних мікроорганізмів, а саме мікоризоутворюючий гриби *Glomus sp.*, бактерії *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces sp.*, фосфатмобілізуючі та каліймобілізуючі бактерії і бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.* збільшують площу поглинання кореневою системою елементів живлення і вологи за рахунок розвитку мікоризи, забезпечується утримання вологи в кореневій зоні рослини, а рослину вітамінами, фітогормонами, амінокислотами, що значно впливає на біометричні

показники квасолі, в тому числі на висоту прикріплення нижнього бобу.

Мікоризний препарат Мікофренд сприяє збільшенню кількості бобів на рослині та кількості насінин у бобі. Одночасно, поєднання Мікофренду з Азотохелпом чи Органік баланс або ж бакову суміш вказаних біопрепаратів значно збільшують кількість бобів на рослині на 4 % та кількість насінин у бобі на 11 % по сорту Галактика.

Мікоризація квасолі збільшує на 2 % масу насіння, що становить 262 г по сорту Галактика і по сорту Славія 299 г. Поєднання Мікофренду та Азотохелпу чи Органік баланс збільшує масу насіння на 3-7 %, а застосуванні бакової суміші Мікофренду, Азотохелпу і Органік баланс збільшує масу насіння на 17 г по сорту Галактика (274 г) та на 32 г по сорту Славія (324 г).

5.3. Урожайність та показники якості продукції квасолі залежно від мікоризації насіння.

Оптимальний перебіг фотосинтетичних процесів і накопичення основних біохімічних показників позитивно впливають на загальний рівень урожайності рослини. Експериментальними даними встановлено, що мікоризація та застосування біологічних препаратів мають істотний вплив на досліджуваний показник [3, 4]. Упродовж періоду досліджень рівень урожайності бобів залишався відносно високим і варіював у межах 10,8–13,7 т/га, що можна оцінити як задовільний результат.

Водночас аналіз динаміки врожайності за роками засвідчив її нестабільність. Найнижчі показники були отримані у 2023 році вирощування, що, ймовірно, зумовлено нерівномірним розподілом опадів упродовж вегетаційного періоду. Незважаючи на низьку врожайність бобів квасолі у зазначеному році, позитивний вплив мікоризації було отримано по сортах Славія та Галактика. Застосування окремо Мікофренду істотно збільшило врожайність бобів сорту Славія до величини 2,7 т/га, що перевищувало величину контрольного варіанту на 0,5 т/га, а по сорту Галактика (2,8 т/га) перевищення за контроль становило 0,6 т/га. Поєднання мікоризного

препарату Мікофренд з Азотохелпом чи Органік баланс забезпечило підвищення врожайності бобів по сорту Славія та Галактика до величини 2,6-2,9 т/га, або ж збільшення врожайності бобів відбулось на 18-32 %.

Унаслідок застосування бакової суміші препаратів Мікофренд, Азотохелп та Органік Баланс у 2023 році вирощування зафіксовано максимальну врожайність бобів квасолі для сорту Галактика. Позитивна дія комплексу мікроорганізмів, що входять до складу біопрепаратів, забезпечила формування врожайності на рівні 3,2 т/га, що перевищує контрольний варіант на 1,0 т/га, або ж на 45 %. Застосування суміші біопрепаратів також сприяло підвищенню врожайності сорту Славія до 3,0 т/га, проте приріст відносно контролю становив лише 0,8 т/га і був на 0,2 т/га нижчим порівняно з показником сорту Галактика (табл. 5.4).

У 2024–2025 роках відмічено зростання врожайності квасолі за використання досліджуваних біопрепаратів. Зокрема, у 2024 році найвищі показники врожайності отримано від застосування мікоризного препарату Мікофренд у поєднанні з Азотохелпом чи Органік баланс окремо чи суміші Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс для сорту Славія (3,4-3,5 т/га), а також за використання Мікофренду окремо або в комбінації з Азотохелпом та Органік баланс для сорту Галактика (3,4-3,6 т/га), що перевищувало контрольні значення на 10 % або ж на 26–33 % відповідно. В інших варіантах досліджу врожайність була дещо нижчою, однак також спостерігалась позитивна дія біопрепаратів. Порівняно нижчі показники, хоча й вищі за контроль, зафіксовано для сорту Славія від застосування Мікофренду (3,2 т/га), де приріст врожайності становив тільки 0,5 т/га.

У 2025 році високий рівень врожайності, сорту Галактика забезпечувалось за використання Мікофренду в комбінації з Азотохелпом чи Органік Баланс або у комбінації Мікофренду, Азотохелпу та Органік Баланс. За цих умов урожайність становила 3,7-3,8 т/га, що перевищувало контрольний варіант на 42–46 %. Натомість незначне зниження врожайності сорту Галактика відмічено за використання Мікофренду окремо, де показник

варіював у межах 3,5 т/га.

Таблиця 5.4

Урожайність квасолі залежно від мікоризації, т/га

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Урожайність квасолі, т/га			Середн є за роки, т/га	Відхилення до контролю		Коефіцієнт стабільності Левіса
		2023 р.	2024 р.	2025 р.		±	%	
Славія	Без застосування мікоризації (К)	2,2	2,7	2,6	2,5	-	-	1,2
	Мікофренд	2,7	3,2	3,2	3,0	0,5	20	1,2
	Мікофренд + Азотохелп	2,6	3,4	3,4	3,1	0,6	24	1,3
	Мікофренд + Органік баланс	2,7	3,4	3,6	3,2	0,7	28	1,3
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	3,0	3,5	3,7	3,4	0,9	36	1,2
Галактика	Мікофренд	2,8	3,4	3,5	3,2	0,7	28	1,2
	Мікофренд + Азотохелп	2,9	3,3	3,7	3,3	0,8	32	1,2
	Мікофренд + Органік баланс	2,8	3,2	3,8	3,3	0,8	32	1,3
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	3,2	3,6	3,8	3,5	1,0	40	1,1
НІР ₀₅ (А)		0,1	0,1	0,1				
НІР ₀₅ (В)		0,2	0,3	0,2				
НІР ₀₅ (АВ)		0,4	0,4	0,5				

Примітка: (К) - контроль

Для сорту Славія у 2025 році позитивний вплив мікроорганізмів на формування врожайності проявлявся лише в усіх варіантах із застосуванням Мікофренду разом з Азотохелпом чи Органік баланс або ж у поєднанні Мікофренду, Азотохелпу та Органік Баланс. У цих варіантах врожайність становила 3,4-3,7 т/га, що перевищувало контроль на 0,8–1,1 т/га. Водночас

використання Мікофренд у окремо забезпечило підвищення врожайності лише до величини 3,2 т/га.

У середньому, за роки ведення дослідів, застосування мікоризації сприяло у підвищенні врожайності квасолі. Так, показник загальної врожайності, зріс на 20–28 % і становив 3,0 т/га для сорту Славія та 3,2 т/га для сорту Галактика. Застосування мікоризного препарату сприяло підвищенню ефективності поглинання елементів мінерального живлення та води кореневою системою завдяки розвитку симбіотичних зв'язків із грибом *Glomus* sp., а також діяльності фосфат- і каліймобілізуючих бактерій. Водночас такі мікроорганізми, як *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces* sp., а також бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями (*Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Bacillus mucilaginosus*, *Enterobacter* sp.), підвищували стійкість рослин до біотичних чинників. Сукупна дія зазначених агентів забезпечувала зростання рівня врожайності квасолі.

Однак, застосування мікоризного препарату Мікофренд у поєднанні з препаратами Азотохелп або Органік баланс сприяє підвищенню загальної врожайності сорту Галактика на 0,8 т/га, а сорту Славія — на 0,6–0,7 т/га. За таких умов вирощування у відкритому ґрунті рівень урожайності досягав відповідно 3,1 та 3,3 т/га.

Водночас застосування мікоризації насіння у комбінації препаратів Мікофренд, Азотохелп і Органік Баланс забезпечує подальше зростання врожайності аж до 3,5 т/га для сорту Галактика та 3,4 т/га для сорту Славія. Позитивна дія мікроорганізмів, що входять до складу біопрепаратів, проявляється в оптимізації водного та мінерального живлення рослин, а також у підвищенні їх захисту від корневих гнилей, що в сукупності зумовлює зростання врожайності на 36–40 %.

Аналіз значень коефіцієнта Левіса свідчить про те, що мікоризація як самостійний агрономічний прийом, так і в поєднанні з використанням біопрепаратів забезпечує стабільність формування врожаю квасолі.

Незалежно від варіанту обробки, значення цього коефіцієнта знаходилося в межах 1,1–1,3, що підтверджує стабільний характер продукційного процесу.

Якісні показники квасолі визначають її конкурентоспроможність серед представників родини Бобових. Із збільшенням величин біохімічного складу збільшується попит продукції на споживчому ринку. У дослідженнях уміст основних показників залежав як від сортових властивостей квасолі, а також від мікоризації і застосованих біопрепаратів. Дослідженнями встановлено, що якісні показники квасолі сорту Галактика були дещо вищими відносно сорту Славія, що обґрунтовується належністю сортів до різних груп тривалості вегетаційного періоду. Сорт квасолі Галактика відноситься до середньостиглої групи з дещо тривалішим вегетаційним періодом, фізіологічні процеси відбуваються більш інтенсивніше за дещо кращих кліматичних умов та відповідного забезпечення рослини поживними речовинами, тому і більше накопичується сухої речовини. Досліджуваний показник по сортах знаходився в межах 88,06-88,32 % (табл. 5.5).

На підставі отриманих даних встановлено, що мікоризація сприяє підвищенню вмісту сухої речовини та протеїну в обох досліджуваних сортах квасолі. Зокрема, у відповідних варіантах вміст сухої речовини зростав до 88,20 % і протеїну до 24,79 % у сорту Галактика, тоді як у сорту Славія ці показники становили відповідно 88,09 % і 18,67 %. Водночас, поєднання мікоризації із застосуванням біопрепаратів Азотохелп або Органік Баланс зумовлювало підвищення вмісту сухої речовини та протеїну на 0,15–0,19 %, однак цей ефект був більш виражений для сорту Галактика. Окрім того, використання мікоризації у поєднанні з Мікофренду з біопрепаратами Адотохелп і Органік баланс, під час вирощування сорту Славія, забезпечувало зростання вмісту протеїну до 19,33 %, що на 4 % перевищувало контрольні значення.

Уміст рослинного жиру, як важливого джерела енергії та структурного компонента клітин, також залежав від застосованих агротехнологічних заходів. Встановлено, що як мікоризація, так і використання біопрепаратів

окремо сприяють підвищенню цього показника, однак максимальні значення досягалися за їх комплексного застосування. У таких варіантах вміст жиру зростав до 1,40 % у сорту Славія та до 1,42 % у сорту Галактика, що відповідає приросту на 22 %.

Таблиця 5.5

**Якісні показники квасолі від застосування мікоризації та біопрепаратів,
(середнє 2023-2025 рр.)**

Сорт	Препарат	Суша речовина, %	Сирий протеїн, %	Вміст жиру, %	Вміст N, г/кг на суху речовину	Вміст P г/кг на суху речовину	Вміст золи, %
Славія	Без застосування мікоризації (К)	88,06±0,03	18,56±0,02	1,15±0,01	33,73±0,01	6,41±0,03	3,89±0,03
	Мікофренд	88,09±0,02	18,67±0,01	1,20±0,02	33,73±0,02	6,41±0,02	3,89±0,03
	Мікофренд + Азотохелп	88,12±0,09	18,74±0,02	1,23±0,01	33,74±0,03	6,42±0,01	3,91±0,02
	Мікофренд + Органік баланс	88,15±0,12	19,23±0,03	1,32±0,02	33,75±0,01	6,44±0,03	3,92±0,02
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	88,22±0,13	19,33±0,06	1,40±0,02	33,76±0,02	6,45±0,01	3,94±0,01
Галактика	Мікофренд	88,20±0,08	24,79±0,02	1,41±0,01	44,91±0,02	6,80±0,01	4,14±0,02
	Мікофренд + Азотохелп	88,21±0,06	24,73±0,04	1,39±0,02	44,92±0,01	6,82±0,02	4,14±0,02
	Мікофренд + Органік баланс	88,25±0,09	24,77±0,01	1,42±0,01	44,94±0,03	6,83±0,02	4,15±0,01
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	88,32±0,12	24,80±0,04	1,42±0,01	44,96±0,01	6,84±0,01	4,17±0,01

Примітка: (К) - контроль

Уміст азоту та фосфору також варіював залежно від сортових особливостей і передпосівної підготовки насіння. Встановлено, що вміст азоту

та фосфору по сорту Галактика був вищим за сорт квасолі Славія. Застосування мікоризації та біопрепаратів сприяло підвищенню вмісту цих елементів, проте максимальні значення відзначено за використання мікоризації у комплексі з біопрепаратами. У цьому варіанті вміст азоту і фосфору становив відповідно 44,96 і 6,84 г/кг сухої речовини у сорту Галактика та 33,76 і 6,45 г/кг по у сорту Славія.

