

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЯЦЕНКО ВЯЧЕСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ




УДК 001.82:[635.1/.8:631.559-021]:575.826

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ
ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР З
ВИСОКОЮ АДАПТИВНОЮ ЗДАТНІСТЮ**

06.01.06 – овочівництво

Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина

Подається на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук.

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

Науковий консультант – **Улянич Олена Іванівна,** доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААНУ.

Умань – 2025

АНОТАЦІЯ

Яценко В. В. Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.06 – овочівництво (Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина. Уманський національний університет садівництва, Умань, 2025 р.

Кваліфікаційна наукова праця присвячена теоретичному обґрунтуванню реалізації продуктивного потенціалу овочів родин *Amaryllidaceae* L. (часник озимий стрілкуючий, нестрілкуючий і ярий), *Fabaceae* L. (квасоля овочева, боби кінські, соя овочева), *Lamiaceae* L. (васильки справжні), *Solanaceae* L. (помідор), *Cucurbitaceae* L. (гарбуз великоплідний), *Amaranthaceae* L. (амарант), *Asteraceae* L. (салат головчастий і листковий) та *Chenopodioideae* L. (шпинат городній) у Лісостепу України методами створення й добору сортів, застосуванням зрошення й абсорбуючих матеріалів, удобрення, застосування амінокислот для підвищення продуктивності, за результатами якого проведено збір й оцінено колекцію генотипів часнику та створено три сорти часнику озимого, районовано сорти бобів кінських та квасолі овочевої, досліджено придатність до вирощування й введено в культуру сою овочевого напряму використання – едамаме.

Новизна роботи полягає у вирішенні науково-прикладної проблеми та виявленні загальних закономірностей продукційних процесів овочевих культур (часник, квасоля овочева, боби кінські, соя овочева, васильки справжні, помідор, гарбуз великоплідний, салат листковий і головчастий, шпинат городній, амарант) в умовах Лісостепу України, проведено комплексні дослідження методів реалізації продуктивного потенціалу

овочевих культур з високою адаптивною здатністю. Виявлено закономірності екологічної і сортової мінливості популяційних ознак і стабільність їх прояву у часнику, сої овочевої, квасолі овочевої та бобів кінських з використанням ймовірно-статистичних методів. Виділено генетичні джерела за господарсько-цінними ознаками та створено сорти часнику озимого Джованна, Аполлон, і Глорія.

Теоретичне і практичне значення одержаних результатів. Створено колекцію генотипів *Allium sativum* L., районовано й оцінено сорти квасолі овочевої і бобів кінських та сої овочевої різного еколого-географічного походження. У результаті проведених досліджень виділені перспективні зразки підвидів часнику з високою адаптивністю і врожайністю. Розроблено ферментний спосіб оцінювання стійкості часнику до збудників захворювань. Проаналізовано спектр адаптивної мінливості бобових овочів. Виділено кращі комбінації препаратів біологічного походження для мікоризації й інокуляції бобових овочів: для сої овочевої (Різолайн + Мікофренд), квасолі овочевої (Андеріс+Мікофренд), бобів кінських (Андеріс+Мікофренд). Доведено, що вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяло істотному покращенню розвитку нодуляційного апарату, що відповідно й збільшило концентрацію біологічного азоту у ґрунті

Визначено тривалість ефективної дії різних форм абсорбентів в овочевих агроценозах. Доведено, що використання різних форм абсорбентів по-різному впливає на продуктивність агроценозів впродовж періоду використання. Абсорбент ТМ «MaxiMargin» у формі гелю має більшу ефективність у перший рік використання і різке зниження ефективності у другий і наступні роки після внесення. Виявлено, що вирощування часнику озимого сорту Любаша за локального удобрення на фоні внесення 25 кг/га абсорбенту ТМ «MaxiMargin» у формі порошку сприяє підвищенню ефективності внесених локально добрив, норму яких можна зменшити до 50 % від рекомендованої.

Основні наукові розробки, отримані у рамках дисертаційного дослідження, пройшли виробничу перевірку.

У першому розділі «Агробіологічні особливості овочевих рослин. Вплив чинників вирощування на формування продуктивності овочевих агроценозів і біологізацію технології вирощування (огляд літератури)» проведено аналіз теоретичних засад формування продуктивності об'єктів досліджень. Наведено біологічні особливості з точки зору селекції. Розглянуто: ефективність локального удобрення сільськогосподарських культур, застосування мікроелементів у посівах, гормонізацію, як чинник біологізації технології вирощування часнику. Проведено аналіз господарської ефективності краплинного зрошення й застосування абсорбентів у сільському господарстві. Okремо проведено оцінювання значення бобових культур й застосування інокулянтів й мікоризи для біологізації галузі.

Другий розділ «Умови, методологія й методика проведення досліджень» розкриває особливості ґрунтово-кліматичних умов за період досліджень, методів організації й проведення дослідів. Дослідження проводилися впродовж 2017–2024 рр. в умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва. Програмою досліджень передбачалося вивчення екологічної пластичності й стабільності та біоресурсного потенціалу уманської колекції часнику (озимого стрілкуючого і нестрілкуючого та ярого), створення моделей сортів підвидів часнику; дослідження адаптивної здатності та динамічної моделі продукційних процесів бобових овочевих культур; виявлення ефективності використання абсорбуючих матеріалів на продуктивність овочевих агроценозів та економічне обґрунтування доцільності вирощування й застосування методів реалізації продуктивного потенціалу об'єктів досліджень.

Третій розділ присвячений адаптивній селекції *Allium sativum* L. *subsp. sagittatum*, *Allium sativum* L. *subsp. vulgare* (озимий), за параметрами продуктивності. Результати досліджень умовно поділяються на дві групи параметрів. Перша група містить результати, які показують найважливіші

адаптивно-продуктивні характеристики (маса цибулини, врожайність, пластичність, стабільність, селекційна цінність, адаптивність). Другу групу складають параметри біохімічних характеристик досліджуваних популяцій (ефірна олія). У цьому випадку популяції демонстрували значний вплив, а їх стабільність також була дуже помітною. Більшість досліджених популяцій часнику можуть слугувати хорошим результативним матеріалом для отримання нових сортів. Популяції можна класифікувати наступним чином: Хандо, Джованна, Аполлон, А.s.25/16 і А.s.40/16, А.s.16/16 (висока врожайність, адаптивність і селекційна цінність), Софіївський, Аполлон, А.s.40/16, А.s.35/16 і А.s.1/16 (технологічна якість – технічні сорти) та Джованна, А.s.25/16, Глорія, А.s.27/16 і А.s.16/16 (харчова якість – столовий сорт). У результаті проведених досліджень встановлено спектр адаптивної мінливості сортів *Allium sativum* L. за такими показниками, як маса цибулини і врожайність, та виявлено нові перспективні зразки, які можна використати як вихідний матеріал для створення нових адаптивних сортів.

Четвертий розділ присвячений аналізу селекційної цінності *Allium sativum* L. *subsp. vulgare* (ярий) за параметрами продуктивності. Виділені зразки (А.s.40/16, А.s.16/16 і А.s.44/17, А.s.33/16, А.s.44/17 і А.s.52/17) можна використати в подальшій селекції часнику за ознаками «висока врожайність», «адаптивність», А.s.35/16, А.s.44/17 (технологічна якість – технічні сорти). Проаналізовано спектр адаптивної мінливості зразків за господарсько-цінними ознаками.

У п'ятому розділі наведено результати селекційно-імунологічного оцінювання *Allium sativum* L. та аналіз змін продукційних процесів рослин часнику під впливом репродукції. У ході проведення біометричних вимірювань, виявлено істотну зміну варіювання апробаційних ознак; різке зниження стійкості рослин сорту Софіївський у IV–V репродукціях, сортів Прометей і Любаша – у III–V та зменшення врожаю на рівні 18,2; 28,0 і 17,0 % у сортів Софіївський, Прометей і Любаша.

У шостому розділі проведено агробіологічне оцінювання колекційних

сортів сої овочевої, квасолі овочевої й бобів кінських за комплексом господарсько цінних ознак з метою виділення вихідного матеріалу та добору перспективних селекційних форм за морфо-біологічними та фізіолого-біохімічними характеристиками.

У результаті досліджень виділено високоврожайні й адаптивні сорти у фазі технічної стиглості сої овочевої – Sac (13,20 т/га), Fiskeby V (13,97 т/га), Fiskeby V-E5 (14,53 т/га); квасолі овочевої – Зоренька (12,7 т/га) та бобів кінських – Віндзорські (16,42 т/га), Б'янка (13,73 т/га) і Свитязь (11,51 т/га). Оцінювання колекційних сортів сої овочевого напряму використання за варіабельністю морфологічних ознак та продуктивністю дозволило виділити серед інтродукованих колекційних сортів за комплексом цінних ознак для використання у селекційному процесі сорт Sac для створення нових сортів сої овочевого напряму з мінімальним накопиченням олігосахаридів (рафіноза – 0,13 %, стахіоза – 0,07 %) і великим насінням зеленого забарвлення; з підвищеним вмістом білка у фазі технічної стиглості: сої овочевої Karikachi – 36,29 г/100 г; квасолі овочевої – Фруідор (17,13 г/100 г); бобів кінських – Кармазін (12,77 г/100 г), Віндзорські (13,51 г/100 г), Б'янка (14,30 г/100 г), Зелені низинні (14,43 г/100 г).

Виявлено сорти з підвищеною азотфіксуючою здатністю: соя овочева – Астра (161,67 кг/га), Sac (168,00 кг/га); квасоля овочева – Палома (51,5 кг/га), Фруідор (54,6 кг/га), Касабланка (60,0 кг/га); біб овочевий – Українські слобідські (67,7 кг/га), Віндзорські (71,0 кг/га) і Екстра Грано Віолетто (75,7 кг/га).

Дослідження ефективності краплинного зрошення показало збільшення маси зелених бобів на рослині на 35,9–41,9 г/росл., а показник товарної врожайності зростав на 3,5–4,2 т/га, або 31,3–39,2 %. Аналіз отриманих даних вказує на те, що краплинне зрошення сприяє збільшенню рівня реалізації біологічного потенціалу, який є особливо високим у сортів Українські слобідські, Білоруські і Віндзорські.

У сьомому розділі результати дослідження вказали на те, що

застосування біоінокулянтів та мікоризи для рослин бобових овочів є перспективним підходом до оптимізації продукційних процесів посівів завдяки високій ефективності синергізму інокулянтів з мікоризою та біологізації галузі землеробства. Застосування суміші біоінокулянту та мікоризного препарату Мікофренд + Андеріз сприяла збільшенню врожайності на 11,0 і 10,0 % у сорту Романтика та 12,7 і 11,3 % у сорту Sac. У дослідженні квасолі овочевої найбільш ефективно було використання суміші Андеріз+Мікофренд, де отримано найвищий урожай – 6,18 і 6,35 т/га у сортів квасолі овочевої Лаура та Пурпурова королева. Дослідженням впливу інокуляції й мікоризації на посіви бобів кінських виявлено сортову реакцію на суміші препаратів. Так, сорт Віндзорські мав вищу продуктивність за сумісного використання інокулянту Андеріз з мікоризою Мікофренд, а сорт Екстра Грано Віолетто на варіанті Ризоактив бобові+Мікофренд. Приріст врожайності зелених бобів на цих варіантах складав 10,6 і 10,4 % відповідно до сорту і варіанту, а врожайність насіння зростала на 29,3 і 14,9 %.

Застосування кращих комбінацій препаратів сприяло фіксації біологічного азоту на рівні 188,3–201,6 кг/га у сої овочевої, 70,3–74,3 кг/га у квасолі овочевої та 105,3–106,7 кг/га у бобів кінських.

У восьмому розділі проаналізовано та зроблено висновки про те, що з метою більш ефективного використання добрив та поліпшення родючості ґрунту, доцільно вносити добрива локально у рядки безпосередньо перед або під час висаджування часнику. За вирощування часнику у продовольчих цілях (з використанням абсорбенту чи без) та економії добрив до 50 %, які слід вносити у нормі $N_{120}P_{60}K_{60}$ діючої речовини, що забезпечить формування врожайності часнику на рівні 11,8 т/га (без абсорбенту) та 15,0 т/га (з абсорбентом).

Виявлено, що розчини органічних покращують антиоксидантний стан: активність СОД, КАТ, ГвПО, ГР, GST в оброблених листках, як правило, збільшується, активність СОД була вищою від контролю на 7,5–15,0 %; КАТ (27,4–45,9 %); ГвПО (7,0–83,0 %); ГР (5,4–49,9 %); та GST (14,8–41,3 %).

Відзначено, що вміст суми хлорофілів a+b у листках значно збільшився (2,6–10,8 %). Застосування органічних кислот сприяло збільшенню накопичення сухої речовини на 1,4–4,0 %. Приріст врожаю був на рівні 1,14–2,27 т/га (7,7–15,3 % порівняно з контролем). Надалі отримані дані можуть бути використані для зменшення впливу абіотичних факторів на фізіологічний стан та продуктивність рослин часнику. Також отримані дані слугуватимуть теоретичною основою для виробників з огляду на те, з якими цілями вирощується продукція (для реалізації у свіжому вигляді, переробки чи зберігання).

Результати досліджень вказують на покращення продукційних процесів сільськогосподарського агроценозу за використання абсорбентів ТМ «МахіМагін», що в подальшому сприяє підвищенню васильків справжніх, помідора, гарбуза великоплідного, салатних овочів (салат листковий і гловчастий, шпинат городній), амаранту. Дослідженнями виявлено, що ефективність абсорбенту у формі гранул є вищою на другий і наступні роки, як на показники продуктивності овочевих культур, так і на запаси продуктивної вологи.

У дев'ятому розділі дисертації наведено економічне обґрунтування та проведено аналітичне оцінювання економічних переваг вирощування адаптивних і врожайних сортів часнику, бобових овочів, використання у технології вирощування інокулянтів сумісно з мікоризо, застосування локального удобрення на фоні абсорбентів та інших методів реалізації продуктивного потенціалу.

Узагальнено вплив сортових особливостей на формування овочевих агроценозів та методів підвищення і реалізації продуктивного потенціалу культур, що досліджуються шляхом використання абсорбентів, локального удобрення макро- і мікродобривами, гормонізацією, інокуляцією та мікоризацією посівів. Розроблено рекомендації виробництву та селекційній практиці.

Ключові слова: часник, соя овочева, квасоля овочева, боби кінські,

адаптивність, пластичність, стабільність, селекційна цінність, помідор, гарбуз, зелені овочі, амарант, інокулянт, мікориза, абсорбент, удобрення, запаси продуктивної вологи, урожайність, лежкість, нодуляційний апарат, антиоксидантні ферменти, білок, ефірна олія.

ABSTRACT

Yatsenko V. V. Theoretical justification of methods of realizing the productive potential of vegetable crops with high adaptive capacity. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences in specialty 06.01.06 – Vegetable Growing (H Agriculture, forestry, fisheries and veterinary medicine). Uman National University of Horticulture, Uman, 2025.

The qualifying scientific work is devoted to the theoretical justification of the realization of the productive potential of vegetables of the families *Amaryllidaceae* L. (winter hardneck, winter softneck and spring garlic), *Fabaceae* L. (french beans, faba beans, vegetable soybeans), *Lamiaceae* L. (basil), *Solanaceae* L. (tomato), *Cucurbitaceae* L. (pumpkin), *Amaranthaceae* L. (amaranth), *Asteraceae* L. (head and leaf lettuce) and *Chenopodioideae* L. (spinach) in the Forest Steppe of Ukraine by methods of creating and selecting varieties, using irrigation and absorbent materials, fertilizers, the use of amino acids to increase productivity, as a result of which a collection of garlic genotypes was collected and evaluated and three cultivars of winter garlic were created, cultivars of faba beans and green beans were zoned, suitability for cultivation was investigated, and the use of edamame was introduced into soybean culture.

The novelty of the work consists in solving a scientific and applied problem and identifying the general regularities of the production processes of vegetable crops (garlic, green beans, faba beans, vegetable soybeans, true cornflowers, tomatoes, large-fruited pumpkins, leaf and head lettuce, garden spinach, amaranth)

in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine, comprehensive studies of methods of realizing the productive potential of vegetable crops with high adaptive capacity were conducted. The regularities of environmental and varietal variability of population traits and the stability of their manifestation in garlic, vegetable soybean, vegetable bean and horse bean were revealed using probabilistic and statistical methods. Genetic sources were identified for economic and valuable traits and winter garlic cultivars Dzhovanna, Apollon, and Hloriia were created.

Theoretical and practical significance of the obtained results. A collection of genotypes of *Allium sativum* L. was created, varieties of green beans and faba beans and soybeans of different ecological and geographical origins were zoned and evaluated. As a result of the researches, promising samples of garlic subspecies with high adaptability and yield were selected. An enzyme method for evaluating the resistance of garlic to pathogens has been developed. The spectrum of adaptive variability of leguminous vegetables was analyzed. The best combinations of preparations of biological origin for mycorrhization and inoculation of leguminous vegetables have been identified: for vegetable soybeans (Rhizolain + Micofrend), french beans (Anderiz+Micofrend), faba beans (Anderiz+Micofrend). It has been proven that the cultivation of beans on drip irrigation contributed to a significant improvement in the development of the nodulation apparatus, which, accordingly, increased the concentration of biological nitrogen in the soil.

The duration of the effective action of various forms of absorbents in vegetable agrocenoses was determined. It has been proven that the use of different forms of absorbents has different effects on the productivity of agrocenoses during the period of use. Absorbent TM "MaxiMarin" in the form of a gel has greater efficiency in the first year of use and a sharp decrease in efficiency in the second and next years after application. It was found that the cultivation of winter garlic of Lyubasha cultivar with local fertilization against the background of the application of 25 kg/ha of absorbent TM "MaxiMarin" in the form of powder contributes to the

increase in the effectiveness of locally applied fertilizers, the rate of which can be reduced to 50 % of the recommended one.

The main scientific developments obtained within the framework of the dissertation research have passed production verification.

In the first chapter "Agrobiological features of vegetable plants. The influence of cultivation factors on the formation of the productivity of vegetable agrocenoses and the biologization of cultivation technology (literature review)" an analysis of the theoretical foundations of the formation of the productivity of research objects was carried out. Biological features from the point of view of selection are given. Considered: the effectiveness of local fertilization of agricultural crops, the use of trace elements in crops, hormoneization as a factor in the biologization of garlic cultivation technology. An analysis of the economic efficiency of drip irrigation and the use of absorbents in agriculture was carried out. A separate evaluation of the value of leguminous crops and the use of inoculants and mycorrhizae for biologization of the industry was carried out.

The second chapter "Conditions, methodology and methods of conducting research" reveals the peculiarities of soil and climatic conditions during the period of research, methods of organization and conducting experiments. Researches were conducted during 2017–2024 in the conditions of Educational and Production Department of the Uman National University of Horticulture. The research program included the study of ecological plasticity and stability and bioresource potential of Uman garlic collection (hardneck and softneck and spring), creation of models of cultivars of garlic subspecies; research of adaptive capacity and dynamic model of production processes of leguminous vegetable crops; identification of the effectiveness of the use of absorbent materials on the productivity of vegetable agrocenoses and economic substantiation of the expediency of growing and applying methods of realizing the productive potential of research objects.

The third section is devoted to adaptive selection of *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*, *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (winter) in terms of performance. Research results are conditionally divided into two groups of parameters. The first

group contains results that show the most important adaptive and productive characteristics (bulb weight, yield, plasticity, stability, selection value, adaptability). The second group consists of parameters of biochemical characteristics of the studied populations (essential oil). In this case the populations showed significant influence and their stability was also very noticeable. Most of the researched garlic populations can serve as good productive material for obtaining new cultivars. Populations can be classified as follows: Hando, Dzhovanna, Apollon, A.s.25/16 and A.s.40/16, A.s.16/16 and (high yield, adaptability and breeding value), Sofiivskiy, Apollon, A.s.40/16, A.s.1/16 (technological quality – technical varieties) and Dzhovanna, A.s.25/16, Hloriia, A.s.27/16 and A.s.16/16 (food grade – table variety). As a result of conducted research, the spectrum of adaptive variability of *Allium sativum* L. cultivars was determined by indicators such as bulb weight and yield, and new promising samples were discovered that can be used as starting material for creating new adaptive cultivars.

The fourth chapter is devoted to the analysis of the breeding value of *Allium sativum* L. *subsp. vulgare* in terms of performance. Selected samples (A.s.40/16, A.s.16/16 and A.s.44/17, A.s.33/16, A.s.44/17 and A.s.52/17) can be used in further selection of garlic according to the characteristics of «high yield», «adaptability», A.s.35/16, A.s.44/17 (technological quality - technical grades). The spectrum of adaptive variability of samples by economic and value characteristics was analyzed.

The fifth chapter presents the results of the selection and immunological evaluation of *Allium sativum* L. and the analysis of changes in the production processes of garlic plants under the influence of reproduction. In the course of conducting biometric measurements a significant change in the variation of approbation signs was revealed; a sharp decrease in the resistance of plants of Sofiivsky cultivar in IV–V reproductions, Prometei and Lyubasha cultivars in III–V, and a decrease in yield at the level of 18.2; 28.0 and 17.0% in Sofiivskiy, Prometei and Lyubasha cultivars.

In the sixth chapter an agrobiological evaluation of the collection cultivars of vegetable soybeans, french beans, and faba beans was carried out according to a complex of economically valuable traits in order to select the source material and select promising breeding forms based on morpho-biological and physiological-biochemical characteristics.

As a result of research high-yielding and adaptive cultivars in the phase of technical ripeness of vegetable soybeans were selected – Sac (13.20 t/ha), Fiskeby V (13.97 t/ha), Fiskeby V-E5 (14.53 t/ha); french beans – Zorenka (12.7 t/ha) and faba beans – Windzorski (16.42 t/ha), Byanko (13.73 t/ha) and Svityaz (11.51 t/ha). The evaluation of vegetable soybean cultivars for the variability of morphological features and productivity made it possible to single out Sac cultivar among the introduced cultivars based on a set of valuable traits for use in the selection process for the creation of new vegetable soybean cultivars with minimal accumulation of oligosaccharides (raffinose – 0.13 %, stachyose – 0.07 %) and large green seeds; with increased protein content in the phase of technical ripeness: Karikachi vegetable soybeans – 36.29 g/100 g; french beans – Fruidor (17.13 g/100 g); faba beans – Karmazin (12.77 g/100 g), Windzorski (13.51 g/100 g), Byanko (14.30 g/100 g), Zeleni Nyzynni (14.43 g/100 g).

Cultivars with increased nitrogen-fixing capacity were identified: vegetable soybeans – Astra (161.67 kg/ha), Sac (168.00 kg/ha); french beans - Paloma (51.5 kg/ha), Fruidor (54.6 kg/ha), Casablanca (60.0 kg/ha); vegetable bean – Ukrainski Slobidski (67.7 kg/ha), Windzorski (71.0 kg/ha) and Extra Grano Violetto (75.7 kg/ha).

A study of the effectiveness of drip irrigation showed an increase in the mass of green beans per plant by 35.9–41.9 g/plant, and the commercial yield increased by 3.5–4.2 t/ha, or 31.3–39.2 %. The analysis of the obtained data indicates that drip irrigation contributes to the increase in the level of realization of the biological potential, which is especially high in the Ukrainski Slobidski, Biloruski and Windzorski cultivars.

In the seventh chapter the results of the study indicated that the use of

bioinoculants and mycorrhizae for leguminous plants is a promising approach to optimizing crop production processes due to the high efficiency of synergism of inoculants with mycorrhizae and biologization of the agricultural sector. The use of a mixture of bioinoculant and mycorrhizal drug Mikofrend+Anderiz helped to increase the yield by 11.0 and 10.0 % in Romantyka cultivar and 12.7 and 11.3 % in Sac cultivar. In the study of green beans the most effective was the use of the mixture Anderiz+Micofrend, where the highest yield was obtained – 6.18 and 6.35 t/ha in the cultivars of green beans Laura and Purpurova Koroleva. A study of the influence of inoculation and mycorrhization on horse bean crops revealed a varietal reaction to mixtures of preparations. Thus Windzorski cultivar had a higher productivity with the combined use of the Anderiz inoculant with Mycofriend mycorrhiza, and the Extra Grano Violetto cultivar on Ryzoaktyv Bobovi+Mycofriend option. The increase in the yield of green beans on these variants was 10.6 and 10.4%, respectively, according to the cultivar and variant, and the seed yield increased by 29.3 and 14.9 %.

The use of the best combinations of drugs contributed to the fixation of biological nitrogen at the level of 188.3–201.6 kg/ha in vegetable soybeans, 70.3–74.3 kg/ha in french beans, and 105.3–106.7 kg/ha in faba beans.

In the eighth chapter analyzed and concluded that in order to use fertilizers more effectively and improve soil fertility, it is advisable to apply fertilizers locally in the rows immediately before or during the planting of garlic. For the cultivation of garlic for food purposes (with or without the use of an absorbent) and the saving of fertilizers up to 50 %, which should be applied at the rate of $N_{120}P_{60}K_{60}$ of the active substance, which will ensure the formation of garlic yields at the level of 11.8 t/ha (without an absorbent) and 15.0 t/ha (with absorbent).

It was found that organic acid solutions improve the antioxidant status: the activity of SOD, CAT, POD, GR, GST in the treated leaves, as a rule, increases, the activity of SOD was higher than the control by 7.5–15.0 %; CAT (27.4–45.9%); POD (7.0–83.0%); GR (5.4–49.9%); and GST (14.8–41.3 %). It was noted that the content of the sum of chlorophylls *a+b* in the leaves increased

significantly (2.6–10.8%). The use of organic acids increased the accumulation of dry matter by 1.4–4.0%. The yield increase was at the level of 1.14–2.27 t/ha (7.7–15.3% compared to the control). In the future, the obtained data can be used to reduce the influence of abiotic factors on the physiological state and productivity of garlic plants. Also, the obtained data will serve as a theoretical basis for producers considering the purposes for which the products are grown (for sale in fresh form, processing or storage).

The research results indicate the improvement of production processes of the agricultural agrocenosis with the use of absorbents of TM "MaxiMarin", which further contributes to the increase of basil, tomato, pumpkin, salad vegetables (leaf and head lettuce, spinach), amaranth. Studies have shown that the effectiveness of the absorbent in the form of granules is higher in the second and next years, both on the indicators of the productivity of vegetable crops and on the reserves of productive moisture.

In the ninth chapter of the dissertation an economic justification is given and an analytical assessment of the economic advantages of growing adaptive and productive cultivars of garlic, leguminous vegetables, the use of inoculants in the technology of cultivation compatible with mycorrhizos, the use of local fertilizers against the background of absorbents and other methods of realizing the productive potential is carried out.

The impact of varietal characteristics on the formation of vegetable agrocenoses and methods of increasing and realizing the productive potential of crops, which are studied by using absorbents, local fertilization with macro- and microfertilizers, hormonization, inoculation, and mycorrhization of crops, are summarized. Recommendations for production and selection practice have been developed.

Key words: *garlic, vegetable soybean, faba bean, French bean, adaptability, plasticity, stability, breeding value, tomato, pumpkin, salad vegetables, amaranth, inoculant, mycorrhiza, absorbent, fertilizer, reserves of productive moisture, productivity, storability, nodulation apparatus, antioxidant enzymes, protein,*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

Статті у виданнях, проіндексованих у базах даних

Web of Science Core Collection, Scopus

1. Ulianych O., Yatsenko V., Kondratenko P., Lazariev O., Voievoda L., Lukianets O., Adamenko D. The influence of amino acids on the activity of antioxidant enzymes, malonic dialdehyde content and productivity of garlic (*Allium Sativum* L.). *Agronomy Research*. 2020, 18(3): 2245–2258. <https://doi.org/10.15159/AR.20.172>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

2. Havrilyuk M., Fedorenko V., Ulianych O., Kucher I., Yatsenko V., Vorobiova N. and Lazariev O. Effect of superabsorbent on soil moisture, productivity and some physiological and biochemical characteristics of basil. *Agronomy Research*. 2021, 19(2): 394–407, <https://doi.org/10.15159/AR.21.080>. (45% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

3. Ulyanych O., Poltoretskyi S., Liubych V., Yatsenko A., **Yatsenko V.**, Lazariev O., Kravchenko V. Effect of surface drip irrigation and cultivars on physiological state and productivity of faba bean crop. *Agraarteadus*. 2021, 32(1): 139–149. <https://doi.org/10.15159/jas.21.14>. (65% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

4. **Yatsenko V.**, Poltoretskyi S., Mostoviak I., Vorobiova N., Lazariev O., Kravchenko V.. The effect of superabsorbent and different rates of the local fertilizer on garlic productivity in the forest-steppe of Ukraine. *Agraarteadus*. 2022, 33(1): 209–221. <https://doi.org/10.15159/jas.22.21>. (80% авторства: ідея та

її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

5. **Yatsenko V.**, Poltoretskiy S., Yatsenko N., Poltoretska N., Mazur, O. Agrobiological assessment of green bean varieties by adaptability, productivity, and nitrogen fixation. *Scientific Horizons*. 2023, 26(7): 79–94. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2023.79>. (90% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

6. **Yatsenko V.**, Yatsenko N., Karpenko V., Poltoretskiy S., Lazariev O., Kravchenko V., Chynchyk O., Vyshnevskaya L., Tretiakova S., Kozyrsky D. Agrobiological assessment of productivity and nitrogen fixation of vegetable soybean (edamame) in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 2023, 21(2): 1006–1026, <https://doi.org/10.15159/AR.23.097>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

7. **Yatsenko V.**, Sichkar A., Rogalskiy S., Vyshnevskaya L., Kostiyuk M. (). Ecological plasticity, stability, and nitrogen-fixing capacity of edible bean cultivars in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2024, 25(6): 31–50. <https://doi.org/10.48077/scihor6.2024.31>. (75% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

8. **Yatsenko V.**, Yatsenko N., Mostoviak I., Lazariev O., Zhilyak I., Novak Y., Kravchenko V., Musiienko L., Krykun S. Influence of the Weather Conditions on the Efficiency of Absorbents in the Vegetable Crop Rotation System and on the Stock of Productive Soil Moisture. *Acta fytotechn zootechn*, 27, 2024(3): 250–265. <https://doi.org/10.15414/afz.2024.27.03.250-265>. (60% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень,

узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

9. Улянич О. І., Яценко В. В., Шевчук К. М., Остапенко Н. О. Ріст і урожайність часнику залежно від сорту в Правобережному Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. Вип. 97. Ч.1. 249–259. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-97-1-249-259>. (30% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

10. Яценко В. В. Біологічні основи продуктивності часнику озимого різних репродукцій. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2021. Вип. 98. Ч. 1. 126–141. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-1-126-141>.

11. Яценко В. В., Улянич О. І. Біохімічний метод оцінки передселекційних вихідних форм і сортів часнику за стійкістю до ураження грибковими хворобами. *Овочівництво і багтанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 2021. Вип. 69. С. 43–54. (80% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

12. Яценко В. В., Шевчук К. М., Бойко А. І., Половинчук О. Ю. Агробіологічна оцінка колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (Kuzn.). *НАУКОВІ ПРАЦІ ІНСТИТУТУ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ*. Вип. 29, 2021. С. 202–209. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244481>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень,

узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

13. Яценко В. В. Сортові особливості формування нодуляційного апарату бобових культур за використання інокулянтів і мікоризоутворювального препарату. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, 2021. Вип. 99. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 100–114. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-1-100-114>.

14. Яценко В. В. Формування продуктивності сої овочевої за використання біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2022. вип. 125. С. 111–118. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.16>

15. Яценко В. В. Сортові особливості формування продуктивності бобів овочевих за використання біоінокулянтів і мікоризоутворювача. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2022, вип. 126. С. 106–113. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.15>.

16. Яценко В. В. Вплив обробки посівів часнику амінокислотами на збереженість цибулин. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2022, 48(2): 181–187. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.24>

17. Яценко В. В. Селекційна цінність нестрількуючих форм часнику озимого. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022, 18(3): 184–195. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.3.2022.268999>

18. Яценко В. В., Воробйова Н. В. Продукційні процеси посівів помідора за використання абсорбуючих матеріалів в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2022, вип. 127. С. 186–191. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.23>. (65% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

19. Яценко В. В., Воробйова Н. В. Адаптивний потенціал колекції *Allium sativum* L. subsp. *Sagittatum* Уманського національного університету садівництва. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022, 18(4): 262–272.

<https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273987>. (80% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

20. Яценко В. В. Адаптивна здатність та селекційна цінність колекційних зразків сої овочевої. *Овочівництво і багтанництво*. 2022, 72: 41–52. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-72-41-52>.

21. Яценко В. В., Улянич О. І., Яценко Н. В., Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В. Порівняльна характеристика селекційних і місцевих форм часнику за показниками харчової цінності. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2023, 19(1): 58–67. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.1.2023.277772>. (60% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

22. Яценко В. В., Воробйова Н. В., Яценко А. О., Рогальський С. В., Січкара А. О. Формування продуктивності гарбуза великоплідного за післядії абсорбентів. *Таврійський науковий вісник*. Сільськогосподарські науки, 2023, вип. 130. С. 301–306. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.41>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

23. Яценко В. В., Яценко Н. В., Рогальський С. В., Січкара А. О., Новак Ю. В. Формування продуктивності сортів амаранту в Правобережному Лісостепу України за дії абсорбенту MaxiMarin. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2023, 19(4): 249–256. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.291231>. (75% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень,

узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

24. Yatsenko V., Yatsenko N., Ulianych O., Mostovia I., Karpenko V. Адаптивно-продуктивний потенціал часнику ярого колекції Уманського національного університету садівництва. *Овочівництво і багтанництво*. 2023, 74: 51–64. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2023-74-51-64>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

25. Яценко В. В., Яценко Н. В., Улянич О. І., Рогальський С. В., Січкара А. О., Яценко А. О., Войняк О. А. Оцінювання сортів й перспективних зразків *Allium sativum* L. колекції Уманського національного університету садівництва за лежкістю в неконтрольованих умовах *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024, Вип. 104. Ч. 1. 266–275. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-266-275>. (80% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

26. Яценко В. В. Модель сорту часнику, розроблена на основі колекції генотипів Уманського національного університету садівництва. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, № 2, 2024, С. 18–24. DOI <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-2-18-25>.

27. Яценко В. В., Яценко Н. В., Яценко А.О., Фещенко В. В., Луценко І.С. Сортова продуктивність квасолі овочевої за використання біоінокулянтів окремо й сумісно з мікоризою. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва* 2024. Вип. 105. Ч. 1: *Сільськогосподарські науки*. С. 38–47. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-105-1-38-47 (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

**Отримання українських охоронних документів на об'єкти
інтелектуальної власності:**

28. Свідоцтво про авторство на сорт Аполлон часник (*Allium sativum* L.) від 08.12.2022. №220651. Автори: Яценко В. В., Улянич О. І. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 21129002 дата подання: 26.10.2021). Випуск № 6, 2022. С. 768. (80 % авторства: ідентифікація, виділення форм для селекційної практики, комплексна оцінка сорту і екологічне впровадження). URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

29. Свідоцтво про авторство на сорт Джованна часник (*Allium sativum* L.) від 08.12.2022. № 220652. Автори: Яценко В. В. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 22129002 дата подання: 20.04.2022). Випуск № 6, 2022. С. 769. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

30. Свідоцтво про авторство на сорт Глорія часник (*Allium sativum* L.) від 31.05.2023. №230331. Автори: Яценко В. В. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 23129001 дата подання: 10.02.2023). Випуск № 5, 2023. С. 44. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/6482ed93c7f01.pdf>

31. Свідоцтво № 220743 про державну реєстрацію сорту рослин назва сорту Аполлон часник (*Allium sativum* L.). Яценко В. В., Улянич О. І. Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 08.12.2022. (50 % авторства: ідентифікація, виділення форм для селекційної практики, комплексна оцінка сорту і екологічне впровадження).

32. Свідоцтво № 220744 про державну реєстрацію сорту рослин назва сорту Джованна часник (*Allium sativum* L.). Яценко В. В. Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 08.12.2022.

33. Свідоцтво № 230363 про державну реєстрацію сорту рослин назва сорту Глорія часник (*Allium sativum* L.). Яценко В. В. Дата державної

реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 30.05.2023.

34. Пат. 230297 на сорт рослин Глорія «Часник». Яценко В. В. Заявка № 23129001 Назва сорту: Глорія Володілець Уманський національний університет садівництва заявл.: 10.02.2023, опубл. 15.05.2023. Патент № 230297.

35. Пат. 230314 на сорт рослини Джованна «Часник». Яценко В. В. Заявка № 22129002 Назва сорту: Джованна Володілець Уманський національний університет садівництва заявл.: 20.04.2022, опубл. 23.06.2023. Патент № 230314.

36. Пат. 230313 на сорт рослин Аполлон «Часник». Яценко В. В., Уляни О. І. Заявка № 21129002 Назва сорту: Аполлон Володілець Уманський національний університет садівництва заявл.: 26.10.2021, опубл. 23.06.2023. Патент № 230313.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

37. Яценко В. В., Улянич О. І. Продуктивність часнику озимого сорту Любаша за обприскування рослин органічними кислотами. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2020», 12 березня 2020 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН. 2020. Т. 3. С. 186–190.*

38. Yatsenko V., Ulianych O. The influence of amino acids on the activity of antioxidant enzymes, productivity and storage of garlic. *Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (26 червня 2020 р.) / Редкол.: Улянич О. І. (відп. ред.) та ін. Умань: ВПЦ “Візаві”, 2020. С. 53–54.*

39. Yatsenko V. Effect of iron, zinc and boron on the physiological state, productivity and storability of garlic cv. Lyubasha. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку*

галузі овочівництва в сучасних умовах: *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (23 липня 2020 р., сел. Селекційне Харківської обл.)* / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. Т. 2. С. 174–176.

40. Яценко В. В. Вплив краплинного зрошення на продуктивність сортів бобу овочевого. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VI наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2021», 11 березня 2021 р., с. Крути, Чернігівська обл.)* / ДС «Маяк» ІОБ НААН; відп. за вип. О.В. Позняк: у 4 т. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2021. Т. 4. С. 153–156.

41. Кучер І. О., Яценко В. В. Ефективність застосування різних форм суперабсорбентів у посівах васильків справжніх. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (20 травня 2021 р., сел. Селекційне Харківської обл.)* / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. Т. 2. С. 79 – 81.

42. Яценко В.В. Агробіологічне оцінювання колекційних сортів сої овочевої в умовах Лісостепу України. *Природничі науки в системі освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (7-8 квітня 2022 року, м. Умань)*. Умань, 2022. С. 53–56

43. Яценко В. В. Сортіві особливості фрмування нодуляційного апарату бобових культур за використання біоінокулянтів та мікоризо утворюючого препарату. *Природничі науки в системі освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (7–8 квітня 2022 року, м. Умань)*. Умань, 2022. С. 56–59

44. Яценко В. В. Селекційно-імунологічне оцінювання передселекційних вихідних форм і сортів часнику. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 29 квітня 2022 р.)* /

НААН, МПП ім.. В. М. Ремесла, М-во аграр. Політики та прод. України, Укр. Ін.-т експертизи сортів рослин. 2022. С. 126–127.

45.Яценко В. В. Продуктивність часнику озимого сорту Любаша за обприскування рослин органічними кислотами. *Науково-технологічне та методичне забезпечення виробництва екологічної, конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції в сучасних умовах. Збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції. Умань, 15 червня 2022 року.* / під ред. член-кор. НААН, д.с.г.н., проф. Олени УЛЯНИЧ. Ред.-вид. відділ УНУС, Умань, 2022. С. 23–25.

46.Яценко В. В. Біоресурсний потенціал уманської колекції часнику. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2023», 2 березня 2023 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН: у 2 т. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2023. Т. 2. С. 321–325.*

47.Яценко В. В. Вплив суперабсорбенту та різних норм локального удобрення на продуктивність часнику. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 30 березня 2023 р.).* Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 187–189.

48.Яценко В. В. Адаптивний потенціал селекційних та місцевих форм часнику озимого. *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети: збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції.* Одеса: Олді+, 2023. С. 216–217.

49.Полторецький С., Яценко В. Фіксація біологічного азоту соєю за використання біоінокулянтів сумісно з мікоризоутворювачем. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» Частина 1.* (Україна, Київ, 6–7 липня 2023 р.). С. 140–143.

50. Яценко В. Екологічна пластичність й стабільність *Allium sativum L. subsp. Sagittatum* колекції Уманського національного університету садівництва.. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження видатної селекціонерки часнику Лідії Ліщак 28–29 березня 2024. «Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції»*. Дубляни, 2024. С. 21–23.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

Рекомендації виробництву

51. Яценко В. В., Улянич О. І., Яценко Н. В. Технологія вирощування часнику. Рекомендації виробництву. Умань: Уманський національний університет садівництва, 2024 р. 42 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	32
РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОВОЧЕВИХ РОСЛИН. ВПЛИВ ЧИННИКІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВОЧЕВИХ АГРОЦЕНОЗІВ І БІОЛОГІЗАЦІЮ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури)	46
1.1. Біологічні особливості, народногосподарське значення і прийоми вирощування видів часнику.	46
1.1.1. Особливості біології часнику озимого (стрілкуючого і нестрілкуючого) та ярого.	46
1.1.2. Стан і перспективи селекції часнику.	52
1.2. Овочі родини <i>Fabaceae</i> L. – біологічні і технологічні аспекти вирощування.	58
1.2.1. Біолого-екологічні особливості та народно-господарське значення і поширення бобових овочів. Біологічні особливості бобів кінських	60
1.2.2. Походження і розповсюдження, біологічні особливості та народногосподарське значення квасолі овочевої (спаржевої, цукрової).	65
1.2.3. Агробіологічні особливості й формування продуктивності сої овочевого напрямку використання.	69
1.3. Оптимізація продукційних процесів агроценозів	78
1.3.1. Ефективність локального внесення добрив у технологіях вирощування овочевих культур.	78
1.3.2. Гормонізація рослин та застосування біоінокулянтів і мікоризоутворювачів – як ефективний напрям біологізації технології вирощування.	81
1.3.3. Оптимізація продукційних процесів агробіоценозів застосуванням систем краплинного зрошення та полімерних	91

гідрогелів.	
1.3.4. Значення бобових фітоценозів у біологізації та інтенсифікації землеробства.	99
1.4. Фактор середовища та роль сорту в реалізації генотипу й критерії оцінювання екологічної адаптивності рослин.	103
Висновки до розділу 1	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1	109
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МЕТОДОЛОГІЯ Й МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	160
2.1. Ґрунтові умови зони проведення досліджень.	162
2.2. Кліматичні умови періоду досліджень.	163
2.3. Схеми дослідів і методика проведення досліджень.	170
2.4. Методика та методи проведених досліджень.	193
Висновки до розділу 2.	209
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2	210
РОЗДІЛ 3. АДАПТИВНА СЕЛЕКЦІЯ ЧАСНИКУ ОЗИМОГО (<i>Allium sativum</i> L. <i>subsp. sagittatum</i> та <i>subsp. vulgare</i>) КОЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА	217
3.1. Аналіз екологічної пластичності й стабільності перспективних зразків та створення сортів <i>Allium sativum</i> L. <i>subsp. sagittatum</i> .	220
3.2. Аналіз екологічної пластичності й стабільності перспективних зразків та створення сортів <i>Allium sativum</i> L. <i>subsp. vulgare</i> (озимий)	230
3.3. Моделі сортів <i>Allium sativum</i> L. <i>subsp. sagittatum</i> та <i>subsp. vulgare</i> (озимий).	252
Висновки до розділу 3	261
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3	263
РОЗДІЛ 4. ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ <i>Allium sativum</i> L. <i>subsp. vulgare</i> (ярий) ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В	265

АДАПТИВНІЙ СЕЛЕКЦІЇ	
4.1. Аналіз екологічної пластичності й стабільності перспективних зразків та створення сортів <i>Allium sativum</i> L. subsp. <i>vulgare</i> (ярий).	265
4.2. Модель сорту <i>Allium sativum</i> L. subsp. <i>vulgare</i> (ярий).	279
4.3. Порівняльний аналіз параметрів харчової цінності та еластичність підвидів часнику	283
Висновки до розділу 4	288
РОЗДІЛ 5. СЕЛЕКЦІЙНО-ІМУНОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПОПУЛЯЦІЙ ЧАСНИКУ ОЗИМОГО ЗА ТОЛЕРАНТНІСТЮ ДО ІРЖІ ТА ФУЗАРІОЗУ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ РІЗНИХ РЕПРОДУКЦІЙ	
5.1 Селекційно-імунологічне оцінювання сортів часнику. Біохімічні реакції та ураженість рослин часнику збудниками грибкових захворювань залежно від сорту.	289
5.2. Продукційні процеси у рослин і посівах часнику озимого залежно від репродукції.	291
Висновки до розділу 5	307
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 5	
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ І СТАБІЛЬНІСТЬ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР РОДИНИ <i>FABACEAE</i> L.	
6.1. Адаптивно-продуктивний потенціал колекційних зразків сої овочевого напрямку використання.	309
6.1.1. Тривалість періоду від сходів до настання стиглості колекційних сортів сої овочевої та сума ефективних температур для формування продуктивності.	309
6.1.2. Фізіологічний стан рослин та формування показників продуктивності й адаптивної здатності колекційних сортів сої овочевого напрямку використання.	312

6.1.3. Параметри біохімічного комплексу, поживної цінності та активність симбіотичного апарату сої овочевої.	329
6.2. Адаптивно-продуктивний потенціал сортів квасолі овочевої.	340
6.2.1. Тривалість періоду від сходів до настання стиглості рослин квасолі овочевої.	340
6.2.2. Ріст і формування показників продуктивності й адаптивної здатності рослин квасолі овочевої.	341
6.2.3. Параметри біохімічного комплексу, поживної цінності та активність симбіотичного апарату квасолі овочевої.	354
6.3. Адаптивно-продуктивний потенціал сортів бобів кінських.	363
6.3.1. Тривалість періоду від сходів до настання стиглості рослин бобів кінських.	364
6.3.2. Ріст і формування показників продуктивності й адаптивної здатності рослин бобів кінських.	366
6.3.3. Параметри біохімічного комплексу, поживної цінності та активність симбіотичного апарату бобів кінських.	381
6.4. Оптимізація продукційного процесу бобів кінських доборою сортів і застосуванням краплинного зрошення.	389
Висновки до розділу 4.	398
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 6	401
РОЗДІЛ 7. МОДЕЛЬ БІОЛОГІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БОБОВИХ ОВОЧІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОІНОКУЛЯНТІВ ТА МІКОРИЗНОГО ПРЕПАРАТУ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	403
7.1. Формування продуктивності сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолан окремо й сумісно з міокризоутворювачем Мікофренд.	403
7.2. Формування продуктивності квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо й сумісно з	416

міокризоутворювачем Мікофренд.	
7.3. Формування продуктивності бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з міокризоутворювачем Мікофренд.	429
Висновки до розділу 7.	443
РОЗДІЛ 8. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВОЧЕВИХ АГРОЦЕНОЗІВ ЗАСТОСУВАННЯМ ФІТОГОРМОНІВ, ДОБРІВ ТА АБСОРБЕНТІВ	446
8.1. Продукційні процеси часнику озимого сорту Любаша за гормонізації посівів.	446
8.2. Продукційні процеси посівів часнику за використання абсорбенту і різних норм добрив.	456
8.3. Тривалість ефективної дії абсорбентів на продукційні процеси в овочевих агрофітоценозах й формування запасів продуктивної вологи в ґрунті.	464
8.4. Вплив водопоглинаючого абсорбенту ТМ ‘MaxiMarin’ на продуктивність різних сортів амаранту.	483
Висновки до розділу 8	488
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 8	492
РОЗДІЛ 9. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	493
9.1. Економічна ефективність вирощування новостворених сортів часнику.	491
9.2. Економічна ефективність гормонізації посівів часнику озимого.	498
9.3. Економічна ефективність вирощування бобових овочів.	499
<i>9.3.1. Економічна ефективність вирощування сої овочевого напрямку використання.</i>	499
<i>9.3.2. Економічна ефективність вирощування сортів квасолі овочевої.</i>	502
<i>9.3.3. Економічна ефективність вирощування сортів бобів кінських.</i>	504

9.3.4. Економічна ефективність вирощування бобів кінських за використання краплинного зрошення.	505
9.4. Економічна ефективність вирощування бобових овочів за використання біоінокулянтів й мікоризоутворюючого препарату.	506
9.4.1. Економічна ефективність вирощування сої овочевої за використання біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату.	506
9.4.2. Економічна ефективність вирощування поширених сортів квасолі овочевої за використання біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату	508
9.4.3. Економічна ефективність вирощування сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату.	510
9.5. Економічна ефективність використання абсорбуючих матеріалів у технологіях вирощування овочевих культур.	512
9.5.1. Економічна ефективність використання абсорбенту за вирощування часнику озимого.	512
9.5.2. Економічна ефективність використання різних форм абсорбенту в ланці овочевої сівоzmіни.	514
9.5.3. Економічна ефективність використання абсорбенту за вирощування амаранту.	520
Висновки до розділу 9.	521
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 9.	523
ВИСНОВКИ	524
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	528
РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ	529
ДОДАТКИ	531

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Нині за глобального потепління, невизначених сценаріїв майбутньої зміни клімату та можливої реакції агроєкосистем найважливішим завданням є формування оптимального водного режиму для овочевих культур завдяки використанню краплинного зрошення, абсорбуючих полімерів й адаптивних сортів, здатних забезпечувати високу і стабільну продуктивність у динамічних умовах середовища. Впровадження їх у сільськогосподарське виробництво забезпечить підвищення врожайності за зміни теплових, світлових, водних ресурсів та родючості ґрунту за можливої мінливості шкочочинних чинників.

Індустріалізація та інтенсифікація сільськогосподарського виробництва і глобальні зміни клімату за зменшення ресурсного забезпечення у світі та Україні, зокрема, призводять до зменшення виробництва екологічно чистих, багатих на поживну цінність овочів. Непроста економічна ситуація, досить вузький асортимент овочевої продукції, особливо в зимовий період, позначається на погіршенні харчування населення. Споживання високоякісної овочевої продукції впродовж року, за різноманітності овочевих культур – це один із напрямків вирішення цієї проблеми.

Значний внесок у наукове обґрунтування використання видового і сортового різноманіття та розробку технологій вирощування овочевих культур належить вітчизняним ученим-овочівникам: Лихацьому В. І., Харебі В. В., Улянич О. І., Шабеті О. М., Харебі О. В., Куцу О. В., Парамоновій Т. В., Лещук Н. В., Позняку О. В., Віцені Т. І., Грабовській Т. М., Івченко Т. В., Кормош С. М., Костюк О. О., Кубрак С. М., Овчаруку В. І., Сичу З. Д., Чернецькому В. М., які доводять перспективність вирощування нішевих овочевих культур, що сприяють покращенню фізіологічного стану людини та можливість розширення їх асортименту створенням генбанків.

Постійне здорожчання енергетичних ресурсів виробництва овочевої продукції вимагає вдосконалення способів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур. Для цього нині використовуються в основному багатовитратні технологічні прийоми. Рациональним способом підвищення продуктивності овочевих культур є застосування ресурсоощадних складових вирощування (краплинне зрошення, застосування абсорбентів, локальне внесення добрив тощо), підбір адаптивних сортів традиційних (часник, помідор, гарбуз) і нішевих (соя овочева, квасоля овочева, боби кінські, васильки справжні, салат головчастий і листовий, шпинат городній, амарант) овочевих культур до умов вирощування та зменшення пестицидного навантаження за використанням імунних сортів і біологічних препаратів. Часник – як лікарська, імуномодулююча, пряна культура та бобові овочі, зокрема, квасоля овочева, боби кінські, соя овочева – як джерело рослинного білка та рівноцінні замітники м'яса й зеленні культури – це цінні овочеві культури, що забезпечують населення вітамінними продуктами харчування.

Інтродукція, аналіз і уточнення біології розвитку зразків досліджуваних культур дозволить виділити матеріал з господарсько цінними ознаками. Оцінювання адаптивного потенціалу нових сортів овочевих культур за вирощування їх у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах за зміни клімату є актуальним питанням, як і проблема удосконалення і біологізація технологічного процесу виробництва високоякісної продукції. Аналіз закономірностей залежності вищеназваних фундаментальних процесів від чинників навколишнього середовища та від внутрішніх біологічних, видових та адаптивних особливостей рослин у динаміці взаємозв'язків в онтогенезі є основою створення статистичних моделей продуктивності рослин.

Селекції належить один із визначальних напрямів у збільшенні потенціалу продуктивності та адаптивних властивостей сільськогосподарських культур. За минуле століття внесок селекційної роботи у підвищення продуктивності сільськогосподарських культур

становив понад 50 %. Разом з тим зміна врожайності сільськогосподарських культур вказує на її істотне варіювання у виробництві. Основними факторами такої мінливості є контрастність кліматичних умов.

Удосконалення рівня науково-методичних розробок у селекції овочевих рослин стає основою створення нових високопродуктивних, толерантних до біо- й абіотичних факторів вихідних форм і сортів. Для створення нових сортів з високими потенційними можливостями за комплексу господарсько-цінних ознак важливо використовувати різноманітний вихідний генетичний матеріал та методи його оцінювання в широкому спектрі цінних параметрів, а також удосконалення технології вирощування культури, що є актуальними проблемами, які піднімалися у роботі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційну роботу виконано впродовж 2017–2024 рр. відповідно до наукової програми Уманського національного університету садівництва «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України», підпрограми «Використання біологічного потенціалу овочевих, баштанних і лікарських культур та картоплі на основі інноваційних технологій в Лісостепу України» 2017–2020 рр. (номер державної реєстрації 0101U004495); «Збалансоване використання, прогноз і управління природним та ресурсним потенціалом агроєкосистем України» 2021–2024 рр. (номер державної реєстрації 0121U112521).

Мета дослідження – теоретичне обґрунтування методів підвищення і реалізації продуктивного потенціалу овочевих агроценозів на продовольчі й селекційно-насінницькі цілі та аналіз методичних особливостей адаптивної селекції часнику для підвищення стійкості і економічної ефективності виробництва овочевої продукції, зниження пестицидного навантаження і відтворення родючості ґрунту у Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- проаналізувати й зробити добір вихідного матеріалу часнику ярого, озимого стрілкуючого і нестрілкуючого у селекції на адаптивність, урожайність, вміст ефірної олії у м'якуші та лежкість;
- провести селекційно-імунологічне оцінювання сортів і перспективних зразків часнику до збудників іржі та фузаріозу на природному інфекційному фоні;
- розробити експрес-метод оцінювання стійкості часнику до збудників іржі та фузаріозу на природному інфекційному фоні;
- проаналізувати динаміку продукційних процесів часнику озимого у різних репродукціях;
- створити сорти часнику озимого стрілкуючого і нестрілкуючого з високим адаптивним потенціалом;
- уніфікувати науково-обґрунтовані моделі сортів часнику ярого, озимого стрілкуючого і нестрілкуючого за врахування біологічних особливостей, кліматичних умов і технологічності сорту;
- встановити дію фітогормонів, добрив і абсорбенту на продуктивність і технологічність часнику;
- провести агроекологічне ранжування сортів бобових овочевих культур (соя овочева, квасоля овочева, боби кінські), що базується на специфіці адаптивних реакцій рослин, інтегруючих дію чинників довкілля та виділення зразків за ознаками «урожайність на продовольчі й насінневі цілі», «високий вміст протеїну», «висока азотфіксуюча здатність»;
- удосконалити технологію вирощування бобових овочевих культур (соя овочева, квасоля овочева, боби кінські) використанням мікоризоутворювача та біоінокулянтів;
- оптимізувати технологію вирощування бобів кінських добором сортів і застосуванням краплинного зрошення;
- поліпшити продукційні процеси овочевих агрофітоценозів використанням різних форм абсорбенту в ланці сівозміни «васильки

справжні – помідор – гарбуз великоплідний – салат головчастий і листковий та шпинат городній»;

– проаналізувати закономірності екологічної та сортової мінливості популяційних ознак і стабільність їх прояву за використання статистичних методів та виділення генетичних джерел часнику і бобових овочевих культур за господарсько-цінними ознаками;

– визначити економічну ефективність вирощування овочевих культур родин *Amaryllidaceae* L., *Fabaceae* L., *Lamiaceae* L., *Solanaceae* L., *Cucurbitaceae* L., *Amaranthaceae* L. *Asteraceae* L., *Chenopodioaceae* L. за використання різних методів реалізації продуктивного потенціалу;

– розробити й запропонувати практичні рекомендації з освоєння технологій вирощування овочевих культур родин *Amaryllidaceae* L. (часник озимий стрілкуючий, нестрілкуючий і ярий), *Fabaceae* L. (квасоля овочева, боби кінські, соя овочева), *Lamiaceae* L. (васильки справжні), *Solanaceae* L. (помідор), *Cucurbitaceae* L. (гарбуз великоплідний), *Amaranthaceae* L. (амарант), *Asteraceae* L. (салат головчастий і листковий) та *Chenopodioaceae* L. (шпинат городній) у Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – процеси росту та розвитку рослин для формування високого рівня врожайності та якості товарної продукції за оптимального рівня реалізації біологічного потенціалу овочевих культур родин *Amaryllidaceae* L. (часник ярий, озимий стрілкуючий і нестрілкуючий), *Fabaceae* L. (квасоля овочева, боби кінські, соя овочева), *Lamiaceae* L. (васильки справжні), *Solanaceae* L. (помідор), *Cucurbitaceae* L. (гарбуз великоплідний) *Amaranthaceae* L. (амарант), *Asteraceae* L. (салат головчастий і листковий) та *Chenopodioaceae* L. (шпинат городній) залежно від сорту, застосування фітогормонів, інокулянтів і мікоризоутворювача, добрив, краплинного зрошення і абсорбенту.

Предмет дослідження – гідротермічні умови вегетаційного періоду, фенологічні зміни рослин, їх біологічні особливості, біометричні показники, складові структури врожайності та адаптивної здатності залежно від факторів

вирощування. Біохімічний склад і харчова цінність овочевої продукції та фізіолого-біохімічні зміни у рослинах і мікробіологічні зміни у ґрунті залежно від гідротермічних умов, сортових особливостей, застосування фітогормонів, біологічних препаратів, удобрення, краплинного зрошення і абсорбенту.

Методологія і методи дослідження. Під час аналізу огляду літератури було використано наступні методи: діалектичного пізнання процесів і явищ, монографічний, емпіричний, порівняльного аналізу та абстрактно-логічний, моделювання, прогнозування й узагальнення. У наукових дослідженнях згідно теми дисертаційної роботи використано системні підходи, сучасні наукові методи планування і проведення досліджень: польовий і лабораторно-польовий методи (фізіологічні, хімічні, мікробіологічні). Супутні експериментальні спостереження, обліки й аналізи проводили у відповідності до загальноприйнятих методик дослідної справи. Польовий і лабораторно-польовий методи, лабораторний, виробничий, синтезу, статистичної обробки, зокрема, регресійний кореляційний і дисперсійний аналіз – визначення точності дослідження та розробка моделей сортів; економіко-статистичний – встановлення ефективності технології виробництва об'єкту дослідження.

Наукова новизна полягає в теоретичному обґрунтуванні та вирішенні проблеми підвищення продуктивності рослин за аналізу загальних закономірностей продукційних процесів овочевих культур (часник, квасоля овочева, боби кінські, соя овочева, васильки справжні, помідор, гарбуз великоплідний, салат листковий і головчастий, шпинат городній, амарант) в умовах Лісостепу України та вдосконаленні методів реалізації генетичного потенціалу зразків овочевих культур із високою адаптивною здатністю.

Уперше:

– проаналізовано спектр адаптивної мінливості колекції генотипів часнику різних підвидів, виділено перспективні зразки за параметрами адаптивності, стабільності і пластичності за ознаками: «врожайність»,

«високий/низький уміст ефірної олії в м'якуші», «лежкість», для використання в подальшій селекції, що дало змогу створити колекції зразків з господарсько-цінними ознаками;

– проведено селекційно-імунологічне оцінювання *Allium sativum* L. до збудників іржі та фузаріозу на природному інфекційному фоні, що дало змогу виділити стійкий селекційний матеріал;

– розроблено спосіб оцінювання стійкості вихідних форм часнику до збудників іржі та фузаріозу, що дозволяє виділити найстійкіші генотипи на природному інфекційному фоні на початку вегетації, до прояву ураження рослин хворобами (заявка № u 2024 01658 від 03.04.2024 на корисну модель «Спосіб оцінювання стійкості часнику до іржі та фузаріозу»);

– проаналізовано зміну продукційних процесів часнику озимого у різних репродукціях завдяки чому встановлено істотне зниження врожайності залежно від сорту і репродукції;

– уніфіковано моделі сортів підвидів часнику ярого, озимого стрілкуючого і нестрілкуючого, придатного до вирощування у Лісостепу України;

– встановлено істотний позитивний вплив фітогормонів (гіберелінової, аскорбінової і саліцилової кислот) на продуктивність часнику озимого сорту Любаша;

– встановлено, що використання абсорбенту ТМ «МахіМарін» у формі порошку сприяє підвищенню ефективності внесених добрив у посівах часнику озимого;

– проаналізовано адаптивний потенціал сортів квасолі овочевої та бобів кінських і колекційних сортів сої овочевої та виділені джерела за ознаками «урожайність на продовольчі й насінневі цілі», «високий уміст протеїну», «висока азотфіксуюча здатність»;

– доведено, що вирощування бобів сортів Карадаг, Білоруські, Українські слобідські та Віндзорські на краплинному зрошенні сприяло істотному підвищенню врожайності, розвитку нодуляційного апарату та азотфіксації;

– встановлено позитивну дію мікоризоутворювача (Мікофренд 1,5 л/т) та біоінокулянтів (Андеріз, Різолاین, Ризоактив бобові по 2,0 л/т) на продукційні процеси бобових овочевих культур (соя овочева, квасоля овочева, боби кінські);

– проаналізовано зміни продукційних процесів овочевих агрофітоценозів, що сприяло підвищенню продуктивності ланки сівозміни «васильки справжні – помідор – гарбуз великоплідний – салат головчастий і листовий та шпинат городній» за використання різних форм абсорбенту ТМ «МахіМарін» і тривалість їх ефективної дії та вплив на динаміку запасів продуктивної вологи в ґрунті у посівах овочевих культур;

– установлено дію полімерного гідрогелю ТМ «МахіМарін» у формі порошку на формування загальної і насінневої продуктивності сортів амаранту;

– з використанням ймовірно-статистичних методів проаналізовано закономірності екологічної і сортової мінливості популяційних ознак овочевих культур у результаті чого розраховано параметри їх адаптивної здатності;

– розраховано економічну ефективність вирощування досліджуваних овочевих культур, залежно від елементу технології.

Оптимізовано:

– технології вирощування овочевих культур за використання створених інтенсивних сортів і перспективних зразків часнику озимого стрілкуючого, нестрілкуючого і ярого та дії фітогормонів (гіберелінової кислоти в дозі 0,15 л/га; саліцилової кислоти – 0,30 л/га та аскорбінової кислоти – 0,20 л/га), удобрення на фоні абсорбенту ТМ «МахіМарін» (внесених локально у нормі N₁₂₀P₆₀K₆₀), бобів кінських за зрошення, васильків справжніх, помідора,

гарбуза великоплідного, салату листкового і головчастого, шпинату городнього, амаранту за використання абсорбентів ТМ «MaxiMarin»; бобових овочевих культур за використання мікоризоутворювача (Мікофренд – 1,5 л/т) та біоінокулянтів (Андеріз, Різолاین і Ризоактив бобові по 2 л/т).

Набули подальшого розвитку:

– наукові положення щодо реалізації продуктивного потенціалу сортів і зразків залежно від умов і складових технології вирощування овочевих культур родин *Amaryllidaceae* L. (часник озимий стрілкуючий, нестрілкуючий і ярий), *Fabaceae* L. (квасоля овочева, боби кінські, соя овочева), *Lamiaceae* L. (васильки справжні), *Solanaceae* L. (помідор), *Cucurbitaceae* L. (гарбуз великоплідний), *Asteraceae* L. (салат головчастий і листковий) та *Chenopodioaceae* L. (шпинат городній), *Amaranthaceae* L. (амарант); статистичні моделі прогнозування високої врожайності залежно від технологічних прийомів вирощування культур.

Теоретичне і практичне значення одержаних результатів. Оцінено й сформовано колекцію генетичних ресурсів овочевих і баштанних культур, що налічує 128 зразків 12 ботанічних видів з 8 родин. Зокрема часнику (озимий стрілкуючий і нестрілкуючий та ярий), квасолі овочевої, бобів кінських та сої овочевої різного еколого-географічного походження.

Виділено сорти і перспективні зразки підвидів часнику з високою адаптивністю і врожайністю (Джованна, Аполлон, А.s.25/16 і А.s.40/16, А.s.16/16 і А.s.44/17, А.s.33/16 і А.s.52/17), стабільною врожайністю (А.s.25/16, А.s.35/16 і А.s.43/17), з високою (Аполлон і А.s.40/16, Джованна, А.s.25/16) та низькою (Глорія, А.s.27/16 і А.s.16/16, А.s.35/16, А.s.44/17 і А.s.1/16) концентрацією ефірної олії, лежкістю у неконтрольованих умовах (Джованна, Аполлон, Софіївський і А.s.40/16, А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.44/17, А.s.51/17, А.s.56/17 і А.s.57/17), що доцільно використовувати вихідним матеріалом у селекційному процесі.

Розроблено ферментативний спосіб оцінювання стійкості часнику до іржі та фузаріозу, який ґрунтується на визначенні активності

антиоксидантних ферментів для зниження інтенсивності ураження рослин гнилями і плямистостями (чим вища ферментативна активність – тим нижчий рівень інтенсивності ураження), (заявка № u 2024 01658 від 03.04.2024 на корисну модель «Спосіб оцінювання стійкості часнику до іржі та фузаріозу»).

За аналізу адаптивної мінливості бобових овочевих культур виділено адаптивні сорти: з високою врожайністю – квасоля овочева Зоренька (12,7 т/га), боби кінські Віндзорські (16,4 т/га), Б'янка (13,7 т/га) і Свितязь (11,5 т/га), соя овочева Sac (13,2 т/га), Fiskeby V (14,0 т/га), Fiskeby V–E5 (14,5 т/га); високим вмістом протеїну – квасоля овочева Фруїдор (17,13 г/100 г), боби кінські Кармазін (12,77 г/100 г), Віндзорські (13,51 г/100 г), Б'янка (14,30 г/100 г), Зелені низинні (14,43 г/100 г), соя овочева Karikachi (36,29 г/100 г); високою азотфіксуючою здатністю – квасоля овочева Палома (51,5 кг/га), Фруїдор (54,6 кг/га), Касабланка (60,0 кг/га), боби кінські Українські слобідські (67,7 кг/га), Віндзорські (71,0 кг/га), Екстра Грано Віолетто (75,7 кг/га), соя овочева Астра (161,67 кг/га), Sac (168,00 кг/га).

Виділено кращі комбінації препаратів біологічного походження для мікоризації й інокуляції бобових овочевих культур: (соя овочева – Різолайн 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т; квасоля овочева – Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т, боби кінські – Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т).

Оптимізовано технологію вирощування бобів кінських добором сортів й застосуванням краплинного зрошення, що підвищує азотфіксацію рослин і сприяє підвищенню врожайності на 31,3–39,2 %.

Визначено тривалість ефективної дії різних форм абсорбентів в овочевих агроценозах. Доведено, що використання різних форм абсорбентів по-різному впливає на продуктивність агроценозів у ланці сівозміни впродовж періоду використання. Абсорбент ТМ «MaxiMargin» у формі гелю має більшу ефективність у перший рік використання і різке зниження ефективності у другий і наступні роки після внесення. Абсорбент у формі порошку (гранул)

є більш стабільним завдяки чому є ефективнішим у другий і наступні роки використання.

Виявлено, що вирощування часнику озимого сорту Любаша за локального удобрення на фоні внесення 25 кг/га абсорбенту ТМ «MaxiMargin» у формі порошку сприяє підвищенню ефективності внесених локально добрив, норму яких можна зменшити до 50 % від рекомендованої.

На засадах розроблених методичних підходів за використання колекційного генофонду, методом індивідуального клонового добору створено продуктивні й технологічні, адаптовані до умов Лісостепу сорти часнику озимого стрілкуючого Аполлон (свідоцтво про авторство № 220651 від 08.12.2022) і Джованна (свідоцтво про авторство на сорт № 220652 від 08.12.2022) та нестрілкуючого Глорія (свідоцтво про авторство на сорт № 230331 від 31.05.2023), які включено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні.

Виділено та рекомендовано для селекційної практики вихідний матеріал 15 зразків з цінними господарськими ознаками (11 – часнику, 1 – сої овочевої, 1 – квасолі овочевої, 3 – бобів кінських).

Основні наукові розробки, отримані у рамках дисертаційного дослідження, апробовано в ПП «Орієнтир-Агро-Б» Черкаської обл. (2024 р.), ТОВ «Земля і воля» Чернігівської обл. (2024 р.), Селянському (фермерському) господарстві «ПРОЛІСОК» Вінницької обл. (2024 р.), (додатки А.1–А.6) та впроваджені у науковий і навчальний процеси з підготовки фахівців ОС «Бакалавр» і «Магістр» зі спеціальностей 201 Агрономія, 202 Захист і карантин рослин та 203 Садівництво та виноградарство в Уманському національному університеті садівництва (додаток А.7).

Особистий внесок здобувача. Проаналізовано сучасний стан проблеми виробництва овочевої продукції глобально та в Україні, сформульовано робочу гіпотезу, розроблено програму й обґрунтовано методологію досліджень. Удосконалено методики проведення досліджень.

Визначено теоретичні положення та шляхи їх реалізації. Проведено комплекс теоретичних, польових і лабораторних досліджень, статистично обраховано та доведено достовірність результатів, опрацьовано й опубліковано їх висновки у наукових виданнях одноосібно та у співавторстві. Частка автора в опублікованих у співавторстві статтях – 30–90 % і полягає у формуванні ідеї, плануванні та виконанні експериментальних досліджень, узагальненні отриманих результатів, підготовці матеріалів до друку. Впровадження розробок у виробництво та науковий і навчальний процеси здійснювалося за безпосередньою участю автора.

Ступінь достовірності і апробація матеріалів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи оприлюднено й обговорено на засіданнях кафедри овочівництва та кафедри рослинництва, наукових конференціях Уманського національного університету садівництва (Умань, 2020–2024 рр.); IV, V, VII Міжнародній науково-практичній конференції (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах. Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння» (Крути, 2020, 2021, 2023); VIII Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні» (Умань, 2020); III, IV Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах» (Селекційне, 2020, 2021); Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти» (Умань, 2022); X Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (Центральне, 2022); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Науково-технологічне та методичне забезпечення виробництва екологічної, конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції в сучасних умовах» (Умань, 2022); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку» (Біла Церква, 2023).; II Міжнародній науково-практичній конференції. «Селекція агрокультур в умовах змін

клімату: напрями та пріоритети» (Одеса, 2023); II Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій до 90-річчю від дня народження видатного селекціонера часнику, кандидата с.-г., наук, доцента Ліщак Лідії Петрівни «Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції» (Дубляни, 2024); Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва» (Миколаїв, 2024).

Результати роботи демонструвалися на міських (м. Умань, 2020–2024 рр.), Всеукраїнських і Міжнародних виставках (м. Київ, 2020–2024 рр.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано **51** наукова праця, зокрема, **дев'ять** статей – у вітчизняних та закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection, Scopus, **19** статей – у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, **15** тез доповідей на міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях, **одна** рекомендація виробництву, отримано, **три** патенти на сорти; **три** свідоцтва про державну реєстрацію сорту; **три** свідоцтва про авторство на сорт.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 595 сторінках комп'ютерного набору, з них 413 – основного тексту. Дисертація складається з анотації, вступу, дев'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву і селекційній практиці, списку використаних джерел літератури після кожного розділу, що налічує 609 найменувань, з них 76 кирилицею та 533 латиницею, 79 додатків, які налічують 19 рисунків й 53 таблиці. Робота містить 141 таблицю, 131 рисунок.

РОЗДІЛ 1
АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОВОЧЕВИХ РОСЛИН.
ВПЛИВ ЧИННИКІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ ОВОЧЕВИХ АГРОЦЕНОЗІВ І БІОЛОГІЗАЦІЮ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
(огляд літератури)

1.1. Біологічні особливості, народно-господарське значення і прийоми вирощування видів часнику.

1.1.1. Особливості біології часнику озимого (стрілкуючого і нестрілкуючого) та ярого. Історія походження і розповсюдження видів часнику. Рід *Allium* L. (род. *Amaryllidaceae*) включає в себе більше 850 видів (Keusgen et al., 2011) [1], що робить його одним з найбільших пологів однодольних рослин. З кожним роком число видів *Allium* змінюється, так як регулярно проводяться ревізії підродів і секцій [2, 3, 4], а також описуються нові види цибулевих [5, 6, 7].

Адаптація до різних екологічних умов призвела до значного видового різноманіття роду *Allium*. Представники роду поширені у Північній півкулі у помірних, напівзасушливих і посушливих районах. У дикій природі Південної Америки, Австралії та Центральної Африки види роду *Allium* невідомі, а у Південній Африці росте єдиний вид даного роду – *A. Dregeanum* [8].

Види роду *Allium* використовуються людиною в їжу і в традиційній медицині вже більше 10 000 років [9]. Ряд видів є економічно важливими овочевими культурами. Насамперед це цибуля ріпчаста *A. sepa*, щорічне виробництво якої за даними ФАО становить 92 млн т. Іншим найбільш значущим видом є часник *A. sativum*, щорічно його виробляється близько 25 млн т. Третьою по значущості є цибуля порей *A. porrum*, щорічне виробництво якої складає трохи більше 2 млн т [10].

Багато видів цибулевих здавна використовується у медицині. Фармакологічний ефект від їх застосування зумовлений вмістом сіркоорганічних сполук (алліцин, діаллілдісульфід, діаллілтрисульфід і ін.) і інших груп вторинних метаболітів, які мають широку антибактеріальну [11], протизапальну та імуномодулюючу активність [12]. Також раніше у досліджах на тваринах і культурах клітин людини було показано, що деякі сіркоорганічні сполуки часнику володіють протираковою дією [13, 14, 15].

Також багато видів цибулевих, завдяки наявності яскраво забарвлених суцвіть, використовуються у декоративних цілях (*A. aflatumense*, *A. giganteum*, *A. karataviense* і ін.).

Спроби класифікувати рід *Allium* тривають вже більше двох століть. Так у 1753 р. К. Лінней відніс до цього роду і описав 30 видів, розділивши їх на три групи. У класифікації Е. Л. Регеля (1875) цей рід складався вже з 6 секцій, що включають 263 види. Traub (1968) виділив у роду *Allium* три підроди, що включають 36 секцій, що містять сумарно близько 600 видів. У 1973 р. Р. В. Камелін виділив шість підродів, які об'єднують 44 секції та підсекції. Пізніше Hanelt із співавт. (1992) розділили рід *Allium* на шість підродів (*Allium*, *Amerallium*, *Bromatorrhiza*, *Caloscordum*, *Melanocrommyum* і *Rhizirideum*), що включають 57 секцій (600-700 видів) [16].

У 2006 р. Friesen зі співавторами на основі аналізу нуклеотидних послідовностей ядерного рибосомального оперону ITS1-5.8S-ITS2 у 221 зразків 196 видів виділили в роду *Allium* 15 підродів, які об'єднують 72 секції. В цілому проведена Friesen з співавт. (2024) ревізія роду *Allium* збігається з більш ранньою систематикою (Fritsch et al., 2006), але у другу еволюційну лінію додався монотипний підрід *Vvedenskya*, а у третій еволюційній лінії з підроду *Rhizirideum* в окремий підрід був виділений *Polyprason*. На сьогодні така систематика роду *Allium* є визнаною і загальнодоступною [17].

Вважається, що перші представники роду виникли ще в третинний період, за 1,8 млн років до останнього льодовикового періоду [18]. З огляду на те, що рід *Allium* є еволюційно древнім, свідчать відмінності у числі хромосом в ядрах

представників цього роду. Найбільш поширеним є основне число хромосом $x = 8$, але для деяких підродів і секцій характерно число хромосом 7, 9, 10, 11 [19, 20, 21]. Також для ряду видів описано наявність поліплоїдних рядів, наприклад, у *A. ampeloprasum* описані форми з числом хромосом $2n = 32, 40, 48, 56, 64$ [22]. Деякі види, наприклад, *A. dregeanum* ($2n = 64, 80$) і *A. baeticum* ($2n = 32$), відомі тільки у поліплоїдній формі [23, 24].

В основу класифікації часнику (*Allium sativum* L.) за розподілу його на підвиди – стрілкуючі і нестрілкуючі – взята ознака наявності або відсутності стрілки. Автор класифікації часнику А. В. Кузнецов, з огляду на вплив еколого-географічних чинників, зазначає, що цей поділ умовний. М. В. Алексєєва вважає, що така основна ознака часнику, як стрілкування, зберігається лише у відносно вузькій кліматичній зоні і при відповідному терміні посадки. В. А. Комісарів вважає, що за своєю природою весь часник взагалі стрілкуючий і має здатність формувати генеративні органи. Для відновлення здатності стрілкуватися він рекомендує систематично вирощувати нестрілкуючі сорти часнику в озимій культурі, вибраковуюючи нестрілкучі рослини [25, 26, 27].

Часник – одна з найдавніших овочевих культур, яка завдяки своїм харчовим і лікувальним властивостям, вживається у свіжому вигляді – молоде листя, стрілки, бульбочки і цибулини. Цибулина часнику добре зберігається, особливо, ярих сортів. Всі ці якості визначаються хімічним складом часнику, який залежить від сорту, ґрунтового-кліматичних умов і технології вирощування культури. Специфічного смаку і запаху часнику надає ефірна олія. Листки, повітряні бульбочки та зубки часнику мають високі фітонцидні властивості [28].