Аналогічну позитивну тенденцію впливу мікоризації та біопрепаратів, зокрема їх комбінованого застосування, встановлено і щодо вмісту золи. У вказаному варіанті значення золи становило по сорту Галактика 4,17 % та по сорту Славія 3,94 %. Отримані величини перевищували величину контрольного варіанту на 0,28 % та 0,05 % відповідно.

Таким чином, застосування окремо мікоризного препарату Мікофренд забезпечує підвищення врожайності квасолі на 20–28 % і може становити 3,0 т/га по сорту Славія та 3,2 т/га по сорту Галактика за рахунок кращої ефективності поглинання елементів мінерального живлення та води кореневою системою завдяки розвитку симбіотичних зв'язків із грибом *Glomus* sp., а також діяльності фосфат- і каліймобілізуєчих бактерій. Водночас мікроорганізми, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces* sp., а також бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Bacillus mucilaginosus*, *Enterobacter* sp. підвищують стійкість рослин до біотичних чинників.

Застосування мікоризного препарату Мікофренд у поєднанні з препаратами Азотохелп або Органік баланс сприяє підвищенню загальної врожайності сорту Галактика на 0,8 т/га, а сорту Славія — на 0,6–0,7 т/га. За таких умов вирощування у відкритому ґрунті рівень урожайності досягає відповідно 3,1 та 3,3 т/га. Одночасно, мікоризація насіння Мікофрендом у комплексі з біопрепаратами Азотохелп і Органік Баланс забезпечує зростання врожайності квасолі на 36–40 %, або до 3,5 т/га для сорту Галактика та 3,4 т/га для сорту Славія.

Мікоризація як самостійний агрономічний прийом, так і в поєднанні з

використанням біопрепаратів забезпечує стабільність формування врожаю квасолі. Значення коефіцієнта стабільності Левіса може становити 1,1–1,3, що підтверджує стабільний характер продукційного процесу.

Уміст основних показників залежить як від сортових властивостей квасолі, а також від мікоризації і застосованих біопрепаратів. Мікоризація сприяє підвищенню вмісту сухої речовини до 88,20 % та протеїну до 24,79 % по сорту Галактика. Поєднання мікоризації із застосуванням біопрепаратів Азотохелп або Органік Баланс зумовлює підвищення вмісту сухої речовини та протеїну на 0,15–0,19 %, однак цей ефект є більш виражений для сорту Галактика. Суміш біопрепаратів та мікоризації забезпечує зростання вмісту протеїну на 4 % у сорту Славія. Мікоризація як окремий елемент технології так і їх комплексного застосування підвищують уміст жиру на 22 %, або ж до 1,40 % у сорту Славія та до 1,42 % у сорту Галактика. Максимальні значення вмісту азоту та фосфору можливо отримати за комбінованого використання мікоризації і біопрепаратів, де показники можуть становити відповідно 44,96 і 6,84 г/кг у сорту Галактика та 33,76 і 6,45 г/кг по у сорту Славія.

Позитивну тенденцію впливу мікоризації та біопрепаратів, зокрема їх комбінованого застосування, встановлено і щодо вмісту золи. Отримані величини можуть підвищуватись на 0,28 % та 0,05 % відповідно по сорту квасолі Галактика та Славія.

Висновки до розділу 5.

1. В умовах Центрального Лісостепу мікоризація виступає важливим регулятором проходження фенологічних фаз квасолі. Обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд окремо або, в поєднанні з препаратами Азотохелп чи Органік баланс забезпечує стале проходження основних фаз росту та розвитку рослини у сортів Галактика та Славія.

2. Тривалість фази трійчастого листка може коливатись 16-18 діб, проте застосування мікоризації з поєднанням Азотохелпу подовжує на одну добу фазу по сорту Галактика. Більш тривалий міжфазний період «бутонізації» у

17 діб можливий за обробки насіння сорту Галактика Мікофрендом разом з Органік баланс.

3. За вирощування сортів квасолі Славія та Галактика початок фази технічної стиглості бобів відбувається у першій декаді серпня. Мікофренд разом із біопрепаратом Органік баланс подовжує на одну добу період формування бобів у сорту Славія та сорту Галактика, насіння якого оброблялось Мікофрендом разом із біопрепаратами Азотохелп та Органік баланс. Найбільшу тривалість періоду «технічна стиглості бобів» у 12 діб можна отримати по сорту Славія за використання Мікофренду у поєднанні з Органік баланс і зменшення до 10 діб за обробки насіння Мікофрендом у сортів Славія та Галактика, а також за сумісного застосування Мікофренду з Азотохелпом або Органік балансом у сорту Галактика.

4. Найбільш тривалим вегетаційним періодом у 88 діб характеризуються рослини сорту Галактика за використання Мікофренду та Мікофренду в поєднанні з Азотохелпом.

5. Мікоризація та біопрепарати викликають позитивні зміни у сортів квасолі, що впливає на прикріплення нижнього бобу. Використання Мікофренду забезпечує збільшення висоти прикріплення нижнього бобу в рослин Славія на 0,5 см, а по сорту Галактика на 1,7 см. Сумісне застосування Мікофренду і препаратів Азотохелп та Органік баланс також сприяє збільшенню висоти прикріплення нижнього бобу в 1,2 рази по сорту Галактика, що становить 16,0 см.

6. Мікоризний препарат Мікофренд сприяє в збільшенні кількості бобів на рослині та кількості насінин у бобі. Поєднання Мікофренду з препаратами Азотохелпом чи Органік баланс або ж комплексне застосування Мікофренду, Азотохелпу та Органік баланс збільшують кількість бобів на рослині на 4 % і кількість насінин у бобі на 11 % по сорту Галактика.

7. Мікоризація квасолі збільшує на 2 % масу насіння, що становить 262 г по сорту Галактика і по сорту Славія 299 г. Поєднання Мікофренду та Азотохелпу чи Органік баланс збільшує масу насіння на 3-7 %, а застосування Мікофренду,

Азотохелпу і Органік баланс збільшує масу насіння на 17 г по сорту Галактика (274 г) та на 32 г по сорту Славія (324 г).

8. Застосування окремо мікоризного препарату Мікофренд забезпечує підвищення врожайності квасолі на 20–28 % і може становити 3,0 т/га по сорту Славія та 3,2 т/га по сорту Галактика за рахунок кращої ефективності поглинання елементів мінерального живлення та води кореневою системою завдяки розвитку симбіотичних зв'язків із грибом *Glomus* sp., а також діяльності фосфат- і каліймобілізуючих бактерій. Водночас мікроорганізми, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces* sp., а також бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Bacillus mucilaginosus*, *Enterobacter* sp. підвищують стійкість рослин до біотичних чинників.

9. Застосування мікоризного препарату Мікофренд у поєднанні з Азотохелпом чи Органік баланс підвищує загальну врожайність сорту Галактика на 0,8 т/га, а сорту Славія на 0,6–0,7 т/га і, може становити відповідно 3,1 та 3,3 т/га. Одночасно, мікоризація насіння Мікофрендом у комплексі з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс забезпечує зростання врожайності квасолі на 36–40 %, або до 3,5 т/га по сорту Галактика та 3,4 т/га по сорту Славія.

10. Уміст основних показників якості залежить як від сортових властивостей квасолі, а також від мікоризації і застосованих біопрепаратів. Мікоризація підвищує вмісту сухої речовини до 88,20 % та протеїну до 24,79 % по сорту Галактика. Поєднання мікоризації із застосуванням біопрепаратів Азотохелп або Органік баланс зумовлює підвищення вмісту сухої речовини та протеїну на 0,15–0,19 %, однак цей ефект є більш виражений для сорту Галактика. Бакова суміш біопрепаратів та мікоризації забезпечує зростання вмісту протеїну на 4 % у сорту Славія.

11. Мікоризація, як окремий елемент технології, так і комплексне застосування біопрепаратів Азотохелп або Органік баланс підвищує вміст жиру на 22 % у сорту Славія та до 1,42 % у сорту Галактика. Максимальні

значення вмісту азоту та фосфору можливо отримати за використання Мікофренду, Азотохелпу і Органік баланс, де показники можуть становити відповідно 44,96 і 6,84 г/кг у сорту Галактика та 33,76 і 6,45 г/кг по у сорту Славія. Позитивну тенденцію впливу мікоризації та біопрепаратів, зокрема їх комбінованого застосування, встановлено і щодо вмісту золи, де її величина підвищується на 0,28 % та 0,05 % відповідно по сорту квасолі Галактика та Славія.

Список літератури до розділу 5

1. Антоняк Г. Л., Калинець-Мамчур З. І., Дудка І. О., Бабич Н. О., Панас Н. Є. Екологія грибів : монографія. Львів: 2013. 628 с.
2. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва: навчальний посібник за ред. О. Ю. Барабаша. К.: Арістей, 2005. 348 с.
3. Вдовенко С. А. Особливості застосування мікоризних препаратів за вирощування перцю солодкого в закритому ґрунті *Овочівництво і багтанництво*. 2019. № 66. С. 39-46. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2019-рік-66-39-46>
4. Вдовенко С. А., Полутін О. О. Особливості застосування біопрепаратів за вирощування гливи звичайної на солом'яному субстраті. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сер. Сільське господарство та лісівництво*, № 19. 2020. С. 196–207. <http://forestry.vsau.org/en/num/4-19>
5. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2018. 560 с.
6. Гуральчук Ж. З. Особливості використання арбускулярної мікоризи для фітореMediaції ґрунтів, забруднених важкими металами. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. Чернівці № 4. 2012. С. 236-239.
7. Коць С. Я., Патики В. П. Біологічна фіксація азоту та її значення у живленні рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Київ: Логос, 2009. Т. 1. С. 344–386.
8. Копилов Є. П. Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2012. № 15-16 С. 7-28. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.15.7-28>
9. Патики В. П., Омелянець Т. Г., Гринтк І. В., Петриненко В. Ф. Екологія мікроорганізмів: посібник [за ред. В. П. Патики]. Київ: Основа, 2007. 192 с.
10. Schüßler A. *Glomus claroideum* forms an arbuscular mycorrhiza-like

symbiosis with the hornwort *Anthoceros punctatus*. *Mycorrhiza*. 2000. Vol.10. P.15–21.

11. Smith S.E., Smith F.A., Jakobsen I. Functional diversity in arbuscular mycorrhizal AM symbioses: the contribution of the mycorrhizal P uptake pathway is not correlated with mycorrhizal responses in growth or total P uptake. *New Phytologist*. 2004. Vol.162. P.511–524.

12. Smits M. Mineral tunnelling by fungi. *Cambridge University Press*. 2006. P.311–327.

13. Smith S.E., Barker S.J., Zhu Y.G. Fast moves in arbuscular mycorrhizal symbiotic signalling. *Trends in Plant Science*. 2006. Vol.11. P.369–371.

14. Smith S. E., Read D. J. *Mycorrhizal Symbiosis*. London: Academic Press, Elsevier, 2008. 804 p.

15. Van der Heijden M.G.A. Arbuscular mycorrhizal fungi as support systems for seedling establishment in grassland. *Ecology Letters*. 2004. Vol.7. P.293–303.

РОЗДІЛ 6.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО УКРАЇНИ

В умовах трансформації та розвитку ринкових відносин в Україні сільське господарство набуває особливої ваги, оскільки є однією з провідних і структуроутворюючих галузей національної економіки. Економічні показники є основою ефективного управління в сільському господарстві, оскільки вони забезпечують аналіз, контроль і планування діяльності, сприяючи підвищенню прибутковості та стабільності господарства. Це пояснюється тим, що понад 80 % сукупного фонду споживання формується за рахунок сільськогосподарської продукції, що визначає її виробництво як фундаментальну умову життєдіяльності людства [1, 4, 5].

У міру розвитку продуктивних сил суспільства зростає роль впровадження досягнень науково-технічного прогресу як основного чинника збільшення обсягів виробництва продукції овочівництва. Інтенсивні технології виступають визначальним чинником розвитку овочівництва відкритого ґрунту, забезпечуючи стабільність виробництва та формування високоякісної продукції. З метою підвищення врожайності квасолі необхідним є вдосконалення існуючих елементів технології вирощування, орієнтоване на поліпшення показників економічної ефективності виробництва. Разом із тим впровадження нових технологічних рішень опирається на обов'язковому економічному обґрунтуванні їх доцільності.

Лише за умови чіткого та комплексного розуміння поняття економічної ефективності виробництва та сучасних методів її оцінки, вимірювання й аналізу можливо здійснити всебічний практичний аналіз наявних резервів і розробити науково обґрунтовану систему заходів для підвищення економічної ефективності вирощування квасолі. Обґрунтоване визначення та всебічний аналіз рівня економічної ефективності є необхідною передумовою підвищення дохідності підприємств, зміцнення конкурентоспроможності продукції на

внутрішніх та зовнішніх ринках, а також забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу [2, 3, 6].

Для підвищення загальної врожайності квасолі та поліпшення її якісних показників доцільно систематично вдосконалювати існуючі елементи технології вирощування у відкритому ґрунті з метою забезпечення оптимальної економічної ефективності. Попередні наукові дослідження свідчать, що ті елементи технології, які характеризуються максимальною врожайністю та відносно низькими енерговитратами на виробництво продукції, є найбільш економічно доцільними [7, 8].

6.1. Економічна ефективність вирощування квасолі у відкритому ґрунті залежно від сортових особливостей.

Економічна ефективність виробництва квасолі визначається передусім рівнем урожайності, ціною реалізації продукції та величиною виробничих витрат. За умов варіювання врожайності сортів і вартості отриманої продукції економічні показники суттєво змінюються. Суттєвий вплив на рівень економічної ефективності у проведених дослідженнях виказували виробничі витрати, які визначались на основі розробленої технологічної карти (Додаток К.1). Формування їх величини зумовлювалось низкою основних складових, зокрема витратами на насіння, добрива, паливно-мастильні матеріали, оплату праці та інші ресурси. Відповідно до розрахунків, найбільшу частку у структурі витрат займало насіння 7200 грн (27 % від загальної суми), витрати на добрива становили 6000 грн (22 %), тоді як на паливо припадало 4400 грн (16 %) (рис. 6.1).

Інші складові витрат, а саме оплата праці (9 %), амортизація техніки (7 %) не були досить значними, однак в загальному вирощуванні квасолі, вони забезпечили сформувати загальну суму витрат по сорту Славія на рівні 27 100 грн. У цілому, величина виробничих витрат була не однаковою: у порівнянні з контрольним варіантом витрати по сорту Файний Ясь зростали на 12 % і досягали величини 30 490 грн, або зменшувались - зокрема, у сорту

Ластівка до 26 983 грн (табл. 6.1).

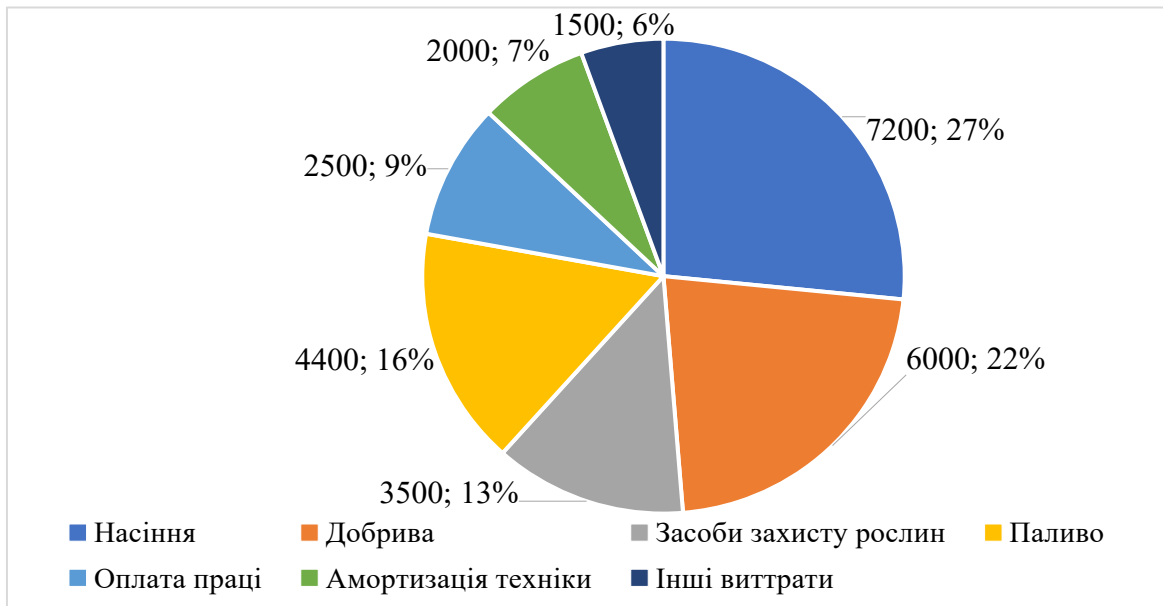


Рис. 6.1. Частка економічних витрат на 1 га за вирощування квасолі сорту Славія (за розрахунками технологічної карти), грн, %

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування різних сортів у 2025 р.,

Сорт	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн	Виробничі витрати, грн	Умовно чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %	Енергоємність урожаю, МДж/га	Заграти енергії на вирощування, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Славія (К)	2,2	77000	27100	49900	184	44496	7672,9	5,79
Рось	2,4	84000	28563	55437	194	48541	8370,4	5,80
Файний Ясь	2,8	98000	30490	67510	221	56631	9465,5	5,98
Галактика	2,5	87500	28635	58865	205	50564	8719,2	5,80
Ластівка	2,1	73500	26983	46517	172	42473	7424,1	5,72

Примітка: (К) – контроль

Унаслідок варіювання врожайності показник умовно чистого прибутку коливався в широкому діапазоні - від 49 900 до 67 510 грн, при цьому максимальне значення було отримано у варіанті з вирощуванням сорту Файний Ясь. У цьому варіанті, за цінами 2025 р., умовний дохід становив 67 510 грн, що на 29 % перевищувало показник контрольного сорту Славія. За вирощування сортів Рось і Галактика рівень умовно чистого прибутку знижувався, проте залишався вищим за контроль відповідно на 5 537 і 8 965 грн. Натомість, під час вирощування сорту Ластівка спостерігалось зменшення цього показника на 7 %, до рівня 46 517 грн.

Рівень рентабельності вирощування сортів квасолі становив 172–221 %, що свідчить про високу економічну ефективність їх виробництва в умовах Правобережного Лісостепу, водночас він значною мірою залежав від загальної врожайності сорту. Зокрема, для сортів Галактика та Файний Ясь характерним був підвищений рівень рентабельності - у межах 205–221 %, що перевищувало контрольний показник у 1,1–1,2 раза. Дещо нижчий, однак також вищий за контроль, рівень рентабельності відзначено для сорту Рось (194 %). Під час вирощування сорту Ластівка, за врожайності 2,1 т/га, рентабельність була на 12 % нижчою порівняно з контрольним сортом Славія.

Під час оцінювання енергетичної ефективності вирощування квасолі було використано показники врожайності, енергоємності продукції, сукупних енергетичних витрат на її отримання, а також коефіцієнта енергетичної ефективності. На підставі аналізу встановлено, що рівень енергетичної ефективності значною мірою визначається сортовими особливостями культури та величиною врожаю. Енергоємність урожаю варіювала в межах 42473–56631 МДж/га, тоді як енергетичні витрати на вирощування становили 7424,1–9465,5 МДж/га. Виявлено, що найвищі значення досліджуваних показників характерні для сортів Файний Ясь і Галактика.

Таким чином, на рівень економічної ефективності вказують виробничі витрати, які зумовлюються низкою складових, зокрема витратами на насіння, добрива, паливно-мастильні матеріали, оплату праці. Найбільшу частку у

структурі витрат займає закупівля насіння 27 % від загальної суми, витрати на добрива 22 %, тоді як на паливо припадає лише 16 %.

У результаті вирощування сортів квасолі у відкритому ґрунті, показник умовно чистого прибутку може коливатись від 49 900 до 67 510 грн, при цьому максимальне значення отримується за вирощування сорту Файний Ясь (67 510 грн). Під час вирощування сорту Ластівка спостерігається зменшення прибутку на 7 % до рівня 46 517 грн.

Рівень рентабельності від вирощування сортів квасолі може становити 172–221 %, що свідчить про високу економічну ефективність виробництва в умовах Правобережного Лісостепу. Під час вирощування сортів Галактика та Файний Ясь рівень рентабельності збільшується у 1,1–1,2 раза і, може становити 205–221 %. Високими значеннями коефіцієнта енергетичної ефективності відзначалися сорти Рось (5,80), Галактика (5,80) та Файний Ясь (5,98). За врожайності квасолі сорту Ластівка 2,1 т/га, рівень рентабельності знижується на 12 %.

6.2. Ефективність вирощування квасолі за різних строків сівби насіння.

Унаслідок застосування різних строків сівби насіння вартість валової продукції квасолі характеризувалася варіабельністю. Встановлено пряму залежність досліджуваного показника від рівня врожайності: зі зростанням урожайності вартість валової продукції відповідно підвищується. Максимальні значення зафіксовано за вирощування сорту Файний Ясь за сівби насіння у I–III декадах травня. Водночас загальні виробничі витрати залишались відносно стабільними і, в межах досліду, істотно не змінювались. Згідно з розрахунками, виконаними на основі технологічної карти (Додаток К.2), загальні витрати на вирощування квасолі з розрахунку на 1 га становили 27 100 грн. У структурі витрат, найбільшу частку займали витрати на насіння (27 %), добрива (22 %) та паливно-мастильні матеріали (16 %). Меншу частку становили витрати на засоби захисту рослин (13 %), оплату праці (9 %) та амортизацію техніки (7 %) (рис. 6.2).

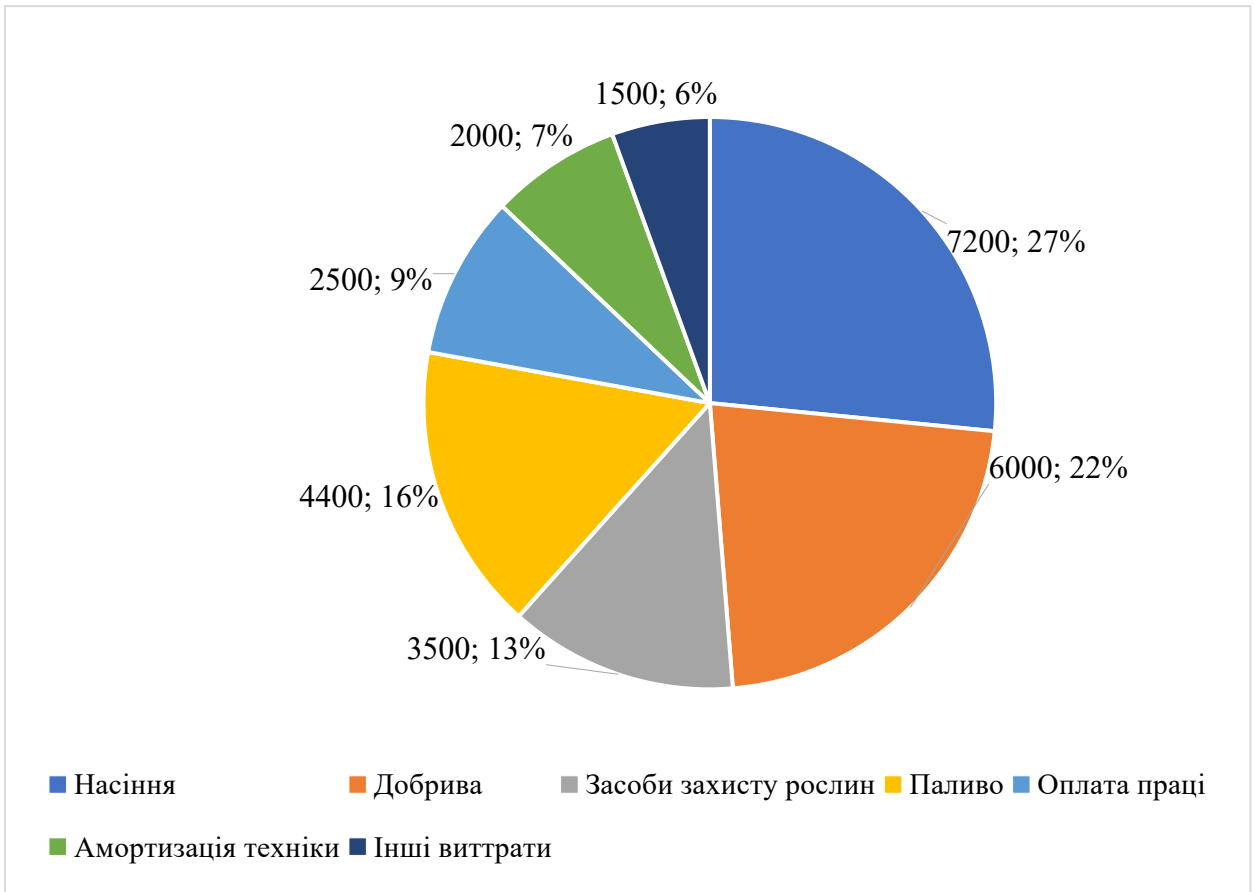


Рис. 6.2. Частка економічних витрат на 1 га за вирощування квасолі сорту Славія та сівби насіння в I декаді травня (за розрахунками технологічної карти), грн, %

Розрахунок загальних виробничих витрат засвідчив їх певну залежність від рівня врожайності квасолі, при цьому вони варіювали в межах від 27 100 до 33 700 грн. Найвищі витрати відзначено для сорту Файний Ясь за сівби у I декаді травня, де їх рівень перевищував показник контрольного сорту Славія на 24 %. Дещо нижчі витрати характерні для цього ж сорту за сівби у II та III декадах травня - перевищення відносно контролю становило близько 16 %. В інших варіантах дослідження виробничі витрати незначно перевищували відповідний показник контрольного сорту Славія.