Часник (*Allium sativum* L.) є однорічною рослиною. Розмножується вегетативно: зубками (бруньками), які утворюються в пазухах листків на денці (укороченому стеблі), а також, бульбочками (повітряними цибулинами), які утворюються на квітконосній стрілці [29].

Культурний часник – це типова цибулева рослина, у якого стеблова частина виражена дуже слабо у вигляді короткого, але порівняно широкого денця цибулини, на нижній частині якого утворюються додаткові корені, а з

верхньої частини – численні соковиті листя, налягають один на одного. У основі листя розвиваються бруньки – зубки, а у центрі денця утворюється стрілка з суцвіттями [30, 31].

Листкова пластинка у часнику плоска, гладенька, яскраво зелена або сиза, залежно від сили воскового нальоту. Листкова пластинка може бути складена уздовж, або зовсім розкрита. Пластинка може бути тонкою, ніжною і навпаки: вона може бути порівняно товстою, грубою; по довжині короткі (до 40 см) і довгі (до 60 см). Від числа листя, їх довжини, ширини і товщини, висоти несправжнього стебла складається зовнішня форма (габітус) рослини. За габітусом рослини часнику бувають густо і малооблиствені, з еректоїдним, або розлогим типом [32,33].

Коренева система у часнику, як у всіх цибулевих рослин – мичкувата. Розвиток кореневої системи дуже залежить від віку рослини. Чим молодша рослина, тим швидше розвивається коренева система. Розвиток кореневої системи великою мірою залежить від умов вирощування та біологічних властивостей рослини. Коріння часнику придаткові. Вони ростуть зі стебла колами біля основи свого листка. За проростання зубка, коріння виходять щільним пучком [34].

Форма і величина цибулини залежить від сорту і визначаються величиною і формою зубків. За коротких зубків цибулина плоскувато-округла, за довгих – кругло-овальна, витягнута до шийки або витягнута до денця. Цибулини стрілкуючих сортів округлі, нестрілкуючих можуть бути приплюснуті з обох сторін. Чим щільніше прилягають один до одного зубки, тим щільніша цибулина. Забарвлення різних сортів часнику є сортовою ознакою. Розрізняють: забарвлення листя, покривних сухих лусок цибулини, покривних лусок бульбочки і зубка та забарвлення м'якоті зубка [35, 36].

У період вегетації на денці, у пазухах листків утворюються бруньки або зубки часнику в кількості від 2 до 15 і більше. Зубок – це брунька, яка складається зі стебла (денця) з конусом наростання і зачатками коренів. Він покритий

соковитою захисною лускою, що містить запас поживних речовин, і шкірястою покривною лускою [37].

Суцвіття часнику – простий зонтик з щільним покривалом і характерним витягнутим носиком довжиною від 10–15 до 20–25 см. Забарвлення покривала – сортова ознака: білувата, світло або темно-зелена. У суцвітті розвиваються і квітки і бульбочки. Квітка часнику фіолетова, різного ступеня інтенсивності, або біла шестипелюсткова. Зав'язь – трьохгнізда, плід – коробочка. Бульбочки знаходяться на вершині стрілки біля основи квіток. Кількість бульбочок у суцвітті, їх величина, форма і забарвлення залежать від сорту. У суцвітті утворюється до 450 бульбочок і, крім того, 120-300 квіток. Форма бульбочок овально-витягнута [38, 39].

Juan A. Argüello з співавторами [40] виділяють у життєвому циклі (онтогенезі) часнику такі фізіологічні фази: 1) поява справжніх листків, ріст коренів; 2) розростання листової маси і подальший ріст коренів; 3) формування цибулини; 4) поява суцвіття; 5) цвітіння; 6) плодоутворення і дозрівання «насіння» (повітряних цибулин). Наступні етапи органогенезу – формування і дозрівання плодів у культурі часнику зустрічаються рідко [41].

Біохімічний склад часнику багатий вітамінами і мінералами, необхідними для правильного функціонування людського організму. Його цілющі властивості вже протягом багатьох років використовуються у традиційній і народній медицинах [42].

Біохімічний склад часнику дуже багатий на вітаміни. У ньому містяться вітаміни: групи В, необхідні для потрібного синтезу в організмі людини; Е, який відповідає за структуру дерми, і є потужним антиоксидантом; С, необхідний для підтримки і функціонування імунної системи; К, відіграє велику роль в обмінних процесах кісткових тканин; фолієва кислота; біотин; йод; залізо; магній і безліч інших [43].

Крім всіх перерахованих вище вітамінів, у складі овочу є клітковина, амінокислоти і ефіри, які є потужним афродизіаком. Деяких корисних речовин більше міститься у стеблах, ніж у самих цибулинах. Наприклад, вміст вітаміну С

у цибулині – 12 мг, а у наземній частині – 120–150 мг. Крім того, у зелені міститься каротин (вітамін А), якого немає у цибулині [44].

Харчова цінність продукту близько 150 кКал. Хімічний склад багато у чому буде залежить від сезону. Найбільш затребувані речовини у складі часнику поліцукри і вуглеводи. Інсуліну і сахарози найбільше міститься у зубках в осінній період. До весни ці речовини розпадаються на фруктозу і глюкозу [45].

З усіх продуктів тільки у часнику є такий мінерал, як тіамін. Найціннішими вважаються: аскорбінова кислота (переважно знаходиться в листі), каротин, нікотинова кислота, рибофлавін [46].

Харчова цінність продукту на 100 г:

- 150 кКал;
- білки 6,5 г;
- жири 0,5 г;
- вуглеводи 29,9 г;
- клітковина 1,5 г;
- вода 60 г.

Харчова цінність продукту дозволяє використовувати його у деяких дієтах для зниження індексу маси тіла за допомогою виведення шлаків і холестерину. Корисні властивості зубків зумовлені багатим вітамінно-мінеральним комплексом. Найціннішою речовиною є фітонциди, які здатні ефективно боротися навіть з паличкою туберкульозу. Сірковмісні речовини сприяють розширенню судин і ефективно усувають тромби, підвищують еластичність тканин капілярів [47].

Продукт багатий мікроелементами. У зубках їх вміст знаходиться у межах 3,7 %, у надземній частині – близько 8,8 %. В цілому речовини у складі часнику налічують 17 мінералів: К, Se, Р, Ge, Са, Mn, Mg, Zr, Na та інші [48].

У складі часнику великий набір вітамінів, макро- і мікроелементів. Науково доведено, що продукт містить у собі природні антибіотики [49].

Калорійність часнику у свіжому вигляді становить 150 кКал на 100 г і змінюється в залежності від способу приготування, а саме:

- сушений – 344,8 кКал;
- запечений – 15,7 кКал;
- маринований або солоний – 46,5 кКал;
- варений – 20,1 кКал;
- смажений – 41,4 кКал;
- тушкований – 143,2 кКал;
- стрілки часнику – 24,2 кКал.

1.1.2. Стан і перспективи селекції часнику. Особливістю часнику є підвищена консервативність і слабка пристосованість до нових умов вирощування. Тому багато сортів, що завезені з інших країн або навіть областей у нову зону, погано ростуть і дуже часто, так і не пристосувавшись до нових умов, гинуть. За таких умов шкідники і хвороби найчастіше інтенсивно вражають саме ці рослини, що веде до швидкої втрати якісних показників сорту. Виходячи з цих завдань, упродовж 70-х–2000-х років (за цей період створено два сорти часнику озимого Софіївський і Прометей) в Уманському національному університеті садівництва професором В. І. Лихацьким проводилися дослідження щодо збирання і оцінки генофонду і виявлення джерел для селекції та розроблення способів прискорення селекційного і технологічного процесів, у 2016 році автором В. В. Яценком, під керівництвом професора О. І. Улянич відновлено роботу над збором генетичного матеріалу та селекцію часнику і в результаті створено два сорти часнику озимого стрілкуючого Джованна і Аполлон та нестрілкуючого Глорія, виділено перспективні зразки нестрілкуючого і ярого виду [50, 51].

Найбільш ефективним є добір клонів часнику за адаптивністю, до основи якого покладено штучну міграцію і добір з місцевих форм у інші зони. Як правило, місцеві форми часнику відрізняються за походженням. Найбільш ефективним вихідним матеріалом є форми з південних та гірських регіонів, їм притаманна стійкість проти хвороб і високих температур та збільшення якісних показників. Тому використання у селекції таких форм є одним з актуальних питань для створення озимих та ярих форм часнику. Однією з особливостей

селекції на адаптивність є інтродукція зразків або популяцій часнику з урахуванням центрів походження. Як правило, перенесення зразків часнику у напрямку до географічного центру походження підсилює адаптаційні процеси. Найбільш ефективними вони є, коли міграція відбувається з однієї кліматичної зони до іншої, або навіть через одну [52, 53, 54].

Селекція на вміст ефірної олії у часнику дає можливість створити форми з бактерицидною та фунгіцидною дією, тобто зі збільшенням вмісту фітонцидів, які за складом близькі до глюкозидів. Тому місцеві форми, які мають підвищений вміст ефірної олії, є головним джерелом для селекції [55, 56, 57, 58]. Цінними є форми часнику з найменшим вмістом ефірної олії – для свіжого споживання, для м'ясопереробної промисловості та для фармакологічних препаратів навпаки – з найбільшим. У столових сортів часнику вміст ефірної олії коливається від 0,28 до 0,38 мг/100 г, у технічних – 0,5 мг/100 г і більше [59, 60].

Часник має меншу ефективність у генетичному покращенні, ніж цибуля. Завдяки статевій стерильності не утворює ботанічного насіння, тому для вегетативного розмноження використовується цибулина [61, 62]. Переважна більшість світових генетичних ресурсів рослин часнику не цвітуть [63]. Клони часнику, які не утворюють квітконосних стрілок, вважаються часником з м'яким стеблом, однак типи часнику з твердим стеблом зацвітають у рідкісних випадках, але не утворюють зав'язі насіння через недорозвинені гаметофіти, які викликають чоловіче та жіноче безпліддя [64]. Як результат, часник розмножується лише зубчиками, або повітряними бульбочками, що затруднює застосування класичних методів селекції [65].

Дослідження Hirata зі співавторами [66] із сортами часнику вказує на велику різноманітність фенотипів часнику, що виражається у великій різноманітності ознак, таких як маса цибулини, кількість бульбочок на рослині, покривні луски цибулини, довжина листка, діаметр несправжнього стебла, кількість листків на рослині, здатність до цвітіння, стійкість до біотичного стресу та абіотичного стресів. Різноманіття сортів часнику є важливою основою для створення та впровадження нових сортів для ефективного використання

генетичних ресурсів та для вдосконалення селекційних програм. Сорти часнику часто мають конкретну фізіологічну сумісність з конкретними агрокліматичними умовами, що призводить до великої кількості різних сортів [67]. Центральна Азія – це область з найбільшою кількістю різних зародкових плазм часнику і, як наслідок, площею з найбільшим різноманіттям часнику [68]. Дослідження, пов'язані з різноманітністю часнику, проводилися у різних частинах світу, включаючи США, Латинську Америку [69], Африку [70] і Європу [71]. Відповідно видається необхідним вибрати більш сумісні і високоврожайні сорти часнику для кліматичних умов України.

Європейський континент зосереджує точки вторинного різноманіття вирощуваних культур [72]. Південна частина (Середземноморський центр) континенту був первинним центром з одомашнення багатьох видів рослин [73], зокрема, розгалужені торговельні мережі домінуючих цивілізацій сприяли появі у регіоні екзотичних видів культур [74]. Інтродукція культур і їх різновидів (сортів) призвела до появи великої кількості місцевих сортів, які характеризують традиційне сільське господарство у світі [75, 76, 77]. Як стверджують Rau зі співавторами [78], Ruiz-Aceituno & Lázaro [79], Sych зі співавторами [80] та Akan [81], стохастичні та демографічні процеси (мутація, дрейф, міграція) плюс фермер і природний відбір були основними рушійними силами пристосування місцевих сортів до мікроклімату, внаслідок чого з'явилася велика кількість диференційованих генетичних груп.

Дослідники описують певний ступінь фенотипової мінливості у межах ботанічного сорту, але стверджують, що він має унікальний сенсорний профіль, який втрачається при вирощуванні за межами регіону походження (тобто відмінна якість сорту контролюється «сприятливою» взаємодією генотип-середовище.

Сотні сортів часнику (*Allium sativum* L.) доступні у насінневих компаніях, роздрібних торгових мережах і приватних чи державних колекціях. Все частіше, закупаються цибулини, призначені для висаджування з немісцевих джерел і кінцева врожайність може бути непередбачуваною; цибулини часнику, отримані

із придбаного насіннєвого матеріалу в іншому регіоні часто не відображають заявлених характеристик (розмір, форма та колір цибулини). Це результат високого ступеня мінливості морфологічних ознак (покривна луска, розмір цибулини, врожайність і смак залежать від умов вирощування, сорту і умов року [82, 83, 84].

Розвиток виробництва українського часнику залишається складним, оскільки ідентичність і характеристики багатьох сортів незрозумілі [85, 86]. Система класифікації, яка здебільшого використовується, базується на морфологічному описі сортів Engeland R.L. (1991) [87]. Однак часник має здатність адаптуватися до навколишнього середовища, що призводить до широкого діапазону морфологічних характеристик для унікального сорту [88]. Це призвело до дублювання назв для генетично ідентичного сорту та єдиної назви для сортів з різними характеристиками. У деяких країнах, наприклад у Франції, існує система класифікації та сертифікації, яка сприяє уніфікації продаваних сортів часнику та дає доступ до чистих ліній садивного матеріалу, вільних від хвороб. З такою системою було б легше розвинути конкурентний ринок для виробників України [89].

Першим кроком до створення такої системи є збір генетичного матеріалу, розробка інструментів для ідентифікації та опису сортів часнику та вивчення адаптивно-продуктивного потенціалу. Морфологічно такі ознаки, як кількість, розмір і колір зубчиків і цибулин, можуть бути кращим індикатором, ніж колір, розмір і смак цибулини, які відрізняються в різних середовищах [90].

Оскільки часник дуже адаптивний до умов середовища вирощування, врожайність залишається незмінною або може покращитися, коли цибулини інтродукують в аналогічні умови іншого регіону [91], тому добір й оцінювання місцевих форм часнику є важливим етапом у селекції даної культури.

На сьогодні селекція часнику направлена на отримання покращених, високоврожайних сортів, які добре адаптуються до місцевих умов середовища і відповідають наявним вимогам [92].

На сьогодні великий інтерес у промислових виробників викликають нестрілкуючі («м'якостеблові») сорти часнику, оскільки технологія їх вирощування виключає досить затратну статтю витрат – видалення квітконосної стрілки, не залежно від того вручну чи механізовано проводиться така технологічна операція. Тому основною метою цього дослідження було оцінити адаптивно-продуктивний потенціал «м'якостеблових» колекційних зразків часнику озимого та перспективи їх використання у селекційних програмах для кліматичних умов Лісостепу України.

Згідно Oldenbroek та van de Waaij [93] є кілька хибних уявлень щодо спадковості:

1. «Спадковість X означає, що X % ознаки визначається генетикою». Це дуже поширена помилка, яка виникає через неправильне розуміння визначення спадковості. Спадковість 0,40 вказує на те, що 40 % усіх фенотипових варіацій цієї ознаки зумовлені варіаціями генотипів цієї ознаки. Це суттєво відрізняється від неправильного розуміння того, що в кожній рослині 40 % прояву ознаки зумовлено генами, а решта – іншими впливами.

2. «Низька спадковість означає, що ознаки не визначаються генами». Спадковість, яка перевищує 0, завжди вказує на те, що гени впливають на прояв ознак. Спадковість визначається пропорцією генетичної дисперсії по відношенню до фенотипової дисперсії. Оцінка спадковості у популяціях залежить від поділу спостережуваної мінливості на компоненти, які відображають неспостережувані генетичні та екологічні фактори. Іншими словами, дослідники визнають, що існують генетичні та/або екологічні варіації, але вони можуть бути не в змозі оцінити їх безпосередньо. Однак, це не заважає їм мати можливість оцінити відносний вплив як генів, так і середовища на фенотип. Тут спадковість можна оцінити за емпіричними даними про спостережувану (фактичну, у широкому сенсі) та очікувану (у вузькому сенсі) схожість між генотипами. Очікувана схожість між генотипами залежить від

припущень щодо екологічних і генетичних причин, що лежать в основі ознаки [94]. Цікаво, що спадковість непостійна і може змінюватися з часом, оскільки можуть змінюватися відмінності у генетичних проявах, також можуть змінюватися варіації через фактори навколишнього середовища, або можуть змінюватися кореляція між генами та середовищем. Генетична дисперсія може змінитися, якщо у популяції з'являються нові варіанти (наприклад, шляхом міграції чи мутації, що часто застосовується для часнику), або якщо існуючі варіанти лише сприяють генетичній дисперсії після зміни генетичного фону, або навколишнього середовища. Одна й та сама ознака, виміряна впродовж життєвого циклу (періоду вегетації) часнику, може мати різні генетичні та екологічні наслідки, що впливають на неї, так що відхилення стають функцією віку (репродукції для вегетативно розмножуваних рослин). Наприклад, на різницю у масі цибулини при вирощуванні в I-й репродукції впливає маса посадкового матеріалу і зовнішні умови, а на різницю маси цибулини в V-й репродукції впливає маса посадкового матеріалу, зовнішні умови та накопичені інфекції впродовж попередніх циклів вирощування, але на відмінність маси посадкового матеріалу навряд чи впливатимуть фактори, за яких вирощувалася материнська форма для отримання I-ї репродукції, які самі по собі мають як генетичні компоненти, так і навколишні умови. Спадковістю можна маніпулювати, змінюючи дисперсію, внесену середовищем. Емпіричні дані щодо морфометричних ознак свідчать про нижчу спадковість у бідніших середовищах. Розуміння того, як спадковість змінюється під впливом факторів зовнішнього середовища, є важливим для розуміння еволюційних сил у природних популяціях [95].

Таким чином, низька спадковість може вказувати на низьку генетичну дисперсію порівняно з фенотиповою (обидві можуть бути невеликими). Наприклад, кількість зубків у цибулині часнику значною мірою визначається генетично, але оскільки більшість генотипів, які використовуються в сучасних

програмах вирощування часнику, мають 4 зубки, генетична дисперсія для розгалуження є дуже низькою.

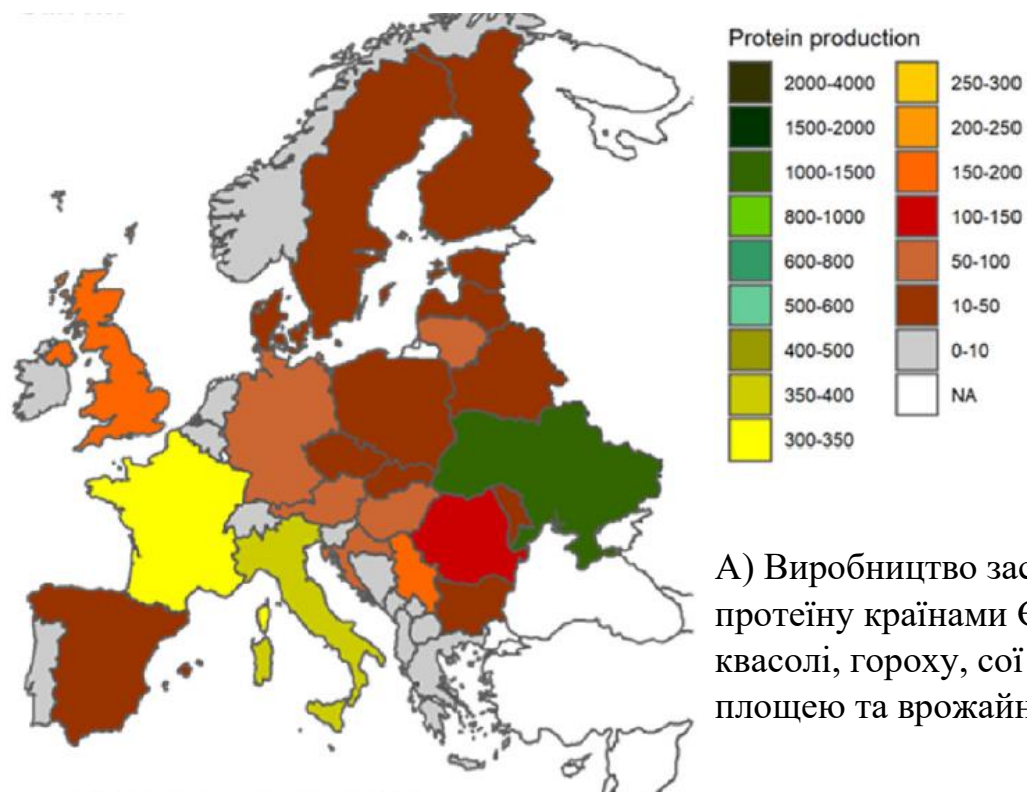
Висока спадковість для ознак пояснює, що на них найменше впливають флуктуації навколишнього середовища, і відбір, заснований на фенотипових показниках, буде надійним для цих ознак.

Згідно з Стенфілдом [96], ознаки вважаються дуже спадковими за рівня спадковості (h^2) більше 0,50, середня спадковість – 0,20–0,50, і низька спадковість – менше 0,20.

Застосування оцінки спадковості є широким і охоплює низку дисциплін, від еволюційної біології до сільського господарства, де спадковість застосовувалася до визначення стійкості культур до збудників захворювань, і це допомогло встановити, що значна частка варіацій стійкості до окремих видів вірусів є генетично зумовленою.

1.2. Овочі родини *Fabaceae* L. – біологічні і технологічні аспекти вирощування.

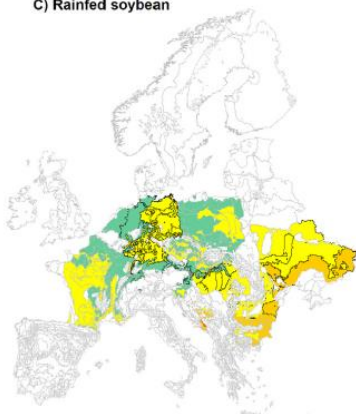
Дані FAO свідчать, що Україна є найбільшим виробником засвоюваного протеїну з бобових культур (соя, боби, квасоля, горох) у Європі. Проте кліматичні змінні й біологічні особливості культур вносять істотні корективи у площі вирощування сої та бобів овочевих. Зокрема, на території України майже на половині площ с.-г. угідь є потреба у зрошенні і майже 90 % площ, де можна вирощувати боби кінські потербують зрошення (рис. 1.1). Все перераховане спонукає до вирішення питання розширення площ вирощування бобових культур шляхом добору стійких до абіотичних чинників сортів й застосування зрошення в технології вирощування.



А) Виробництво засвоюваного протеїну країнами Європи з квасолі, гороху, сої з поточною площею та врожайністю

C) Rainfed soybean

D) Irrigated soybean



Б) Урожайність сої та бобів на зрошенні/богарі за країнами Європи

E) Rainfed fababean

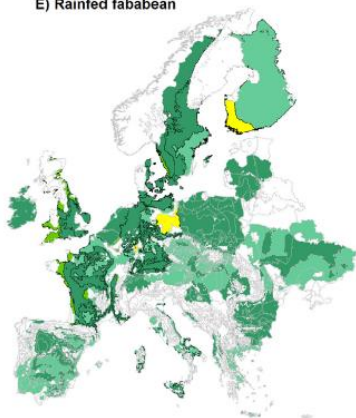


Рисунок 1.1 Виробництво бобових культур країнами Європи у 2015–2023 рр. [97]

1.2.1. Біолого-екологічні особливості та народногосподарське значення і поширення бобових овочів. Біологічні особливості бобів кінських. Боби кінські (*Vicia faba* L.) – одна з найважливіших зерновобобових культур у світі [98]. Упродовж десятиліть ця бобова рослина є єдиною зернобобовою культурою, що широко вирощувалася в Європі [99]. Світове виробництво складає близько 26 млн т як зелених бобів, так і зерна, виробництво зелених бобів складає 4,5 млн. т з 2,4 млн. га. Основним виробником є Китай: 1,6 млн. га (36% світового виробництва), потім Ефіопія (0,88 млн. га) та Австралія (0,42 млн. га) (FAOSTAT) [100]. В Європейському Союзі оброблювана площа становила майже 0,66 млн га при виробництві 2,0 т/га (Eurostat) [101].

Характеризуючись високою харчовою цінністю і здатністю рости у широкому діапазоні ґрунтово-кліматичних умов [102, 103], боби є четвертою за значенням культурою у всьому світі. За площею вирощування боби займають четверте місце серед бобових культур (2,6 млн. га) після гороху, нуту та сочевиці.

Понад 80 % площ вирощування цієї бобової культури зосереджено у країнах, що розвиваються [104]. Насьогодні його вирощування постійно зменшується через низький урожай та нестабільність урожаю [105].

Боби – рід однорічних трав'янистих рослин родини Бобових. Боби відносяться до порядку Бобовоцвіті (ordo *Fabales* Nakai), родини – Бобові (*Fabaceae*), роду *genas Faba* Medik, який представлений двома видами: боби Плінія (*F. Plinina* Trabut.) і боби кінські (*F. Bona* Medik.) (син. *Vicia faba* L., *Faba vulgaris* Moench., *Faba sativa* Bernh.). Боби Плінія не мають практичного значення. У дикому вигляді ростуть в Алжирі. Всі культивовані у світі сорти належать до одного виду – боби кінські [106, 107, 108]. Коренева система бобів проникає на глибину 1,5–2,0 м, завдяки чому з підорного горизонту в орний шар переносяться мікроелементи: фосфор, калій і інші, поліпшується повітряний і водний режим, фізичні властивості, структура ґрунту. Бобові також затінюють і заглушують бур'яни, що знижує чисельність популяцій патогенів та шкідників, обумовлюючи зменшення доз застосовуваних фунгіцидів і пестицидів, а на

коренях утворюються колонії бульбочкових бактерій, які збагачують ґрунт азотом [109].

Стебло бобів пряме, рідше полягаюче, дерев'янисте, чотиригранне, порожнисте, іноді розгалужене біля основи, висотою 60–150 см і більше. Розгалуженню у значній мірі сприяють опади, під час посух кількість пагонів помітно зменшується. Рослина має кущову форму [110].

Боби схильні до відростання після скошування. Процес відростання відбувається в основному за рахунок появи нових пагонів від кореневої шийки, тобто за рахунок розгалуження. Таких пагонів з'являється різна кількість: по одному, два, три і рідше чотири. [111].

Листя бобів складні, мають 1–3 пари листочків: від широко до подовжено-еліптичної форми, м'ясисті, закінчуються вістрям, а не вусиком. Величина листочків розподіляється по рослині таким чином: нижній ярус має найкоротші листочки, середній – найдовші; верхній – середні. Типове забарвлення листочків: сизо-зелене, сіро-зелене у деяких форм з Індії. Скидання листя – закономірне явище протягом дозрівання бобів. Якщо помічено передчасне масове скидання листя, особливо нижніх, задовго до дозрівання, значить, недостатньо вологи у ґрунті і повітрі. Скидання листя у цьому випадку – явище захисне [112].

Початок формування репродуктивних органів у бобів залежить від фази появи сходів, коли на конусі наростання закладаються перші квіткові горбики. З них у подальшому розвиваються квітки [113].

Квітки великі, зібрані по 2–12 штук в коротких китицях, білі з чорним оксамитовими плямами на крилах і без плями, запашні, зібрані у суцвіття, які розміщуються у пазухах листків. Зустрічаються рослини з білими, фіолетовими, коричневими або червоними квітками. За день і навіть раніше до розкриття квітки пиляки лопаються, пилок застряє у волосках борідки і потрапляє на готове для його прийняти рильце [114].

Цвітіння починається рано: приблизно через місяць після появи сходів і триває до наливу нижніх бобів, у вологе літо – до осінніх заморозків [115].

Цвіте рослина в залежності від кліматичних умов 2–3 тижні, термін цвітіння подовжується за умов вології і холодної погоди і коротшає під час посухи. Починає цвісти з нижніх китиць, які в основному і плодоносять. Час розкриття квіток залежить від погоди, а іноді від віку квітки. Нові квітки у бобів розкриваються о 16-00, одноденні – о 13-00, а дводенні – об 11-00. Від стадії зелених бутонів до моменту розкриття квітки проходить дві доби. У розкритому стані квітка перебуває 1–2 доби, потім закривається і починає в'янути. Відрізняючись рясним цвітінням, тільки 11–15 % квіток утворюють боби. Біологічна специфіка бобів – значно більший розвиток квіток, ніж сформованих плодів [116, 117].

Плід – біб, залежно від сорту його довжина варіює від 4 до 35 см. В одній китиці 1–2, рідше 3–4 плоди у пазусі. Від плоскоовальних до плоских, від 4 до 35 см довжини, вузькі і дуже широкі, бурі.

Боби за будовою поділяють на цукрові (стулки бобів м'ясисті, без пергаменту) і луцильні, з пергаментним шаром на внутрішній стороні стулок. Стулки бобу у молодому віці зелені, гладкі, з товстою ніжною м'якоттю, без пергаментного шару. У зрілому стані – темно-бурі. За наявності пергаментного шару стулки гладкі, слабосітчасті; якщо пергаментний шар відсутній або слабо розвинений – зморшкуваті. Боби з пергаментним шаром розтріскуються [118].

Молоді плоди зеленого кольору мають опушеність. Боби зрілі, готові до збирання, мають шкірясту поверхню, буріють або чорніють. Насіння різноманітне за величиною, формою, забарвленням. Форма насіння: округло-овальна, циліндрична, плоска. Забарвлення насіння буває світло-жовтого, темно-фіолетового, чорного кольору [119].

Відмінні ознаки рослини. У систематичному відношенні можна розрізнити три різновиди кормових бобів, які одночасно вказують на різні напрямки використання [120, 121, 122]:

- *Vicia faba minor*, дрібнозернистий (маса 1000 зерен становить від 350 до 650 г), так звані польові, або кінські боби використовуються переважно для кормових цілей;

- *Vicia faba equine*, середньозернистий (від 650 до 1000 г) кормового використання;

- *Vicia faba major*, крупнозернистий (маса 1000 зерен досягає 2500 г), звані також бобами, або овочевими бобами використовуються у польовому овочівництві [123, 124].

Найбільше виробниче значення представляють наступні дві еколого-географічні групи:

- середньоєвропейська: до неї відносяться кормові дрібнонасінні боби сорту Аскот, Аушра, Бурштинська-56; крупнонасінні Білоруські, Севільські, Віндзорські і інші; зустрічаються вони у Білорусії і країнах Балтії;

- північна: до цієї групи належить сорт Російські чорні [125].

Боби – рослина довгого дня. З просуванням на північ і за умов посіву у ранні терміни дозрівання настає швидше, ніж на півдні і за пізнього посіву. За короткого дня цвітіння і плодоношення дозрівання сильно затримується. Лише окремі форми нейтральні. Північні і середні форми бобів майже не змінюють темпів свого розвитку за умов скороченого дня [126, 127].

З усіх зернових бобових рослин боби найменш вимогливі до тепла і відрізняються значною холодостійкістю. Сходи легко переносять короточасні заморозки до -4°C . Найнижча температура проростання бобів $+3,8^{\circ}\text{C}$, для появи повноцінних сходів необхідна температура вище $+6^{\circ}\text{C}$. Під час цвітіння і дозрівання плодів можливі пошкодження рослин за температури -3°C . Краща температура для зав'язування плодів $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Температура вище $+30^{\circ}\text{C}$ пригнічує культуру [128]. Боби особливо потребують хороших умов зволоження у період від проростання насіння до цвітіння. Потреба у воді найвища через 9–12 тижнів після появи сходів [129]. У сприятливих за зволоженням роки вони дають високорослі рослини з великим урожаєм зеленої маси і насіння. Повітряну засуху боби переносять погано. Потреба у волозі значно збільшується з початку цвітіння. При зниженні вологості ґрунту у період наливу зерна до 40 % відбувається руйнування симбіотичного апарату. У період посух квітки верхньої і середньої частини під дією високих температур і відсутності вологи засихають,

але відбувається прискорення дозрівання нижніх бобів [130]. Надлишок вологи не менш небезпечний, зменшується відсоток запліднених квіток, збільшується захворюваність рослин, виявляється здатність рослини до переростання.

Один з важливих чинників, що визначає урожай насіння бобів, – ґрунтові умови. Застою води боби не люблять. Боби можна культивувати і на більш легких ґрунтах, але при цьому вони повинні бути досить вологими і містити органічні добрива. Добре ростуть боби на ґрунтах багатих вапном, і за достатньої кількості вологи. Добре розвиваються і дають хороші врожаї на осушених торфовищах (при вапнуванні). На кислих ґрунтах ростуть погано. Критичний для бобів рН – 4,1. Оптимальна кислотність ґрунту для бобів – 6,5. У районах з достатньою кількістю опадів боби можуть рости навіть на кам'янистих, піщаних і глинистих ґрунтах [131, 132].

Характеристика бобу овочевого як харчового і кормового продукту. У сучасному світі через високу поживну цінність насіння бобів зростає їх харчове значення [133]. Серед овочевих культур вони лідирують за вмістом білка і амінокислот. Боби у технічній стиглості – цінний продукт харчування. У цій фазі у бобах міститься 6,7 % білка (у зрілому насінні до 35 %), 4,2 % вуглеводів, 2,6 % цукру, а також велика кількість мінеральних солей, в основному калію, кальцію, фосфору, магнію, сірки і заліза. Вони містять 32–37 % протеїну, 56–60 % вуглеводів, близько 2% жиру, аскорбінову кислоту (вітамін С) і каротин (провітамін А) [134, 135, 136]. Також відомо, що білок бобів за цінністю не поступається білку м'яса [137]. Найголовніше, що він добре засвоюється і містить багато незамінних амінокислот, які не синтезуються у людському організмі: аргінін, гістидин, лізин, триптофан, треонін, метіонін та інші [138]. Зерна бобів вживаються в їжу у свіжому (молочна стиглість), сухому, замороженому і консервованому вигляді.

Зелені зерна багаті вітамінами групи В, яким належить важлива роль у запобіганні явищ старіння і склерозу. У зернах міститься 13 % вуглеводів, 1 % клітковини, 0,7 % золи, 80 % води. Збалансоване поєднання білково-вуглеводного комплексу, біологічно активних і мінеральних речовин робить

боби цінним дієтичним продуктом харчування і джерелом харчового білка [139]. Боби мають гарні смакові якості. У кулінарії їх цінують у приготуванні супів, соусів, холодних закусок, паштетів, спеціальних страв з недозрілого насіння бобів. Насіння використовують і у консервній промисловості. Цей смачний і поживний овоч – важливий продукт харчування для Середньої і Південної Європи, Індії, Англії, Китаю, Італії, Нідерландів, Єгипту, Азії, Середземномор'я та інших західних країн, там його застосовують у приготуванні багатьох національних страв [140].

За калорійністю боби в 3,5 рази перевищують картоплю і в 6 разів – кукурудзу [141]. Боби – хороша їжа, яка сприяє росту дітей. З зерна бобів готують борошно, яке додають до житнього та пшеничного у хлібопеченні для підвищення поживності хліба. У листі бобів до терміну їх дозрівання накопичується лимонна кислота. За її вмістом боби можуть конкурувати з махоркою [142].

1.2.2. Походження і розповсюдження, біологічні особливості та народногосподарське значення квасолі овочевої (спаржевої, цукрової). Квасоля відноситься до групи найважливіших зернобобових і овочевих культур, що мають велике продовольче значення для населення нашої країни. Квасоля – рід однорічних і багаторічних трав'янистих рослин родини бобових, Рід квасолі об'єднує близько 50–70 видів. В економічному відношенні найбільш важливі її однорічні види: *Phaseolus vulgaris* L. – квасоля звичайна, *Phaseolus lunatus* L. – квасоля Лімська, *Phaseolus coccineus*, L. – квасоля вогненна, *Phaseolus acutifolius* A. Gray – квасоля гостролиста [143].

Осередком походження і центром формоутворення *Phaseolus vulgaris* є Гватемала і південні штати Мексики. Вторинною зоною поширення квасолі цих видів слід вважати Перу (прибережний район). Умови зрощення і народна селекція створили тут зовсім своєрідні крупнонасінні сорти звичайної і лімської квасолі з рецесивними ознаками [144].

В Європу квасоля завезена іспанцями в кінці XVI ст., після відкриття Америки. Спочатку квасоллю вирощували у ботанічних садах Європи як рідкісну

рослину. У першій половині XVII ст. вона перейшла на городи, а з XVIII ст. – на поля [145]. З зернобобових квасоля звичайна – *Phaseolus vulgaris* L. – високобілкова харчова культура, її використання багато у чому сприяє вирішенню проблеми повноцінного збалансованого харчування населення різних регіонів. Квасолі цінують за високі харчові та смакові якості, а здатність до азотфіксації робить її відмінним попередником для інших культур [146]. У багатьох густонаселених країнах світу (Китай, Індія, Бразилія та інші) зернобобові культури – основне джерело харчового білка [147].

Квасоля – одна з найдавніших культурних рослин. У міру того як квасоля звичайна еволюціонувала в культурі, відбором були отримані кущові однорічні форми. В процесі еволюції багато ознак були втрачені, але в той же час виникли інші. Розрізняють кущові і виткі форми квасолі. Перевага віддається сортам з кущовим типом росту і компактною формою. Завдяки таким параметрам квасоля звичайна більш стійка до несприятливих умов. Рід *Phaseolus* L., об'єднує понад 200 видів, з них 20 культивують у різних країнах і поділяють на дві географічні групи:

- американські крупнонасінні види: квасоля звичайна, квасоля багатоквіткова, квасоля гостролиста та ін.;

- азіатські дрібнонасінні види: квасоля золотиста, квасоля кутовата [148].

Рід *Phaseolus* L. цитологічно надзвичайно контрастний. Перше дослідження хромосом роду проведено Г. Д. Карпеченком в 1925 р. Він виявив, що гаплоїдне число у видів *P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus*, *P. acutifolius* однакове ($n = x = 11$). Опис індивідуальних хромосом виконано значно пізніше. Перша загальна номенклатура мітотичної хромосоми квасолі звичайної була запропонована Moscone з співаторами [149]. Хромосоми були охарактеризовані за розміром, морфологією, вмістом гетерохроматину і розподіл генів РДНК за допомогою флуоресцентної гібридизації *in situ* (FISH) і присвоєних номерів від 1 до 11, виходячи з розміру від найбільшого до найменшого [150].

За великого ботанічного різноманіття у всіх зернових бобових багато спільних ознак і особливостей. На відміну від злакових у них немає ендосперму. Запасні поживні речовини містяться в сім'ядолях [151].

У разі визначення різновиду сорту на першому місці – форма насіння, потім встановлюють його колір і форму малюнка. При описі сортів вказують характер росту (кущові, напіввитку та виткі), форму бобу і його різновид (цукровий, напівцукровий, луцильний). Маса 1000 насінин у різних форм і сортів квасолі коливається від 150 до 700 грамів в залежності від місця і умов вирощування [152, 153].