Величина виробничих витрат вплинула на отримання умовно чистого прибутку. Найвище значення було характерне за висіву насіння у I-II декаді травня для сорту Файний Ясь. У даних варіантах умовно чистий прибуток знаходився на рівні 87 590-95 800 грн, що перевищувало контроль на 37-50 % відповідно. Така величина прибутку забезпечила в отриманні досить високого

рівня рентабельності. Зменшення величини чистого прибутку отримано за сівби насіння у II-III декаді травня по сорту Славія (71400-73800 грн). У результаті сівби насіння у I та III декаді травня чистий прибуток по сорту Рось був задовільний, проте нижчий за контрольний варіант у 1,1 раза (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Ефективність вирощування квасолі за різних строків сівби насіння
у 2025 р.**

Строк сівби	Сорт	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн	Виробничі витрати, грн	Умовно чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %	Енергоємність урожаю, МДж/га	Заграти енергії на вирощування, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
I декада травня	Славія (К)	2,6	91000	27100	63900	236	52586	9068	5,79
	Рось	2,5	87500	28563	58937	206	50563	8919	5,67
	Файний Ясь	3,7	129500	33700	95800	284	74834	10200,1	7,33
II декада травня	Славія	3,0	105000	31200	73800	236	60676	9823	6,18
	Рось	2,7	94500	29800	64700	217	54608	9312	5,86
	Файний Ясь	3,4	119000	31410	87590	279	68766	10134	6,78
III декада травня	Славія	2,9	101500	30100	71400	237	58653	9378	6,25
	Рось	2,5	87500	28563	58937	206	50563	8919	5,67
	Файний Ясь	3,3	115500	31330	84170	268	66744	10278	6,49

Примітка: (К) – контроль

В умовах Лісостепу правобережного економічно вигідно вирощувати квасолю, застосовуючи сівбу насіння у I-II декаді травня. У вказаних термінах доцільно вирощувати сорт Файний Ясь, рентабельність виробництва якого становить 279-284 % і збільшується у 1,2 раза.

У результаті сівби насіння у III декаді травня рентабельність виробництва є високим, проте знижується по сорту Файний Ясь, до величини 268 %, що перевищує контроль на 32 %. Найнижчий показник рівня рентабельності отримано від сівби насіння у I-III декадах травня під час вирощування сорту Рось. У зазначених варіантах рентабельність поступалась контрольному варіанту на 19-30 %. У інших варіантах рентабельність знаходилась на однаковому рівні з контролем.

Рівень енергетичної ефективності визначався сукупним впливом сортових особливостей культури, рівня врожайності та строків сівби насіння. Встановлено, що за висіву насіння у I-II декадах травня енергоємність урожаю перевищувала відповідні показники, отримані за сівби у III декаді травня. Зокрема, її значення становили 50563–74834 МДж/га у ранні строки сівби, тоді як за пізнішого висіву 50563–66744 МДж/га. Енергетичні витрати на вирощування продукції квасолі за сівби у I-II декадах травня також відрізнялися від показників, зафіксованих при сівбі у III декаді травня. Найвищі значення коефіцієнта енергетичної ефективності встановлено по сорту Файний Ясь за ранніх строків сівби (I-II декади травня), де вони становили 7,33 та 6,78 відповідно.

Отже, застосування різних строків сівби насіння квасолі впливає на вартість валової продукції: зі зростанням урожайності вартість валової продукції підвищується. У структурі витрат, найбільшу частку займають витрати на насіння (27 %), добрива (22 %) та паливно-мастильні матеріали.

Збільшення величини чистого прибутку на 37-50 % є характерним за сівби насіння у I-II декаді травня для сорту Файний Ясь (87 590-95 800 грн). Зменшення величини прибутку можливе за сівби насіння у II-III декаді травня по сорту Славія (71400-73800 грн), а сівба насіння у I та III декаді травня сорту Рось сприяє в зниженні прибутку в 1,1 раза.

В умовах Лісостепу правобережного економічно вигідно вирощувати квасолю, застосовуючи сівбу насіння у I-II декаді травня, оскільки рентабельність виробництва сорту Файний Ясь становить 279-284 %, або ж збільшується у 1,2 раза, а значення коефіцієнта енергетичної ефективності становить 7,33 та 6,78 відповідно. Сівба насіння сорту Файний Ясь у III декаді травня можлива, оскільки рівень рентабельності збільшується лише на 32 %. Застосування сівби насіння у I-III декаді травня сорту Рось знижує рентабельність виробництва 19-30 %.

6.3. Особливості економічної ефективності проведення мікоризації насіння квасолі.

Застосування мікоризації насіння істотно впливало на показники економічної ефективності вирощування квасолі, які характеризувалися варіабельністю значень. Виявлені відхилення зумовлені різницею у рівні врожайності культури та величині виробничих витрат залежно від елементу технології. Встановлено, що використання мікоризного препарату Мікофренд сприяє підвищенню врожайності квасолі на 20–28 %, тоді як його поєднання з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс забезпечується зростання врожайності на 36–40 %.

Структура загальних витрат включала витрати на придбання насіння, добрив і засобів захисту рослин, паливно-мастильні матеріали, оплату праці, амортизацію техніки, а також інші супутні витрати. Відповідно до технологічної карти (Додаток К.3), за умов вирощування квасолі без застосування мікоризації загальні витрати становили 27 100 грн.

Аналіз структури витрат показав, що найбільшу частку займали витрати на насіння 7 200 грн, добрива 6 000 грн, засоби захисту рослин 3 500 грн та паливо 4 400 грн. Меншу, проте вагому частку формували витрати на оплату праці (2 500 грн), амортизацію техніки (2 000 грн), а також витрати, пов'язані зі збиранням і доробкою продукції, електроенергією та водопостачанням, які в сукупності становили 1 500 грн (рис. 6.3).

У результаті застосування мікоризації виробничі витрати зростають,

оскільки це пов'язано з вартістю біопрепаратів. Найбільш високими витратами характеризувався варіант, де використано Мікофренд разом з Органік бананс та Мікофренд у комплексі з Азотохелпом та Органік балансом по досліджуваних сортах квасолі. У вказаних варіантах загальні витрати становили 32 920–33727 грн, що перевищувало виробничі витрати контрольного варіанту в 1,2 рази (табл. 6.3).

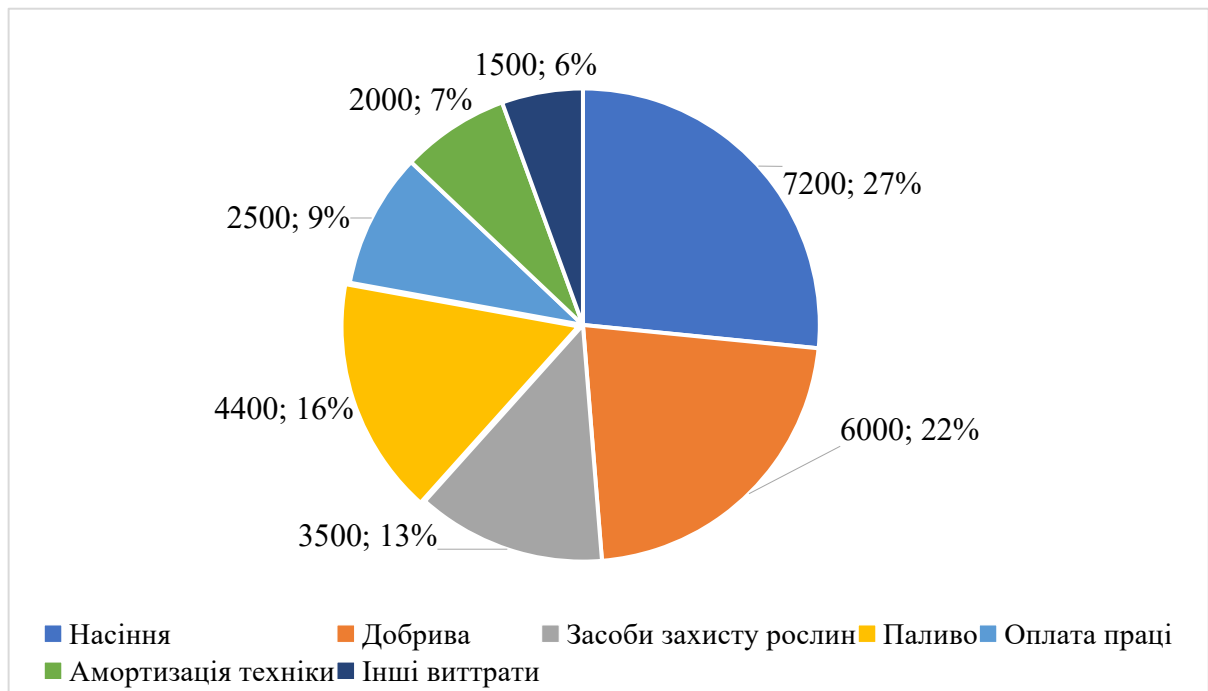


Рис. 6.3. Частка економічних витрат на 1 га вирощування квасолі сорту Славія без застосування мікоризації насіння (за розрахунками технологічної карти), грн, %

Умовно чистий прибуток за вирощування квасолі у відкритому ґрунті без застосування мікоризації становив 60 400 грн. Водночас використання мікоризації сприяло його зростанню. Зокрема, за передпосівної обробки насіння препаратом Мікофренд умовно чистий прибуток зростав до 72 540 грн для сорту Славія та до 79 110 грн для сорту Галактика, що на 20–31 % перевищувало показники контрольного варіанту. Найвищі значення прибутку отримано за комплексного застосування препаратів Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс за вирощування зазначених сортів. У цих варіантах умовно чистий прибуток становив 85 688–88 773 грн, що перевищувало контроль на 42–47 %. В інших дослідних варіантах рівень умовно чистого прибутку також був вищим відносно контролю,

однак поступався наведеним максимальним показникам.