Сорти квасолі повинні характеризуватися хорошою якістю продукції (зелені боби і зерно). Зерно повинно мати хорошу розварюваність і високі смакові якості. Ці показники тісно пов'язані з хімічним складом зерна. Для консервації перевага віддається насінню червоного і білого забарвлення, при варінні вони не втрачають колір і структуру. У сортів квасолі з жовтим забарвленням насіння менший час варіння (20–40 хв) у порівнянні з іншими зразками, а також високе збереження заліза до 80 % після приготування [154]. Для класифікації сортів по розварюваності насіння пропонується шкала: I група – відмінна (до 90 хв); II група – хороша (91–124 хв); III група – задовільна (125–161 хв); IV група – незадовільна (162–299 хв).

У сортів квасолі з чорним забарвленням насіння максимальний вміст альфа-лінолевої кислоти – представника поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) життєво необхідних для здоров'я людини [155].

Скоростиглі сорти містять 8,5–9,0 % сухої речовини, в той час як їх вміст у середньоранніх і середньостиглих сортах був нижчим на 0,8–3,5 %. Сума цукрів у скоростиглих сортів була в межах 2,3–2,7 %, середньоранніх – 2,2–3,8 %. Найбільший вміст білка у групі скоростиглих сортів. У продукції середньоранніх сортів невелика кількість нітратів (174–386 мг/кг) і підвищений вміст аскорбінової кислоти (13,3–17,8 мг/%), завдяки цьому їх можна використовувати у свіжому вигляді. Пізньостиглі сорти містять значну кількість сухої речовини (9,2–14,7 %), тому їх продукція повинна призначатися для

переробки. У групі середньостиглих сортів значні розбіжності за вмістом сухої речовини (7,3–10,5 %), аскорбінової кислоти (5,7–15,2 мг/%), нітратів (183–540 мг/кг), [156].

Таким чином, слід враховувати, що біохімічний склад бобів квасолі овочевої не є постійним, у залежності від виду, сорту він мінливий, а також коливається під впливом умов вирощування.

У 100 г сухого насіння міститься: у звичайній квасолі 336 калорій, у лімській квасолі (у великоплідних сортах) – 333, у недозрілому насінні лімської квасолі всього лише 128 калорій за вмісту вологи у харчовому продукті 66,5 %. Калорійність бобів квасолі овочевої у залежності від вмісту вологи у бобах і сорту коливається від 32 до 40 калорій [157].

Збір бобів квасолі проводиться, коли насіння ще дуже мале та не перевищує розміру пшеничного зерна. Свіжу квасолю ні у вигляді зелених бобів, ні у вигляді недозрілого насіння в їжу вживати не рекомендується, щоб уникнути отруєння [158].

Період використання квасолі овочевої у свіжому вигляді дуже обмежений і становить не більше місяця. Тому зелені боби слід розглядати як сировину для переробки, щоб забезпечити населення цим цінним продуктом протягом року [159].

Дуже малий обсяг консервування її лопаток і зерна. Основна причина – ручне збирання бобів у кілька строків, на який припадає до 80 % всіх витрат протягом вирощування. Без освоєння механізованого збору неможна досягти істотного розширення посівних площ і зниження собівартості продукції. Проблема механізації збирання врожаю вирішується не тільки шляхом створення машин, а й підбором сортів [160].

Розподіл сортів на овочеві та зернові здійснюється у залежності від наявності у товщині стулок бобів пергаментного шару і волокна.

В овочевих сортів боби м'ясисті внаслідок сильного розвитку паренхіми і слабого розвитку пергаментного шару. Крім того, склеренхіма судинно-волокнистих пучків у деяких з них не розвинена. Завдяки цьому боби спаржевих

сортів залишаються ніжними і придатними у їжу до тих пір, поки не сформується насіння. Боби цих сортів не розтріскуються і погано обмолочуються [161].

У зернових сортів пергаментний шар розвивається рано, його товщина буває значною – від 1/10 до 1/20 товщини стулки бобів. Тому для вживання у їжу у зеленому вигляді вони не придатні. У напівцукрових сортів пергаментний шар розвивається порівняно пізно і становить у середньому 1/20 частини товщини стулки бобу. У зв'язку з цим боби грубіють пізніше і до огрубіння можуть вживатися в їжу [162].

Наявність пергаментного шару визначають у разі розламування бобу, а для визначення наявності волокна відривають його кінчик. Якщо вздовж шва боба тягнеться нитка, значить, волокно є. Пергаментний шар і волокно розвиваються по-різному у залежності від умов. У вологих і прохолодних умовах волокно і пергаментний шар розвинені слабше. Також відзначено, що сорти з плоскими бобами утворюють пергаментний шар при затримці збору на 2–3 дні. Сорти за другого і третього збору приносять плоди поганої якості [163].

1.2.3. Агробіологічні особливості й формування продуктивності сої овочевого напрямку використання. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є основною культурою, що вирощується в усьому світі, забезпечуючи невід'ємний запас рослинного білка та олії для споживання населенням. Сухе насіння сої містить приблизно 40 % білка, 20 % олії, 35 % вуглеводів і 5 % золи [164]. Соева олія складається в основному з п'яти жирних кислот: пальмітинової, стеаринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової кислоти [165]. З точки зору харчування людини і користі для здоров'я, соєвий білок містить 18 добре збалансованих амінокислот, включаючи всі незамінні амінокислоти, які не можуть синтезуватися у клітинах тварин і організму людини або недостатньо синтезуються тваринним організмом і таким чином необхідно забезпечити у раціоні людини, щоб забезпечити належний ріст, розвиток і підтримати здоров'я [166]. Якість харчування і використання сої визначаються вмістом білка та олії, а також модифікованим жиром та амінокислотами.

Споживання едамаме значно збільшилось у світі за останні роки. Незважаючи на зростаючий попит, більшість едамаме (незрілі соєві боби) імпортується з країн Азії. Тому адаптовані до умов України, комерційно життєздатні сорти, що відповідають потребам споживачів, стають важливою складовою для соєпереробного сегменту промислового виробництва.

Едамаме – соя овочева упродовж століть широко вживається у Східній Азії і є поширеним продуктом харчування у Європі та Північній Америці. Завдяки великому вмісту білка (з ізофлавонами, вітамінами С і Е, мононенасиченими жирними кислотами), вона дуже поживна [167, 168, 169, 170, 171]. Унікальне поєднання цих біохімічних компонентів дає можливість використовувати сою овочевого типу для виробництва різноманітної харчової продукції, а саме: соєві молочні продукти, сир тофу, соуси, проростки (мікрогрін), свіжі, заморожені і консервовані боби.

У світі едамаме відомо під назвою «соя овочева», також поширеними є назви «їстівна соя», «свіжа зелена соя», «садова соя», «зелена соя», «соєві боби в зеленій стиглості», «зелена соя овочева», «незріла соя», «крупнонасінна соя», «боби до пива», «соя овочевого типу» [172]. У Північній Америці дослідженнями сої овочевої займаються вже більше 70 років. Впродовж 1929–1931 рр. селекціонери Дорсетт і Морс зібрали велику колекцію зародкової плазми, яку Морс використовував як вихідний матеріал для створення 49 сортів едамаме [173]. У 1930–1940 рр. розпочався активний етап у вивченні сої типу «едамаме» обумовлений браком вмісту білка у системі харчування населення. [174]. Наступний сплеск інтересу до вивчення сої овочевої почався зі збільшенням темпів зростання органічного сільського господарства в 1970-х роках. На сьогодні відзначається третя хвиля інтенсивного поширення і популяризація сої овочевої.

Едамаме – японський термін, який також називають маоду в Китаї – спеціальні соєві боби або овочеві соєві боби, які збирають, коли стручки та насіння ще зелені (стадія росту R6), [175]. Збір врожаю едамаме в належний час забезпечує найвищу харчову якість, що забезпечує високу товарність і

прийнятність споживачем [176]. Крім того, едамаме зі стабільною якістю також полегшує післязбиральну доробку бобів. Едамаме в ідеалі слід збирати між стадіями росту R6 і R7, безпосередньо перед тим, як стручки почнуть жовтіти (рис. 1.2), і коли вологість і вага бобів досягнуть максимального рівня [177].

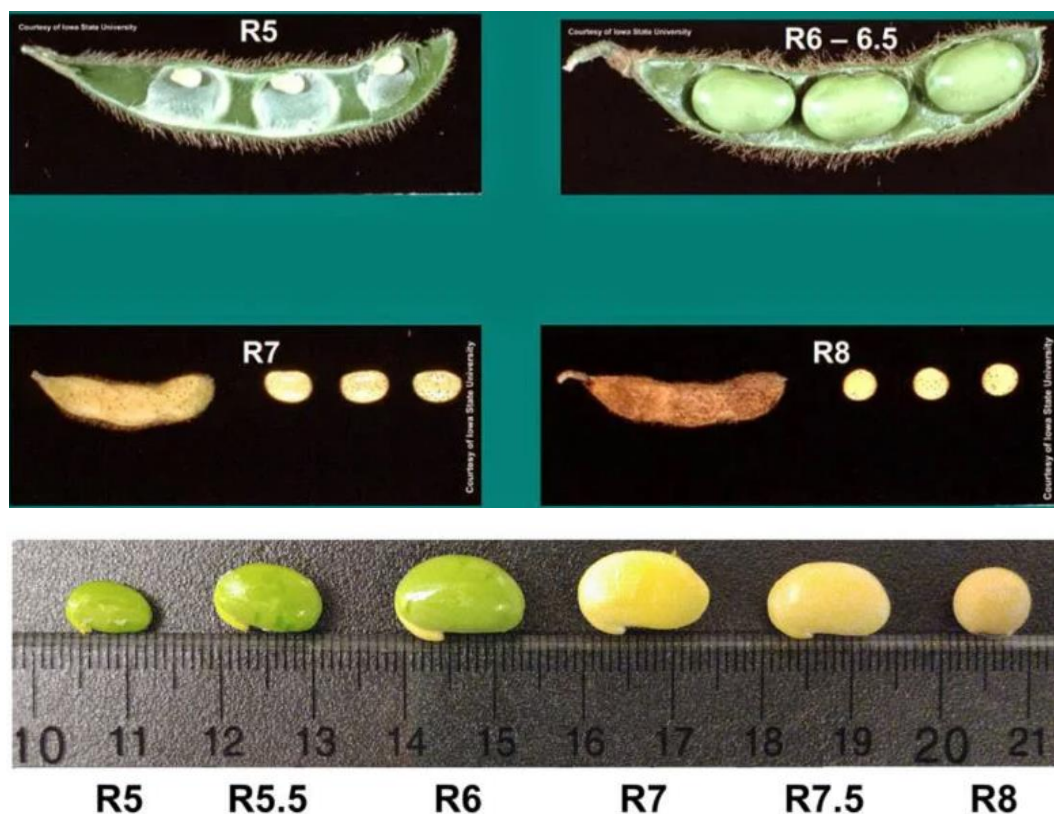


Рисунок 1.2 Стадії стиглості бобів сої

Едамаме вирощується в основному у набагато менших масштабах у країнах Азії та Північної Америки. Проте едамаме має відносно високу ринкову ціну через його поживну цінність [178, 179]. Едамаме вважається високоцінною нішевою культурою та привертає все більше уваги у Європі [180]. У зв'язку з популяризацією та переходом населення планети до здорового харчування, прослідковується перевага на користь едамаме [181, 182], ринок едамаме та виробничі площі у США та Азії неухильно зростають впродовж останнього десятиліття. Як і у розвинутих країнах, так і у країнах, що розвиваються, зокрема в Україні не вистачає сучасних високоадаптивних сортів едамаме, і більшість з

них у теперішній час сорти едамаме азіатського походження. У створених сортів едамаме нижча адаптивність і спостерігаються гірші агрономічні показники, наприклад, непридатність структури або типу рослини і стручків для механізованого збирання [183]. Крім того, у центрі уваги попередні дослідження в США були покладені в основному на оцінку адаптивності та товарного виробничого потенціалу інтродукованих сортів едамаме, включаючи свіжий урожай едамаме та продуктивність відповідних агрономічних ознак [184, 185]. Менше досліджень проведено стосовно харчового складу, як білок, олія та цукри у насінні едамаме [186, 187].

З початку 1990-х років Університет штату Вірджинія проводить селекцію для розробки нових сортів едамаме, які адаптовані до умов виробництва у США [188, 189], проте відсутні дослідження такого рівня в інших регіонах земної кулі.

Поліпшення поживних якостей насіння є однією з найважливіших цілей у створенні і розмноженні едамаме. Для досягнення цієї мети необхідно швидко і точно оцінити біохімічний склад насіння та поживні властивості. Все-таки брак адаптованих овочевих сортів сої є одним із головних факторів, що стримують її комерційну діяльність виробництва в Європі [190].

Молочні продукти на основі сої (молоко, йогурти, сир тофу) повсюдно використовують у країнах Східної Азії, Європі, США, Канаді, у тому числі для алергіків на лактозу [191]. Для такої продукції необхідно створювати овочеві сорти з підвищеним вмістом білка й біологічно активних речовин.

Соеві боби у фазу технічної стиглості мають характеристики, подібні до особливостей незрілих плодів *Phaseolus vulgaris* L. і *Pisum sativum* L. [192, 193]. Результати аналізу поживного складу едамаме у штаті Колорадо США [194] та Японії [195] показали, що харчова цінність насіння сої овочевої приблизно в 6 разів вище зеленого горошку. Соя овочева містить на 60 % більше кальцію, удвічі більше фосфору та калію; водночас вміст натрію і каротину становить приблизно одну третину від зеленого горошку, вміст заліза і вітамінів B₁, B₂ у них приблизно однаковий.

Сорти, що вирощуються для отримання проростків для споживання, повинні бути дрібнонасіnnими. Така особливість є вимогою переробників за їх товарним виглядом. Соєві проростки, або спраут (від англ. «sprout»), додають у салати, бутерброди, використовують як закуски до основних страв [196].

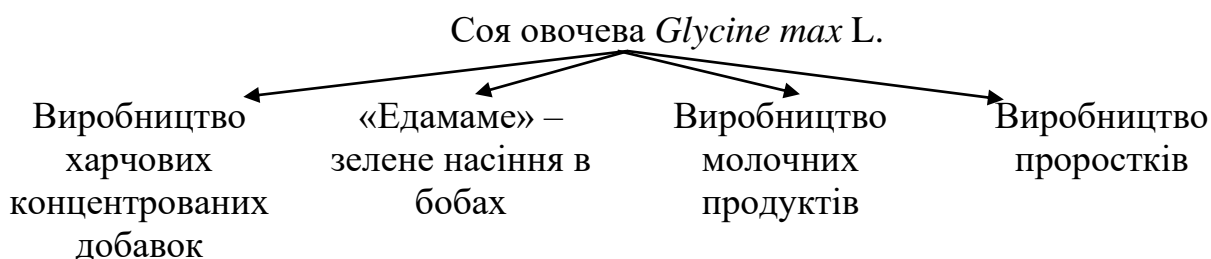


Рисунок 1.3 Класифікація сортів сої на овочеві цілі

При створенні культурного сорту необхідно знати його основні характеристики. Цьому повною мірою відповідає модель – перелік основних параметрів майбутнього сорту. Моделювання з описом параметрів майбутнього сорту для конкретного регіону вирощування відіграє важливу роль. Воно дає можливість селекціонеру створювати сорти більш цілеспрямовано та ефективно. Конкретна модель має враховувати особливості фенотипу, фізіології та біохімії, взаємодію «генотип-середовище» [197].

Одним із найважливіших критеріїв для сільгосподарських товаропроизводників у виборі того чи іншого сорту є інтегральний показник продуктивності, підпорядкований безлічі зовнішніх та спадкових факторів [198].

Один із головних лімітуючих факторів інтродукції *Glycine max* L. – це вологозабезпеченість рослин. Потреба вологи варіює залежно від виснаження її запасів у коренедоступному шарі. В умовах посухи для сої характерним є абортизація бобів, яка, можливо, пов'язана з нестачею асимілятів та вуглеводів у листі. Дефіцит вологи знижує загальну біомасу. При цьому, результат стресу, викликаного дефіцитом вологи, посилюється з підвищенням його інтенсивності та тривалості. Найбільше споживання вологи спостерігається у фазі початку цвітіння–наливу насіння, внаслідок чого особливо необхідні її запаси у цей період. Недолік доступної вологи навіть протягом короткого періоду під час

стадії бобоутворення і початку технічної стиглості призводить до істотного зниження врожайності (до 50 % від запланованого рівня), оскільки стрес, викликаний посухою під час репродуктивної фази, скорочує кількість бобів, що закладаються. Найнижче водоспоживання зафіксовано у фазі початку дозрівання [199].

Овочеві лінії мають високу продуктивність і крупність насіння [200], що дає можливість припустити, що у майбутньому овочеві сорти в умовах Лісостепу матимуть більшу врожайність, ніж зернові, залежно від маси 1000 насінин.

Маса насіння з рослини – це складна кількісна ознака, що значною мірою залежить від умов росту й елементів продуктивності (кількість насіння з рослини, кількість насіння у бобі, маса 1000 насінин). Навіть у межах однієї ділянки з однаковим агротехнологічним фоном, рослини, що відносяться до одного і того ж генотипу, мають відмінності по насінневій продуктивності до 500 %. Необхідно випробовувати селекційні зразки протягом, як мінімум, 3-х років у контрастних метеорологічних умовах, для кращого визначення норми реакції зразків, що інтродуються [201].

Ознака «маса 1000 насінин» – основна фенотипова ознака сої овочевої [202]. Одна з головних візуальних її особливостей – велике насіння. Згідно з отриманими даними, маса 1000 насінин у овочевих форм східноазійського походження у фазі біологічної стиглості становить від 220 г і може досягати у деяких зразків до 410 г.

Ця ознака обернено пропорційна товщині та міцності насінневої шкірки, а також вмісту антипоживних речовин, активності ліпоксигенази, що впливають на органолептичні якості, але прямо залежать від вмісту білка [203].

Маса 1000 насінин визначається приблизно на 70 % спадковими факторами, на 30 % – зовнішнім середовищем, умовами вирощування, погоднокліматичними характеристиками. Як і в інших сільськогосподарських культур, у сої маса 1000 насіння має невисокий коефіцієнт мінливості [204].

Відповідно до вимог, сформульованих селекціонерами і технологами, сорти, що вирощуються для отримання проростків, повинні мати знижену масу

1000 насінин (не більше 120 г), оскільки у великого насіння знижуються споживчі якості [205].

Спостереження за масою 1000 насінин сої в онтогенезі показують, що за оптимальних умов вона зростає пропорційно до часу формування, тобто є пряма залежність збільшення маси 1000 насінин у міру настання стиглості (на суху масу), (рис. 1.4), [206].

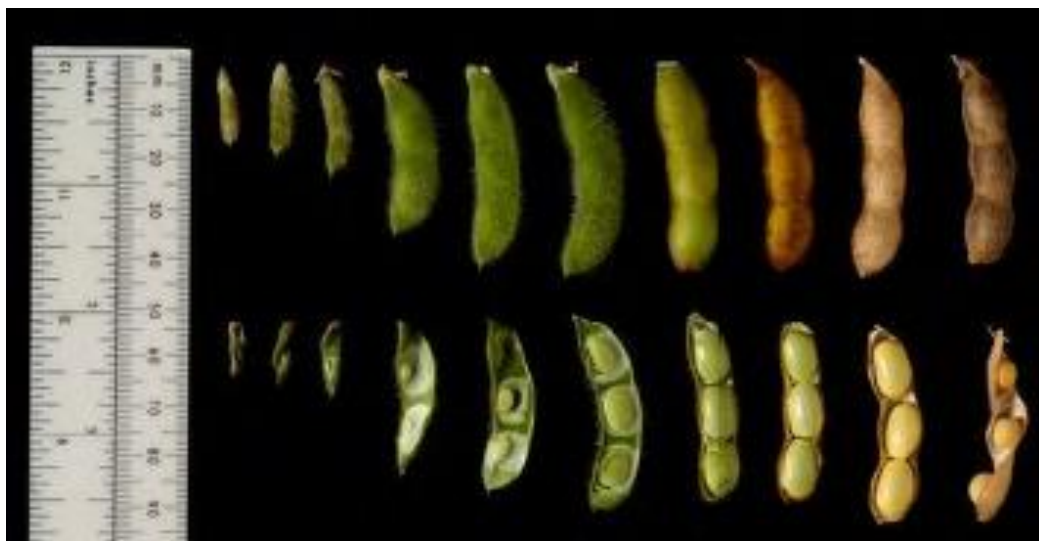


Рисунок 1.4 Формування насіння сої у процесі генеративного розвитку

Як і в цілому для насінневої продуктивності, фаза утворення бобів є дуже важливою у формуванні маси 1000 насінин. Саме у цей період закладаються насіння і формується генезис подальшого росту насіння. Критично важливо забезпечення рослин вологою у цій фазі. При нестачі води вони втрачають у масі 1000 насінин до 40 % від планового рівня [207]. При цьому, у фазі наливу насіння бажано, щоб стояла суха погода (без тривалих опадів). Сильні дощі протягом тривалого часу затримують процес наливу насіння. Але помірною вологою погодою за умов сприятливої температури сприяє хорошему забезпеченню насіння асимілятів, подовжуючи тим самим період формування.

Для впровадження нового сорту у сільськогосподарське виробництво вивчення періоду вегетації відіграє визначальну роль [208]. Рослини повинні мати швидкий початковий ріст, встигаючи сформувати якісний запланований

урожай до настання низьких температур. У вивченні вихідного матеріалу для селекції сої овочевого типу необхідно враховувати тривалість періоду «сходо-технічна стиглість» і вегетаційного періоду Лісостепової зони, (160-180 діб) [209].

Для більш точної характеристики сортів останнім часом використовується показник «сума ефективних температурних одиниць» (СЕТО), оскільки період вегетації не враховує температурні зміни і, таким чином, не завжди точно відображає опис культивара (Łysiak G., 2012). Є сенс відбирати форми за СЕТО не більше середнього значення за багаторічними метеоспостереженнями у Лісостепу. Для Черкаської області, де проводилися дослідження, цей параметр дорівнює 1800-2200 °С, залежно від теплозабезпечення року [210].

Для більш точної систематизації сортів сої за швидкістю дозрівання і довжиною вегетаційного періоду у США була розроблена вдосконалена класифікація груп стиглості. У ній у 1980-ті роки було 10 груп та ранжування починалося з MG1 (Maturity Group 1). Створення скоростиглих сортів призвело до збільшення числа груп стиглості до 13 та появи груп MG0, MG00, MG000 [211]. У недавній час відбулося просування посівів сої у високоширотні регіони Китаю, що дало можливість додати в цю класифікацію найбільш скоростиглу на сьогоднішній день категорію MG0000 [212]. Відповідно до цієї класифікації, для Лісостепу України актуальні групи стиглості MG00, MG000, MG0000.

Відповідно до вимог переробників та ринку здорового харчування, овочеві сорти сої повинні володіти певними кольорами насінневої шкірки та рубчика. Наприклад, з темнозабарвленого насіння дуже важко отримати молочні продукти, борошно з привабливим зовнішнім виглядом, оскільки потрібні додаткові витрати на видалення насінневої оболонки, внаслідок чого, як правило, для харчових технологій доцільніше використовувати насіння з оболонкою світлого кольору, бажано без пігментації (рис.1.5) [213]. Найбільш привабливе забарвлення насінневої шкірки для овочевих сортів сої – жовте, зелене з кращим забарвленням, рубчика – світлим, жовтим, сірим. Для сортів на проростки

зabarвлення має бути переважно жовто-кремовим з таким же кольором рубчика [214].

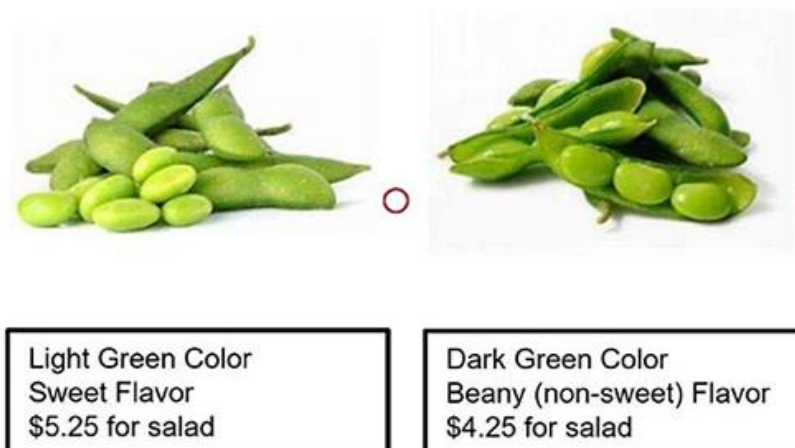


Рисунок 1.5 Варіювання вартості едамаме залежно від інтенсивності забарвлення

Морфологічні характеристики бобів сої овочевої є найважливішими сортовими ознаками [215].

Відповідно до класифікації ВВСН, формування плоду сої умовно можна поділити на наступні стадії (рис.1.6):



Рисунок 1.6 Стадії розвитку плоду сої

Плоди повинні бути яскраво-зеленого кольору зі світло-сірим, тонким опушенням і приблизно $\geq 4,5$ см у довжину, бажано більше 5 см, і шириною $\geq 1,2$ см, з двома або більшими, повністю розвиненим і нижнім насінням, щільно прилеглим всередині у зелених бобах у фазі технічної стиглості без пожовтіння, інакше насіння дуже втрачає смакові якості [216]. Цей етап збігається з R6-стадією розвитку [217]. Пошкоджені, недозрілі або перезрілі боби з кількістю насіння менше 2-х небажані [218].

Цікавим є вивчення впливу екологічних умов вирощування на продукційні процеси вперше інтродукованих овочевих форм сої у порівнянні з традиційними, вже культивованими олійними сортами сої та іншими овочевими бобовими культурами. Представлені дослідження ми враховували у виконанні нашої науково-дослідницької роботи.

1.3. Оптимізація продукційних процесів агроценозів.

1.3.1. Ефективність локального внесення добрив у технологіях вирощування овочевих культур. Урожайність нішевих культур, зокрема, часнику в Україні досить низька і становить 10–14 т/га, що складає 30–50 % від теоретично можливої. Це призводить до необхідності розробки і удосконалення елементів технології вирощування для кожної ґрунтово-кліматичної зони з метою істотного збільшення врожайності. Досягнути цього без застосування мінеральних добрив неможливо [219]. Їх раціональне використання забезпечує 40–50 % приросту врожаю і більше. До того ж використання добрив істотно впливає на біохімічний склад, харчову цінність і смакові якості, термін зберігання. Мінеральні добрива мають високу вартість, використовувати їх слід з найбільшою ефективністю і окупністю. Одним з найбільш раціональних способів внесення добрив, за допомогою якого можна значно підвищити їх ефективність, знизити їх витрати на одиницю врожаю, є локальний. Дослідження з вивчення порівняльної ефективності розкидного і локального способів внесення добрив показали перевагу останнього у вирощуванні часнику. Відомо, що у такий спосіб застосування можна від значно меншої дози добрив отримувати більш високу віддачу [220].

Вплив локального способу внесення добрив на фізіологічні процеси проявляється не тільки на ранніх стадіях розвитку рослин, але і у період формування врожаю, тобто такий спосіб чітко впливає на розмір врожаю і його якість [221]. Коефіцієнт використання рослинами елементів живлення у

локальному удобренні порівняно з розкидним способом застосування зростає: азоту і калію – на 10–15 %, а фосфору – на 5–10 % [222, 223, 224].

На врожай та якість часнику впливають різні біотичні та абіотичні чинники, серед яких основними є низький/надлишковий вміст елементів мінерального живлення, режим зрошення або кількість опадів [225, 226]. Рослини часнику мають неглибоку кореневу систему і потребують оптимального та регулярного надходження води та поживних речовин. Вологість ґрунту значно впливає на ріст і урожай часнику; низька забезпеченість ґрунту вологою зумовлює низьку ефективність добрив та продуктивність рослин [227], тоді як надмірна вологість ґрунту призводить до надлишкових витрат води та вимивання поживних речовин, що призводить до загнивання та низької якості цибулин. За нестабільних умов вологозабезпечення вода є найважливішим обмежуючим фактором у питаннях сільського господарства та економічного розвитку. Використання води повинно здійснюватися ефективно, щоб забезпечити прибутковість за рахунок максимізації врожайності, оскільки вода, як природний ресурс, знаходиться у недостатній кількості, або нестабільний у більшості районів, де переважає виробництво цибулевих [228].

У разі вирощування згідно з інтенсивною технологією з високопродуктивними сортами виникає значна потреба у поживних речовинах. Види добрив також впливають на продуктивність та якість врожаю; погане формування цибулин, низька якість врожаю та низька харчова якість є наслідком недостатнього рівня забезпечення азотом, фосфором та калієм [229].

Більшість досліджень з живлення часнику обмежують рекомендації щодо таких основних поживних речовин, як N, P і K, але мікроелементи також відіграють важливу роль у стимулюванні росту та розвитку рослин. Серед мікроелементів бор є одним із найважливіших мікроелементів, хоча він потрібен у дуже малій кількості [230].

Існує лише кілька досліджень стосовно впливу мікроелементів на часник, тому даний експеримент було проведено для оцінки росту та врожайності часнику (*Allium sativum* L.).

Попередні дослідження стосувалися застосування поживних речовин і впливу на врожайність та різні аспекти вирощування часнику у різних географічних регіонах [231, 232, 233, 234, 235, 236].

Встановлено, що внесення мікромінералів (Zn і Fe 5 кг/га) відіграло важливу роль у посиленні росту, підвищення врожаю та покращення якості часнику, особливо у випадку сумісного застосування (співвідношення 1:1) як Zn, так і Fe. Приріст врожаю залежно від норми і сумісного або окремого внесення становив 15,8–22,2 %. Бор сприяє підвищенню стійкості рослин до фітопатогенних чинників у період дозрівання та зберігання продукції. Цинк необхідний для утворення хлорофілу та синтезу білків. Таким чином, різні продукти живлення рослини є фізіологічно важливим елементом, і це по-різному впливає на вегетативну та репродуктивну стадії росту в організмі рослин. Проміжок між рослинами впливає на ріст і врожайність часнику.

Так, сумісне застосування бору (6 кг/га) та цинку (15 кг/га) сприяло збільшенню врожаю часнику на 6,6 т/га [237].

Застосування цинку підвищувало фотосинтетичну активність рослин цибулі та інші метаболічні процеси, що призвело до збільшення ділення клітин та подовження клітин [238].

Вплив різних норм внесення бору був істотним. Найбільший діаметр цибулини (6,17 см, 5,82 см та 5,99 см) спостерігався за внесення бору і цинку в оптимальних нормах. Мінімальний діаметр цибулини (5,89 см, 5,50 см та 5,70 см) спостерігався за внесення мінімальних норм мікроелементів. Це пов'язується із застосуванням бору, що посилює активність ферментів, що, у свою чергу, запускає фізіологічні процеси, такі як вуглеводний обмін у рослині. Про подібні результати повідомив [239, 240, 241].

Цинк має вирішальне значення для росту рослин, оскільки він контролює синтез індолінцевої кислоти, яка регулює ріст рослин, а також активізує ферментативні реакції, необхідні для синтезу хлорофілу та утворення вуглеводів [242].

Добре відомо, що цинк діє як кофермент і впливає на багато біологічних процесів, біосинтез білка і вуглеводів [243].

Внесення цинку нормою 20 кг/га зумовлювало збільшення висоти рослин часнику на 6 см, кількість листків на рослині на 0,7 шт., площу листка на 5,4 см², масу цибулини на 8,3 г, а врожайність на 3,0 т/га [244].

Застосування мінімальних і максимальних норм цинку (25 і 50 кг/га) та бору (2,5 і 5 кг/га) сприяло збільшенню маси цибулини цибулі ріпчастої на 26,3 і 17,1 % та на 17,3 і 25,0 % та врожайності на 53,8 і 46,4 та 17,7 та 30,0 % відповідно. Отже, можна стверджувати, що цибуля позитивно реагує на підвищені норми бору, але негативно на підвищені норми цинку [245].

Дослідження з часником показали, що позитивну реакцію рослин на внесення невеликих норм цинку (5 та 7,5 кг/га) на фоні 100 % внесення NPK. Так, приріст врожаю становив 0,6 та 1,2 т/га відповідно до норми внесення [246].

Внесення заліза у нормі 15 кг/га на фоні 100 % внесення NPK сприяло зростанню врожаю часнику на 9,4 % [247].

Застосування бору разом з мінеральними добривами та гноєм на супіщаному суглинковому ґрунті сприяло ефективності їх застосування та збільшувало врожайність культури 24,8–41,7 % відносно контролю [248].

Інтенсивна технологія, незбалансоване мінеральне живлення, менша кількість або відсутність органічних добрив призводить до виснаження родючості ґрунту [249]. Локальне використання мінеральних добрив та органічних добрив набуває сьогодні великого значення для їх ефективного використання та оптимізації продуктивності культур [250].

1.3.2. Гормонізація рослин та застосування біоінокулянтів і мікоризоутворювачів, як ефективний напрям біологізації технології вирощування.

Органічні кислоти (фітогормони) відіграють ключову роль у контролі внутрішніх механізмів росту рослин, беручи участь в обмінних процесах, таких як обмін нуклеїнових кислот та синтез білка. Використання органічних кислоти рістрегулюючого напрямку може бути корисною альтернативою для збільшення

врожайності. Гіберелінова кислота (GA_3) – рослинний фітогормон, який контролює процеси росту і розвитку. Найпоширенішим фітогормоном, який входить до складу регуляторів росту рослин є гіберелінова кислота (GA_3), яка сприяє збільшенню габітусу рослини, активізує ферменти під час проростання насіння та зав'язування плодів і їх ріст [251].

Гіберелінами назвали групу гормонів у честь відкриття їх у міцелії гриба *Gibberella fujikuroi*, а незабаром виявили також і у рослинах. Вони особливо інтенсивно синтезуються у надземних органах рослин з різною активністю у залежності від етапу розвитку рослин. Виявлено понад 70 видів гіберелінів, які за хімічним складом належать до тетрациклічних карбонових кислот, незважаючи на відмінності окремих деталей будови. Однак гіберелін, виділений з міцелію гриба *Gibberella fujikuroi* (гіберелін А3 або гіберелінова кислота (ГК3)), володіє найбільшою активністю і використовується для виготовлення препаратів регуляторів росту. Гіберелінова кислота (GA_3) є важливим фітогормоном, який впливає на ріст і розвиток рослин, індукуючи метаболічну активність [252].

Вона також відіграє значну роль у проростанні насіння, збільшенні габітусу рослини, зменшує період дозрівання та збільшенні кількості квітів і плодів [253].

GA_3 покращує ріст та розвиток хлоропластів та посилює ефективність фотосинтезу, що у свою чергу збільшує врожайність [254].

Листове обприскування GA_3 були випробувані на салатах, помідорах, нігелі посівній, огірка, та показало підвищення продуктивності та посилення солестійкості рослин як у відкритому ґрунті, так і в системах гідропонного вирощування [255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262]. Вченими доведено, що застосування гіберелінової кислоти збільшувало товарну врожайність помідорів на 11,7 т/га [263].

Саліцилова кислота вважається ендогенним регулятором росту фенольної природи, що збільшує площу листя та сухої речовини [264]. Вона також регулює значну кількість процесів, включаючи термогенез, підвищує стійкість до збудників хвороб, і прискорює дозрівання плодів. Bideshki A. та ін., (2010)

відзначають, що застосування саліцилової кислоти збільшувало площа листя часнику, кількість коренів, сирої і сухої маси цибулини і рослини [265]. Встановлено, що обприскування рослин саліциловою кислотою, покращувало ефективність використання азотних добрив під час вирощування розсади огірка [266].

Обприскування рослин саліциловою кислоти сприяло покращенню росту, розвитку, диференціюванню клітин і тканин рослин [267]. Дворазове обприскування саліциловою кислотою сприяло збільшенню товарної врожайності цибулі ріпчастої на 14,5 т/га та підвищувало товарність отриманого врожаю на 6,0 % [268]. Eraslan з співаторами., (2007) також повідомили, що екзогенне застосування саліцилової кислоти сприяло підвищенню фізіологічних процесів та антиоксидантну активність моркви. Однак підвищені концентрації саліцилової кислоти мали пригнічуючий ефект. Повідомлялося, що саліцилова кислота викликає цвітіння у ряду рослин [269].

У огірків і томатів врожайність плодів значно підвищувалася, коли рослини обприскували малою концентрацією саліцилової кислоти [270, 271].

Аскорбінова кислота відіграє важливу роль у рослини, а саме: у фітозахисті, регуляції фотосинтезу, впливає на активність транспорту електронів та антиоксидантний стан рослини [272]. Позакореневе застосування аскорбінової кислота сприяло збільшенню висоти рослини, кількості і площі листя, сухої речовини рослини та загальної врожайності картоплі та часнику [273, 274, 275]. Доведено, що обприскування посівів часнику аскорбіновою кислотою збільшувало масу цибулини на 27,7 %, а врожайність на 41,8 %, при цьому вміст сухої речовини зменшувався на 3,4 % відносно контролю, але відзначено збільшення вмісту аскорбінової кислоти у зубках часнику на 7,1 % [276].

Кілька століть тому вплив господарської діяльності людини на природні умови Землі був незначним. Проте з інтенсивним розвитком промислового та сільськогосподарського виробництва збільшується антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище [277]. Господарська діяльність людини значно впливає на стан ґрунтового покриву, атмосфери, поверхневих та

підземних вод, підсилюючи розвиток негативних процесів: ерозії, дегуміфікації, перезволоження, засолення та ін.

Зростання антропогенного впливу потребує певних зусиль щодо відновлення природних властивостей Землі. Для відновлення природно-ресурсного потенціалу земель необхідно забезпечити у процесі землеустрою нормальне функціонування її як природно-біологічної системи. Зростає роль землеустрою у формуванні сталого землекористування, а екологізація стає нагальною проблемою сучасного періоду [278].

У зв'язку з деградацією земель, що зростає, величезної ролі набуває еколого-ландшафтна складова землеустрою. Будь-яке рішення щодо землеустрою, яке не має під собою наукового еколого-ландшафтного обґрунтування, може призвести до незворотних процесів зниження родючості ґрунтів та деградації сільськогосподарських угідь. На теперішній час у країні еродовано, дефльовано та перебуває в ерозійно небезпечному стані понад 40 % сільськогосподарських угідь та близько 20 % мають високий ступінь забруднення ґрунтів.

Сучасні агротехнології представляють «комплекси технологічних операцій з управління продукційним процесом сільськогосподарських культур в агроценозах з метою досягнення запланованої врожайності та високої якості продукції при забезпеченні екологічної безпеки агроландшафту та певної економічної ефективності». Агротехнології пов'язані в єдину систему управління агроландшафтом через сівоzmіни, системи обробітку ґрунту, добрива та захист рослин, тобто є складовою адаптивно-ландшафтних систем землеробства. При цьому вони мають індивідуальне значення, що визначається насамперед особливостями сорту, оскільки кожному типу сорту (за призначенням, інтенсивністю та іншими параметрам) відповідає певна система управління продукційним процесом та структурна модель агроценозу.