Таблиця 6.3

**Економічна ефективність вирощування квасолі за використання
мікоризації 2025 р.**

Строк сівби	Сорт	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн	Виробничі витрати, грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн	Рівень рентабельності, %	Енергоємність урожаю, МДж/га	Затрати енергії на вирощування, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Славія	Без застосування мікоризації (К)	2,5	87500	27100	60400	223	51978	8995	5,78
	Мікофренд	3,0	105000	32460	72540	223	66782	9883	6,76
	Мікофренд + Азотохелп	3,1	108500	32550	75950	233	67114	9893	6,78
	Мікофренд + Органік баланс	3,2	112000	33220	78780	237	67456	9921	6,80
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	3,4	119000	33312	85688	257	69694	10242	6,80
Галактика	Мікофренд	3,2	112000	32890	79110	241	67527	9899	6,82
	Мікофренд + Азотохелп	3,3	115500	32608	82892	254	68015	10134	6,71
	Мікофренд + Органік баланс	3,3	115500	32920	82580	251	68015	10147	6,70
	Мікофренд + Азотохелп + Органік баланс	3,5	122500	33727	88773	263	69942	10257	6,82

Примітка: (К) – контроль

Рівень рентабельності є одним із ключових показників економічної ефективності, оскільки відображає співвідношення отриманого прибутку до понесених витрат і дає змогу об'єктивно оцінити доцільність застосування мікоризації. Показник рентабельності виконує узагальнюючу оцінку, оскільки враховує як рівень урожайності, так і структуру витрат. Його значення є визначальним за вибору застосування біопрепаратів. Окрім того, рівень рентабельності має важливе значення для забезпечення фінансової стійкості підприємства, формування інвестиційної привабливості.

Унаслідок мікоризації насіння кvasолі підвищення рівня рентабельності відмічено лише за вирощування сорту Галактика, де цей показник досягав 241 %, що перевищувало контрольний варіант на 18 %. Водночас, найвищими значеннями рентабельності характеризувались варіанти з комплексною обробкою насіння сортів Славія та Галактика препаратами Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс, а також варіант поєднання Мікофренду з Азотохелпом чи Мікофренд з Органік баланс по сорту Галактика. У зазначених варіантах рівень рентабельності становив 251–263 %, що на 28–40 % перевищувало показники контрольного варіанту. В інших дослідних варіантах рівень рентабельності також був вищим за контроль, однак це перевищення не мало суттєвого характеру.

Рівень енергетичної ефективності визначався впливом врожайності та передпосівної обробки насіння мікоризним препаратом і препаратами бактерійного походження. Встановлено, що застосування мікоризації сприяє підвищенню енергоємності врожаю кvasолі. Водночас, для сорту Славія більшим значенням енергоємності врожаю (69694 МДж/га) зафіксовано у варіанті із застосуванням комплексної обробки препаратом Мікофренд у поєднанні з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс. У зазначеному варіанті також відмічено найвищий рівень енергетичних витрат. Разом із тим встановлено, що коефіцієнт енергетичної ефективності зростає за використання Мікофренду до 6,76, тоді як максимальні значення (6,80) досягаються при його застосування у поєднанні з препаратом Органік баланс

або в комплексі з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс. Аналогічна закономірність простежується і за вирощування сорту Галактика.

Отже, у результаті застосування мікоризації виробничі витрати зростають, оскільки це пов'язано з вартістю біопрепаратів. Найбільш високими витратами характеризувався варіант, де використано Мікофренд разом з Органік бананс та Мікофренд у комплексі з Азотохелпом та Органік балансом по досліджуваних сортах квасолі. У вказаних варіантах загальні витрати збільшуються в 1,2 рази.

Умовно чистий прибуток за вирощування квасолі у відкритому ґрунті без застосування мікоризації може становити 60 400 грн, водночас використання мікоризації сприяє в зростанні. За передпосівної обробки насіння Мікофрендом умовно чистий прибуток зростає на 20–31 %, або ж до 72 540 грн для сорту Славія та до 79 110 грн для сорту Галактика. Комплексне застосування препаратів Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс, за вирощування квасолі, сприяє в збільшенні прибутку на 42–47 %.

Унаслідок мікоризації насіння Мікофрендом підвищення рівня рентабельності на 18 % відмічено лише за вирощування сорту Галактика (241 %). Проте, комплексна обробка насіння сортів Славія та Галактика препаратами Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс, а також поєднання Мікофренду з Азотохелпом чи Мікофренд з Органік баланс по сорту Галактика забезпечує збільшення рівня рентабельності до 251–263 %, або ж на 28–40 % та коефіцієнта енергетичної ефективності до 6,80–6,82.

Висновки до розділу 6

Аналіз показників економічної ефективності вирощування квасолі виявив наступне.

1. Незалежно від сортових особливостей, строків сівби насіння чи мікоризації насіння на рівень економічної ефективності вирощування квасолі, виказують виробничі витрати, які зумовлюються низкою складових, зокрема витратами на насіння, добрива, паливно-мастильні матеріали, оплату праці. Найбільшу частку

у структурі витрат займає закупівля насіння 27 % від загальної суми, витрати на добрива 22 %, тоді як на паливо припадає лише 16 %.

2. У результаті вирощування сортів квасолі у відкритому ґрунті, показник умовно чистого прибутку може коливатись від 49 900 до 67 510 грн, при цьому максимальне значення отримується за вирощування сорту Файний Ясь (67 510 грн). Під час вирощування сорту Ластівка спостерігається зменшення прибутку на 7 % до рівня 46 517 грн.

3. Рівень рентабельності від вирощування сортів квасолі може становити 172–221 %, що свідчить про високу економічну ефективність виробництва в умовах Правобережного Лісостепу. Під час вирощування сортів Галактика та Файний Ясь рівень рентабельності збільшується у 1,1–1,2 рази і, може становити 205–221 %, а коефіцієнт енергетичної ефективності 5,80-5,98. За врожайності квасолі сорту Ластівка 2,1 т/га, рівень рентабельності знижується на 12 %.

4. Збільшення величини чистого прибутку на 37-50 % є характерним за сівби насіння у I-II декаді травня для сорту Файний Ясь (87 590-95 800 грн). Зменшення величини прибутку можливе за сівби насіння у II-III декаді травня по сорту Славія (71400-73800 грн), а сівба насіння у I та III декаді травня сорту Рось сприяє в зниженні прибутку в 1,1 раза.

5. В умовах Лісостепу правобережного економічно вигідно вирощувати квасолю, застосовуючи сівбу насіння у I-II декаді травня, оскільки рентабельність виробництва сорту Файний Ясь становить 279-284 %, або ж збільшується у 1,2 раза, а значення коефіцієнта енергетичної ефективності становить 7,33 та 6,78 відповідно. Сівба насіння сорту Файний Ясь у III декаді травня можлива, оскільки рівень рентабельності збільшується лише на 32 %. Застосування сівби насіння у I-III декаді травня сорту Рось знижує рентабельність виробництва 19-30 %.

6. За передпосівної обробки насіння Мікофрендом умовно чистий прибуток зростає на 20–31 %, або ж до 72 540 грн для сорту Славія та до 79 110 грн для сорту Галактика, в той час як комплексне застосування препаратів Мікофренд, Азотохелп чи Органік баланс, забезпечує збільшення

прибутку на 42-47 %.

7. Унаслідок мікоризації насіння Мікофрендом спостерігається підвищення рівня рентабельності на 18 % лише за вирощування сорту Галактика (241 %). Проте, комплексна обробка насіння сортів Славія і Галактика препаратами Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс, а також поєднання Мікофренду з Азотохелпом чи Мікофренд з Органік баланс по сорту Галактика забезпечує максимальне збільшення рівня рентабельності до 251–263 %, або ж на 28–40 % та коефіцієнта енергетичної ефективності до 6,80-6,82.

Список літератури до розділу 6

1. Аграрний сектор економіки (стан і перспективи розвитку). М. В. Присяжнюк, М. В Зубець, П. Т Саблук. К.: ННЦІАЕ, 2011. 1008 с.
2. Крайняк О. К. Економічний та біоенергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур. *Інноваційна економіка: всеукраїнський науково-виробничий журнал. Економічна діагностика підприємства*. 2008. С. 109–113.
3. Крижанівський В.Г. Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху, пшениці озимої та буряку цукрового за різних заходів основного обробітку ґрунту. Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. *Агробіологія*. 2015. Вип. 1 (117). С. 27–31
4. Мацибора В.І. Економіка підприємства Навч. посібник. К.: Каравела, 2008 р. 312 с.
5. Організація виробництва в підприємствах АПК.. Топалов А.Д., Скоробагатько С.В., Ільяшенко В.А. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
6. Петрова О.О. Економічний потенціал виробництва квасолі в Україні. *Агросвіт*. 2019. № 21. С. 74–81. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.21.74
7. Прокопенко К., Удова Л. (По)воєнні перспективи вирощування нішевих культур в аграрному секторі. *Економіка і прогнозування*. 2023, № 2. С 118–133.
https://eip.org.ua/docs/EP_23_2_118_uk.pdf
8. Роганіна В. Є. Планування розвитку овочівництва на основі інновацій. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. *Серія «Економічні науки»*. 2013. № 8. С. 132–137.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено наукове завдання, щодо обґрунтування елементів технології вирощування квасолі звичайної в умовах Лісостепу Правобережного. Отримані результати дають змогу зробити наступні висновки.

1. Досліджені сорти квасолі належать до групи середньостиглих, при цьому найвищий рівень скоростиглості притаманний сорту Славія, тоді як сорти Рось і Файний Ясь характеризуються більш тривалим вегетаційним періодом. Інтенсивність проходження основних етапів органогенезу визначається сортовими особливостями, тривалістю репродуктивного інтервалу «сходи–цвітіння» та умовами вирощування.

2. Сорти квасолі відзначаються інтенсивним початковим ростом і розвитком за одночасної наявності середніх строків досягання. За висіву насіння у I–II декадах травня тривалість міжфазного періоду «сівба – повні сходи» у сортів Рось і Файний Ясь становить 5,6–6,0 діб. У разі пізнішого строку сівби поява повних сходів затримується приблизно на одну добу. Тривалість міжфазного періоду «повні сходи – цвітіння» коливається в межах 47,8–51,1 діб: за сівби у I–II декадах травня вона є стабільною, тоді як за висіву у III декаді травня збільшується на 0,4–1,4 доби. Перевага ранніх строків сівби (I–II декади травня) простежуються також у період «цвітіння – налив бобів»: найкоротша його тривалість відмічена за висіву у I декаді травня для сортів Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби); за сівби у II декаді цей період дещо подовжується, тоді як за висіву у III декаді травня він є найдовшим. Обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд окремо або, в поєднанні з препаратами Азотохелп чи Органік баланс забезпечує сталі проходження основних фаз росту та розвитку рослини у сортів Галактика та Славія.

3. Формування асиміляційної поверхні рослин квасолі має чітко виражену залежність від етапів онтогенезу. Упродовж фаз «цвітіння», «формування бобів» і «технічна стиглість» відбувається поступове наростання площі листового апарату з досягненням максимальних значень у фазі

«формування бобів». Найвищий рівень продукційного потенціалу встановлено у сорту Файний Ясь, де площа листкової поверхні сягає відповідно 20,53; 26,17 та 24,14 тис. м²/га, тоді як найнижчі показники зафіксовано у сорту Ластівка.

4. Польова схожість насіння залежить від строків сівби. Найсприятливіші умови для формування дружних сходів забезпечують ранні строки висіву: зокрема, за сівби насіння у I–II декадах травня відмічається підвищення польової схожості, тоді як зміщення строків на III декаду травня призводить до її зниження. Максимальні показники схожості встановлено для сорту Рось до 93,6 % за сівби у I декаді травня.

5. В умовах Центрального Лісостепу тривалість вегетаційного періоду сортів квасолі варіює в межах 86–94 діб. Проведення сівби у I–II декадах травня сприяє його скороченню до 86–88 діб. Натомість пізні строки висіву (III декада травня) зумовлюють подовження вегетаційного періоду до 93–94 діб, що характерно для сортів Славія, Рось і Файний Ясь. Водночас застосування біопрепаратів Мікофренд або Мікофренд у поєднанні з Азотохелпом рослини сорту Галактика формують один із найдовших вегетаційних періодів до 88 діб. Мікофренд разом із біопрепаратом Органік баланс подовжує на одну добу період формування бобів у сорту Славія та сорту Галактика. Більш тривалий період «технічна стиглості бобів» у 12 діб, можна забезпечити у сорту Славія.

6. За морфологічною ознакою висоти рослин досліджувані сорти квасолі поділяються на дві групи: низькорослі та високорослі. До низькорослої групи належать сорти Славія (47 см), Галактика (40 см) і Ластівка (49 см), тоді як до високорослої Файний Ясь (64 см) і Рось (52 см). Висота прикріплення нижнього бобу варіює в межах 13,0–18,9 см, що відповідає агротехнічним вимогам щодо механізованого збирання врожаю. При цьому сорти Рось, Файний Ясь, Галактика та Ластівка формують перший продуктивний вузол на висоті 15,5–18,9 см.