Найважливішими принципами формування агротехнологій є: альтернативність, можливості вибору; адаптованість до природних умов на основі агроекологічної оцінки земель до різних рівнів інтенсифікації

виробництва на основі технологічних нормативів до господарських укладів; динамічний підхід до створення та управління агроценозами шляхом послідовного усунення лімітуючих умов; формування пакетів агротехнологій з урахуванням системних зв'язків, що виявляються у багатофакторних польових експериментах; відкритість новітнім досягненням науково-технічного прогресу.

Використання бобів у сівозміні корисне тим, що завдяки добре розвиненій кореневій системі та симбіозу з бульбочковими бактеріями бобові рослини залишають у ґрунті велику кількість органічної речовини та азоту. На одному гектарі бобові трави накопичують до 15 і більше тонн корневих та поживних залишків. Найбільша кількість корневих і поживних залишків у сівозміні надходить з багаторічними травами і сягає 33,4–42,8 ц/га. Боби кормові при вирощуванні на зерно залишає у ґрунті 85 ц/га корневих та поживних залишків та в них 106,5 кг/га біологічного азоту, дещо менше горох польовий та вика. У разі вирощування на зелену масу кількість органічної речовини дещо менша, а азоту майже стільки ж.

Отже, використання бобових культур у сівозміні значно покращує ґрунтові умови і забезпечує виробництво органічними речовинами та біологічним азотом.

Традиційне сільське господарство залежить від масштабного використання хімічних добрив, оскільки вони забезпечують рослини основними поживними речовинами, такими як азот, фосфор і калій. При цьому промисловий процес перетворення газоподібного азоту в аміак – дорогий і вкрай неефективний. Тільки вдумайтеся: для вищеприписаного процесу використовується близько 2 % від річного загального обсягу виробленої енергії у світі. Крім того, від 60 до 90 % від загальної кількості внесених добрив «губиться» і тільки 10–40 % поглинається рослинами. І хоча хімічні добрива, які промислово виготовляють, мають відомий вміст азоту, фосфору і калію, їх використання призводить до забруднення ґрунту, води і повітря.

Крім того, глобальне виробництво продуктів харчування, досягнуте в останнє десятиліття, призвело до значного використання синтетичних

пестицидів для боротьби з шкідниками культурних рослин. До того ж, надмірна хімізація створює власні проблеми, такі як стійкість шкідників до хімічних ЗЗР і виникнення загальної екологічної проблеми. На цьому тлі сильний тиск з боку споживачів призвів до вилучення багатьох синтетичних пестицидів, зниження максимального рівня їх залишкової кількості в продуктах і середовищі, істотно збільшило витрати на їх розробку і реєстрацію.

Пошук альтернативних рішень для сільського господарства спонукав дослідників поглянути по-новому на сферу агрономічно корисних мікроорганізмів, що стало двигуном до швидкого зростання виробництва біодобрив, біопестицидів і препаратів на основі рістрегулюючих мікроорганізмів. Мікроорганізми або бінарні інокулянти на основі бактерій і арбускулярно-мікоризних грибів (АМГ) підвищують ефективність використання добрив. Синергічна взаємодія бактерій і АМГ дозволяє підвищити ступінь засвоєння фосфору до 70 %. Аналогічна тенденція спостерігається і при поглинанні азоту, адже використання інокулянтів дозволяє зменшити використання азотних добрив на 30 % без зниження продуктивності рослин. Майбутній сталий розвиток сільського господарства на думку багатьох вчених буде залежати від використання генетично сконструйованих рослин і рістрегулюючих ризобактерій – PGPR (*Plant-Grows Promotion Rhizobacteria*) [279].

Ці бактерії в цілому представляють різні природні мікроорганізми, інокуляція якими ґрунтової екосистеми підвищує фізико-хімічні властивості ґрунту, збільшує її біологічне різноманіття, активізує ріст, розвиток і врожайність сільськогосподарських культур. Агрономічно корисні мікробні популяції включають бактерії, що сприяють розвитку рослин, азотфіксуючі ціанобактерії, мікоризні гриби, корисні бактерії, що пригнічують хвороби рослин, ендofіти, що підвищують стійкість до стресів і мікроорганізми-біодеструктори.

Таке твердження справджується і для рослинного мікробіому, адже взаємодія між його складовими визначає здоров'я культурних рослин у природній агроекосистемі. Багато вчених вважають, що якщо з ґрунту виділити

корисні мікроорганізми, розмножити їх і надалі повернути безпосередньо у ґрунт або через інокуляцію посівного матеріалу – це стане новою революцією в сільському господарстві. Такі мікроорганізми допоможуть прискорити ріст рослин, підвищити їх стійкість до посухи, хвороб і шкідників, підвищити продуктивність і знизити залежність сільгоспвиробників від використання добрив і пестицидів.

Розуміння важливості мікроорганізмів для розвитку рослин не є новим. Більше 120 років тому було відкрито, що бульбочки на коренях бобових рослин, які формуються за участю бактерій роду *Rhizobiaceae*, допомагають перетворювати азот з атмосфери у доступніші для рослин форми цього елемента. Історичні дослідження показали, що це відкриття дозволило розробити систему сівозмін, що допомогло істотно підвищити і зберегти родючість ґрунтів протягом сотень років [280].

Ризобактерії заселяють прикореневу зону і прямо або опосередковано беруть участь у ефективному контролі росту і розвитку рослин.

Вони стимулюють ріст рослин за рахунок фіксації і мобілізації поживних речовин у ґрунті, синтезуючи численні регулятори росту рослин, генеруючи захист рослин від фітопатогенів шляхом їх регулювання або пригнічення, покращують структуру ґрунту і проводять його біоремедіацію, шляхом секвестрації токсичних важких металів і знижуючи вміст ксенобіотиків (наприклад, пестицидів). Крім того, бактерії, як правило, не рівномірно розподілені в ґрунті. Концентрація бактерій, яка знаходиться у ризосфері коренів рослин, значно вища, ніж у решті ґрунту. Це відбувається через виділення корінням рослин поживних речовин – ексудатів, які містять цукри, амінокислоти, органічні кислоти та інші невеликі молекули. Як наслідок, бактерії, що заселили прикореневу зону рослин (ризобактерії), є більш ефективними у перетворенні, мобілізації поживних речовин у порівнянні з тими, які вносяться безпосередньо у ґрунт. Таким чином, ризобактерії домінують у рециркуляції поживних речовин у ґрунті і, отже, визначають його родючість [281].

Застосування мінеральних добрив для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур також значною мірою впливає на навколишнє середовище, флору ґрунту та здоров'я людей. З цієї причини інокуляція насіння фосформобілізуючими бактеріями, азотофіксуючими мікроорганізмами та іншими корисними мікроорганізмами, як елемент біологічного удобрення є альтернативою внесенню мінеральних добрив. Біологічні добрива підвищують родючість ґрунту, одночасно зменшуючи вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище [282, 283]. Застосування фосформобілізуючих бактерій, як інокулянтів, одночасно збільшує поглинання фосфору рослинами, що у кінцевому результаті збільшує врожайність. Штами родів *Pseudomonas*, *Bacillus* та *Rhizobium* є найпотужнішими фосформобілізаторами [284, 285, 286].

Результати досліджень вчених вказують на те, що мікоризація рослин є ефективним шляхом до покращення росту рослин нуту, цукіні [287, 288,]. Мікоризація покращує наростання біомаси рослин перцю солодкого [289].

Інші дослідження показали подібне стимулювання росту квасолі [290, 291], гороху [292] та сої [293, 294]. Цей ефект можна пояснити фосформобілізацією за мікоризи [295, 296, 297].

Bacillus megaterium сприяв кращому росту коренів, що вважається ознакою солестійкості рослин [298]. Штам *B. megaterium* продукує індол-3-оцтову кислоту (ауксин) [299], що сприяє покращенню росту та розвитку коренів в умовах залосення [300]. Багато досліджень вказують на те, що вироблений *B. megaterium* ауксин сприяв збільшенню маси коренів та плодів бамії [301], полуниці [302]. Мікоризація сприяє посиленій азотфіксації та фосформобілізації і продукуванням антимікробних матеріалів, амінокислот та ферментів коренями рослин-господарів [303].

Інокуляція рослин *B. megaterium* та мікоризація сприяють збільшенню вмісту хлорофілу [304, 305, 306]. Поліпшення фотосинтетичної пігментації внаслідок мікоризної колонізації у рослин може бути пов'язане з пригніченням

транспорту Na^+ , що сприяє покращенню фотосинтезу [307, 308, 309, 310, 311, 312].

Феномен фіксації азоту з повітря специфічними мікроорганізмами надав можливість виробництва бактеріальних добрив (ризоторфін, азотобактерин і ін.). Вони складаються з натуральних мікроорганізмів, які сприяють зростанню продуктивності сільськогосподарських культур і зменшенню деградації ґрунтів [313].

У сучасних умовах розвитку сільського господарства істотним доповненням до хімічних добрив і пестицидів виступають мікробіологічні препарати. Для їх отримання широко використовується велика кількість штамів відомих мікроорганізмів [314].

Щоб підвищити вміст азотфіксуючих бактерій у ризосфері рослин і збільшити їх врожайність, застосовуються мікробіологічні добрива, що містять найбільш активні бактеріальні штами. У результаті симбіотичних відносин бульбочкових бактерій і рослин азотфіксатори передають рослинам велику кількість легкозасвоюваних сполук азоту (заміщаючих до 80 кг/га азоту), що істотно збільшує врожайність сої [315].

Цьому сприяють і інші видатні властивості бульбочкових бактерій: активування розвитку рослин за рахунок створюваних стимулюючих речовин, ослаблення і знищення різних патогенів, зменшення чутливості рослин до водних і температурних стресів навколишнього середовища, посилення засвоєння поживних елементів з ґрунту і добрив, ослаблення впливу на рослину різних шкідливих речовин [316].

Важливість процесу фіксування азоту з повітря мікроорганізмами настільки велика, що вченими всього світу ведеться вивчення і пошук факторів, що впливають на ефективність азотфіксації.

Кількість азоту, фіксованого бульбочковими бактеріями у симбіозі з рослиною, залежить від багатьох причин: ефективності, конкурентоспроможності та активності штамів бульбочкових бактерій,

біологічних особливостей сорту рослини-господаря, а також від зовнішніх умов [317].

Для постачання небобових культур легкозасвоюваними хімічними з'єднаннями створюються бактеріальні препарати на основі асоціативних мікроорганізмів: мікробні препарати для забезпечення біологічної азотфіксації, фосфатмобілізації, ростстимуляції у ризосфері рослин і захисту їх від патогенів та фітофагів [318].

Класичним мікробіологічними добривом є азотобактерин. Його основу складає азотфіксуючих вільноживучих аеробні мікроорганізми з роду *Azotobacter*. Цим добривом обробляються насіння перед посівом, що прискорює розвиток рослин, так як азотобактерин виробляють специфічні стимулятори, а також антимікотичну речовину, що захищає від патогенних грибків. Але польова ефективність азотобактерину невелика тому, що мікроорганізм препарату вимагає від ґрунтів високий агрофон і швидко гине при низькому [319]. Найефективнішим методом збільшення фіксування атмосферного азоту є передпосівна інокуляція насіння [320].

Мікробіологічною промисловістю випускаються численні біологічні препарати. Широко відомі Ризоторфін, Агрофена, Флавобактерин, Мізорін, Екстрасол, Псевдобактерін-2, Ризоагрін, Біоплант-К. Препарати призначені для підвищення врожайності сільськогосподарських культур шляхом поліпшення схожості насіння, посилення фіксації атмосферного азоту, синтезу вітамінів і ростових речовин, підвищення стійкості до інфекційних захворювань [321].

Отже, обробка насіння бактеріальними препаратами стимулює збільшення схожості, згладжуючи наслідки стресових факторів навколишнього середовища. Розвиток рослин з обробленого насіння йде прискореним темпом і збільшеним набором маси сухої речовини. На результативність застосування препаратів впливає обраний штам мікроорганізмів, підібраний сорт, насіння рослин, кількість і доступність поживних речовин у ґрунті, а також кліматичні умови.

1.3.3. Оптимізація продукційних процесів агробіоценозів застосуванням систем краплинного зрошення та полімерних гідрогелів.

На сьогоднішній день 40 % продовольства у світі надходить із 18 % зрошуваних земель, а системи зрошення з високим рівнем ефективності використовуються більш ніж на 95 % площі зрошуваної землі [322, 323, 324].

У наш час у вирощуванні овочів оптимізація режиму зрошення, як фактора, має першочергове значення. Він визначає ефективність технології та якість врожаю, загальні витрати, потребу у воді та енергетичних ресурсах [325, 326, 327].

Досвід передових фермерських господарств та дані науково-дослідних установ показують, що належна практика ведення господарювання та оптимальний режим зрошення сприяє утворенню високих та стабільних врожаїв овочевих культур [328, 329, 330].

Загальновідомо, що витрати на зрошення та продуктивність рослин змінюються залежно від методів зрошення. Тому краплинне зрошення є перспективним у вирощуванні овочевих культур [331].

Краплинне зрошення, як правило, більш ефективно порівняно з іншими видами зрошення як за врожайністю сільськогосподарських культур, так і за економією води [332].

Системи крапельного зрошення на 90 % ефективніші від інших, вони з успіхом використовуються у посушливих регіонах з нестабільним надходженням опадів для вирощування сільськогосподарських культур [333, 334, 335].

За належної агротехніки спостерігається збільшення врожайності багатьох культур: салат [336]; цукровий буряк [337, 338]; вміст сухої розчинної речовини у кавуні [339]; цибуля [340, 341]; та квасоля [342]. R. Rolbiecki та S. Rolbiecki [343], повідомляють, що врожайність спаржі лікарської збільшувалася на 60 % за вирощування на краплинному зрошенні.

Серед синтетичних і природних речовин найчисельнішу й найрізноманітнішу групу становлять полімери. У наш час полімерні матеріали

мають велике значення у сільському господарстві. Найбільшої популярності набули полімерні плівки, які використовують для мульчування полів.

Проте велике розмаїття та унікальні властивості полімерів спонукають учених шукати нові сфери їх застосування у різних галузях людської діяльності, зокрема у землеробстві та рослинництві. Полімерні матеріали, як природні так і синтетичні, широко використовують для поліпшення фізичних властивостей ґрунту та стабілізації його структури, протидії ерозійним процесам, зменшення негативного навантаження пестицидів на екосистему, підвищення якості посівного матеріалу та ефективності мінеральних добрив [344, 345].

Сучасний агропромисловий комплекс споживає майже дві третини води, від загального споживання її людством. Тому все більше уваги приділяється пошуку шляхів економії води. Вирішення цього питання певною мірою залежить від дослідження та впровадження нових прийомів та елементів технологій, які сприяють раціональному використанню водних ресурсів, серед них значну нішу займають полімерні суперадсорбенти [346].

Полімерні абсорбенти у рослинництві застосовують кількома способами: внесенням у ґрунт суцільним методом за допомогою розкидачів або локально – сівалками, обладнаними туковими апаратами; із зрошувальною водою з добривами і пестицидами; у вигляді полімерного покриття насіння, обробкою коренів рослин [347].

В Україні поширеними є ґрунти з незадовільними фізичними властивостями – це ґрунти Полісся, які характеризуються низькою вологоємністю та підвищеною водопровідністю, а глинисті ґрунти Лісостепу у випадку перезволоження утворюють кірку [348, 349]. Вагомим обмежуючим фактором отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур є недостатнє та досить нерівномірне забезпечення рослин водою впродовж вегетації, яке спостерігається у деяких ґрунтово-кліматичних зонах України, зокрема в Лісостепу [350].

Величезна кількість сільськогосподарських угідь з дефіцитом ґрунтової вологи є у світових масштабах [351, 352]. Тому вже з початку ХХ ст. увагу вчених привертає питання пошуку хімічних засобів, які б ефективно поліпшували фізичні властивості ґрунту й одночасно забезпечували належні умови живлення сільськогосподарських культур [353].

Згідно з Muriithi F. зі співавторами [354], синтетичні полімери, які застосовують для поліпшення фізичних властивостей ґрунту можуть бути розділені на дві категорії: водорозчинні полімери (наприклад, поліакриламід, які завдяки високій поверхнево-молекулярній активності й здатності взаємно коагулювати, широко використовують для поліпшення структури глинистих ґрунтів з метою контролю ерозії та поверхневого стоку) та гідрогелі, що представлені на українському ринку Aguasorb і Terawet (їх використовують переважно для поліпшення піщаних ґрунтів завдяки їхній здатності до адсорбції вологи та елементів живлення, які поступово вивільняються і постачаються рослинам). Світовий ринок представлений широким спектром торгових марок, а саме: Stocksord, Raindrop, Agrosorb, Hydrogel та ін [355].

Застосування вологонабухаючих полімерів розглядається як один з інноваційних нетрадиційних підходів у сучасних агротехнологіях. Полімерні гідрогелі – це гідрофільний полімерний матеріал акрилатної природи [356].

Класи гідрофільних полімерів

Гідрофільні полімери можна розділити на три категорії; однак продукти кожного класу можна хімічно модифікувати, щоб мати інший набір властивостей [357].

1. Полісахариди на основі крохмалю, такі як полісахариди, отримані із зерен, таких як кукурудза та пшениця, є природними полімерами. У харчовій промисловості природні полімери найчастіше використовуються як згущувачі.

2. Целюлоза хімічно змішується з нафтохімікатами для створення напівсинтетичних полімерів. Поліетиленовий полімер, змішаний з тирсою, був одним із перших гідрогелів, спеціально створених для садівництва [358].

3. Нафтохімікати використовуються для створення синтетичних полімерів, і одним із найвідоміших полімерів, які хімічно зв'язані для запобігання розчиненню у воді, є поліакриламід (ПАМ). Зшиті поліакриламідні гідрогелі найчастіше використовуються у садівництві, тоді як поліакриламідні з лінійним ланцюгом використовуються для очищення води, герметизації каналів і запобігання ерозії [359].

Різні групи полімерів:

1. Сополімери вінілового спирту та акрилової кислоти [360], які пізніше з'ясувалося, становлять потенційну небезпеку для навколишнього середовища [361].

2. Крохмаль-поліакрило-нітрил прищеплені полімери (полівінілові спирти).

3. Поперечно-зшиті поліакриламідні з співполімерами натрію акриламідну [362, 363].

У сухих і напівпосушливих районах гідрогелеві полімери є важливими структурними компонентами для створення середовища, сприятливого для росту рослин. Вони також можуть бути використані як утримуючі інгредієнти різними способами, наприклад, такими [364]:

1. Покриття насіння або хімікати, які сприяють проростанню насіння.
2. Коріння саджанців пікірують перед висаджуванням.
3. Запобігання хімічних речовин, які допомагають рослинам розвиватися.
4. Уповільнене покриття інсектицидів і гербіцидів для захисту.
5. Біоциди та гербіциди на основі полімерів.
6. Водонерозчинні полімери
7. Ґрунтореабілітуючі полімери.
8. Зокрема, гідрогель утримує воду та розчинні добрива, перш ніж вивільнити їх у потрібний час для рослин.

Тривалість дії полімерів на фізичні властивості ґрунту зберігається від кількох місяців до кількох років і залежить від норми внесення, глибини заорювання в ґрунт, ерозійної стійкості, обробітку ґрунту та інших факторів.

У разі внесення до ґрунту частинки гелю розташовуються у міжагрегатному просторі і з надходженням вологи вбирають, утримують у собі і живлять рослини. У випадку висихання абсорбент приймає первісну кристалічну форму і готовий до нового циклу з надходженням вологи, а також не втрачає своїх властивостей після замерзання. Об'єми абсорбції варіюють від 30 до 500 л/1 кг сухого полімеру [365]. Така висока водопоглинаюча здатність може ефективно підтримуватися упродовж 4–5–8 років, при цьому водообмін між ґрунтом і полімером носить зворотній характер. Циклічність поглинання і віддачі вологи впродовж кількох років притаманна гідрогелям поліакриламідного типу, тому їх застосування є найбільш доцільним у сільському господарстві [366, 367].

Поліакриламідний і поліакрилонітриловий гідрогелі мають здатність циклічно (протягом декількох років) поглинати і віддавати вологу, тому їх застосування є найбільш ефективним у веденні сільськогосподарських заходів [368]. Особливо привабливі для сільського господарства біополімери, оскільки вони володіють властивістю біодеградації [369].

Зміни фізичних показників якості ґрунту сприяють зміні і в його мікробіологічній активності, а саме, відмічено збільшення загальної мікробної маси [370]. Це позитивний фактор у вирощуванні зернобобових культур, зокрема бобів кормових.

Полімери підвищують ефективність пестицидів, особливо гербіцидів, це підтверджується дослідями L. O. Ekedafe [371]. Гідрогелі застосовують у посушливих районах Кенії, підвищуючи виживаність саджанців дерев після пересадки [372]. J. Akhter, K. Mahmood, K. A. Malik, A. Mardon [373] встановили, що внесення гідрогелів збільшувало схожість насіння нуту на 0,2 % і подовжувало тривалість вегетації на 4–5 діб. Широко застосовуються гідрогеліу Швеції при створенні лісової біомаси тополі як енергетичної культури.

Коефіцієнт вбирання води у гідрогелів становить 500–800 [374]. Вони не викликають загрози для екології і розкладаються через 4–7 років [375].

В останнє десятиліття гідрогелі почали використовуватися і в Україні. Було проведено ряд досліджень, зокрема Горобець А. М., Мороз О. В., Смірних В. М. та ін. [376]. вивчали вплив суперасорбента Максимарин на продуктивність буряків цукрових, досліди проводили на Веселоподільській дослідній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НАН впродовж 2008–2010 рр., норма адсорбенту Максимарин 20 кг/га, гібрид цукрових буряків Іванівсько-Веселоподільський 4С-84, ґрунт чорнозем типовий потужний.

Рослини, як в природному середовищі, так і за вирощування часто піддаються екологічному стресу [377]. Водопоглинаючі полімерні гелі дуже ефективні в умовах підвищеної температури та дефіциту вологи в ґрунті [378]. Нестача або надлишок тепла або вологи у конкретний період онтогенезу істотно впливає на ріст і розвиток рослин, а також на врожайність та якість. За внесення гідрогелів у кореневмісний шар ґрунту створюється додатковий запас вологи, який необхідний у критичні періоди розвитку. Дослідження G. Cheruiyot et al., (2014) [379] підтвердили, що полімери сприяють підтриманню вологості ґрунту за рахунок зміни розподілу ґрунтових часток, рідинної й газоподібної фаз при додаванні води, що збільшує частку рідини порівняно з газом.

Високий відсоток утримання вологи за використання гідрогелю у період активного росту сприяє високій інтенсивності фотосинтезу [380].

В Україні за останні роки вийшов цикл праць з дослідження ефективності абсорбентів у посівах сільськогосподарських культур (горох [381], броколі [382], шпинат [383, 384], селера [385, 386], картопля [387], часник озимий [388], боби [389], огірок [390, 391, 392] та закордонних вчених Khaini et al., – перець [393], Sayed з співавт., – огірок [394], El-Nady зі співавт. та Suman зі співавт. – пшениця [395, 396]) результати яких вказують, що абсорбенти впливають позитивно на продуктивність, але по-різному на якість культур, що досліджуються.

Під впливом суперабсорбента спостерігається підвищення врожаю коренеплодів буряків цукрових і вмісту цукру. У середньому за 2008–2010 роки урожай коренеплодів за основного і весняного внесення зростає відповідно на 3,4 і 5,1 т/га до рівнів 32,3 і 34,0 т/га або на 11,8 і 17,6 %. Цукристість величиною 16,84 і 17,02 % перевищувала рівень, який був у варіанті без адсорбента на 0,48 і 0,66 %.

Отже, суперабсорбент Максимарин позитивно впливав на продуктивність буряків цукрових, що є підставою доцільності його застосування у технологіях вирощування. В. М. Чередниченко [397] проводив дослідження з вирощування капусти броколі у тунельних укриттях в умовах Лісостепу України. Сорт капусти Леднічка, застосовували гідрогель Аквод, який додавали з розрахунку 20 гранул на 10 кг ґрунтосуміші. Ґрунт сірий лісовий. Автор дійшов до висновку, що застосування гранул Акводу у вирощуванні капусти броколі є ефективним та забезпечило врожайність на рівні 28,8 т/га, щона 11,1 т/га більше, порівняно з контролем

І. І. Паламарчук [398], вивчала застосування гранул Аквод у вирощуванні кабачка у правобережному Лісостепу України на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету. Ґрунт сірий лісовий. Висновки науковця наступні: водоутримуючі гранули Аквод позитивно впливають на біометричні показники, проходження фенологічних фаз на врожайність рослин кабачка.

Дослідженнями В. І. Лихацького та В. М. Чередченка [399] показано, що врожайність насіння цвітної капусти за відповідних пропорцій Акводу та ґрунтосуміші збільшувалася на 41,1–49,7 кг/га.

В аридних кліматичних зонах застосування полімерних гелів у піщаному ґрунті (макропористому середовищі) є одним з найбільш значущих прийомів підвищення її водоутримуючої здатності та збільшення продуктивності сільськогосподарських культур. Частинки гідрогелю можуть бути мініатюрними «резервуарами» води у ґрунті. Вода буде надходити з них до кореневих волосків через осмотичну різницю тисків. Гідрогелі діють як система, що контролює утримування і вивільнення поживних елементів за їх поглинання. Отже, рослина

може отримувати доступ до добрив, що збільшує показники продуктивності культур [400, 401, 402, 403, 404].

Дослідження впливу полімерного гелю Sky Gel (Imec®, SkyGel®, Mebiol Gel®, «Mebiol, Inc.», Японія) на ріст, врожайність та водовіддачу рослин пшениці, проведені в Іраку, показали, що додавання в ґрунт Sky Gel у дозах 4, 8 та 12 % призводило до збільшення кількості зерен у колосі з 45,26 у контролі відповідно до 48,94; 50,03 та 51,93 шт. Маса 1000 зерен підвищувалася зі збільшенням кількості гелю: найбільший показник (4,11 г) отримали при 12 % гелю, найменший (3,43 г) – у контрольному варіанті. За внесення у ґрунт 12 % Sky Gel відзначали максимальну висоту рослини (87,33 см), довжину кореня (24,58 см), врожайність (4,83 т/га) та найбільшу ефективність використання води (1,516 кг/м³) [405].

Результати досліджень учених [406] показали, що гідрогелі – один із найпотужніших синтетичних засобів управління гідрофізичними властивостями та водним режимом ґрунтів. Дози вітчизняних полімерних гелів 0,10–0,25 % від маси ґрунту знижують її щільність у 1,2–1,5 рази, що створює додаткову пористість та підвищує повну вологоємність до 30–40 % проти 23–25 %. У публікаціях повідомлялося [407, 408], що обробка ґрунтових субстратів синтетичними гідрофільними гелями у дозах препаратів від 0,1–0,3 до 0,5 % від маси ґрунту сприяла кращому проростанню насіння, стимулювала зростання культур і підвищувала їх врожайність на 30–40 %. Встановлено [409], що Aquasorb (SNF s.a.s., Франція) за 20 хв поглинає 50 % води, за 120 хв – 100 %.

Гідрогелі застосовуються як додаткові добавки у вирощуванні рослин у регіонах, де водні ресурси служать обмежуючим фактором. Використання суперпоглинаючого полімеру усуває наслідки посухи і сприяє розвитку рослин посухостійкості. Використання гідрогелів значно зменшує кількість поливів, особливо для ґрунтів з грубою структурою [410].

На підставі вищевикладеного можна констатувати, що дослідження тривалості ефективної дії різних абсорбентів у формі гелю та порошку в овочевій сівозміні, безсумнівно є актуальним

Отже, вітчизняні та зарубіжні дослідники підтверджують думку про ефективність застосування гідрогелів у агропромисловому виробництві з метою покращення фізичних властивостей ґрунту і, як наслідок, підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин. Відсутність у вище наведеному матеріалі результатів досліджень впливу гідрогелів на врожайність бобів кормових на нашу думку не применшує значимість наших досліджень з цього питання, а навпаки підтверджує його актуальність.

1.3.4. Значення бобових фітоценозів у біологізації та інтенсифікації землеробства.

У сільському господарстві індустріально розвинених країн, які досягли надлишку у виробництві сільськогосподарської продукції, є гострі екологічні, енергетичні, соціальні і політичні проблеми. Вважається, наприклад, загально визнаним, що збільшення сільськогосподарського виробництва у США і країнах Західної Європи на основі експоненціального зростання витрат антропогенної енергії може тривати лише до тих пір, поки підтримується надходження дешевої енергії ззовні [411]. У зв'язку з цим перспективна адаптивна інтенсифікація сільського господарства, у системі якої велике значення має біологічна інтенсифікація або біологізації [412]. Необхідний системний підхід до використання біологічних, техногенних та природних факторів на основі пізнання і освоєння фундаментальних законів розвитку живої і неживої природи. Тому у теперішній час проблемою є адаптація землеробства до численних несприятливих факторів навколишнього середовища [413].

Проблема біологічного азоту виникла з розвитком землеробської культури. Про позитивний вплив бобових рослин на родючість ґрунту відомо з античних часів. З давніх-давен з практичної агрономічної діяльності людини було відомо, що бобові рослини підвищують родючість ґрунту [414].

Вищі культурні рослини, як правило, не здатні використовувати для живлення атмосферний азот, незважаючи на його величезні природні запаси. Такими властивостями володіють лише деякі симбіотичні організми. Багато сільськогосподарських рослин, що володіють можливістю формувати ризобії,

притому різної кількості та якості на коренях, спільно використовують атмосферний азот. Незалежно від того, що культура, яка має можливість у симбіозі з ризобіями використовувати атмосферний азот і забезпечувати себе необхідною кількістю біологічного азоту, створивши для них оптимальні умови, якась частина залишається у ґрунті [415].

Зернобобові культури значно покращують фізичні властивості ґрунту, змінюють мікрофлору, нормалізується вміст елементів в ґрунті, менше виснажують ґрунт. За рахунок симбіозу відбувається накопичення азоту в ґрунті, який згодом використовується рослинами кvasолі. Крім використовуваного азоту кvasолею, у ґрунті накопичується азот з кореневою системою, де формуються бульбочкові бактерії, за рахунок чого відбувається азотфіксація. Посів будь-якого виду культури після кvasолі має можливість отримувати високий урожай. Посіви кvasолі, як і інших зернобобових, поступово зменшуються [416, 417]. Це призводить до нестачі протеїну у комбікормах, природно знижуються і кормові якості, що небажано для розвитку і збільшення продукції тваринництва.

Як відзначають окремі дослідники, бульбочкові бактерії, перебуваючи у ґрунті у вільному вигляді, мають можливість за певних умов утворюватися на коренях рослин. Розрізняють їх як за різновидами, так і за активністю, особливо проявляється вибіркова здатність бактерії до різних видів бобових культур, тобто багато залежить від виду рослини, асимілювати засвоєний мінеральний азот і фіксувати засвоєний біологічний азот, і навпаки. Отже, коли вирощують зернобобові, всі прийоми технології повинні активізувати фотосинтетичну і симбіотичну діяльність рослини, щоб істотно підвищувалася продуктивність посівів [418].

Відграючи величезну роль в фітомелеорації ґрунту, боби, поряд з іншими бобовими культурами, дуже актуальні для сучасних систем екологічного землеробства [419]. За ефективністю симбіотичної азотфіксації боби перевершують навіть горох. Заорані бобові культури збагачують ґрунт органічними речовинами і азотом, причому азоту у бобових стільки ж, скільки у

гної, а виділяється і використовується він краще, ніж азот з гною. Крім того, «зелені добрива» запобігають переходу елементів живлення у глибокі шари ґрунту, зводять до мінімуму водну і вітрову ерозію [420]. Проведені дослідження показують велику цінність бобових як попередників [421].

У понад 90 % вивчених видів бобових виявлена здатність до азотфіксації [422]. Велика теоретична і практична значущість азотфіксації. Цей процес вивчали такі видатні вчені, як Ж. Буссенго, М. Бейернік, Г. Гельрігель, Г. Вільфорт і ін. Вперше прямі докази наявності азотфіксуючих мікроорганізмів, що живуть у симбіозі з бобовими рослинами, в 1886 р отримали німецькі вчені Г. Гельрігель і Г. Вільфорт. У 1888 р М. Бейернік виділив клітини ризобій у чистій культурі [423]. Минуло понад 100 років після того, як Г. Гельрігель вперше показав, що рослини родини Бобові фіксують азот з повітря тільки у симбіозі з бульбочкових бактерій [424].

Після збирання зернобобових культур на 1 га у ґрунті залишається 20–70 ц корневих і пожнивних залишків, в яких міститься 45–130 кг азоту, 10–20 кг фосфору і 20–70 кг калію. Найбільш високі показники характерні для жовтого і вузьколистого люпину, кормових бобів, дещо менші – для білого люпину, квасолі, чини, сочевиці, гороху і вики. Бобові дозволяють мати бездефіцитний баланс азоту у сівозмінах. Рекомендується насичувати сівозміни бобовими до 30 % (більша їх кількість призводить до накопичення хвороб) [425]. Бобові рослини краще багатьох інших рослин сприяють розчиненню фосфориту, також вони підвищують родючість ґрунту, тому їх намагаються частіше використовувати у вигляді попередника хлібним злакам. При створенні сприятливих умов для бобово-ризобіального симбіозу зернові бобові культури можуть фіксувати в середньому – 120–140 кг/га азоту [426]. Для максимізації фіксації азоту у бобово-ризобіальному симбіозі слід враховувати як рослину-господаря, так і мікросимбіонта [427, 428].

Механізм, за допомогою якого ці бактерії та гриби стимулюють ріст рослин, недостатньо вивчений, але вчені стверджують, що для вироблення рослинних гормонів, посилення засвоєння поживних речовин рослиною,

пригнічення патогенних мікроорганізмів у ризосфері рослин, мобілізації фосфору, фіксації азоту, – ці процеси можуть викристовуватися у промисловому виробництві [429].

За останні кілька десятиліть дослідження великого спектру бактерій, включаючи види *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* і *Serratia*, повідомляють про посилення росту рослин. Фіксація атмосферного азоту рослинами бобів досягала 315 кг/га через 110 днів вирощування [430].

За кілька днів до цвітіння концентрація азоту у біомасі посівів бобу була близько 5 %; на початкових стадіях цвітіння концентрація азоту швидко знижувалася до 2,5–3 %, оскільки швидкість накопичення біомаси була інтенсивнішою за швидкість асиміляції азоту, а його концентрація зберігалася на цьому рівні до дозрівання [431].

Низкою вчених встановлено, що мінеральний азот пригнічує процес фіксації атмосферного азоту. При цьому рослини, у яких живлення переважно визначається мінеральним азотом, не можуть забезпечити отримання такої врожайності, яка має місце у активній азотфіксації [432], що підтверджує ефект синергізму: добрива-зрошення-бобово-ризобіальна система.

Велике значення для продуктивності бобово-ризобіального симбіозу у бобових має забезпеченість поживного середовища різними мікроелементами. Найбільш важливим з них для повноцінного формування і функціонування бульбочкових бактерій вважається молібден (Mo). Відомо, що обробка насінневого матеріалу молібденом активізує популяції ризобій, а це, у свою чергу, призводить до збільшення частки симбіотичного азоту в урожаї на 15 % [433].

Найголовнішими джерелами вихідного матеріалу для селекції, як відомо, вважаються:

- 1) кращі місцеві сорти-популяції;
- 2) кращі селекційні сорти;

3) світові колекції форм культурних рослин, зібрані у національних колекціях різних країн світу, де зосереджені зразки диких і полікультурних родичів найголовніших видів культурних рослин.

1.4. Фактор середовища та роль сорту у реалізації генотипу і критерії оцінювання екологічної адаптивності рослин.

Фактори зовнішнього середовища відіграють вкрай важливу роль для зростання і розвитку рослин. Можливість координувати свій розвиток із зовнішніми впливом є основним у виживанні, і це особливо актуально для рослин, оскільки вони ведуть прикріплений спосіб життя. Завдяки цій осоловості в еволюції рослин виробилася власна життєва стратегія – збереження високого рівня адаптації за рахунок безлічі механізмів (програм) захисту, що реалізуються в онтогенезі [434].

На значимість для селекції проблеми середовища і взаємодії організму ним вказують роботи багатьох вчених [435].

З сортом рослин пов'язані особливості та всі елементи технології тієї чи іншої культури. Оптимізація середовища для вирощування сільськогосподарських культур та сортів багато у чому визначає продуктивність та стійкість екосистем. Kumar, R зі співат. [436] вважає, що фактичне створення сорту передбачає не лише його одержання, а й пошук еконіші, де цей сорт забезпечить високу врожайність, стабільність, а також якість, як основне завдання селекції.

Miller P. із співавторами [437], вважають, що практично всі сільськогосподарські рослини характеризуються високою, навіть надмірною потенційною врожайністю. Реальна, дуже обмежена величина врожайності створюється рахунок величезних втрат потенціалу під впливом несприятливих умов, ураження хворобами і шкідниками, недосконалості наших сільськогосподарських машин і технологій [438].

Сорт рослин, на думку Kang M. S. [439], є компромісом між трьома групами визначальних його показників: продуктивний потенціал, адаптивний

потенціал і потенціал якості. Адаптивний потенціал формується внаслідок складної взаємодії «генотип-середовище». Взаємодія «генотип-середовище» є статистичним феноменом, який виникає через невідповідність генетичних та негенетичних ефектів [440, 441, 442]. Plomin R [443] зазначає, що у селекції, по суті, селекціонер оцінює норму реакції генотипів на фактори довкілля. З цієї причини у виробництві у різні роки, і навіть у різних пунктах, сорти можуть відрізнятися рангами за рівнем реалізованої врожайності [444, 445].

Waddington C. H., 1966 [446] вважає, що генотипо-середовищні ефекти мають епігенетичний характер і пов'язані зі зміною експресії генів у процесі індивідуального розвитку та формування ценозів. Відповідно до ідей С. Н. Waddington (1966), організм, який розвивається вибирає один із кількох можливих шляхів розвитку, і ця єдина траєкторія онтогенезу характеризується найбільшою стійкістю. Сукупність всіх можливих траєкторій каналізована та утворює епігенетичний ландшафт. На думку Campbell B. T. і Jones M. A. [447], взаємодія «генотип-середовище» на організмовому рівні змінює «траєкторію онтогенезу», що призводить до зміни фенотипу.

Відповідно до результатів De la Vega [448], внаслідок інтегрованості елементів генетичної системи у рамках цілісного організму, фенотип є реалізацією двох ієрархій – структурних і тимчасових модулів.

Margueron R., 2005; Maksimovic I., 2021 визначають фенотип, як продукт сукупної реалізації геному та епігеному. Саму ДНК (ген) можна розглядати, як «самоорганізований полімер з упорядкованою структурою в хроматині, здатний реагувати та сприймати різні епігенетичні сигнали». Епігенетичні механізми (ензиматичне метилювання ДНК, гістоновий код та ін) мають вирішальну роль у ході реалізації генетичної інформації [449, 450].

Феномен взаємодії «генотип-середовище» був відкритий на межі XIX–XX ст., коли вчені К. Пірсон, С. Спірмен та Р. Фішер запропонували кількісні методи для вимірювання ефектів взаємодії «генотип-середовище» з використанням коефіцієнта рангової кореляції та двофакторного дисперсійного аналізу [451, 452, 453]. Більшість використовуваних методів статистичного

аналізу взаємодії генотип-середовище припускають оцінку пристосованості генотипів або параметрів середовища [454, 455].

Дослідженнями Norden A. J. [456] встановлено, що роль сорту, як окремого фактора у формуванні врожайності сільськогосподарських культур, є незначною, порівняно з умовами середовища. Характер кліматичних умов часто не дозволяє генотипам реалізувати свої потенційні можливості за існуючого рівня їх адаптивного потенціалу. Превага факторів середовища у визначенні врожайності диктує необхідність впровадження у виробництво сортів із підвищеним рівнем їх адаптивності.

Метою досліджень адаптаційно-компенсаторних механізмів повинно бути встановлення особливостей алокації і рівнів кореляції морфометричних параметрів популяцій, тобто комплексу компенсаторних перебудов морфоструктури, що виникають за зміни середовища, зокрема:

- 1) виявлення кореляцій морфометричних параметрів як маркерних загальнобіологічних ознак;
- 2) встановлення стабільності і змінності основних алометричних співвідношень між ознаками за градієнтами зміни умов.

Simmonds N. W. [457], та Annicchiarico P. [458] вважають, що загальна адаптивна здатність відбиває реакцію генотипу у всій сукупності середовищ, а специфічна адаптивна здатність – його реакцію лише у середовищі. Здатність культур та сортів до високої врожайності у широкому діапазоні екологічних умов високо цінується селекціонерами та агрономами і свідчить про їх хорошу адаптивність.

Регуляторні адаптації сприяють стабілізації функціонування популяцій у динамічних умовах середовища. Вони можуть призводити до змін у співвідношенні різних фенотипів і генотипів, але не мають значного впливу на якісний склад генофонду популяції. Такі зворотні зміни відбуваються досить швидко, без елімінації особин або значного зменшення чисельності, можуть бути сезонними і обмежуватися лише онтогенезом, можуть проявлятися як на рівні

популяцій, так і на рівні субпопуляцій, які мають різні адаптаційні потенціали [459].

Адаптаційно-компенсаторна концепція пристосування біосистем, запропонована Tigerstedt P. [460], охоплює всі рівні організації – від клітини до біосфери. У цій концепції реакції, що призводять до змін у структурі і функціях, називаються адаптаційними, а ті, що спрямовані на збереження структури і функцій – компенсаторними. Зміни у середовищі, які порушують структуру і функції системи, спочатку викликають компенсаторні реакції, що запускають процес відновлення структури і функцій пошкоджених елементів та системи в цілому.

Як зазначає Charman S. [461] з співаторами, для отримання кількісних характеристик адаптації введені ентропійні показники стану біосистеми, які оцінюють не абсолютні значення її характеристик, а тенденцію їхніх змін під впливом зовнішніх чинників. Було обґрунтовано поняття "адаптаційних стратегій" і визначено основні з них: адаптивну, компенсаторну, адаптивно-компенсаторну та дизадаптивну.

Grime J. P. [462], та Harper J. L. [463] вважають, що компенсаторні реакції у несприятливих умовах середовища проявляються у функціональному перерозподілі біомаси – алокації матерії – і витратах енергії на процеси росту та відновлення. Встановлено, що розподіл енергії та матерії у життєвих процесах залежить від життєвої форми та умов середовища. Werpachowski C. [464] констатує, що для об'єктів з коротким життєвим циклом найбільша частка біомаси витрачається на розмноження, тоді як у багаторічників, залежно від умов, біомаса зосереджується у надземних або підземних частинах. Компенсаторна реакція на несприятливі умови, такі як зміни гідрорежиму, освітлення, посилення конкуренції тощо, проявляється тим, що понад 50 % біомаси концентрується у підземній частині. З аналізу Falinska K. [465] стає зрозумілим, що у вільних нішах та під час колонізації них, а також під час сукцесійних процесів, значна частина біомаси використовується для репродукції. Після стабілізації умов у надземних та підземних частинах

відбувається концентрація біомаси. Збільшення підземної маси у порівнянні з загальною масою організмів зумовлене необхідністю нагромадження та збереження енергії, і ця тенденція збільшується з географічною широтою та погіршенням умов середовища.

Для більш повної і надійної оцінки адаптивності селекційних ліній і сортів часто рекомендується використання статистичних параметрів, що відрізняються [466].

Charlesworth D. [467] констатує, що «поняття «стабільність» і «пластичність», як і поняття «адаптивність» у вітчизняній та зарубіжній літературі, трактуються по-різному, що ускладнює оцінку цих параметрів та їх використання у відборі». Як правило, під пластичністю селекціонери розуміють здатність сортів рослин давати високий та стійкий урожай у різних умовах вирощування: «...під екологічною пластичністю слід розуміти реакцію сорту на покращення умов вирощування, а під стабільністю – незначне зниження врожайності у несприятливих умовах середовища, тобто низьку їхню варіабельність з роками». Bradshaw A. D. (1964) [468] визначає пластичність, як властивість генотипу змінювати значення ознак у різних умовах середовища, а стабільність – як відсутність пластичності.

Найбільш широке поширення для оцінки пластичності та стабільності генотипів отримав метод Еберхарта та Рассела [469]. Уявлення про стабільність і пластичність генотипів, що вивчаються, можна також отримати у ході оцінки взаємодії генотипу і середовища методом дисперсійного аналізу. При цьому пластичність та стабільність характеризують модифікаційні можливості за ознаками рослин, а частка мінливості, зумовлена взаємодією середовища та генотипу, є нормою реакції генотипу на зовнішні умови, тобто його екологічною пластичністю. Вона відображає здатність сорту змінювати свою продуктивність під впливом умов середовища як на кращу, так і у гірший сторону [470, 471].

Lemer I. M., 1954 [472] та Tollenaar M., 2002 [473] зазначають, що у проблемі екологічної стабільності найбільш важливим є наявність в організмів регуляторних систем, які забезпечують гомеостатичність – здатність організмів

підтримувати сталість фізіологічних процесів протягом онтогенезу, відносну незалежність від умов навколишнього середовища.

Висновки до розділу 1

Таким чином, з метою реалізації потенціалу врожайності сорту сільськогосподарської культури необхідно мати відомості про його реакцію на ті чи інші умови середовища. Оцінка генотипів за параметрами екологічної адаптивності дозволяє встановити найбільш сприятливі зони вирощування та підібрати для них оптимальні технології.

У розділі наведено біологічні особливості об'єктів дослідження (часник, квасоля овочева, боби кінські, соя овочева). Проаналізовано напрями селекції часнику. Технологічні аспекти вирощування бобових овочів, їх значення у біологізації та інтенсифікації сільського господарства. Проаналізовано шляхи оптимізації продукційних процесів, які сприяють підвищенню рівня реалізації біологічного потенціалу. На основі здійсненого аналізу літературних джерел обумовлено необхідність поглиблення та розширення досліджень для експериментального обґрунтування методів підвищення рівня реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 1

- 1 Keusgen M., Kusterer J., Fritsch R.M. *Allium* species from Middle and Southwest Asia are a rich source for Marasmin. *J. Agr. Food Chem.* 2011. V. 59. P. 8289–8297.
- 2 Huang D. Q. Yang C. J. Zhou S. D. Zhou X. J. He Phylogenetic reappraisal of *Allium* subgenus *Cyathophora* (*Amaryllidaceae*) and related taxa, with a proposal of two new sections. *J. Plant Res.* 2014. V. 127. 275–286.
- 3 Seregin A. P. *Allium marmoratum* (*Amaryllidaceae*), a new species of section *Falcatifolia* from chingan massif, eastern Uzbekistan. *Phytotaxa.* 2015. T. 205. № 3. P. 211–214.
- 4 Sinitsyna T. A., Herden T., Friesen N. Dated phylogeny and biogeography of the Eurasian *Allium* section *Rhizirideum* (*Amaryllidaceae*). *Plant Syst. Evol.* 2016. V. 302. P. 1311–1328.
- 5 Genç I., Özhatay N. *Allium serpentinum* and *A. kandemirii* (*Alliaceae*), two new species from East Anatolia, Turkey. *Ann. Bot. Fennici.* 2013. V. 50. 50–54.
- 6 Seregin A. P., G. Anačkov, N. Friesen. Molecular and morphological revision of the *Allium saxatile* group (*Amaryllidaceae*): geographical isolation as the driving force of underestimated speciation. *Bot. J. Linn. Soc.* 2015. V. 178. № 1. P. 67101.
- 7 Ekşi G., M. Koyuncu, Özkan A. M. G. *Allium ekimianum*: a new species (*Amaryllidaceae*) from Turkey. *PhytoKeys.* 2016. V. 62. P. 83–93
- 8 Friesen N., Fritsch R., Blattner F. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (*Alliaceae*) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso.* 2006. V. 22. P. 372–395
- 9 Etoh T., Simon P. W. Diversity, fertility and seed production of garlic. In: H. D. Rabinowitch and L. Currah (ed.). *Allium crop science: Recent advances.* CAB Intl. 2002. P. 101–117.
- 10 FAO: веб-сайт. URL: <https://www.fao.org/statistics/data-collection/agriculture/en#navbarNavWebsite>

-
- 11 Mikaili P., Maadirad S., Moloudizargari M., Aghajanshakeri S., Sarahroodi S. Therapeutic uses and pharmacological properties of garlic, shallot, and their biologically active compounds. *Iran J. Basic Med. Sci.* 2013. V. 16. № 10. P. 1031–1048.
- 12 Arreola R., Quintero-Fabián S., López-Roa R. I., et al. Immunomodulation and Anti-Inflammatory Effects of Garlic Compounds. *J. Immunol. Res.* 2015, 401–630.
- 13 Thomson M., Ali M. Garlic (*Allium sativum*): A review of its potential use as an anticancer agent. *Current cancer drug targets.* 2003. V. 3. P. 67–81.
- 14 Gonzalez C. A., Pera G., Agudo A. et al. Fruit and vegetable intake and the risk of stomach and oesophagus adenocarcinoma in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-EURGAST). *Int. J. Cancer.* 2006. V. 118. № 10. P. 2559-2566.
- 15 Tsubura A., Lai Y. C., Kuwata M., Uehara N., Yoshizawa K. Anticancer effects of garlic and garlic-derived compounds for breast cancer control. *Anticancer Agents Med Chem.* 2011. V. 11. № 3. P. 249–253.
- 16 Herden, T. Phylogeny of *Allium* L. subgenus *Anguinum* (G. Don. ex W. D. J. Koch) N. Friesen (Amaryllidaceae) / T. Herden, P. Hanelt, N. Friesen. *Mol. Phyl. Evol.* 2016. V. 95. P. 79–93.
- 17 Friesen N., Herden T., Leweke M. et al. Dated phylogeny, phylogeography, and classification of *Allium* subgenus *Amerallium* (Amaryllidaceae) from the Old World, based on six DNA fragments. *Taxon.* 2024, 73. 10.1002/tax.13217.
- 18 Hanelt P., Schulze-Motel J., Fritsch R.M., et al. The Genus *Allium* – Taxonomic Problems and Genetic Resources. *Gatersleben.* 1992. P. 107–123.
- 19 Pastor J. Karyology of *Allium* species from the Iberian Peninsula. *Phyton.* 1982. V. 22. № 2. P. 171–200.
- 20 Zhou S. D., He X. J., Yu Y., Xu J. M. Karyotype studies on twenty-one populations of eight species in *Allium* section *Rhiziridium*. *Acta Phytotaxonomica Sinica.* 2007. V. 45. P. 207–216
- 21 Li Q. Q., Zhou S. D., He X. J. et al. Wei Phylogeny and biogeography of *Allium* (Amaryllidaceae: *Allieae*) based on nuclear ribosomal internal transcribed

-
- spacer and chloroplast rps16 sequences, focusing on the inclusion of species endemic to China. *Ann. Bot.* 2010. V. 106. P. 709–733.
- 22 Ozhatay N., Johnson M. A. T. Some karyological remarks on Turkish *Allium* sect. *Allium*, *Bellevalia*, *Muscari*, and *Ornithogalum* subg. *Ornithogalum*. *Bocconeia*. 1996. V. 5. P. 239–249.
- 23 Pastor J. Karyology of *Allium* species from the Iberian Peninsula. *Phyton*. 1982. V. 22. № 2. P. 171–200.
- 24 Sarker D. D., Johnson M. A. T., Reynolds A., Brandham P. E. Cytology of the highly polyploid disjunct species, *Allium dregeanum* (*Alliaceae*), and of some Eurasian relatives. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 1997. 124. P. 361–373.
- 25 Garcia Lampasonal S., Mart'inez L., Burba J. L. Genetic diversity among selected Argentinean garlic clones (*Allium sativum* L.) using AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism). *Euphytica*. 2003. 132. 115–119
- 26 Khar A., Asha Devi A., Lawande K. E. Analysis of genetic diversity among Indian garlic cultivar and breeding lines using RAPD markers. *Indian J. Genet.*, 2008. 68(1): 52–57.
- 27 Яценко В. В., Остапенко О. Н. Видове різноманіття часнику // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Овочівництво України: історія, традиції, перспективи», присвячена 95 річниці створення кафедри овочівництва. Умань, 2016. С. 92–95.
- 28 Stavelikova H. Morphological characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) genetic resources collection – Information. *Horticultural Sci.* 2008. 35:130–135.
29. Болотский А. С. *Лук и чеснок*. Харьков, 2002. 244 с.
- 30 De Wilde-Duyfjes B. E. E. A revision of the genus *Allium* L. (*Liliaceae*) in Africa. *Belmotia*, 1976, 7: 75–78
- 31 Dyduch J., Najda A. Estimation of the biological value of winter garlic leaves from early cultivation on bunch crop. *Part II. Plants grown from planting air bulbs*. *EJPAU*, 2001, 4 (2), 04

-
- 32 Friesen N., Fritsch R. M., Blattner F. R. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* L. (*Alliaceae*) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso*. 2006, 22: 372–395.
- 33 Lallemand J, Messian C, Briand F, Etoh T. Delimitation of varietal groups in garlic (*Allium sativum* L.) by morphological, physiological and biochemical characters. *In: I international symposium on edible alliaceae*. 1994, vol 433, pp 123–132.
- 34 Fritsch R. M., Friesen N. Evolution, domestication and taxonomy. *In: Rabinowitch D., Currah L. (eds), Allium Crop Science: Recent Advances*. Wallingford, CAB International. 2002, 5–30.
- 35 Jo M. H., Ham I. K., Moe K. T. et al. Classification of genetic variation in garlic (*Allium sativum* L.) using SSR markers. *Austral. J. Crop Sci.* 2012, 6: 625–631.
- 36 Яценко В. В. Продуктивність сортів і місцевих форм часнику озимого за краплинного зрошення в умовах Правобережного Лісостепу України. *Технологічні аспекти вирощування часнику, інших цибулевих і сільськогосподарських рослин*. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (21–22 вересня 2017). Умань, 2017. С. 81–84.
- 37 Wang H., Li. X., Shen. Di, Oiu Y., Song J. Diversity evaluation of morphological traits and allicin content in garlic (*Allium sativum* L.) from China. *Euphytica*. 2014, 198: 243–254.
- 38 Shemesh-Mayer E, Faigenboim A, Sherman A, et al. Deprivation of Sexual Reproduction during Garlic Domestication and Crop Evolution. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023, 24(23): 16777. <https://doi.org/10.3390/ijms242316777>.
39. Яценко В. В. Мінливість морфологічних ознак і біологічних особливостей часнику. *Матеріали всеукраїнської конференції молодих учених, приуроченої 115-річчю від Дня народження видатного селекціонера-плодовода Д. С. Дуки*. Умань, 2017. С. 97–100.
40. Juan A. Guillermina A., Luna R., Bottini R. Dormancy in Garlic (*Allium sativum* L.) cv. Rosado Paraguayo II. The Onset of the Process during Plant

Ontogeny, *Plant and Cell Physiology*, Volume 27, Issue 3, April 1986, Pages 553–557, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a077132>

41. Яценко В. В. Господарсько-біологічне оцінювання сортозразків часнику озимого. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Вип. 106, 2019. С. 163–172.
42. Moses, R. J., Edo, G. I., Jikah, A. N. et al. Bioactive Compounds and Biological Activities of Garlic. *Curr Food Sci Tech Rep* (2024). <https://doi.org/10.1007/s43555-024-00029-5>.
43. Барабаш О. Ю., Демкевич Л. І., Мірошніченко Г. І. *Цибуля і часник*. К.: Урожай, 1992. 176 с.
44. *Garlic, an Edible Biography: The History, Politics, and Mythology behind the World's Most Pungent Food--with over 100 Recipes Paperback* – November 11, 2014
45. Koch H. P., Lawson L. D. *Garlic: the Science and Therapeutic Application of Allium sativum L. and Related Species*, 2nd edn. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, 1996.
46. Takagi H. Garlic *Allium sativum* L. In: Rabinowitch, H. D. and Brewster, J. L. (eds) *Onions and Allied Crops*, Vol. 3. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1990, 109–146.
47. Block E. The chemistry of onions and garlic. *Scientific American*. 2009, 252: 94–99.
48. Lallemand L., Messian C. M., Briad F., Etoh T. Delimitation of varietal groups in garlic (*Allium sativum* L.) by morphological, physiological and biochemical characters, p. 123–132. In: J.L. Burba & C.R. Galmarini (eds.) Proc. I Int. Symp. Edible *Alliaceae*, *Acta Hort*. 1997, 433.
49. Ghalambor A., Pipelzadeh M. H. Clinical study on the efficacy of orally administered crushed fresh garlic in controlling *Pseudomonas aeruginosa* infection in burn patients with varying burn degrees. *Jundishapur Journal of Microbiology*. 2009, 2(1): 7–13.

-
- ⁵⁰ Яценко В. В., Воробйова Н. В. Адаптивний потенціал колекції *Allium sativum* L. subsp. *Sagittatum* Уманського національного університету садівництва. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022, 18(4): 262–272. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273987>
- 51 Яценко В. В. Селекційна цінність нестрілкуючих форм часнику озимого. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022, 18(3): 184–195. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.3.2022.268999>
- 52 Metwally E.-M. I., El-Denary M. Evaluation of "avrdc" international garlic collection under egyptian conditions. *Acta Horticulturae*. 2003. Vol. 604. P. 559-564. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.604.66>.
- 53 Zaki H. *Analysis of the Optimum Productivity and Genetic Diversity of Garlic Selections with White and Colored Skin in Egyptian, Eggaseed-1 and Sids-40 Varieties*. 2022. Chapter May. P. 82–93. <https://doi.org/10.9734/bpi/ctas/v7/15737D>.
- 54 Grégrová A., Čížková H., Bulantova I., Rajchl A., Voldřich M. Characteristics of garlic of Czech origin. *Czech Journal of Food Sciences*. 2013. Vol. 31. Iss. 6. P. 581–588. <https://doi.org/10.17221/539/2012-CJFS>.
- 55 Liu J., Liu L., Guo W., et al. A new methodology for sensory quality assessment of garlic based on metabolomics and an artificial neural network. *RSC Advances*. 2019. Vol. 9. P. 17754–17765. <https://doi.org/10.1039/c9ra01978b>
- 56 Pardo J., Escribano J., Gomez R., Alvarruiz A. Physical-chemical and sensory quality evaluation of garlic cultivars. *Journal of Food Quality*. 2007. Vol. 30. P. 609–622. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2007.00146.x>.
- 57 Abdel-Rasheed K., Moustafa Y., Hassan E., Abdel-Ati Y., Gadel H. S. Efficiency of genotype selection for yield potentiality in garlic under organic agriculture conditions. *Egyptian Journal of Plant Breeding*. 2016. Vol 20. P. 465–492.
- 58 Akan S. Morphological characterisation and volatile analysis of Turkish garlic genotypes. *Turk Tarim ve Ormancilik Dergisi/Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2022. Vol. 46. P. 424–440. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3015>.

-
- 59 Ruiz-Aceituno L., Lázaro A. Physicochemical and textural properties of a Spanish traditional garlic (*Allium sativum* L.) variety: characterizing distinctive properties of “Fino de Chinchón” garlic. *European Food Research and Technology*. 2021. Vol. 247. Iss. 10. P. 2399–2408. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03801-2>.
- 60 Moravcevic D., Gvozdanović-Varga J., Pavlović N., Todorovic V., Ugrinović M. Production and Chemical Characteristics of the Populations of Spring Garlic (*Allium Sativum* L.) from the Serbian Genetic Collection. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 29. Iss. 1. P. 227–236. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-11-1680>.
- 61 Manjunatha G. D. C., Gopal J., Archana R., Asiya K. R. Virus-Free Seed Production of Garlic (*Allium sativum* L.): Status and Prospects. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2017. T. 6 № 6. P. 2446–2456. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.290>
- 62 Tesfaye A. Genetic Variability, Heritability, and Genetic Advance Estimates in Garlic (*Allium sativum*) from the Gamo Highlands of Southern Ethiopia. *International Journal of Agronomy*. 2021, Article ID 3171642, 8 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3171642>.
- 63 Etoh T., Simon P W. Diversity, fertility, and seed production of garlic. / Eds. Rabinowvitch H. D., Currah L. *Allium crop science: Recent advances*. Wallingford, UK. 2002, pp.101–117.
- 64 Benke A. P., Nair A., Krishna R., et al. Molecular screening of Indian garlic genotypes (*Allium sativum* L.) for bolting using DNA based Bltm markers. *Veg. Sci*. 2020. T.47. № 1. P 116–120.
- 65 Benke A. P., Khar A., Mahajan V., Gupta A., Singh M. Study on dispersion of genetic variation among Indian garlic ecotypes using agro morphological traits. *Ind J. Genet*. 2020. T. 80, № 1. P. 94–102.
- 66 Hirata S., Abdelrahman M., Yamauchi N., Shigyo M. Diversity evaluation based on morphological, physiological and isozyme variation in genetic resources of

-
- garlic (*Allium sativum* L.) collected worldwide. *Genes Genet. Syst.* 2016. T. 91. P. 161–173. DOI: 10.1266/ggs.15-00004.
- 67 Mario P. C., Viviana B. V., María I. Low Genetic Diversity Among Garlic (*Allium sativum* L.) Accessions Detected Using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *Chil. J. Agric. Res.* 2008. T. 68. P. 3–12.
- 68 Abdelrahman M., Hirata S., Mukae T., Yamada T., Sawada Y., El-Syaed M., Yamada Y., Sato M., Hirai M., Shigyo M. Comprehensive Metabolite Profiling in Genetic Resources of Garlic (*Allium sativum* L.) Collected from Different Geographical Regions. *Molecules.* 2021. T. 26. № 5. 1415. doi: 10.3390/molecules26051415.
- 69 García-Lampasona S., Asprelli P., Burba J. L. Genetic analysis of a garlic (*Allium sativum* L.) germplasm collection from Argentina. *Sci. Hortic.* 2012, T. 138. P. 183–189. doi:10.1016/j.scienta.2012.01.014.
- 70 Jabbes N., Dridi B., Hannechi C., Geoffriau E., Le Clerc V. Inter Simple Sequence Repeat Fingerprints for Assess Genetic Diversity of Tunisian Garlic Populations. *J. Agric. Sci.* 2011. T.3. № 4. P. 77–85. DOI:10.5539/jas.v3n4p7
- 71 Bayraktar H., Dolar F. S. Molecular Identification and Genetic Diversity of *Fusarium* species Associated with Onion Fields in Turkey. *J. Phytopathol.* 2010. T. 159. P. 28–34. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01715.x>
- 72 Ramirez-Villegas J., Khoury C. K., Achicanoy et al. State of ex situ conservation of landrace groups of 25 major crops. *Nature Plants.* 2022, 8(5): 491–499. doi: 10.1038/s41477-022-01144-8
- 73 2. *Адаптивна мінливість часнику озимого і біологізація технології вирощування: монографія / В. В. Яценко Дніпро: Середняк Т. К., 2021. 179 с.*
- 74 Zaki H. Analysis of the Optimum Productivity and Genetic Diversity of Garlic Selections with White and Colored Skin in Egyptian, Eggaseed-1 and Sids-40 Varieties. *Current Topics in Agricultural Sciences.* 2022. 7. P. 82–93. doi:10.9734/bpi/ctas/v7/15737D.

-
- 75 Vetelainen M., Negri V., Maxted N. *European Landraces: on-farm conservation, management and use*. Rome: Bioversity International. 2009. 358 p.
- 76 Liu J., Liu, L., Guo W. et al. A new methodology for sensory quality assessment of garlic based on metabolomics and an artificial neural network. *RSC Advances*. 2019, 9(31): 17754–17765. Doi:10.1039/c9ra01978b.
- 77 Parhusip D., Marpaung I., Nainggolan P. Et al. Introducing New Varieties to Increase Garlic Production and Determining Its Economic Feasibility in Toba Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023, 1188(1). 012004. Doi:10.1088/1755-1315/1188/1/012004.
- 78 Rau D., Rodriguez M., Leonarda Murgia M. et al. Co-Evolution in a landrace meta-population: two closely related pathogens interacting with the same host can lead to different adaptive outcomes. *Scientific Reports*. 2015, 5(12834): 1–20. Doi: 10.1038/srep12834
- 79 Ruiz-Aceituno L., Lázaro A. Physicochemical and textural properties of a Spanish traditional garlic (*Allium sativum* L.) variety: characterizing distinctive properties of “Fino de Chinchón” garlic. *European Food Research and Technology*. 2021, 24: 2399–2408. Doi: 10.1007/s00217-021-03801-2.
- 80 Sych Z., Kubrak S., Merezheniuk V. The biological potential of winter garlic cultivars and local forms under conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Agrobiologiâ*. 2022. 1: 114–121. Doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-114-121.
- 81 Akan S. Morphological characterisation and volatile analysis of Turkish garlic genotypes. *Turk Tarim ve Ormancilik Dergisi/Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2022. 46(4), 424–440. Doi: 10.55730/1300–011X.3015.
- 82 Sych Z., Kubrak S. Evaluation of varieties and local forms of winter garlic for their economic characteristics in the conditions of Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Agrobiologiâ*. 2020, 1: 169–174. Doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-169-174.

-
- 83 Galgaye G. Phenology, growth, yield, and yield-related traits of Ethiopian garlic genotypes. A review. *Heliyon*. 2023, 9(1). e16497. Doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e16497.
- 84 Kebede Y., Singh J., Majumder S. Molecular characterization of the partial coat protein gene of an Onion yellow dwarf virus isolate detected in garlic (*Allium sativum* L.) from the West Shewa zone of Ethiopia. *Journal of Plant Protection Research*. 2023, 60(1): 106–111. Doi: 10.24425/jppr.2020.132205
- 85 Yaroviy G. Filimonova E. Evaluation of winter garlic varieties by yield depending on the characteristics of the variety and the conditions of the growing season. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaiev*. 2019. 2. 110–118. Doi: 10.35550/visnykagro2019.21.110
- 86 Kubrak S., Humeniuk Yu., Us O., Voloshyna O. Winter garlic variety cluster analysis under conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Agrobiologiâ*. 2021, 1: 68–74. Doi:10.33245/2310-9270-2021-163-1-68-74.
- 87 Engeland R. L. *Growing great garlic: the definitive guide for organic gardeners and small farmers*. Filaree Pr. Okanogan, WA (USA). 1991, 213 p.
- 88 Mossie G., Tewelde F., Asfaw Y., et al. Morphological Characterization and Evaluation of Garlic (*Allium sativum* L.) Accessions Collected from Northern Highlands of Ethiopia. *Advances in Crop Science and Technology*. 2021, 9(7): 4. Doi:10.4172/2329-8863.1000474.
- 89 Shrestha D., Chaudhary J., Ghimire K., Shrestha J. Phenotypic characterization and diversity of Nepalese garlic (*Allium sativum* L.) landraces. *Journal of Agriculture and Natural Resources*. 2022, 5(1): 228–238. Doi:10.3126/janr.v5i1.50834.
- 90 Jia H., Zhao Q., Song J. et al. Large-scale population structure and genetic architecture of agronomic traits of garlic. *Horticulture Research*. 2023, 10(4). 10.1093/hr/uhad034.
- 91 Lazo P., Tuzon G. Agronomic and Yield Performance of Garlic Varieties under Sta. Maria, Ilocos Sur Agro-climatic Condition. *E-Dawa: An International Multidisciplinary Research Journal*. 2022, 1: 73–83. Doi:10.56901/SGFY3343

-
- 92 Zheng S J., Kamenetsky R., Féréol L., Barandiaran X., Rabinowitch H D. Chovelon V., Kik C. Garlic breeding system innovations medicina and aromatic. 2007. *Plant Sci. and Biotechnol.* T. 1. № 1. P. 61.
- 93 Oldenbroek K., Van der Waaij L. (2015). *Textbook Animal Breeding and Genetics for BSc students. Centre for Genetic Resources The Netherlands and Animal Breeding and Genomics Centre.* 2015. Groen Kennisnet: <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/TAB/>
- 94 Falconer D. S. (1989) *Introduction to Quantitative Genetics*, 3rd edn. Longman Inc., New York. 448 p.
- 95 Charmantier A., Garant D. Environmental quality and evolutionary potential: Lessons from wild populations. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences.* 2005, 272: 1415–1425. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3117>
- 96 Stanfield W. D. *Genética. Teoría y 440 problemas resueltos.* Segunda ed. Serie Schaum, McGraw-Hill, México. 1971, 405 pp.
- 97 FAO 2023. Production/Crops and Resource/Fertilizer. *FAOSTAT Database Collections*, Rome.
- 98 Lopez-Bellido F.J., Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R.J. 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Eur. J. Agron.* 23: 359–378.
- 99 Gresta F., Albertini E., Raggi L., Abbate V. A study of variability in the Sicilian faba bean landrace ‘Larga di Leonforte’. *Genet. Res. Crop. Evol.* 2009, 57: 523–531.
- 100 FAOSTAT. *Statistical data. Food and agriculture organization of the United Nations.* Rome, Italy. 2017. Available online at: <http://faostat.fao.org>.
- 101 Eurostat. *Database. European commission.* Brussels, Belgium. 2019. Available online at: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
- 102 Bond D. A., Lawes D. A., Poulsen M. H. Broadbean (*Faba bean*). In: Fehr W. R. and Hadley H. H. (eds), *Hybridization of Crop Plants.* American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, Winconsin, USA, 1980, pp. 203–213.

-
- 103 Lawes D. A., Bond D. A., Poulsen M. H. Classification, origin, breeding methods and objectives. In: Hebblethwaite P. D. (ed.), *Faba Bean*. Butterworth-Heineman, 1983, pp. 23–76.
- 104 Torres A. M., Avila C. M., Gutierrez N. et al. Marker-assisted selection in faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crop Res.* 2010, 115: 243–252.
- 105 Yahia Y., Guetat A., Elfalleh W., Ferchichi A., et al. Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *Afr. J. Biotechnol.* 2012, 11: 11913–11924.
- 106 Basheer-Salimia R., Shtaya M., Awad M., Abdallah J., Hamdan Y. Genetic diversity of Palestine landraces of faba bean (*Vicia faba*) based on RAPD markers. *Genetics and Molecular Research.* 2013, 12 (3): 3314–3323. DOI: 10.4238/2013.September.3.8.
- 107 Ibrahim H. M. Heterosis, Combining Ability and Components of Genetic Variance in Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Environmental Science.* 2010, 21(1): 35–50.
- 108 Terzopoulos P. J., Bebeli P. J. Genetic diversity analysis of Mediterranean faba bean (*Vicia faba* L.) with ISSR markers. *Field Crops Research.* 2008, 108: 3944; DOI: 10.1016/j.fcr.2008.02.015
109. Ahmad M. S. H. Studies on genetic variability, heritability and genetic advance in segregating generations of faba bean (*Vicia faba* L.). *Middle East J Agric Res.* 2016, 5(1): 82–89.
110. Hickman G. Canevari M. *Fava Beans. Small Farm Center University of California, Davis* 2012, (<http://sfp.ucdavis.edu/pubs/brochures/favabean/> Accessed 6/27/2018).
111. Abdellatif K. F., El Absawy S. A., Zakaria A. M. Drought stress tolerance of faba bean as studied by morphological traits and seed storage protein pattern. *J. Plant Stud.* 2012, 1: 47–54.
112. Abid G. Genetic relationship and diversity analysis of faba bean (*Vicia faba* L. var. *minor*) genetic resources using morphological and microsatellite molecular markers. *Plant Mol. Biol. Rep.* 2015, 33: 1755–1767.

-
113. Stavropoulos P., Roussis I., Mavroeidis et al. Evaluating the Acclimatization Potential of Peruvian Faba Bean (*Vicia faba* L.) in Greece. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*. 2024, 81: 145–148. 10.15835/buasvmcn-hort:2023.0023.
114. Katsoulieri A., Papastylianou P., Travlos I. et al. Yield Performance of Faba Bean Cultivars under Different Environmental Conditions in Greece. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*. 2020, 77. 30. 10.15835/buasvmcn-hort:2020.0016.
- 115 Alghamdi S. S. et al., 2015. Physiological and molecular characterization of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for adaptation to drought stress. *J. Agron. Crop Sci.*, 201, 401–409.
116. Stoddard F. L. Termination of flowering in ‘indeterminate’ faba beans (*Vicia faba*). *The Journal of Agricultural Science*. 1993, 120(1): 79–87. doi:10.1017/S0021859600073627
117. Tunç M., Başdemir F., Ipekesen S. et al. The Effect of Different Fertilizer Treatments of Plant Traits on Faba Bean during Flowering Periods. *Journal of Agronomy Technology and Engineering Management*. 2022, 5(3): 751–763. 10.55817/GWKL2403.
- 118 Abid G., Hessini K., Aouida M. Agro-physiological and biochemical responses of faba bean (*Vicia faba* L. var. ‘minor’) genotypes to water deficit stress. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. 2017, 21(2): 146–159.
119. Khamassi K., Babay E., Rouissi M. et al. Genetic Variability of Tunisian Faba Beans (*Vicia faba* L.) Based on Seeds’ Morphophysical Properties as Assessed by Statistical Analysis. *Journal of Food Quality*. 2021. 1–10. 10.1155/2021/9493607.
- 120 Abid G. et al. Genetic relationship and diversity analysis of faba bean (*Vicia faba* L. var. *minor*) genetic resources using morphological and microsatellite molecular markers. *Plant Mol. Biol. Rep*. 2015, 33: 1755–1767.

-
- 121 Shahnawaz K., Raina A., Amin R. et al. Quantitative analysis of genetic parameters in the mutagenized population of faba bean (*Vicia faba* L.). *Research on Crops*. 2018, 19. 10.5958/2348-7542.2018.00041.4.
- 122 Hamza F. E. A., Khalifa G. E., Ahmed A. A. Assessment of genotypic and phenotypic variability, heritability and genetic advance for seed yield and related agronomic traits in faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes in the Northern State, Sudan. *Net J Agric Sci*. 2017, 5(2): 48–52.
123. Ali M. B. M. Association analyses to genetically improve drought and freezing tolerance of faba bean (*Vicia faba* L.). *Crop Sci*. 2016, 56: 1036–1048.
124. Falkowski J. Proba okresleniaa smakowitosci nasion bobiku naturalnego obluszczonego stosowanych w zywnieniu odsadzonych prosiat. *Roczn. Nauk. Zootechn.* 1994. V. 21. № 1–2. P. 157–167.
125. Ammar M. H. Physiological and yield responses of faba bean (*Vicia faba* L.) to drought stress in managed and open field environments. *J. Agron. Crop Sci*. 2014, 201: 280–287.
126. Kopke U., Nemecek T. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*. 2010, 115: 217–233.
127. Сич З. Д., Бобось І. М., Кутовенко В. Б та інші *Рекомендації з вирощування малопоширених бобових овочевих культур в Лісостепу України*. Київ. 2010. 41 с.
128. Khan H. R., Link W., Hocking T. J. & Stoddard F. L. Evaluation of physiological traits for improving drought tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.). *Plant Soil*, 2007, 292: 205–217.
- 129 Subash N., Priya N. (2012). Climatic requirements for optimizing Faba bean (*Vicia faba* L.) production In: *Faba Bean (Vicia faba L) An Potential legume for India*. Eds. Singh and Bhatt. ICAR, RC for ER, Patna, pp. 197–204.
130. Zhang Z., Yang W., Dong Y. Faba bean–wheat intercropping reconstructed the microbial community structure in the rhizosphere soil of faba bean under F. commune and benzoic acid stress to alleviate Fusarium wilt in faba bean. *Plant Soil*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06393-w>.