7. Найвищий рівень продуктивності встановлено у рослин сорту Рось, де

кількість бобів досягає 24,2 шт/рослину. Водночас найбільша кількість насінин у бобі характерна для сортів Ластівка та Галактика, відповідно 8,2 і 7,7 шт. Максимальні показники маси 1000 насінин зафіксовано у сорту Файний Ясь, де за оптимальних умов вирощування цей показник зростає у 2,9 раза. Застосування мікоризації та біопрепаратів зумовлює позитивні морфофізіологічні зміни у рослин кvasолі, зокрема впливає на висоту прикріплення нижнього бобу. Комплексне застосування Мікофренду з препаратами Азотохелп і Органік баланс забезпечує зростання показника по сорту Галактика у 1,2 раза, до рівня 16,0 см.

8. Мікоризний препарат Мікофренд сприяє в збільшенні кількості бобів на рослині та кількості насінин. Поєднання Мікофренду з препаратами Азотохелпом чи Органік баланс або ж комплексне застосування Мікофренду, Азотохелпу та Органік баланс збільшують кількість бобів на рослині на 4 % і кількість насінин у бобі на 11 % по сорту Галактика. Одночасно, поєднання Мікофренду та Азотохелпу чи Органік баланс збільшує масу насіння на 3-7 %, а застосування Мікофренду, Азотохелпу і Органік баланс збільшує масу насіння на 17 г по сорту Галактика (274 г) та на 32 г по сорту Славія (324 г).

9. Загальна кількість бульбочок на кореневій системі рослин кvasолі зростає до фази «цвітіння», після чого спостерігається її зменшення. За сівби насіння у I–II декадах травня сорт Славія формує відповідно 29,4–29,8 бульбочок на рослині, а у фазі «технічна стиглість бобів» їх кількість знижується до 12,6–13,5 шт/рослині. Максимальні значення маси бульбочок у фазі «цвітіння» варіюють у межах 263,8–294,7 мг/рослині. За висіву насіння у I–II декадах травня по сорту Рось характерним є збільшення маси бульбочок до 3 %, проте у фазі технічної стиглості відбувається зменшення цього показника у 2,9–3,5 раза. Найвищий рівень накопичення загальної маси бульбочок встановлено у сортів Рось і Файний Ясь 93,7 та 94,0 мг/рослині відповідно.

10. Серед сортів кvasолі найбільш продуктивним за рівнем урожайності є сорт Файний Ясь (2,8 т/га), тоді як сорти Рось і Галактика формують нижчі

показники 2,4–2,5 т/га, із приростом лише 9–14 %. Найбільш виражений позитивний ефект забезпечують ранні строки сівби (I–II декади травня), за яких приріст урожайності становить 0,8–1,1 т/га. Водночас для сорту Славія зміщення строків сівби на II–III декади травня забезпечує підвищення врожайності лише на 0,3–0,4 т/га.

11. Використання мікоризного препарату Мікофренд сприяє в зростанні врожайності квасолі на 20–28 %, забезпечуючи досягнення рівня 3,0 т/га для сорту Славія та 3,2 т/га для сорту Галактика. Поєднання мікоризації з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс додатково підвищує врожайність: для сортів квасолі на 0,6–0,8 т/га. Комплексне застосування Мікофренду разом із біопрепаратами забезпечує зростання врожайності на 36–40 %, що відповідає рівню 3,5 т/га у сорту Галактика та 3,4 т/га у сорту Славія.

12. Високим умістом сухої речовини характеризуються сорти Файний Ясь і Ластівка, де показник варіює в межах 90,55–90,75 %, тоді як підвищений вміст протеїну притаманний сортам Рось, Галактика та Ластівка (24,27–25,49 %). У процесі вирощування сорту Файний Ясь відмічається незначне зниження вмісту протеїну на 0,41 %. Водночас сорти Рось і Файний Ясь відзначаються здатністю до інтенсивнішого накопичення цукрів, перевищуючи відповідні показники сортів Галактика та Ластівка у 1,6–1,7 раза.

13. Строки сівби мають суттєвий вплив на формування якісних показників урожаю квасолі. Найвищий вміст протеїну спостерігається за сівби у II декаді травня у сортів Славія (20,21 %) та Рось (21,10 %). Максимальний вміст сирого жиру та зольності зафіксовано у сорту Файний Ясь (2,87 %) за аналогічного строку сівби, причому сівба насіння у I–II декадах травня забезпечує більш інтенсивне їх зростання порівняно з III декадою. Сорти Файний Ясь і Рось відзначаються підвищеним вмістом азоту та фосфору незалежно від строків сівби (I–III декади травня).

14. Формування основних показників якості бобів визначається як сортовими особливостями, так і впливом мікоризації і застосуванням біопрепаратів. Використання мікоризації сприяє підвищенню вмісту сухої

речовини до 88,20 % і протеїну до 24,79 % у сорту Галактика. Поєднання мікоризації з біопрепаратами Азотохелп або Органік баланс забезпечує додаткове зростання вмісту сухої речовини та протеїну на 0,15–0,19 %, причому найбільш виражений ефект спостерігається у сорту Галактика. Максимальні значення вмісту азоту та фосфору досягаються за комплексного застосування Мікофренду, Азотохелпу та Органік баланс і становлять відповідно 44,96 і 6,84 г/кг у сорту Галактика та 33,76 і 6,45 г/кг у сорту Славія. Позитивний вплив мікоризації та біопрепаратів, у тому числі їх комбінованого застосування, встановлено також щодо вмісту золи: його рівень підвищується на 0,28 % у сорту Галактика та на 0,05 % у сорту Славія.

15. Рівень економічної ефективності вирощування квасолі визначається сукупністю виробничих витрат, до яких належать витрати на насіннєвий матеріал, добрива, паливно-мастильні ресурси та оплату праці. Показник умовно чистого прибутку варіює в межах 49 900–67 510 грн, при цьому максимальне значення досягається за вирощування сорту Файний Ясь (67 510 грн). Для сорту Ластівка встановлено зниження прибутковості на 7 %, до рівня 46 517 грн.

16. Рентабельність вирощування сортів квасолі коливається у межах 172–221 %, що свідчить про високий рівень економічної доцільності виробництва в умовах Правобережного Лісостепу. За вирощування сортів Галактика та Файний Ясь відмічається підвищення рівня рентабельності у 1,1–1,2 раза до 205–221 %, а коефіцієнт енергетичної ефективності 5,80–5,98. Водночас за врожайності сорту Ластівка на рівні 2,1 т/га рентабельність знижується приблизно на 12 %.

17. В умовах Правобережного Лісостепу економічно доцільним є висів квасолі у I–II декадах травня, оскільки це забезпечує зростання чистого прибутку на 37–50 %, рівень рентабельності для сорту Файний Ясь досягає 279–284 % (зростання у 1,2 раза), а коефіцієнт енергетичної ефективності 7,33 та 6,78 відповідно. Висів у III декаді травня для цього сорту також є можливим, однак забезпечує менший приріст рентабельності лише на 32 %. Для сорту

Рось застосування строків сівби у I–III декадах травня супроводжується зниженням рентабельності на 19–30 %.

18. Передпосівна обробка насіння Мікофрендом сприяє підвищенню умовно чистого прибутку на 20–31 %, забезпечуючи його рівень до 72 540 грн для сорту Славія та до 79 110 грн для сорту Галактика. Водночас комплексне застосування препаратів Мікофренд, Азотохелп чи Органік баланс зумовлює ще більш істотне зростання прибутку на 42–47 %.

19. Мікоризація насіння препаратом Мікофренд сприяє підвищенню рівня рентабельності на 18 % при вирощуванні сорту Галактика (до 241 %). Найвищі показники рентабельності (251–263 %) досягаються за комплексної обробки насіння сортів Славія та Галактика препаратами Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс для сорту Галактика, де величина зростає на 28–40 %, а коефіцієнт енергетичної ефективності 6,80-6,82.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами проведених досліджень, а також економічного аналізу, в умовах Лісостепу правобережного України, для підвищення врожайності та якості продукції квасолі звичайної рекомендується:

1. Доцільним є використання у виробництві сортів квасолі середньостиглої групи, зокрема Славія, Рось і Файний Ясь, при цьому, сорт Славія характеризується вищим рівнем скоростиглості. Інтенсивність проходження основних етапів органогенезу визначається сортовими особливостями, тривалістю репродуктивного періоду «сходи–цвітіння» та умовами вирощування.

2. В умовах Правобережного Лісостепу сівбу насіння проводити у І–ІІ декаді травня, оскільки забезпечується сприятливий вплив за рахунок вологи та встановлення позитивних температур на тривалість міжфазних періодів «сівба – повні сходи», «повні сходи – цвітіння» та «цвітіння – налив бобів». Найкоротша тривалість періоду «цвітіння – налив бобів» відмічається у сортів Рось (15,2 доби) та Файний Ясь (15,3 доби) за сівби у І декаді травня, з незначним подовженням цього періоду за висіву у ІІ декаді.

3. Передпосівна обробка насіння мікоризним препаратом Мікофренд дозою 1,5 кг/т за робочого розчину 15 л/т, як окремо, так і в поєднанні з біопрепаратами Азотохелп дозою 0,8 л/т з розчиненням у 10 л води або Органік баланс дозою 1,5 л/т з розчиненням у 10 л води, забезпечує стабільний перебіг основних фаз росту і розвитку рослин, зокрема у сортів Галактика та Славія.

4. Найвищий рівень урожайності досягається за вирощування сорту Файний Ясь (2,8 т/га), де приріст становить 9–14 %. Найбільш виражений позитивний ефект забезпечують ранні строки сівби (І–ІІ декади травня), за яких приріст урожайності сягає 0,8–1,1 т/га.

5. У технології вирощування квасолі доцільним є застосування мікоризації насіння. Використання препарату Мікофренд окремо сприяє

підвищенню врожайності на 20–28 %. Поєднання мікоризації з біопрепаратами Азотохелп або Органік баланс забезпечує додаткове зростання врожайності на 0,6–0,8 т/га. Максимальний ефект досягається за комплексного застосування Мікофренду з Азотохелпом і Органік баланс, де врожайність підвищується на 36–40 %, або до 3,5 т/га у сорту Галактика та 3,4 т/га у сорту Славія.

ДОДАТКИ

Довідка про впровадження завершеної науково-технічної розробки у ФГ «Паросток-2018» м. Сокиряни Дністровського району Чернівецької області від 04.03.2026 р.

від 04.03.2026 р.

АКТ № 44

впровадження завершеної науково-технічної розробки

1. **Назва науково-дослідної установи:** Вінницький національний аграрний університет, кафедра рослинництва та садівництва
2. **Назва впровадженої НТР:** Обґрунтування елементів технології вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) в умовах Лісостепу правобережного України.
3. **Автори впровадженої НТР:** Гук Євген Васильович – аспірант кафедри рослинництва та садівництва, Вінницького національного аграрного університету та Дідур Ігор Миколайович - доктор с.-г. наук, професор, директор Навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування, Вінницького національного аграрного університету.
4. **Впровадження проводилось:** повна назва господарства та його адреса (ФГ «Паросток-2018» м. Сокиряни, Дністровського району, Чернівецької області)
5. **Відповідальні за проведення впровадження:**
 - від Вінницького національного аграрного університету: Гук Євген Васильович - аспірант кафедри рослинництва та садівництва
 - від господарства ФГ «Паросток-2018» Бабій Яків Михайлович - керівник.
6. **Умови проведення впровадження:** агрокліматична зона - Лісостеп, ґрунти - сірі лісові.
7. **Обсяг впровадження:** квасоля - 1,5 га.
8. **Період впровадження:** 2024-2025 рр.
9. **Результати впровадження:** Використання середньостиглих сортів Славія та

Галактика забезпечує отримання загальної врожайності бобів квасолі на рівні т/га 2,9-3,1 т/га за використання мікоризації насіння Мікофрендом у баковій суміші з біопрепаратами Азотохелп і Органік баланс. Застосування окремо Мікофренду та Азотохелпу чи Органік баланс підвищує загальну врожайність сорту Галактика до 2,7 т/га, а сорту Галактика до 3,0 т/га. Також, такі елементи технології забезпечують оптимальні параметри біометрії рослини і сприяє отриманню додаткової прибавки урожаю на рівні 0,5-0,8 т/га.

10. Рекомендації виробництву: Для отримання максимального рівня урожайності квасолі (2,9-3,1 т/га), отримання умовно чистого прибутку до 75900 грн/га і покращення якості отриманої продукції необхідно висівати сорти квасолі Славія та Галактика і в передпосівну обробку насіння мікоризний препарат Мікофрендом в поєднанні з Азотохелп чи Органік баланс окремо, або у комбінації Мікофренд, Азотохелп і Органік баланс.

Представник ВНАУ

аспірант _____ Євген ГУК

Керівник господарства

Яків БАБІЙ

печатка



**ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО
«ВИЩЕОЛЬЧЕДАЇВСЬКЕ»**

23441, ВУЛ. Аграрна7 «А» селище Малий Обухів
Могилів-Подільський район Вінницька область
тел.(04356)36-4-42, +380679301955
код35087682, р/р UA 54300335000000002600081262
в АТ «Райффайзен Банк»
м. Київ МФО 300335
ІПН 350876802136

вих. № 92

Довідка

від 17.04.2026 р.
про впровадження результатів НТР

Результати дисертаційного дослідження аспіранта кафедри рослинництва та садівництва Гука Є. В. «Обґрунтування елементів технології вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) в умовах Лісостепу правобережного України» у 2024-2025 рр. впроваджено у виробничу діяльність в ФГ «Вищеольчедаївське» селище Малий Обухів Могилів-Подільський район Вінницька область на площі 1 га, у технологічний процес вирощування квасолі. Запровадження різних строків висіву насіння квасолі забезпечує збільшення врожайності у сорту Файний Ясь на 15-17 %, а більш позитивний вплив встановлено за сівби насіння у II декаді травня, де приріст урожайності становив 0,4-0,6 т/га. Строки сівби у III декаді травня, під час вирощування сорту Славія, сприяє у підвищенні врожайності бобів на 0,2-0,3 т/га.

Також, за сівби насіння у I та II декадах травня значно підвищується польова схожість насіння, тоді як за III декади травня спостерігається її зниження. Високим показником схожості насіння характеризувався сорт Рось (90 %) за сівби в I декаді травня і наближеною схожістю сорт Славія (86 %) за висіву в II декаді травня. Одночасно, найбільшу кількість бульбочок отримано за сівби у I декаді травня по сорту Рось - 10,2 шт/рослині; за висіву в II декаді травня отримано по сорту Файний Ясь (11,1 шт/рослині), а за сівби в III декаді травня - по сорту Славія (11,3 шт/рослині).

Крім того використання даного елемента технології не потребує істотного зростання затрат на його застосування і дозволяє отримувати якісну продукцію.



Голова ФГ «Вищеольчедаївське»

Руслан Дмитрук



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03,
email: office@vinnu.org, rector@vinnu.org, код ЄДРПОУ 00497236

05 грудня 2024 р. № 01.1-60-1529
на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукових досліджень
дисертаційної роботи Гука Євгенія Васильовича
на тему: «Обґрунтування елементів технології вирощування квасолі звичайної
(*Phaseolus vulgaris* L.) умовах Лісостепу правобережного України»

Повідомляємо, що наукові розробки Гука Євгенія Васильовича за вказаною темою дисертації мають практичну цінність, що зумовило їх впровадження у навчально-методичний процес та наукову роботу кафедри рослинництва та садівництва факультету агрономії, садівництва та захисту рослин.

Положення дисертаційної роботи використовується під час викладання навчальної дисципліни «Овочівництво відкритого ґрунту і баштанництво».

Довідка видана Гуку Є.В. для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту його дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії Вінницького національного аграрного університету від 06 листопада 2024 року, протокол № 4.

Ректор



Віктор МЛЗУР

ДОДАТОК Б.1

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Урожайність квасолі у 2023 році

Одиниця виміру: т/га Варіантів 3, Повторностей 3

Варіант	Середнє	Повторності		
1	2,6	2,7	2,3	2,8
2	2,3	2,0	2,5	2,4
3	3,8	3,9	3,9	3,6
4	2,7	2,4	2,9	2,9
5	2,2	1,9	2,4	2,3

Середнє по досліді - 2,7 т/га

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	1.78	8		
Повторень	0.14	2		
Варіантів	1.56	2	0.78	42.29
Залишку	0.07	4	0.02	

НІР = 0.3 або 8.39 %, Сила впливу = 0.88

 $S_{\bar{x}} = 2.13$ % Варіація даних = 12.83 %

ДОДАТОК Б.2

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Урожайність квасолі у 2024 році

Одиниця виміру: т/га Варіантів 3, Повторностей 3

Варіант	Середнє	Повторності		
1	1,9	1,6	2,1	2,0
2	2,3	2,5	2,4	2,0
3	2,1	2,0	1,8	2,6
4	2,4	2,4	2,1	2,7
5	1,9	1,9	1,6	2,2

Середнє по досліді - 2,1 т/га

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	1.78	8		
Повторень	0.14	2		
Варіантів	1.56	2	0.78	42.29
Залишку	0.07	4	0.02	

НІР = 0.2 або 8.52 %, Сила впливу = 0.91

 $S_{\bar{x}} = 2.19$ % Варіація даних = 12.93 %

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Урожайність квасолі у 2025 році

Одиниця виміру: т/га Варіантів 3, Повторностей 3

Варіант	Середнє	Повторності		
1	2,1	2,4	2,0	1,9
2	2,6	2,9	2,7	2,2
3	2,5	2,2	2,6	2,1
4	2,4	2,5	2,6	2,1
5	2,3	2,4	2,1	2,4

Середнє по досліді - 2,4 т/га

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	1.78	8		
Повторень	0.14	2		
Варіантів	1.56	2	0.78	42.29
Залишку	0.07	4	0.02	

НІР = 0.3 або 8.44 %, Сила впливу = 0.81

 $S_{x\%} = 2.15\%$ Варіація даних = 13.03 %

ДВОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність квасолі за різних строків сівби насіння, 2023 р.

Одиниця виміру: т/га

Градацій фактора А - 3 В - 3 Повторностей - 3

Вихідні дані

А	В	Середнє	Повторності		
1	1	2,6	2,5	2,8	2,5
1	2	2,3	2,1	2,6	2,2
1	3	3,8	4,1	3,8	3,5
2	1	2,8	2,8	3,0	2,6
2	2	2,4	2,5	2,7	2,0
2	3	3,6	3,2	3,7	3,9
3	1	2,9	2,3	2,9	3,5
3	2	2,5	2,1	2,7	2,7
3	3	3,3	2,8	3,6	3,5

Середнє по досліді - 3,0 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	6.88	17		
Повторень	0.59	2		
Фактора А	0.80	1	0.80	4.55
Фактора В	3.70	2	1.85	10.49
Фактора АВ	0.03	2	0.02	19.5
Залишку	1.76	10	0.18	

Таблиця впливу і НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0.46	0.2
В	0.12	0.4
АВ	0.40	0.7
Залишку	0.02	

 $S_{x\%} = 3.50\%$ Варіація даних = 12.87%

ДВОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність квасолі за різних строків сівби насіння, 2024 р.

Одиниця виміру: т/га

Градацій фактора А - 3 В - 3 Повторностей - 3

Вихідні дані

А	В	Середнє	Повторності		
1	1	2,8	3,0	2,7	2,8
1	2	2,4	2,3	2,6	2,3
1	3	3,9	4,1	4,0	3,6
2	1	3,0	3,2	3,3	2,6
2	2	2,6	2,8	2,9	2,2
2	3	3,1	3,2	3,2	2,9
3	1	3,1	3,0	2,8	3,5
3	2	2,7	2,6	2,7	2,9
3	3	3,5	3,2	3,6	3,7

Середнє по досліді - 3,1 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	6.88	17		
Повторень	0.59	2		
Фактора А	0.80	1	0.80	4.55
Фактора В	3.70	2	1.85	10.49
Фактора АВ	0.03	2	0.02	19.5
Залишку	1.76	10	0.18	

Таблиця впливу і НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0.40	0.1
В	0.24	0.4
АВ	0.31	0.6
Залишку	0.05	

 $S_{x\%} = 2.69\%$ Варіація даних = 11.84%

ДВОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність квасолі за різних строків сівби насіння, 2025 р.

Одиниця виміру: т/га

Градацій фактора А - 3 В - 3 Повторностей - 3

Вихідні дані

А	В	Середнє	Повторності		
1	1	2,4	2,0	2,5	2,7
1	2	2,8	3,0	3,3	2,1
1	3	3,4	3,2	3,6	3,4
2	1	3,2	3,2	3,5	2,9
2	2	3,0	2,7	2,9	3,4
2	3	3,4	3,7	3,6	2,9
3	1	2,7	2,3	2,8	3,0
3	2	2,3	2,6	2,4	2,0
3	3	3,1	3,2	3,4	2,7

Середнє по досліді - 3,0 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	6.88	17		
Повторень	0.59	2		
Фактора А	0.80	1	0.80	4.55
Фактора В	3.70	2	1.85	10.49
Фактора АВ	0.03	2	0.02	19.5
Залишку	1.76	10	0.18	

Таблиця впливу і НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0.42	0.1
В	0.15	0.3
АВ	0.37	0.4
Залишку	0.06	

 $S_{x\%} = 3.21\%$ Варіація даних = 10.12%

ДВОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність квасолі за мікоризації насіння, 2023 р.

Одиниця виміру: т/га

Градацій фактора А - 2 В - 5 Повторностей - 3

Вихідні дані

А	В	Середнє	Повторності		
1	1	2,2	1,9	2,4	2,3
1	2	2,7	2,9	2,3	3,0
1	3	2,6	2,2	2,7	2,9
1	4	2,7	2,2	2,9	3,0
1	5	3,0	3,5	3,1	2,5
2	1	2,8	3,2	2,9	2,3
2	2	2,9	2,5	3,1	3,1
2	3	2,8	2,5	3,0	2,9
2	4	3,2	3,6	3,1	2,9

Середнє по досліді - 2,8 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	6.88	17		
Повторень	0.59	2		
Фактора А	0.80	1	0.80	4.55
Фактора В	3.70	2	1.85	10.49
Фактора АВ	0.03	2	0.02	19.5
Залишку	1.76	10	0.18	

Таблиця впливу і НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0.08	0.1
В	0.37	0.2
АВ	0.39	0.4
Залишку	0.16	

 $S_{x\%}^- = 2.21\%$ Варіація даних = 10.15 %

ДВОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність квасолі за мікоризації насіння, 2024 р.

Одиниця виміру: т/га

Градацій фактора А - 3 В - 3 Повторностей - 3

Вихідні дані

А	В	Середнє	Повторності		
1	1	2,7	2,5	2,7	3,0
1	2	3,2	3,4	3,2	3,0
1	3	3,4	3,6	3,2	3,4
1	4	3,4	3,7	3,6	3,0
1	5	3,5	3,5	3,3	3,7
2	1	3,4	3,3	3,6	3,3
2	2	3,3	3,3	3,5	3,1
2	3	3,2	3,4	3,3	2,9
2	4	3,6	3,7	3,7	3,4

Середнє по досліді - 3,3 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	6.88	17		
Повторень	0.59	2		
Фактора А	0.80	1	0.80	4.55
Фактора В	3.70	2	1.85	10.49
Фактора АВ	0.03	2	0.02	19.5
Залишку	1.76	10	0.18	

Таблиця впливу і НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0.12	0.1
В	0.22	0.3
АВ	0.45	0.4
Залишку	0.21	

 $S_{x\%} = 1.96\%$ Варіація даних = 10.45 %

ДВОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність квасолі за мікоризації насіння, 2025 р.