-
131. Landry E. J., C. J. Coyne, Hu J. Agronomic performance of spring-sown faba bean in Southeastern Washington. *Agronomy J.* 2015, 107: 574–578.
132. Abdalla V.V., Fischbeck G. Potentiality of different subspecies and types of *Vicia faba* L. for breeding. 1981. *Z. Pflanzenzucht.* V. 87. № 2. P. 111–120.
- 133 Köpke U., Nemecek T. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research.* 2010, 115: 217–233. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.012>.
134. Mohamad Zabawi A. G., Dennett M. D. D. Responses of faba bean (*Vicia faba*) to different levels of plant available water: I. Phenology, growth and biomass partitioning. *J. Trop. Agric. Food Sci.* 2010, 38: 11–19.
135. Crepon K., P. Marget C. Peyronnet B. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Res.* 2010, 115: 329–339.
- 136 Multari S., Stewart D., Russell W. R. Potential of fava bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 2015, 14: 511–522. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12146>.
- 137 Warsame A., O'Sullivan D. M., Tosi P. Seed storage proteins of faba bean (*Vicia faba* L): Current status and prospects for genetic improvement. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2018, 66: 12617–12626. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b04992>
138. Skylas D., Paull J., Hughes D. Nutritional and anti-nutritional seed-quality traits of faba bean (*Vicia faba*) grown in South Australia. *Crop and Pasture Science.* 2019, 70: 463. 10.1071/CP19017.
139. Preston R. E., Isely D. *Vicia faba*, in Jepson Flora Project (eds.) *Jepson e Flora.* веб-сайт. URL: http://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora_display.php?tid=48068
140. Ziadi Backouchi I., Aouida M., Jebara M. Drought stress response in Tunisian populations of faba bean (*Vicia faba* L.). *J. Plant Biol. Res.* 2015, 4: 55–72.
141. Yamawaki K., Matsumura A., Hattori R. et al. Possibility of Introducing Winter Legumes, Hairy Vetch and Faba Bean, as Green Manures to Turmeric

-
- Cropping in Temperate Region. *Plant Production Science*. 2014, 17 (2): 173–184.
142. Smither-Kopperl M. *Plant Guide for fava bean (Vicia faba)*. USDA-Natural Resources Conservation Service, Lockeford Plant Materials Center. Lockeford, 2019. веб-сайт. URL: <https://www.midwestcovercrops.org/2020/07/09/plant-guide-fava-bean-vicia-faba/>.
- 143 Безугла О. М. Формування ознакових та спеціальних колекцій квасолі на Україні. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН*. 2005. Вип. 9. С. 309–317.
- 144 Bellucci E. et al. *Genomics of Origin, Domestication and Evolution of Phaseolus vulgaris*. In: Tuberosa R., Graner A., Frison E. (eds). *Genomics of Plant Genetic Resources*. Springer, Dordrecht. 2014. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7572-5_20.
- 145 Devi M., Praveen R., Sri R. S., Govindarajan G. E. T. *Phaseolus vulgaris* Linn: An Overview. *Advanced Concepts in Pharmaceutical Research*. 2023, Vol. 1, 127–143. <https://doi.org/10.9734/bpi/acpr/v1/4335B>.
- 146 Shiose L., Vidal M. S., Heringer A. S. et al. Proteomic analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) leaves showed a more stable metabolism in a variety responsive to biological nitrogen fixation. *Symbiosis*. 2023, 90: 71–80. <https://doi.org/10.1007/s13199-023-00921-z>.
- 147 Sichkar V., Lavrova H., Koloianidi N., Dzhus T. Chickpea is a promising source of dietary protein. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2024, 19: 172–193. <https://doi.org/10.37555/2707-3114.19.2023.295154>
- 148 Angela M. M. V., Peter C. Mc.K. et al. Origin of year-long bean (*Phaseolus dumosus* Macfady, *Fabaceae*) from reticulated hybridization events between multiple *Phaseolus* species. *Annals of Botany*. Volume 118, Issue 5, October 2016, Pages 957–969. <https://doi.org/10.1093/aob/mcw138>.
- 149 Moscone E. A., Klein F., Lambrou et al. Quantitative karyotyping and dual-color FISH mapping of 5S and 18S-25S rDNA probes in the cultivated *Phaseolus*

-
- species (*Leguminosae*). *Genome*. 1999, 42: 1224–1233.
<https://doi.org/10.1139/g99-070>
- 150 Fonsêca A., Ferreira J., dos Santos T.R.B. et al. Cytogenetic map of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Chromosome Res* 18, 487–502 (2010).
<https://doi.org/10.1007/s10577-010-9129-8>
- 151 Uçar S., Alım Ş., Kasapoğlu A. G. et al. Genome-Wide Analysis and Characterization of FBA (Fructose 1,6-bisphosphate aldolase) Gene Family of *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of Agricultural Production*, 2024, 5(1): 30–40.
<https://doi.org/10.56430/japro.1432135>.
- 152 Сугутська І. В. Біологія цвітіння і плодоутворення квасолі. *Селекція і насінництво*. 1999. Вип. 82. С. 68–73.
- 153 Широкий уніфікований класифікатор України роду *Phaseolus* L. [Текст] / Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 2004. 42 с.
- 154 Wiesinger J. A., Cichy K. A., Tako E., Glahn R. P. The Fast Cooking and Enhanced Iron Bioavailability Properties of the Manteca Yellow Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Nutrients*. E1609. doi: 10.3390/nu10111609. 2018. Vol.10. P.110–112.
- 155 Малоштан Л. М. Фармакологічні аспекти патогенетично обґрунтованої фармакотерапії цукрового діабету з використанням фітопрепаратів на основі трави квасолі. Дис. ... д-ра біол. наук: 14.00.25. Харків, 1994. 220 с.
- 156 Ковальчук Д. П. Оцінка бобів-лопаток квасолі овочевої різних сортів за основними біохімічними показниками. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. 7(23). С. 1–7.
- 157 Сич З. Д., Кутовенко В. Б. Підбір сортів квасолі виткої для умов Правобережного Лісостепу Українию *Наук. вісник НУБіП України*. 2009. Вип. 13. С. 333–355.
- 158 Грищенко О. М., Тинкевич Т. О. Характеристика сортозразків квасолі овочевої (*Phaseolu vulgaris* L.) за показниками якості бобів у фазу технічної стиглості. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. 5 (27).

-
- 159 Болотских А. С. Энциклопедия овощевода. Харьков, 2005. 799 с.
- 160 Schünchner G. Sicherung hoher Produktionsergebnisse bei Gemüsebohnen zur Belieferung der Verarbeitungsindustrie Gartenbau. 1982. № 29. S. 292–298.
- 161 СТАНДАРТ ЕЭК ООН FFV-06, касающийся сбыта и контроля товарного качества фасоли. Нью-Йорк-Женева, 2010, 8 с.
- 162 Pevicharova G., Sofkova-Bobcheva S., Zsivanovits G. Sensory and Instrumental Texture of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Journal of Food Properties*. 2015, 18(6): 1169–1180.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2014.891610>.
- 163 Supriya T., Charishma K., Chatterjee S. Morphological and Genetic Variability in French Bean. *Indian Journal of Ecology*. 2023, 50: 1443–1451.
10.55362/IJE/2023/4076.
- 164 Liu K. S. *Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization*. Aspen Publishers, Gaithersburg M. D. 1999, 248.
- 165 Banaszkiwicz T. Nutritional value of soybean meal. *Soybean Nutr*. 2011, 12: 1–20. DOI:[10.5772/23306](https://doi.org/10.5772/23306)
- 166 Wu G., Bazer F. W., Dai Z., Li D., Wang J., Wu Z. Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond. *Annu Rev Anim Biosci* 2014, 2: 387–417.
- 167 Yatsenko V., Poltoretskyi S., Yatsenko A. 2021. Agrobiological evaluation of collection of vegetable soybean varieties in the Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*. 17(4): 327–334.
<https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.4.2021.248991>
- 168 Mentreddy S. R., Mohamed A. I., Joshee N., Yadav A. K. *In Edamame: a nutritious vegetable crop. Trends in new crops and new uses*. Atlanta, Georgia, USA: ASHS Press. 2002, 432–438.
- 169 Zeipin A. S., Alsin A. I., Lapse L. Insight in edamame yield and quality parameters: A review. *Research for Rural Development*. 2017, 2: 40–44.
<https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.047>

-
- 170 Yu D., Lin T., Sutton K. et al. Chemical compositions of edamame genotypes grown in different locations in the US. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2021, 5. [https://doi.org/ 10.3389/fsufs.2021.620426](https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.620426)
- 171 Yu D., Lord N., Polk J. et al. Physical and chemical properties of edamame during bean development and application of spectroscopy-based machine learning methods to predict optimal harvest time. *Food Chemistry*. 2021, 368: 130–799. 10.1016/j.foodchem.2021.130799.
- 172 Carneiro R., Duncan S., O’Keefe S. et al. Utilizing Consumer Perception of Edamame to Guide New Variety Development. *Front. Sustain. Food Syst.* 2021, 4: 556–580. Doi: 10.3389/fsufs.2020.556580
- 173 Hymowitz T. Dorsett-Morse soybean collection trip to East Asia: 50 year retrospective. *Economic botany*. 1984, 38(4): 378–388.
- 174 Chen K.-I., Erh M.-H., Su N.-W., et al. Soyfoods and soybean products: From traditional use to modern applications. *Applied microbiology and biotechnology*. 2012, 96: 9–22. 10.1007/s00253-012-4330-7.
- 175 Fehr W. R., Caviness C. E., Burmood D. T., Pennington J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.* 1971, 11: 929–931.
- 176 Konovsky J., Lumpkin T. A., McClary D. Edamame: the vegetable soybean, in *Understanding the Japanese Food and Agrimarket: A Multifaceted Opportunity*. Ed. O’Rourke A. D. Binghamton, NY: Haworth Press; 1994, 173–181. 10.1201/9781003075172-15
- 177 Moseley D., Marcos P., Mozzoni L., et al. Effect of planting date and cultivar maturity in edamame quality and harvest window. *Frontiers in Plant Science*, 2020, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.585856>.
- 178 Bernick K. Edamame takes root in US. *Corn & Soybean Digest*. веб-сайт. URL: <http://cornandsoybeandigest.com/edamame-takes-root-us> [1 Sept. 2022].
- 179 Binder K. Edible soybean rises in popularity with U.S. consumers & producers. *Farm World*. 2010 веб-сайт. URL: <http://www.farmworldonline.com/news/NewsArticle.asp?newsid=10620>>

-
- 180 Zhang Q., Li Y., Chin K. L., Qi Y. Vegetable soybean: seed composition and production research. *Ital J Agron.* 2017, 12: 872. <https://doi.org/10.4081/ija.2017.872>.
- 181 Messina M. J. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr.* 1999. 70: 439–450.
- 182 Ware M. What are the health benefits of edamame? Medical News Today. 2019. веб-сайт. URL: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/280285#summary> [1 Sept. 2022].
- 183 Jiang G.-L., Chen P., Zhang J. et al. Genetic analysis of sugar composition and its relationship with protein, oil, and fiber in soybean. *Crop Sci.* 2018, 58: 2413–2421.
- 184 Ogles C. Z., Guertal E. A., Weaver D. B. Edamame cultivar evaluation in central Alabama. *Agron J.* 2016. 108: 2371–2378.
- 185 Rao M. S. S., Bhagsari A. S., Mohamed A. I. Fresh green seed yield and seed nutritional traits of vegetable soybean genotypes. *Crop Sci.* 2002, 42: 1950–1958. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1950>
- 186 Carson L. C., Freeman J. H., Zhou K., Welbaum G., Reiter M. Cultivar evaluation and lipid and protein contents of Virginia-grown edamame. *Hort Technol.* 2011, 21: 131–135.
- 187 Salmani Z., Vijayalakshmi D., Sajjan J. T. Screening of selected vegetable soybean genotypes for nutrient and antinutrient factors. *Journal of Dairing, Foods & Home Sciences.* 2012, 31(2): 142–145.
- 188 Mebrahtu T., Devine T. E., Donald P., Abney T. S. Registration of ‘Asmara’ vegetable soybean. *Crop Sci.* 2005, 45: 408–409. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0408>.
- 189 Jiang G.-L., Katuuramu D. N., Xu Y., Ren S., Rutto L. K. Analysis and comparison of seed protein, oil, and sugars in edamame dried using two oven-drying methods and mature soybeans. *J Sci Food Agric.* 2020, 100: 3987–3994. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10443>.

-
- 190 Zhang Q. Y., Li Y. S., Liu X. B. Breeding and physiological research of vegetable soybean in China. *Proceedings of 9th World Soybean Research Conference*, Durban, South Africa Feb 17–22, 2013.
- 191 Nguyen T. A. H. et al. A comparative study on different metal loaded soy-bean milk by-product ‘okara’ for biosorption of phosphorus from aqueous solution. *Bioresource technology*. 2014. Vol. 169. P. 291–298.
- 192 Badani H. et al. Influence of sowing date on yields of fresh-harvested chick-pea. *Journal of Agricultural Science*. 2010. Vol. 2. №. 4. P. 83.
- 193 Montri D. N., Kelley K. M., Sánchez E. S. Direct marketing edamame (*Glycine max* [L.] Merrill) to professional chefs. *Journal of Extension*. 2006. Vol. 44. №. 1. P. 183–194.
- 194 Johnson D., Wang S., Suzuki A. Edamame: A vegetable soybean for Colorado. *Energy (Kcal)*. 2000. Vol. 582. P. 573.
- 195 Masuda R. Quality requirement and improvement of vegetable soybean. *Vegetable Soybean Research Needs for Production and Quality Improvement*. 1991. P. 92–102.
- 196 Lee Y. E. Characteristics of soybean sprout locally cultivated in the Jeonju region, used for bibimbap and kongnamul-gukbap. *Journal of Ethnic Foods*. 2015. Vol. 2. №. 2. P. 84–89.
- 197 Oikawa A.; Takeuchi K.; Morita K. Effects of Climate Conditions before Harvest Date on Edamame Metabolome. *Plants*. 2024, 13: 87. <https://doi.org/10.3390/plants13010087>
- 198 Singh G. et al. *The soybean: botany, production and uses*. CABI, 2010. 494 p.
- 199 Menger J., Hanson A. A., Robert L. Evaluation of Insect Pests on Edamame Varieties in Minnesota. *Journal of Economic Entomology*. 2018. Volume 111. Pages 2272–2280. <https://doi.org/10.1093/jee/toy204>
- 200 Palada M. C. et al. Performance of vegetable soybean cultivars under organic crop management system. *SEAVEG 2012 High Value Vegetables in Southeast Asia: Production, Supply and Demand*. 2013. P. 181.

-
- 201 Johnson D., Wang S., Suzuki A. Edamame: A vegetable soybean for Colorado *Energy (Kcal)*. 2000. Vol. 582. P. 573.
- 202 Mohod N. B., Verma A. K., Nemade S., Paslawar A. N., Magar A. S., Langangmeilu G. Effect of Different Sowing Dates and Spacing on Soybean Varieties for Seed Quality during Rabi Season. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2023, 13(11): 2380–2384. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i113403>
- 203 Shanmugasundaram S., Yan M. R. 19 Vegetable Soybean. *The Soybean: Botany, Production and Uses*. 2010. P. 427.
- 204 Gillenwater J.; Mian R.; Cunicelli M.; McNeece B.; Taliercio E. Identification of High-Yielding Soybean Lines with Exceptional Seed Composition Qualities. *Crops*. 2023, 3: 333–342. <https://doi.org/10.3390/crops3040029>
- 205 Carneiro R., Duncan S., O'Keefe S. et al. Utilizing consumer perception of edamame to guide new variety development. *Front. Sustain. Food Syst*. 2021, 4: 556–580. Doi: 10.3389/fsufs.2020.556580
- 206 Soares M. M. et al. Performance of soybean plants as function of seed size: II. Nutritional stress. *Journal of Seed Science*. 2013. Vol. 35. №. 4. P. 419–427.
- 207 Liu K. S. Soybeans: chemistry, technology, and utilization. *Open Journal of Polymer Chemistry*, 2012. Vol. 5. No. 3. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1763-4>
- 208 Board J. E., Harville B. G. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row, late-planted soybean. *Agronomy Journal*. 1996. Vol. 88. №. 4. P. 567–572.
- 209 Атлас «Агрокліматичні ресурси України» / за редакцією Т. І.Адаменко, М. І.Кульбіді, А. Л.Прокопенка. Київ, 2016. 113 с.
- 210 Довідник «Зміна клімату та адаптація виробників сої України» веб-сайт. URL: <https://www.donausoja.org/wp-content/uploads/2023/02/Atlas-Climate-change-in-Ukraine.pdf>
- 211 Fehr W. Principles of cultivar development: theory and technique. Macmillan Publishing Company, 1991. 536 p.30

-
- 212 Jia H. et al. Maturity group classification and maturity locus genotyping of early-maturing soybean varieties from high-latitude cold regions. *PLoS One*. 2014. Vol. 9. №. 4. P. e94139.
- 213 Carneiro R, Adie K, Yu D. Understanding the Role of Overall Appearance and Color in Consumers' Acceptability of Edamame. *Front. Sustain. Food Syst.* 2022, 6:738453. [doi: 10.3389/fsufs.2022.738453](https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.738453)
- 214 Kang B., Kim H., Ko J. et al. Lodging-Tolerant, High Yield, Mechanized-Harvest Adaptable and Small Seed Soybean Cultivar 'Aram' for Soy-sprout. *Korean Journal of Breeding Science*. 2019, 51: 214–221. [10.9787/KJBS.2019.51.3.214](https://doi.org/10.9787/KJBS.2019.51.3.214).
- 215 Carneiro R. C. V., Duncan S. E., O'Keefe S. F. Sensory and consumer studies in plant breeding: a guidance for edamame development in the U.S. *Front. Sustain. Food Syst.* 2020, 4: 124. [Doi: 10.3389/fsufs.2020.00124](https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00124)
- 216 Carson L., Freeman J., Zhou K., Welbaum G., Reiter, M. Cultivar evaluation and lipid and protein contents of Virginia-grown edamame. *Horttechnology* 2011, 1: 131–135. [Doi: 10.21273/HORTTECH.21.1.131](https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.1.131)
- 217 Flores D., Giovanni M., Kirk L., Liles G. Capturing and explaining sensory differences among organically grown vegetable-soybean varieties grown in Northern California. *J. Food Sci.* 2019, 84: 613–22. [Doi: 10.1111/1750-3841.14443](https://doi.org/10.1111/1750-3841.14443)
- 218 Montri D. N., Kelley K. M., Sánchez E. S. Consumer interest in fresh, in-shell edamame and acceptance of edamame-based patties. *HortScience*. 2006, 41: 1616–1622. [Doi: 10.21273/HORTSCI.41.7.1616](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.7.1616)
- 219 Fernandez-Mena H., Gaudou B., Pellerin S., MacDonald G., Nesme T. Flows in Agro-food Networks (FAN): An agent-based model to simulate local agricultural material flows. *Agricultural Systems*. 2019, 180: 102–718. [10.1016/j.agsy.2019.102718](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102718).
- 220 Локальне удобрення часнику озимого за поверхневого краплинного зрошення. Наукові, методологічні та практичні підходи до проблем

-
- сучасної агрономії: монографія. За ред. О. І. Улянич. Дніпро: Середняк Т. К., 2021. 452 с.
- 221 Ciceri D., Allanore A. Local fertilizers to achieve food self-sufficiency in Africa. *Science of The Total Environment*. 2018, 648. 10.1016/j.scitotenv.2018.08.154.
- 222 Ghagare T., Deshmukh M. Assessing the Growth and Challenges of Bio-Fertilizer and Organic Farming in India., In book: *Organic Farming Practices and Sustainable Agriculture*. 2024, pp. 65–78. Publisher: AkiNik Publications 10.22271/ed.book.2611.
- 223 Simonne E. H., Gazula A., Ozores-Hampton M., DeValerio J., Hochmuth R. C. Localized Application of Fertilizers in Vegetable Crop Production. In: Tei, F., Nicola, S., Benincasa, P. (eds) *Advances in Research on Fertilization Management of Vegetable Crops . Advances in Olericulture*. Springer, Cham. 2017, https://doi.org/10.1007/978-3-319-53626-2_6.
- 224 Ma Q., Wang X., Li H. Et al. Comparing localized application of different N fertilizer species on maize grain yield and agronomic N-use efficiency on a calcareous soil. *Field Crops Research*. 2015. 180. 10.1016/j.fcr.2015.05.011.
- 225 Jaleel C. A., Manivannan P., Sankar B., et al. Water deficit stress mitigation by calcium chloride in *Catharanthus roseus*; effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation. *Colloids Surf. B: Bi o interfaces*. 2007, 60: 110–116.
- 226 Cheruth A. J., Gopi R., Sankar B., Gomathinayagam M., Panneerselvam R. Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Cath aranthus roseus* under drought stress. *Comptesrendus, Biologies*. 2008, 331(1): 42–47.
- 227 Shock C. C., Feibert E. B. G., Saunders L. D. Onion yield and quality affected by soil water potential as irrigation threshold. *HortScience*. 1998, 33: 1188–1191.
- 228 Muhammad A., Gambo B. A., Ibrahim N. D. Response of Onion (*Allium cepa* L.) to Irrigation Intervals and Plant Density in Zuru, Northern Guinea Savanna of Nigeria. *Nigerian J. Basic Appl .Sci*. 2011, 19(2): 241–247.

-
- 229 Liu W., Zhu D., Liu D. Et al. Influence of nitrogen on the primary and secondary metabolism and synthesis of flavonoids in chrysanthemum morifolium ramat. *J. Plant Nutr.* 2010, 33(2): 240–254.
230. Smriti S., Kumar R., Singh S.K. Effect of sulphur and boron nutrition on growth, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.). *J. Appl. Biol.* 2002, 12: 40–46.
231. Chanchan M., Hore J. K., Ghanti S. Response of garlic to foliar application of some micronutrients. *Journal of Crop and Weed.* 2013, 9(2): 138–41.
232. Yousuf M. N., Hasan M. M., Brahma S., Sultana D., Kabir A.F. Responses of garlic to zinc, copper, boron and molybdenum Application in grey terrace soil of amnura soil series. *Bangladesh Journal of Agricultural Research.* 2016, 41(1): 85–90.
233. Acharya U., Venkatesan K., Saraswathi T., Subramanian K. S. Effect of Zinc and Boron application on growth and yield parameters of multiplier onion (*Allium cepa* L. var. *aggregatum* Don). Var. Co (On). *International Journal of Research.* 2015, 2(1): 757–65.
234. Gupta N. K., Ganeshe R. K. Response of Borax and zinc sulphate on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *Advances in Plant Sciences.* 2000, 13(1): 237–9.
235. Selvaraj N., Natarajan S., Selvarajan V. M., Mathews S., Pabitha A. Effect of foliar application of micronutrients on the growth and yield of Garlic (*Allium sativum*). *South Indian Horticulture.* 2002, 50(1/6): 159–68.
236. Chermisiri C., Watanabe H., Attajarusit S., Tuntiwarawit J., Kaewroj S. Effect of boron sources on garlic (*Allium sativum* L.) productivity. *Biology and fertility of Soils.* 1995, 20(2): 125–9.
- 237 Jhuma S. A., Mostarin T., Khatun K., et al. Combined Effect of Different Micronutrients and Spacing on the Growth and Yield of Garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Scientific and Research Publications,* Volume 7, Issue 4, April 2017.
238. Assefa A. G., Mesgina S. H., Abrha Y. W. Response of onion (*Allium cepa* L.) growth and yield to different combinations of N, P, S, Zn fertilizers and

-
- compost in Northern Ethiopia. *International Journal of Science and Research*. 2015, 4 (2): 985–989.
239. Begum R., Jahiruddin M., Kader M. A., Haque M. A., Hoque A. B. M. A. Effects of zinc and boron application on onion and their residual effects on Mungbean. *Progressive Agriculture*. 2015. 26: 90–96.
240. Singh P., Sengupta S. K., Jain P. K., Verma B. K. Effect of micronutrients and biofertilizer application on growth and yield contributing characters in onion. *Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya Journal*. 2015, 49 (2): 193–199.
241. Shukla L.; Bose U. S., Ahirwar M. K. Effect of foliar feeding of micronutrients on growth, yield and income from *rabi* onion *var.* Agrifound light red. *Annals of Plant and Soil Research*. 2015, 17 (3): 307–310.
242. Vitosh M. L., Silva G. H. A Rapid Petiole Sap Nitrate Test for Potatoes. *Comm. In soil Sc. and plant Analysis*. 1994, 25(3): 183–190.
243. Marschner, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed., Academic Press. London, 1995.
244. Arif U., Sayed H., Syed Z., et al. Interactive Effect of Phosphorus and Zinc on the Growth, Yield and Nutrient Uptake of Garlic (*Allium sativum* L.) Variety Gulabi. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*. 2016. Volume 0. Issue 05.
245. Khatemenla V. B., Singh T. T., Sangma A., Maiti C. S. Effect of Zinc and Boron on Growth, Yield and Quality of Onion (*Allium cepa* L.) cv. Agrifound Dark Red. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 2018, 7(04): 3673–3685. Doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.704.413>.
246. Shukla Y. R., Priyanka Bijalwan S., Kaushal M. Effect on macro and micro nutrients on soil characters and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Chemical Studies*. 2018, 6(5): 2417–2419.
247. Vekaria L. C., Sakarvadia H. L., Asodaria K. B., et al. Response of garlic to micronutrients application in medium black calcareous soils of Saurashtra Region of Gujarat. *International Journal of Chemical Studies*. 2018, 6(4): 2178–2182.

-
248. Monjurul Alam Mondal M., Babul Akter Md., Habibur Rahman Md., Adam B. Puteh. Influence of Micronutrients and Manures on Growth and Yield of Garlic (*Allium sativum* L.) in Sandy Loam Soil. *International Journal of Plant & Soil Science*. 2016, 13(4): 1–8.
- 249 Palm C. A., Myers R. J. K., Nandwa S. M. Combined use of organic and inorganic nutrient source for soil fertility maintenance and replenishment. In: Brush et al., (Eds.). *Replenishing soil fertility in Africa*. Special publication No.51. Wisconsin, USA. 1997, pp. 193–217.
- 250 Shalini S. B., Channal H. T., Hebsur N. S., Dharmatti P. R., Srangamath P. A. Effect of integrated nitrogen management on nutrient uptake in Knolkhol, yield and nutrient availability in the soil. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*. 2002, 15(1): 43–46.
251. Davies P. J. *Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. 1995. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
252. Sure S., Arooie H., Azizi M. Influence of plant growth regulators (PGRs) and planting method on growth and yield in oil pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*). *Notulae Scientia Biologicae*. 2012, 4(2): 101–107. DOI: 10.15835/nsb.4.2.7566.
253. Roy R., Nasiruddin K. M. Effect of different level of GA₃ on growth and yield of cabbage. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*. 2011, 4: 79–82. DOI: 10.3329/jesnr.v4i2.10138.
254. Yuan L., Xu D. Q. Stimulation effect of gibberellic acid short-term treatment on the photosynthesis related to the increase in Rubisco content in broad bean and soybean. *Photosynthesis Research*. 2001, 68: 39–47. DOI: 10.1023/A:1011894912421.
255. Shah S. H., Ahmad I., Samiullah M. Effect of gibberellic acid spray on growth.; nutrient uptake and yield attributes during various growth stages of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Asian J. Plant Sci*. 2006, 5: 881–884.
256. Janick J. *Horticultural Science; Freeman & Co.*: San Francisco, CA, USA,.

-
257. Khan M. M. A., Gautam C., Mohammad F., Siddiqui M. H., Naeem M., Khan M. N. Effect of gibberellic acid spray on performance of tomato. *Turk. J. Biol.* 2006, 30: 11–16.
258. Khan N. A., Ansari H. R. Effect of gibberellic acid spray during ontogeny of mustard on growth, nutrient uptake and yield characteristics. *J. Agron. Crop Sci.* 1998, 181: 61–73.
259. Pal P., Yadav K., Kumar K., Singh N. Effect of gibberellic acid and potassium foliar sprays on productivity and physiological and biochemical parameters of parthenocarpic cucumber cv. 'seven star F1'. *J. Hortic. Res.* 2016, 24: 93–100.
260. Shah S. H. Effects of salt stress on mustard as affected by gibberellic acid application. *Gen Appl. Plant Physiol.* 2007, 33: 97–106.
261. Khan N. A., Mir R., Khan M., Javid S. Effects of gibberellic acids spray on nitrogen yield efficiency of mustard grown with different nitrogen levels. *Plant Growth Regul.* 2002, 38: 243–247.
262. Gelmesa D., Abebie B., Desalegn L. Effects of Gibberellic acid and 2,4 dichlorophenoxyacetic acid spray on fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Plant Breed. Crop Sci.* 2010, 2: 316–324.
263. Dandena Gelmesa, Bekele Abebie and Lemma Desalegn. Effects of Gibberellic acid and 2,4 dichlorophenoxyacetic acid spray on fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Journal of Plant Breeding and Crop Science.* 2010. Vol. 2(10), pp. 316–324.
264. Khan W., Prithiviraj B., Smith D. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiol.* 2003, 160: 485–492.
265. Bideshki A., Arvin M. Effect of salicylic acid (SA) and drought stress on growth, bulb yield and allicin content of Garlic (*Allium sativum*) in field. *J Plant Ecophysiol.* 2010. 2.
266. Singh A., Singh P. K. Salicylic acid Induced Biochemical Changes in Cucumber cotyledons. *Indian Journal of Agriculture Biochemistry.* 2008, 21 (1&2): 35–38.

-
267. Helgi Opik S., Rolfe A. *The physiology of flowering plants*. Cambridge Uni. Press. Pl. Physiol, 2005. 191.
268. Nangare S. B., S. D. Gaikwad, S. S. Dighe and Khamkar, M. B. Effect of Salicylic Acid on growth and yield of Onion (*Allium cepa* L.). *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 2018, 7(06): 3741–3750. Doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.438>.
269. Eraslan F., Inal A., Gunes A., Alpaslan M. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*. 2007, 113: 120–128.
270. Larque S. A., Martin M. R. Effect of salicylic acid on the bio-productivity of plants. In: Hayat S., Ahmad A. (Eds). *Salicylic Acid. A Plant Hormone*. Springer Publishers. Dordrecht. The Netherlands. 2007.
271. Javaheri M., Mashayekhi K., Dadkhah A., Tavallae F.Z. Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (*Solanum lycopersicum* Mill.). *International Journal of Agriculture and Crop Science*. 2012, 4: 1184–1187.
272. Blokhina O., Virolainen E., K. V. Fagerstedt. Antioxidant, oxidative damage and oxygen deprivations stress. A review. *Ann. Bot.*, 2003, 91: 179–194.
273. El-Sayed H. A. Growth and yield of potato as affected by CCC, GA and vitamin C. *J. Agric. Sci.*, 1991, 16(3): 648–652.
274. El-Morsy A. H. A., Ezzat A. S., Saif El-Deen U. M. Effect of some phosphorus and potassium rates and foliar spray with antioxidants on growth, yield and yield quality of garlic (*Allium sativum* L.). *Annals of Agric. Sci.* 2010, 48(3): 27–40.
275. Gouda A. E. A. I., Gahwash M. N. M. A., Abdel-Kader A. E. Response of Potato Growth and Yield to Some Stimulating Compounds. *J. Plant Production, Mansoura Univ.* 2015, 6(8): 1293–1302.
276. Ali M. A. M. Effect of some Bio-stimulants on Growth, Yield and Bulb Quality of Garlic Grown in Newly Reclaimed Soil, New Valley-Egypt. *J. Plant Production, Mansoura Univ.* 2017, Vol. 8(12): 1285–1294.

-
- 277 Третяк А. М. *Екологія землекористування: теоретико-методологічні основи формування та адміністрування: монографія*. Херсон: Грінь Д. С., 2012. 440 с
- 278 Webb N., Edwards B., Heller A., McCord S., Schallner J., Treminio R., Wheeler, B., Stauffer N., Spiegall S., Duniway M., Traynor A., Kachergis E., Houdeshell, C.A. Establishing quantitative benchmarks for soil erosion and ecological monitoring, assessment, and management. *Ecological Indicators*. 2024, 159. 111661. 10.1016/j.ecolind.2024.111661.
- 279 Hani A., Prévost D. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. 2005. 1–38. 10.1007/1-4020-4152-7_1.
- 280 Mukesh M., Chnag-Ning L., Manoj S., et al. Large Rhizosphere Bacterial Diversity Exits Among Wild Progenitor Species of Modern Sugarcane (*Saccharum* Spp. Inter-Specific Hybrids). 2021. 1–23. 10.21203/rs.3.rs-144226/v1.
- 281 Akköprü A., Akat Ş., Ozaktan H., Gül A., Akbaba M. The long-term colonization dynamics of endophytic bacteria in cucumber plants, and their effects on yield, fruit quality and Angular Leaf Spot Disease. *Scientia Horticulturae*. 2021, 282. 10.1016/j.scienta.2021.110005.
- 282 Wu S. C., Caob Z. H., Lib Z. G., Cheunga K. C., Wong M. H. Effects of bio-fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*. 2005, 125: 155–166.
- 283 Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. Сільське господарство та лісівництво. 2020. №1 (16). С. 48–60. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4.
- 284 Rodríguez H., Fraga R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotech Adv.* 1999, 17: 319–339.
- 285 Keneni A., Assefa F., Prabu P.C. Isolation of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of faba bean of Ethiopia and their abilities on solubilizing insoluble phosphates. *J Agric Sci Technol*. 2010, 12: 79–89.

-
- 286 Awasthi R., Tewari R., Nayyar H. Synergy between plants and P-Solubilizing microbes in soils: Effects on growth and physiology of crops. *Inter Res J Microbiol.* 2011, 2: 484–503.
- 287 Garg N., Bhandari P. Silicon nutrition and mycorrhizal inoculations improve growth nutrient status, K⁺/Na⁺ ratio and yield of *Cicer arietinum* L. Genotypes under salinity stress. *Plant Growth Regul.* 2016, 78: 371–387. <https://doi.org/10.1007/s10725-015-0099-x>
- 288 Colla G., Roupael Y., Cardarelli M., Tullio M., Rivera C. M., Rea E. Alleviation of salt stress by arbuscularmycorrhizal in zucchini plants grown at low and high phosphorus concentration. *Biol Fertil Soils.* 2008, 44: 501–509.
- 289 Tian C.Y., Feng G., Li X.L., Zhang F.S. Different effects of arbuscularmycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline on salinity tolerance of plants. *Appl Soil Ecol.* 2004, 26: 143–148.
- 290 Neeraj K., Singh K. Impact of VA-mycorrhiza, Rhizobium and phosphorus on growth and yield of *Phaseolus vulgaris* L. *J Phytol Res.* 2005, 18(1): 59–63.
- 291 Salim B. B. M., Abou El-Yazied A. Effect of mycorrhiza on growth, biochemical constituents and yield of snap bean plants under water deficit conditions. *J Hortic Sci Ornam Plants.* 2015, 7(3): 131–140.
- 292 Estaún V, Calvet C, Hayman D.S. Influence of plant genotype on mycorrhizal infection: response of three pea cultivars. *Plant Soil.* 1987, 103(2): 296–298. <https://doi.org/10.1007/bf02370406>.
- 293 Дідур І. М., Циганський В. І. Вплив мікоризації насіння та ґрунтового біодобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої. Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 4(31). С. 515. DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-1.
- 294 Дідур І. М. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 130. С. 50–56. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.8>

-
- 295 Marschner H. *Mineral nutrition in higher plants. Wd Ltd.* The Greystone Press, Antrim, 1986, Northern Ireland.
- 296 Al-Karaki G. N. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 2000, vol 10, pp 51–54.
- 297 Ghoname A. A., El-Bassiouny A. M., Abdel-Mawgoud A. M. R., El-Tohamy W. A., Gruda N. Growth, yield and blossom-end rot incidence in Bell pepper as affected by phosphorus level and amino acid applications. *Gesunde Pflanzen* 2012, 64: 29–37.
- 298 Farooq M., Gogoi N., Hussain M. et al. Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. *Plant Physiol Biochem*, 2017, 118: 199–217. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.06.020>.
- 299 Marulanda A., Barea J. M., Azcón R. Stimulation of plant growth and drought tolerance by native microorganisms (AM fungi and bacteria) from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness. *J Plant Growth Regul.* 2009, 28: 115–124.
- 300 Wang Y., Li K., Li X. Auxin redistribution modulates plastic development of root system architecture under salt stress in *Arabidopsis thaliana*. *J Plant Physiol.* 2009, 166: 1637–1645.
- 301 Habib S. H., Kausar H., Saud H. M. Plant growth-promoting rhizobacteria enhance salinity stress tolerance in okra through ROSscavenging enzymes. *BioMed Research International*. 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/6284547>.
- 302 Karlidag H., Yildirim E., Turan M., Pehlivan M., Donmez F. Plant growth-promoting rhizobacteria mitigate deleterious effects of salt stress on strawberry plants (*Fragaria× ananassa*). *HortScience*. 2013, 48(5): 563–567.
- 303 Gunes A., Karagoz K., Turan M., Kotan R., Yildirim E., Cakmakci R., Sahin F. Fertilizer efficiency of some plant growth promoting rhizobacteria for plant growth. *Res J Soil Biol.* 2015, 7(2): 28–45. <https://doi.org/10.3923/rjsb.2015.28.45>

-
- 304 Giri B., Mukerji K. G. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbaniagrandiflora* under field condition: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza*. 2004, 14: 307–312.
- 305 Shekoofeh E., Sepideh H. Effect of mycorrhizal fungi on some physiological characteristics of salt stressed *Ocimum basilicum* L. Iraninan. *J Plant Physiol*. 2011, 1(4): 215–222.
- 306 Elhindi K. M., El-Din A. S., Elgorban A. M. The impact of arbuscular mycorrhizal fungi in mitigating salt-induced adverse effects in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Saudi J Biol Sci*. 2017, 24(1): 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.02.010>
- 307 Borde M., Dudhane M., Jite P. K. AM fungi influences the photosynthetic activity, growth and antioxidant enzymes in *Allium sativum* L. under salinity condition. *Not Sci Biol*. 2010, 2(4): 64–71.
- 308 García-Garrido J. M., Ocampo J. A. Regulation of the plant defence response in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *J Exp Bot*. 2002, 53(373): 1377–1386. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.373.1377>
- 309 Arumugam R., Rajasekaran S., Nagarajan S.M. Response of Arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium inoculation on growth and chlorophyll content of *Vigna unguiculata* (L) Walp Var. Pusa 151. *J Appl Sci Environ Manage*. 2010, 4: 113–115. <https://doi.org/10.4314/jasem.v14i4.63282>
- 310 Ismaiel A. A., Hegazy H. S., Azb M. A. () Physiological response of *Vicia faba* L. to inoculation with Rhizobium and arbuscular mycorrhizal fungi: comparative study for irrigation with Nile water and wastewater. *Aust J Crop Sci*. 2014, 8(5): 781–790.
- 311 Shinde B. P., Thakur J. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on chlorophyll, proteins, proline and total carbohydrates content of the pea plant under water stress condition. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2015, 4(1): 809–821.

-
- 312 Yaseen T., Kawsar A., Munsif F. et al. Influence of arbuscularmycorrhizal fungi, *Rhizobium* inoculation and rock phosphate on growth and quality of lentil. *Pak J Bot.* 2016, 48(5): 2101–2107.
- 313 Mpepereki S., Javaheri F., Davis P., Giller K.E. Soybeans and sustainable agriculture. *Field Crops Research.* 2000, 65: 137–149. <http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290>.
- 314 Hu Q., Yang N., Pan F. et al. Adjusting sowing dates improved potato adaptation to climate change in semiarid region, China. *Sustainability*, 2017, 9: 615. Doi:10.3390/su9040615.
- 315 Keyser H. H., Li F. Potential for increasing biological nitrogen fixation in Soybean. *Plant and Soil.* 1992, 141: 119–135.
- 316 Sainz M., Calvo-Begueria L., Pérez-Rontomé C. et al. Leghemoglobin is nitrated in functional legume nodules in a tyrosine residue within the heme cavity by a nitrite/ peroxide-dependent mechanism. *Plant Journal.* 2016, 81(5): 723–735. <http://doi:10.1111/tpj.12762>.
- 317 Thuita M., Pypers P., Herrmann L. et al. Commercial rhizobial inoculants significantly enhance growth and nitrogen fixation of a promiscuous soybean variety in Kenyan soils. *Biology and Fertility of Soils.* 2012, 48: 87–96. <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-011-0611-z>
- 318 Vinuesa, P., León-Barrios, M., Silva, C. et al. *Bradyrhizobium canariense* sp. nov. an acid tolerant endosymbiont that nodulates endemic genistoid legumes (*Papilionoideae: Genisteeae*) from the Canary Islands, along with *Bradyrhizobium japonicum* bv. *genistearum*, *Bradyrhizobium* genospecies alpha and *Bradyrhizobium* genospecies beta. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.* 2005, 55: 569–575.
- 319 Sanginga N., Abaidoo R., Dashiell K., Carsky R. J., Okogun A. Persistence and effectiveness of rhizobia nodulating promiscuous soybeans in moist savanna zones of Nigeria. *Applied Soil Ecology.* 1996, 3: 215–224. <http://dx.doi.org/10.1016/0929-1393>.