Одиниця виміру: т/га

Градацій фактора А - В - 3 Повторностей - 3

Вихідні дані

А	В	Середнє	Повторності		
1	1	2,6	2,6	2,4	2,8
1	2	3,2	3,1	3,1	3,4
1	3	3,4	3,5	3,1	3,6
1	4	3,6	3,7	3,8	3,4
1	5	3,7	3,5	3,9	3,7
2	1	3,5	3,5	3,2	3,8
2	2	3,7	3,8	3,9	3,5
2	3	3,8	3,6	3,9	3,9
2	4	3,8	3,8	3,6	4,0

Середнє по досліді - 3,5 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	6.88	17		
Повторень	0.59	2		
Фактора А	0.80	1	0.80	4.55
Фактора В	3.70	2	1.85	10.49
Фактора АВ	0.03	2	0.02	19.5
Залишку	1.76	10	0.18	

Таблиця впливу і НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0.11	0.1
В	0.34	0.2
АВ	0.45	0.5
Залишку	0.10	

 $S_{x\%}^- = 3.06\%$ Варіація даних = 15.47 %

ДОДАТОК К.1

Технологічна карта вирощування квасолі сорту Славія на площі 1 га

N з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату	Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Всього витрат, грн
					Трактористів-машиністів	приціпки і працівники кінно-ручних робіт			Трактористів-машиністів	приціпки і працівники кінно-ручних робіт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основний обробіток ґрунту											
1.	Лущення стерні в 2 сліди	га	2,0	John Deere 7830 + БДТ-3	1		16	0,13	0,88		3590,1
2.	Внесення мінеральних добрив	га	1	МТЗ-82.1 + НРУ-0,5	1		20	0,05	0,35		2725
3.	Оранка на 24-26 см	га	1	Т-150 + ПЛН-5-35+ККШ-6	1		7,2	0,14	0,97		4567,3
4.	Вирівнювання ґрунту	га	1	Білорус-920+ КПС-4+БЗТС-1,0	1		19	0,05	0,37		2458
	Всього										
Передпосівний обробіток ґрунту											
4	Ранньовесняна культивування	га	1	Білорус-920+ КПС-4+БЗТС-1,0	1		19	0,05	0,37		1063,7
5	Внесення мін. добрив	га	1	John Deere 7830 + НРУ-0,5	1		20	0,05	0,35		1654,3

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	Передпосівний обробіток ґрунту в два сліди	га	2	МТЗ-82.1 + УСМК-5,4В+БЗТС-1,0	1		20	0,05	0,35		891,5
7.	Приготування і внесення розчину пестицидів	га	1	МТЗ-82.1 + ОП--2000-2.01	1	1	67	1,49	11,30	8,85	1942,7
7	Обробка насіння	т	0,1	Вручну		2	2	0,05		0,7	495,5
8.	Сівба	га	1	МТЗ-82.1 + СН-16	1		7	0,14	1		759,2
9.	Коткування	га	1	МТЗ-82.1 + ЗККШ-6А	1		14	0,07	0,5		226,9
10	Міжрядний обробіток ґрунту	га	1	МТЗ-82.1 + КФ-1,8	1		4,7	0,21	1,49		979,6
11	Міжрядний обробіток ґрунту	га	3	МТЗ-82.1 + КРН-1,8	1		6,3	0,16	1,11		1864,7
Збирання врожаю											
12	Збирання продукції	га	1	SAMPO-500	1		477	0,21	1,49		1375,2
13	Транспортування продукції	т	2,2	John Deere 2345			17	3,66	25,62		2034,1
14	Очистка вороху	т	1	PETKUS GIGANT		3	21	0,13		2,78	472,2
Всього											27100

ДОДАТОК К.2

Технологічна карта вирощування квасолі сорту Славія за сівби насіння у I декаді травня на площі 1 га

N з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату	Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Всього витрат, грн
					Трактористів-машиністів	приціпщики і працівники кінно-ручних робіт			Трактористів-машиністів	приціпщики і працівники кінно-ручних робіт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основний обробіток ґрунту											
1.	Лущення стерні в 2 сліди	га	2,0	John Deere 7830 + БДН-3	1		16	0,13	0,88		3590,1
2.	Внесення мінеральних добрив	га	1	МТЗ-82.1 + НРУ-0,5	1		20	0,05	0,35		2725
3.	Оранка на 24-26 см	га	1	Т-150 + ПЛН-5-35+ККШ-6	1		7,2	0,14	0,97		4567,3
4.	Вирівнювання ґрунту	га	1	Білорус-920+КПС-4+БЗТС-1,0	1		19	0,05	0,37		2458
Передпосівний обробіток ґрунту											
4	Ранньовесняна культивуація	га	1	Білорус-920+КПС-4+БЗТС-1,0	1		19	0,05	0,37		1063,7
5	Внесення мін.добрив	га	1	John Deere 7830 + НРУ-0,5	1		20	0,05	0,35		1654,3

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	Передпосівний обробіток ґрунту в два сліди	га	2	МТЗ-82.1 + УСМК-5,4В+БЗТС-1,0	1		20	0,05	0,35		891,5
7.	Приготування і внесення розчину пестицидів	га	1	МТЗ-82.1 + ОП--2000-2.01	1	1	67	1,49	11,30	8,85	1942,7
7	Обробка насіння	т	0,1	Вручну		2	2	0,05		0,7	495,5
8.	Сівба	га	1	МТЗ-82.1 + СН-16	1		7	0,14	1		759,2
9.	Коткування	га	1	МТЗ-82.1 + ЗККШ-6А	1		14	0,07	0,5		226,9
10	Міжрядний обробіток ґрунту	га	1	МТЗ-82.1 + КФ-1,8	1		4,7	0,21	1,49		979,6
11	Міжрядний обробіток ґрунту	га	3	МТЗ-82.1 + КРН-1,8	1		6,3	0,16	1,11		1864,7
Збирання врожаю											
12	Збирання продукції	га	1	SAMPO-500	1		477	0,21	1,49		1375,2
13	Транспортування продукції	т	2,2	John Deere 2345			17	3,66	25,62		2034,1
14	Очистка вороху	т	1	PETKUS GIGANT		3	21	0,13		2,78	472,2
Всього											27100

ДОДАТОК К

Технологічна карта вирощування квасолі сорту Славія без застосування мікоризації на площі 1 га

N з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату	Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Всього витрат, грн
					Трактористів-машиністів	приціпки і працівники кінно-ручних робіт			Трактористів-машиністів	приціпки і працівники кінно-ручних робіт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основний обробіток ґрунту											
1.	Лушення стерні в 2 сліди	га	2,0	John Deere 7830 + БДН-3	1		16	0,13	0,88		3590,1
2.	Внесення мінеральних добрив	га	1	МТЗ-82.1 + НРУ-0,5	1		20	0,05	0,35		2725
3.	Оранка на 24-26 см	га	1	Т-150 + ПЛН-5-35+ККШ-6	1		7,2	0,14	0,97		4567,3
4.	Вирівнювання ґрунту	га	1	Білорус-920+ КПС-4+БЗТС-1,0	1		19	0,05	0,37		2458
Передпосівний обробіток ґрунту											
4	Ранньовесняна культивуація	га	1	Білорус-920+ КПС-4+БЗТС-1,0	1		19	0,05	0,37		1063,7
5	Внесення мін.добрив	га	1	John Deere 7830 + НРУ-0,5	1		20	0,05	0,35		1654,3

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	Передпосівний обробіток ґрунту в два сліди	га	2	МТЗ-82.1 + УСМК-5,4В+БЗТС-1,0	1		20	0,05	0,35		891,5
7.	Приготування і внесення розчину пестицидів	га	1	МТЗ-82.1 + ОП--2000-2.01	1	1	67	1,49	11,30	8,85	1942,7
7	Обробка насіння	т	0,1	Вручну		2	2	0,05		0,7	495,5
8.	Сівба	га	1	МТЗ-82.1 + СН-16	1		7	0,14	1		759,2
9.	Коткування	га	1	МТЗ-82.1 + ЗККШ-6А	1		14	0,07	0,5		226,9
10	Міжрядний обробіток ґрунту	га	1	МТЗ-82.1 + КФ-1,8	1		4,7	0,21	1,49		979,6
11	Міжрядний обробіток ґрунту	га	3	МТЗ-82.1 + КРН-1,8	1		6,3	0,16	1,11		1864,7
Збирання врожаю											
12	Збирання продукції	га	1	SAMPO-500	1		477	0,21	1,49		1375,2
13	Транспортування продукції	т	2,2	John Deere 2345			17	3,66	25,62		2034,1
14	Очистка вороху	т	1	PETKUS GIGANT		3	21	0,13		2,78	472,2
Всього											27100

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ НА НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ КОНФЕРЕНЦІЯХ

за спеціальністю 201 Агрономія

Гука Євгенія Васильовича

№ п/п	Тема доповіді	Назва конференції, місце проведення, дата
Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях		
1	Особливості вирощування квасолі овочевої у відкритому ґрунті	Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку», м. Вінниця, 24-25 травня 2023 року
2	Особливості вирощування квасолі в умовах відкритого ґрунту Вінницької області	I Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві», м. Кам'янець-Подільський, 22 березня 2024 року
3	Вирощування сортів квасолі в умовах Лісостепу правобережного	Всеукраїнська науково-практична конференція «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності», м. Вінниця, 23-24 травня 2024 року
4	Обґрунтування впливу строків сівби насіння на продуктивність квасолі	II Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві», м. Кам'янець-Подільський, 25 березня 2025 року
5	Обґрунтування впливу строків сівби насіння на продуктивність та якість зерна квасолі у відкритому ґрунті	Всеукраїнська науково-практична конференція «Інноваційні технології збереження ґрунтів та екосистем за вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальних змін клімату», м. Вінниця, 22-23 травня 2025 року

Аспірант

Вчений секретар

МП



« 20 »

05

2026 р.

Євгеній ГУК

Тетяна КОРПАНЮК

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за спеціальністю 201 Агрономія
Гука Євгенія Васильовича

№ з/п	Назва	Назва видання та його вихідні відомості, що дозволяють ідентифікувати та відрізнити це видання від інших	Кількість сторінок/ др. арк.	Співавтори
1	2	3	4	5
Статті у наукових фахових виданнях України категорії Б				
1	Особливості вирощування квасолі овочевої у відкритому ґрунті	<i>Сільське господарство та лісівництво.</i> 2023. № 3 (30). DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-18. URL: http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2023/kv5QvH adpCylGP3X0Th2.pdf	<u>С. 240-250</u> 0,8 (0,4)	Верхолук С. Д.
2	Вирощування сортів квасолі в умовах Лісостепу правобережного	<i>Сільське господарство та лісівництво.</i> 2024. № 3 (34) DOI: 10.37128/2707-5826-2024-3-12. URL: http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2024/xJ4zp2BX8H6VVIZsxwln.pdf	<u>С. 138-148</u> 0,77 (0,39)	Вдовенко С.А.
3	Обґрунтування впливу строків сівби насіння на продуктивність та якість зерна квасолі у відкритому ґрунті	<i>Сільське господарство та лісівництво.</i> 2025. № 3 (38) DOI: 10.37128/2707-5826-2025-3-14 . URL: http://forestry.vsau.org/storage/articles/November2025/dYuXgnzawl.2bULIZotBv.pdf	<u>С. 159-172</u> 0,97 (0,49)	Гетман Н.Я.
4	Ефективність передпосівної обробки насіння мікоризним препаратом та органічне вирощування квасолі в умовах відкритого ґрунту Лісостепу правобережного	<i>Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.</i> 2026. 2026. Вип. 108. Ч. 1: DOI: 10.32782/2415-8240-2026-108-1-112-124 URL: https://journal.udau.edu.ua/assets/files/108.1/11.pdf	<u>С. 112-124</u> 0,96 (0,48)	Дідур І.М.

1	2	3	4	5
Інші видання (тези доповідей)				
5	Народно-господарське значення та морфологічні особливості квасолі овочевої	<i>Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри: Міжнародний форум. Тези доповідей учасників міжнародної науково-практичної конференції. 1-2 червня 2023 р. м. Миколаїв. 2023.</i>	С. 336-339 0,22	-
6	Особливості вирощування квасолі в умовах відкритого ґрунту Вінницької області	<i>Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві: Матеріали І Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. 22 березня 2024 р. м. Кам'янець-Подільський. 2024.</i>	С. 34-39 0,29 (0,145)	Вдовенко С. А.
7	Обґрунтування впливу строків сівби насіння на продуктивність та якість зерна квасолі у відкритому ґрунті	<i>Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві: Матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. 25 березня 2025 р. м. Кам'янець-Подільський. 2025.</i>	С. 24-26 0,138 (0,069)	Вдовенко С. А.
8	Обґрунтування строків сівби насіння на продуктивність квасолі у відкритому ґрунті	<i>Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 22-23 травня 2025 р. м. Київ. 2025. URL:</i> https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u394/mizhnarodna_nauko_vo-praktichna_konferenciya_prodo_volcha.pdf	С. 75-78 0,189	-

За результатами дослідження автором опубліковано 8 наукових праць загальним обсягом 4,34 умовн. друк. арк. (власний доробок автора 2,45 умовн. друк. арк.) у тому числі 1,76 умовн. друк. арк. у наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародних наукометричних баз Index Scopus та 0,837 умовн. друк. арк. у інших виданнях. Основні положення дисертації пройшли апробацію на 5 науково-практичних конференціях.

Аспірант

Євгеній ГУК

Вчений секретар

Тетяна КОРПАНИУК



2026 р.