-
- 320 Matsuo N., Fukami K., Tsuchiya, S. Effects of early planting and cultivars on the yield and agronomic traits of soybeans grown in south western Japan. *Plant Production Science*. 2016, 19(3): 370–380. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2016.1155417>.
- 321 Gyogluu C., Boahen S. K., Dakora F. D. Response of promiscuousnodulating soybean (*Glycine max* L. Merr.) genotypes to *Bradyrhizobium* inoculation at three field sites in Mozambique. *Symbiosis*. 2016, 69: 81–88. <http://dx.doi.org/10.1007/s13199-015-0376-5>.
- 322 Chimonidou D., Metochis, C., Papadopoulos I. Irrigation systems performance: Case study of Cyprus. In *Irrigation Systems Performance; Lamaddalena, N., Lebdi, F., Todorovic, M., Bogliotti, C., Eds.; CIHEAM: Bari, Italy, 2005*, pp. 79–84.
- 323 Abou Hadid A. F. *Protected cultivation for improving water-use efficiency of vegetable crops in the NEVA region. In Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Production in the South East European Countries for Greenhouse Vegetable; Plant Production and Protection Paper. 230; FAO: Rome, Italy, 2013*, pp. 137–149.
- 324 Chartzoulakis K., Bertaki M. Sustainable Water Management in Agriculture under Climate Change. *Agric. Agric. Sci. Procedia*. 2015, 4: 88–98.
- 325 Hochmuth G. Drip irrigation of vegetable crops in the southeastern U.S. *HortScience HortSci*. 1993, 28(5): 514 p. Retrieved May 24, 2024, from <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.28.5.514c>.
- 326 Vasylykowska K., Kovalov M., Molokost L. Technical and Technological Support of Drip Irrigation of Vegetable Crops. National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of *Agricultural Machines*. 2020, 35–41. 10.32515/2414-3820.2020.50.35-41.
- 327 Molden D., Oweis T., Steduto P., Bindraban P., Hanjra M. A., Kijne J. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*. 2010, № 97: 528–535. DOI: 10.1016/j.agwat.2009.03.023.

-
- 328 Senapti S., Santosh D. T., Pholane L. P. Techno economic feasibility of drip irrigation for vegetable cultivation. *Internat. J. agric. Sci.*, 2021, 17 (2): 636–643. DOI:10.15740/HAS/IJAS/17.2/636-643.
- 329 Chenafi A., Monney P., Arrigoni E., Boudoukha A., Carlen C. Influence of irrigation strategies on productivity, fruit quality and soil-plant water status of subsurface drip-irrigated apple trees. *Fruits*. 2016, № 71: 69–78. DOI: 10.1051/fruits/2015048.
- 330 Chenafi A., Monney P., Ferreira M. I., Chennafi H., Chaves M. M., Carlen C. Scheduling deficit subsurface drip irrigation of apple trees for optimizing water use. *Arabian Journal of Geosciences* 2019, 12 (article 74): 11 p. DOI: 10.1007/s12517-0194235-1.
- 331 Коковіхін С. В. *Науково-методичні основи встановлення закономірностей та розробки математичних моделей формування урожаю польових культур при зрошенні: монографія*. Херсон: Айлант, 2010, 246 с.
- 332 Howell T. A., D. S. Stevenson F. K. Aljibury H. M. Gitlin I. P. Wu, A. W. Warrick P. A., Roots C. *Design and operation of trickle (drip) systems. In: Design and operation of farm irrigation systems. ASAE Monograph 3, St. Joseph, M. I., 1980, pp. 663–717.*
- 333 Ahmed E. M., Abaas O., Ahmed M., Ismail M. R. Performance evaluation of three different types of local evaporative cooling pads in greenhouses in Sudan. *Saudi J. Biol. Sci.* 2011, 18: 45–51.
- 334 Çolak Y. B., Yazar A., Gönen E., Eroğ˘lua E. C. Yield and quality response of surface and subsurface drip-irrigated eggplant and comparison of net returns. *Agric. Water Manag.* 2018, 206: 165–175.
- 335 El-Attar H. A., Merwad M. A., Mostafa E. A. M., Saleh M. M. S. The beneficial effect of subsurface drip irrigation system on yield, fruit quality and leaf mineral content of Valencia orange trees. *Biosc. Res.* 2019, 16: 620–628.
- 336 Hanson B. R., Schwankl L. J., Schulbach K. F., Pettygrove G. S. A comparison of furrow, surface drip, and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. *Agric. Water Manag.* 1997, № 33, pp. 139–157.

-
- 337 Sharmasarkar F. C., Sharmasarkar S., Held L. J. Agroeconomic analysis of drip irrigation for sugarbeet production. *Agron. J.* 2001, № 93, pp. 517–523.
- 338 Sakellariou-Makrantonaki M., Kalfountzos D., and Vyrlas P. Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation. *The Int. J.*, 2002, № 4, 85–91.
- 339 Hartz T. K. Water management in drip-irrigated vegetable production. *Hort. Technology*, 1996, № 6(3), pp. 165–168.
- 340 Enciso J., Jifon J., Anciso J., Ribera L. Productivity of Onions Using Subsurface Drip Irrigation versus Furrow Irrigation Systems with an Internet Based Irrigation Scheduling Program. *Int. J. Agron.* 2015, 178–180, 1–6.
- 341 Hanson B. R., May D. M. Response of processing and fresh-market onions to drip irrigation. International Symposium on Irrigation of Horticultural crops. Eds. Snyder, R. L. Davis, CA, USA. *Acta Horticulturae*, 2004, № 664, pp. 399–405.
- 342 Metin-Sezen S., Yazar A., Canbolat M., Eker S., Celikel G. Effect of drip irrigation management on yield and quality of field grown green beans. *Agric. Water Manag.* 2005, № 71(3), pp. 243–255.
- 343 Rolbiecki R., Rolbiecki S. Effect of surface drip irrigation on asparagus cultivars in central Poland. *Acta Hortic.* 2008, 776: 45–50.
- 344 Wilson A., Crisp S. Rigid Highly carboxylated ionic polymers. *Ionic Polimers. Chapman and Hall, New York*, № 7. 1975. P. 208–260.
- 345 Бикін А. В., Логінова І. В., Білера Н. М. Ефективність застосування полімерів у землеробстві [Електронний ресурс] elibrary.hubip.edu/6953/1/10liv1.pdf.
- 346 Лихацький В. У., Чередниченко В. М. Насіннева продуктивність рослин капусти цвітної за застосування водоутримуючих гранул АКВОД в умовах Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету, Серія агрономія і біологія*. Вип. 9(24), 2011. С. 70–79.
- 347 Ben-Hur M. Polymers as soil conditioners under consecutive irrigations and rainfall. *Sci.Soc.Amer.J.* 1989. No 53. p. 1173–1177.
- 348 Логінова І. В., Мартинюк О. С. Результати випробування композиційного азоту добрива пролонгованої дії з водоутримуючим ефектом у

-
- лабораторному досліді. *Збірник праць ВНАУ, Землеробство*. № 9(49), 2011. С. 25–34.
- 349 Іванюк Г. *Біопродуктивність ґрунтів*. Львів: Видавничий центр ЛНАУ ім. І. Франка, 2009. 350 с.
- 350 Паламарчук І. І. Ефективність застосування водоутримувальних гранул АКВOD при вирощування кабачка за мульчування ґрунту в правобережному Лісостепу України [Електронний ресурс] // http://www.nbu.gov.ua/j-pdf/Nd.2013_5-6.pdf.
- 351 Barihi R., Panahpour E., Hossein M., Beni M. Super Absorbent Polymer (Hydrogel) and its Application in Agriculture. *World of Sciences Journal*. 2013. Vol. 01. Issue 15. P. 223–228.
- 352 Cheruigot G., Sirmah P. Effects of Hydrogels on foil Moisture and Growth of Gajahus Cajan insemi Arid Zone of kongelai. West Pokot County. *Open Journal of Forestry*. 2014. Vol. 4, No. 1, 34–37. URL: https://file.scirp.org/pdf/OJF_2014010816292131.pdf.
- 353 Ekebafé L. O., Ogbeifun D. E., Okieimen F. E. Polymer Applications in Agriculture // *Biokemistri*. Vol. 23, No. 2, June 30, 2011, pp. 81–89. URL: <http://www.bioline.org.br/pdf?bk11011>.
- 354 Muriithi F., Onyando J., Okwany R. Effect of Mixing Ratio of Super Absorbent Materials on the Growth and Yield of Bell Pepper in the Ferric Luvisols of Mogotio, Kenya. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*. 2024, 7(1): 204–215. <https://doi.org/10.37284/eajab.7.1.1885>.
- 355 Javed A. How can use hydrogel for improving water use efficiency of agricultural and horticultural crops under limited irrigation ranted conditions. [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.researchgate.net/post>.
- 356 Abdallah A. M. The effect of hydrogel particle size on water retention properties and availability under water stress. *International Soil and Water Conservation Research*, 2019, 7: 275–285. [doi: 10.1016/j.iswcr.2019.05.001](https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.05.001)
- 357 Mikkelsen R. L. Using hydrophilic polymers to control nutrient release. *Fertilizer Research*. 1994, 38: 53–59.

-
- 358 Erazo F. Superabsorbent Hydrogels and Their Benefits in Forestry Applications. In: Landis TD, comp. Proceedings of the Intermountain Forest Nursery Association. Oklahoma City, Gen. Tech. Rep. RM-151. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 1987. 14–17.
- 359 Peterson D. Hydrophilic polymers – effects and uses in the landscape. Restoration and – Reclamation Review. 2002, 7S: 16 p.
- 360 Kazanskii K., Dubrovskii S. Chemistry and physics of “agricultural” hydrogels in *Polyelectrolytes hydrogels chromatographic materials*. Springer, 1992, pp. 97–133.
- 361 Zhang Y., Liang X., Yang X., Liu H., Yao J.. An eco-friendly slow-release urea fertilizer based on waste mulberry branches for potential agriculture and horticulture applications. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2014, 2(7): 1871–1878.
- 362 Evans I., Bowman D. C. The effectiveness of hydrogels in container plant production is reduced by fertilizer salts. *Foliage Dig*. 1990, 3: 3–5.
- 363 Ahmadi F., Oveisi Z., Samani S. M., Amoozgar Z.. Chitosan based hydrogels: characteristics and pharmaceutical applications. *Research in pharmaceutical sciences*. 2015, 10(1): 1–16.
- 364 Wang Y. T., Gregg L. L.. Hydrophilic polymers – their response to soil amendments and effect on properties of a soilless potting mix. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1990, 115(6): 943–948.
- 365 Gholamhoseini M., Habibzadeh F., Ataei R., Hemmati P., Ebrahimian E.. Zeolite and hydrogel improve yield of greenhouse cucumber in soil-less medium under water limitation. *Rhizosphere*. 2018, 6: 7–10. Doi: 10.1016/j.rhisph.2018.01.006.
- 366 Kabir S. M. F., Sikdar P. P., Haque B., Bhuiyan M. A. R., Ali A., Islam M. N. Cellulose-based hydrogel materials: Chemistry, properties and their prospective applications. *Progress in Biomaterials*. 2018, 7: 153–174. Doi: 10.1007/s40204-018-0095-0.

-
- 367 Pereira B.D.J., Rodrigues G.A., Santos A.R. Dos Anjos G.L., Dos., Costa F.M. Watermelon initial growth under different hydrogel concentrations and shading conditions. *Revista Caatinga*. 2019, 32: 915–923. doi: [10.1590/1983-21252019v32n407rc](https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n407rc).
- 368 Supare K., Mahanwar P. A. Starch-derived superabsorbent polymers in agriculture applications: an overview. *Polym. Bull.* 2022, 79: 5795–5824. <https://doi.org/10.1007/s00289-021-03842-3>
- 369 Montesano F. F., Parente A., Santamaria P., Sannino A., Serio F. Biodegradable superabsorbent hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015, 4(451): 451–458. Doi:10.1016/j.aaspro.2015.03.052.
- 370 Логінова І. В., Мартинюк О. С. Результати випробування композиційного азоту добрива пролонговеної дії з водо утримуючим ефектом у лабораторному досліді. *Збірник праць ВНАУ, Землеробство*. № 9(49), 2011. С. 25–34.
- 371 Ekebafé L. O., Ogbeifun D. E., Okieimen F. E. Polymer Applications in Agriculture. *Biokemistri* Vol. 23, No. 2, June 30, 2011, pp. 81–89. URL: <http://www.bioline.org.br/pdf?bk11011>.
- 372 Cheruigot G., Sirmah P. Effects of Hydrogels on foil Moisture and Growth of Gajahus Cajan insemi Arid Zone of kongelai. West Pokot County. *Open Journal of Forestry*. 2014. Vol.4, No.1, 34–37. URL: https://file.scirp.org/pdf/OJF_2014010816292131.pdf.
- 373 Akhter I., Mahmood K., Malik A., Mardon M., Igbal M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and Chickpea. *Plant Soil Environ.* 50, 2004 (10): 463–469.
- 374 Javed A. How can use hydrogel for improving water use efficiency of agricultural and horticultural crops under limited irrigation rained conditions. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/post>.
- 375 Barihi R., Panahpour E., Hosseini M., Beni M. Super Absorbent Polymer

-
- (Hydrogel) and its Application in Agriculture. *World of Sciences Journal*. 2013. Vol. 01. Issue 15. P. 223–228.
- 376 Горобець А. М., Мороз Л. В., Смірник В. М., Мостьонова Н. А. Використання суперабсорбента максимарин для покращення вологозабезпечення буряків цукрових. *Цукрові буряки*. 2013. №3. С. 20–22.
- 377 Yang W., Li P., Guo S., Fan B., Song R., Zhang J., Yu J. Compensating effect of fulvic acid and super-absorbent polymer on leaf gas exchange and water use efficiency of maize under moderate water deficit conditions. *Plant Growth Regulation*. 2017, 83: 351–360. Doi: 10.1007/s10725-017-0297-9.
- 378 Oladosu Y., Rafii M. Y., Arolu F., Chukwu S. C., Salisu M. A., Fagbohun I. K., Muftaudeen T. K., Swaray S., Haliru B. S. Superabsorbent Polymer Hydrogels for Sustainable Agriculture: A Review. *Horticulturae*. 2022, 8(7): 605. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070605>
- 379 Cheruiyot G., Sirmah P., Ng'etich W., Mengich E. Effects of hydrogels on soil moisture and growth of *Cajanus cajan* in Semi Arid Zone of Kongelai, West Pokot County. *Open Journal of Forestry*. 2014, 4(1): 34–37. Doi: 10.4236/ojf.2014.41006.
- 380 Khadem S. A., Galavi M., Ramrodi M., Mousavi S. R., Rousta M. J., Moghadam R. P. Effect of animal manure and super absorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under under dry condition. *Australian Journal of Crop Science*. 2010, 4: 642–647.
- 381 Гамаюнова В. В., Туз М. С. Вплив біопрепаратів та вологозберігаючих агрогідрогелів на врожайність та азотфіксуючу здатність сортів гороху. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. 4(68). DOI: 10.31548/dopovidi2017.04.015ю
- 382 Чередніченко В. М. Якість урожаю брокколі та динаміка його отримання при застосуванні вологоутримуючих гранул та мульчуванні ґрунту. *Овочівництво та багтанництво*. 2012. 58: 391–401.

-
- 383 Ulianych O., Kostetska K., Vorobiova N., Shchetyna S., Slobodyanyk G., Shevchuk K. Growth and yield of spinach depending on absorbents' action. *Agronomy Research*. 2020, 18(2): 619–627. [Doi: 10.15159/AR.20.012](https://doi.org/10.15159/AR.20.012)
- 384 Улянич О. І., Діденко І. А., Кухнюк О. В., Прудкий Р. І. Урожайність та якість шпинату та селери залежно від форми гідрогелю. *Збірник наукових праць Уманського НУС. Ч.І. Сільськогосподарські науки*. 2018. 93: 209–221. DOI 10.31395/2415-8240-2018-93-1-209-221ю
- 385 Улянич О. І., Діденко І. А. Продуктивність рослин селери черешкової за різних форм гідрогелю. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва*. 2017. 2: 214–218.
- 386 Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Воробйова Н. В., Діденко І. А., Яценко В. В. 2019 р. Ефективність вирощування розсади селери з використанням гідрогелю. *Овочівництво та багтанництво*. 65: 46–53.
- 387 Улянич О. І., Воробйова Н. В., Наумчук В. М. Урожайність ранньої картоплі залежить від сорту та використання абсорбентів. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2015, 19: 48–55.
- 388 Yatsenko V., Poltoretskyi S., Mostoviak I., Vorobiova N., Lazariev O., Kravchenko V.. The effect of superabsorbent and different rates of the local fertilizer on garlic productivity in the forest-steppe of Ukraine. *Agraarteadus*. 2022. 33(1): 209–221. DOI: 10.15159/jas.22.21.
- 389 Багай Т. Вплив Максимарину на ріст, розвиток і зернову продуктивність кормових бобів в умовах західного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного університету, серія "Агрономія і біологія"*. 2016. 31(2): 165–168.
- 390 Тернавський А. Г., Улянич О. І., Щетина С. В., Слободяник Г. Я., Бондаренко В. А. Вплив водоутримуючих гранул на продуктивність гібридів огірка за шпалерною технологією вирощування рослин в умовах Лісостепу України. *Овочівництво та багтанництво*. 2017. 63: 328–335.
- 391 Тернавський А., Щетина С., Слободяник Г., Кецкало В. Вплив різних видів поглинаючих і мульчуючих матеріалів на продуктивність і якість урожаю

-
- огірків в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*, 2021, 2: 157–165. Doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-157-165.
- 392 Ternavskiy A., Shchetyna S., Slobodianyk H., Ketskalo V., Zabolotnyi O. Influence of various forms of absorbent and mulching materials on the yield of vining cucumber and fruit quality in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022, 25(3): 42–54. [Doi: 10.48077/scihor.25\(3\).2022.42-54](https://doi.org/10.48077/scihor.25(3).2022.42-54)
- 393 Khaini H.A., Hasan N., Rafii M., Sidik N. The growth impact of *Capsicum annuum* crops in hydrogel incorporated media. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. 1155. 012031. 10.1088/1755-1315/1155/1/012031.
- 394 Sayed H. E., Kirkwood R., Graham N. The effects of a hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. *Journal of Experimental Botany*. 1991, 42(7): 891–899.
- 395 El-Hady O., Abo-Sedera S., Basta A., El-Saied H. The role of rice straw-based hydrogels on some soil microorganisms strains. *Bio*. 2011, 1: 78–84.
- 396 Suman A., Verma P., Yadav A. N., Srinivasamurthy R., Singh A., Prasanna R. Development of hydrogel-based bio-inoculant formulations and their impact on plant biometric parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 2016, 5(3): 890–901.
- 397 Чередниченко В. М. Кореляційні залежності етапів органогенезу у рослин капусти броколі за мульчування ґрунту і застосування водоутримуючих гранул в тунельних укриттях з укритим матеріалом агроволокно в Лісостепу України. [Електронний ресурс]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Oib_2011_57_23.
- 398 Паламарчук І. І. Ефективність застосування водоутримувальних гранул АКВOD при вирощування кабачка за мульчування ґрунту в правобережному Лісостепу України [Електронний ресурс] // http://www.nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd.2013_5-6.pdf.
- 399 Лихацький В. У., Чередниченко В. М. Насіннева продуктивність рослин капусти цвітної за застосування водоутримуючих гранул АКВOD в

-
- умовах Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету, Серія агрономія і біологія*. Вип. 9(24), 2011. С. 70–79.
- 400 Tabynbayeva L. K., Kenenbayev S. B., Suleimenova M. S., Tinibayev N. K., Boiko V. S. Impact of absorbing agent on moisture reserves of winter wheat in the conditions of semiprovided dry farm-ing land of the South-East of Kazakhstan. *On Line Journal of Biological Sciences*. 2017, 17(2): 35–39. Doi: 10.3844/ojbsci.2017.35.39.
- 401 Dhiman J., Anupam K., Kumar V., Saruchi. Bio-based Superabsorbent Polymers: An Overview. In: Pradhan S., Mohanty S. (eds) *Bio-based Superabsorbents. Engineering Materials*. Springer, Singapore. 2023. 200 p. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3094-4_1
- 402 Cannazza G., Cataldo, A., De Benedetto E., Demitri C., Madaghiele M., Sannino A.. Experi-mental assessment of the use of a novel superabsorbent polymer (SAP) for the optimization of water consumption in agricultural irrigation process. *Water*. 2014. 6(7): 2056–2069. Doi: 10.3390/w6072056.
- 403 Barihi R., Panahpour E., Beni M. H. M. Super absorbent polymer (Hydrogel) and it is application in agriculture. *World of Sciences Journal*. 2013, 1(15): 223–228.
- 404 Dabhi R, Bhatt N., Bipin P. Super absorbent polymers – an innovative water saving technique for optimizing crop yield. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 2013, 2: 5333–5340.
- 405 Saifuldeen A. S. Effect of water-retaining agent (Sky Gel) on soil physical properities, growth, yield and water use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.) plant. *J. Biol. Chem. Environ. Sci*. 2015, 6(1): 1–14.
- 406 Cherwoo L., Gupta I., Bhatia R. Setia H. Improving agricultural practices: application of polymers in agriculture. *Energ. Ecol. Environ*. 2023, 9,: 25–41 <https://doi.org/10.1007/s40974-023-00295-4>.
- 407 Volkamar K. M., Chang C. Influence of hydrophilic gel polymers on water relations, growth and yield of barley and canola. *Canadian Journal of Plant Science*. 1995, 75(3): 605–611 (doi:10.4141/cjps95-105).

-
- 408 Shahid S. A., Qidwai A. A., Anwar F., Ullah I., Rashid U. Improvement in the water retention characteristics of sandy loam soil using a newly synthesized poly (acrylamide-co-acrylic acid)/ $\text{AlZnFe}_2\text{O}_4$ superabsorbent hydrogel nanocomposite material. *Molecules*. 2012, 17(8): 9397–9412. Doi: 10.3390/molecules17089397.
- 409 Mohammad J., Zohuriaan-Mehr M. J., Kabiri K. Superabsorbent polymer materials: a review. *Iranian Polymer Journal*. 2008, 17(6): 451–477.
- 410 Banedjschafie S., Durner W. Water retention properties of a sandy soil with superabsorbent polymers as affected by aging and water quality. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2015, 178: 798–806. <https://doi.org/10.1002/jpln.201500128>.
- 411 Ginigaddara S., Kodithuwakku A. N. Legumes for energy efficiency in agricultural systems. In book: *Advances in Legumes for Sustainable Intensification* (). 2022, pp.441–460. 10.1016/B978-0-323-85797-0.00019-7.
- 412 Yovchevska P. Synergy between the biological factor and the institutional environment in agriculture. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2021, 27: 237–241.
- 413 Islam Md. A., Sarkar D., Alam Md., et al. Legumes in conservation agriculture: A sustainable approach in rice-based ecology of the Eastern Indo-Gangetic Plain of South Asia – an overview. *Technology in Agronomy*. 2023, 3: 1–17. 10.48130/TIA-2023-0003.
- 414 Chen S., Liu C., Cao G. et al. Effect of salinity on biological nitrogen removal from wastewater and its mechanism. *Environ Sci Pollut Re*. 2024, 31: 24713–24723. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32417-8>
- 415 Chang C. Y., Tanong K., Xu. J., Shon H. Microbial community analysis of an aerobic nitrifying-denitrifying MBR treating ABS resin wastewater. *Bioresour Technol*. 2011, 102: 5337–5344. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.12.045>
- 416 Selamawit A., Girma A. Nitrogen Fixation and Yield of Common Bean Varieties in Response to Shade and Inoculation of Common Bean. *Journal of Plant*

-
- Science and Phytopathology*. 2023, 7: 157–162.
10.29328/journal.jpssp.1001122.
- 417 Yatsenko V., Poltoretskiy S., Yatsenko N., Poltoretska N., Mazur O. Agrobiological assessment of green bean varieties by adaptability, productivity, and nitrogen fixation. *Scientific Horizons*. 2023, 26(7): 79–94. Doi: 10.48077/scihor7.2023.79.
- 418 Hnini M., Aurag J. (). Prevalence, diversity and applications potential of nodules endophytic bacteria: a systematic review. *Frontiers in Microbiology*. 2024, 15. 10.3389/fmicb.2024.1386742.
419. Singh P. et al. Rhizobia: A Potent Tool for Amelioration of Drought Stress in Legumes. In: Aftab, T., Hakeem, K.R. (eds) *Plant Growth Regulators*. Springer, Cham. 2021, pp. 421–439. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61153-8_19.
420. Mishchenko Y., Kovalenko I., Butenko A., et al. Post-Harvest Siderates and Soil Hardness. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022, 23(3): 54–63. Doi:10.12912/27197050/147148.
421. Costa M. P., Chadwick D., Saget S. et al. Representing crop rotations in life cycle assessment: a review of legume LCA studies. *Int J Life Cycle*. 2020, 25: 1942–1956. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01812-x>.
422. Schiffers B. C, Fraselle J., Jaumin L. Comparison d'efficacite contre le *Ditylenchus dipsaci* fil.de 4 traitements nematicides incorpores aux enrobaces de asemenes de feverol (*Vicia faba* L.). *Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*. 1986. V. 50. № 3 a. P. 797–807.
423. Jackson C. A., Couger M. B., Prabhakaran M., Ramachandriya K. D., Canaan P., Fathepure B. Z. Isolation and characterization of *Rhizobium* sp. strain YS-1r that degrades lignin in plant biomass. *J Appl Microbiol*. 2017, Apr., 122(4): 940–952. Doi: 10.1111/jam.13401. Epub 2017 Feb 27. PMID: 28092137.
424. Kage H. Interaction of nitrate uptake and nitrogen fixation in faba beans. *Plant and Soil*. 1995, 176: 189–196. 10.1007/BF00011782.

-
425. Rondon M. A., Lehmann J., Ramírez J. et al. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biol Fertil Soils*. 2007, 43: 699–708. <https://doi.org/10.1007/s00374-006-0152-z>.
426. Sprent J. I. Knobs, knots and nodules the renaissance in legume symbiosis research. *New Phytol*. 2002. V. 153, № 1. P. 2–9.
- 427 Antoun H., Prevost D. Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. In: Siddiqui ZA (Ed.), *PGPR: Biocontrol and fertilization*. Springer, Dordrecht, 2005, pp. 1–38.
- 428 Imaizumi-Anraku H., Takeda N., Charpentier M., et al. Plastid proteins crucial for symbiotic fungal and bacterial entry into plant roots. *Nature*. 2005, 433: 527–531.
- 429 Jacobsen E., Feenstra W. J. A new pea mutant with efficient nodulation in the presence of nitrate. *Plant Sci. Lett*. 1984, 33: 337–344.
- 430 Singh A. K., Bhatt B. P. Faba Bean (*Vicia faba* L.): A potential leguminous crop of India. *RC for ER, Patna*. 2012. P. 518.
- 431 Knaak C., Roskothen P., Robbelen G. Symbiotic efficiency of *Vicia faba* genotypes after field inoculation with different strains of *Rhizobium leguminosarum* preselected in greenhouse tests. *J. Plant Physiol*. 1993, 141: 49–53.
- 432 Heyland K., Puht T. Ubur die Bedeutung der Art der Stickstoff Ernährung der Ackerbohne. *Bodenkultur*. 1986. V. 37. № 3. P. 231–243.
- 433 Hardarson G., Zapata F., Danso, S. K. A. Effect of plant genotype and nitrogen fertilizer on symbiotic nitrogen fixation by soybean cultivars. *Plant Soil*. 1984, 82: 397–405. <https://doi.org/10.1007/BF02184277>.
- 434 Solanki I., Yadav S. S., Bahl P. N. Varietal Adaptation, Participatory Breeding and Plant Type. In: Yadav, S. S., McNeil, D. L., Stevenson, P. C. (eds) *Lentil*. Springer, Dordrecht. 2007, pp. 255–274. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6313-8_16

-
- 435 Mohamed N. E. M. Genotype by environment interactions for grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2013. T. 7. №. 5. P. 150–157.
- 436 Kumar R., Sharma S. K., Luthra O. P., Sharma S. Phenotypic stability of lentil genotypes under different environments. *Annals of Biology*. 2005, 21(2): 155–158.
- 437 Miller P. R., McDonald C. L., Derksen D. A., Waddington, J. The adaptation of seven broadleaf crops to the dry semiarid prairie. *Canadian Journal of Plant Science*. 2001, 81(1): 29–43.
- 438 Sinha S. K. Food legumes: distribution, adaptability and biology of yield. *FAO Plant Production and Protection Paper*. 1977. No. 3, p. 124.
- 439 Kang M. S. Breeding: Genotype-by-environment interaction. *Encyclopedia of plant and crop science*. 2004. P. 218–221.
- 440 Malosetti M. The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. *Frontiers in physiology*. 2013. B. 4. P. 44.
- 441 Bornhofen E. Statistical methods to study adaptability and stability of wheat genotypes. *Bragantia*. 2017. B. 76. P. 1–10.
- 442 Osei M. K., Annor B., Adjebeng-Danquah J. Genotype× Environment interaction: a prerequisite for tomato variety development. *Recent Advances in Tomato Breeding and Production*. – Intech Open, 2018. 112.
- 443 Plomin R., DeFries J. C., Loehlin J. C. Genotype-environment interaction and correlation in the analysis of human behavior. *Psychological bulletin*. 1977. B. 84. №. 2. P. 309.
- 444 Williams R. M., O'Brien L., Eagles H. A. The influences of genotype, environment, and genotype×environment interaction on wheat quality. *Australian journal of agricultural research*. 2008. B. 59. №. 2. P. 95–111.
- 445 Yan W., Hunt L. A. Interpretation of genotype× environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Science*. 2001. B. 41. №. 1. P. 19–25.

-
- 446 Waddington C. H. *Principles of Development and Differentiation*. New York: Macmillan Company, 1966. 115 p.
- 447 Campbell B. T., Jones M. A. Assessment of genotype \times environment interactions for yield and fiber quality in cotton performance trials. *Euphytica*, 2005.144: 69–78.
- 448 De la Vega A. J., De Lacy I. H., Chapman S. C. Changes in agronomic traits of sunflower hybrids over 20 years of breeding in central Argentina. *Field Crop Res.* 2007, 100: 73-81.
- 449 Margueron R., Trojer P., Reinberg D. The key to development: interpreting the histone code? *Current opinion in genetics & development*. 2005. B. 15. №. 2. P. 163–176.
- 450 Maksimovic I., David Y. Non-enzymatic covalent modifications as a new chapter in the histone code. *Trends in Biochemical Sciences*. 2021. B.46. №. 9. P.718–730.
- 451 Pearson K. *The Grammar of Science*. 1892. 493 p.
- 452 Spearman C. "General Intelligence" Objectively Determined and Measured". *The American Journal of Psychology*. 1904. V.15 (2). P. 201–292.
- 453 Fisher R. A. *Statistical Methods for Research Worker*. Edinburg: Oliver and Boid, 1925. P. 145.
- 454 Freeman G. H. *Statistical methods for the analysis of genotypeenvironment interactions*. *Heredity*. 1973. B. 31. №. 3. P. 339–354.
- 455 Malosetti M., Ribaut J. M., van Eeuwijk F. A. The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. *Frontiers in physiology*. 2013. B. 4. P. 44.
- 456 Norden A. J., Gorbett D. W., Knauff D. A., Martin F. G. Genotype \times environment interaction in peanut multiline population. *Crop Sci.* 1986. 26: 46–48.
- 457 Simmonds N. W. Variability in crop plants, its use and conservation. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 1962. 37. P. 422–465.

-
- 458 Annicchiarico P. Genotype x environment interactions: challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. *Food & Agriculture Org.*, 2002. №. 174. 120 p.
- 459 Малиновський А. К., Білонога В. М. Адаптаційно-компенсаторні механізми підтримки життєздатності популяцій. *Наукові записки державного природознавчого музею*. 2012. 28. 51–62.
- 460 Tigerstedt P. Adaptation in Plant Breeding: *Selected Papers from the XIV EUCARPIA Congress on Adaptation in Plant Breeding held at Jyväskylä, Sweden from July 31 to August 4, 1995*. 1997. 10.1007/978-94-015-8806-5.
- 461 Chapman S., Chakraborty S., Dreccer M., Howden S. Plant adaptation to climate change – opportunities and needs in breeding. *Crop and Pasture Science*. 2012. 63. 251. 10.1071/CP11303.
- 462 . Grime J. P. *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester, N. Y.: Wiley, 1979. 371 p.
- 463 Harper J. L. *Population biology of plants*. London: Academic Press, 1977. 892 p.
- 464 Werpachowski C. Reproductive strategies of *Caltha palustris* L. under various living conditions. *Acta Soc. Bot. Pol.* 1989. 58 (3). P. 423–438.
- 465 Falinska K. *Przewodnik do badań biologii populacji roślin*. Warszawa: Wyd-wo Nauk. PWN, 2000. 587 s.
- 466 Bijma, P. The quantitative genetics of indirect genetic effects: A selective review of modelling issues. *Heredity*. 2014, 112: 61–69.
- 467 Charlesworth D. Evolution of plant breeding systems. *Current Biology*. 2006, 16: 726–735.
- 468 Allard R. W., Bradshaw A. D. Implication of genotype–environmental interaction in applied plant breeding. *Crop Science*. 1964. Vol.5. P. 503–506.
- 469 Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
- 470 Nicotra A. B., Atkin O. K., Bonser S. P. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends in plant science*. 2010. B. 15. №. 12. P. 684–692.

-
- 471 Walton P. D. Spring wheat variety trials in the Prairie Provinces. *Can. J. Plant Sci.* 1968. Vol. 48. P. 601–609.
- 472 Tollenaar M., Lee E. A. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field crops research.* 2002. B. 75. №. 2–3. P. 161–169.
- 473 Lemer I. M. *Genetic Homeostasis.* 1954. 134 p.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МЕТОДОЛОГІЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологія досліджень мала системний та комплексний підхід у вивченні методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур у продовольчих і селекційно-насінницьких цілях, шляхом використання адаптивних і біологізованих елементів технологій вирощування овочевих культур (підбір і районування сортів, краплинне зрошення, мінеральне живлення, застосування біологічно активних речовин, біопрепаратів й абсорбентів), і вивченні реакції рослин (ріст, розвиток, продуктивність посівів і якість одержаної продукції) на техногенні чинники. У теоретичному аспекті у дослідженнях використовували методи діалектичного пізнання процесів і явищ, монографічний; емпіричний; порівняльного аналізу, абстрактно-логічний, у практичному аспекті – органолептичний, біометричний, фізіологічний, ваговий, біохімічний, математичний і статистичний методи (рис. 2.1).

Дослідження з обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю в умовах Лісостепу України проводилися у навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва на дослідних ділянках кафедри овочівництва та кафедри рослинництва з географічними координатами за Грінвічем 48° 46' північної широти, 30° 14' східної довготи і висотою над рівнем моря 245 м.

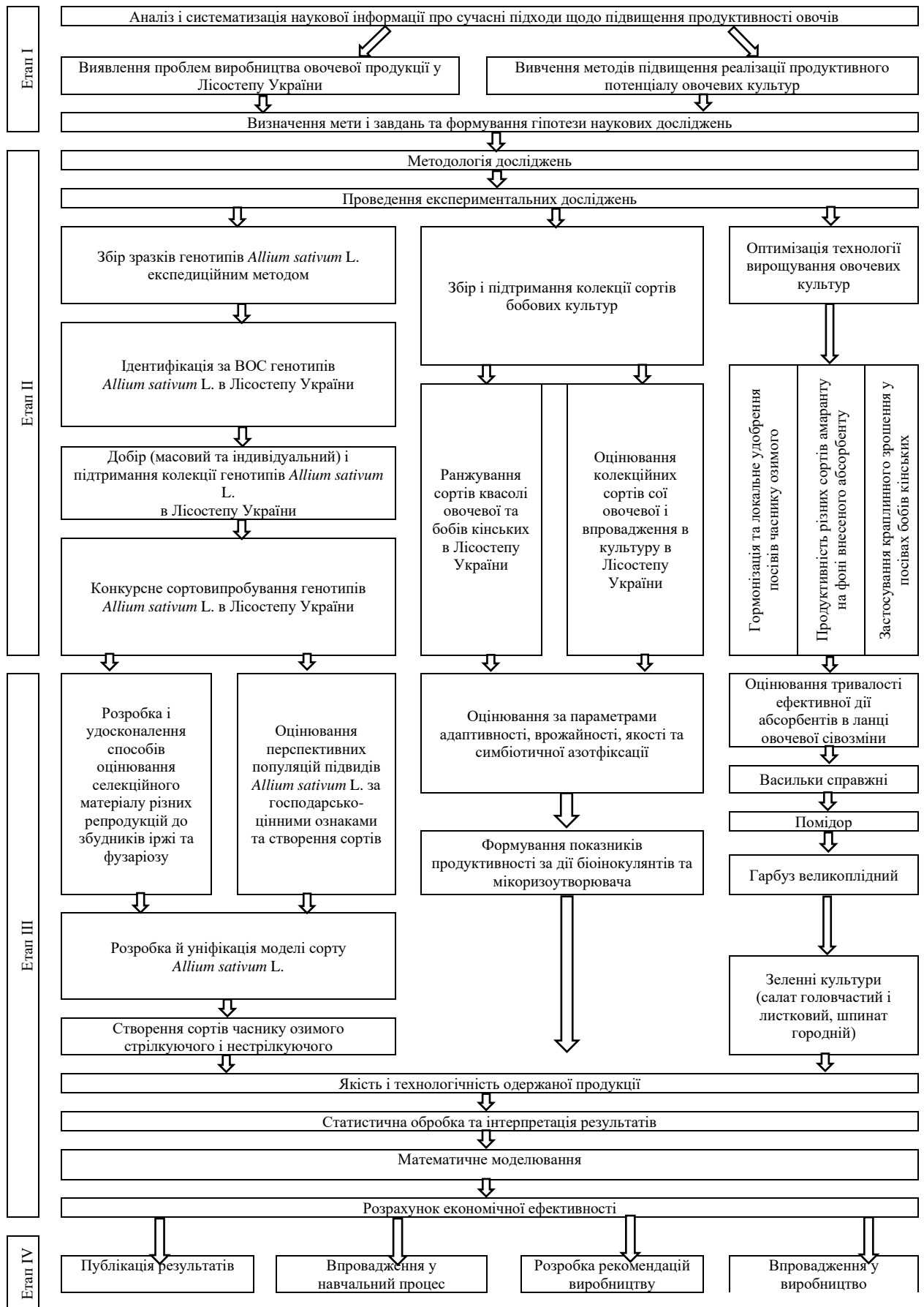


Рис. 2.1. Алгоритм реалізації програми досліджень

2.1. Ґрунтові умови проведення досліджень

Рельєф дослідного поля являє собою рівне плато з пологими (1–2°) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Ґрунтові води залягають на глибині 22–24 м. За кількістю опадів район характеризується періодичними посухами і відноситься до зони нестійкого зволоження, проте нестачу вологи компенсували краплинним зрошенням й абсорбентами.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений [1] мало гумусний важкосуглинковий на карбонатному лесі.

Основні фізичні та гідрологічні властивості ґрунту дослідного поля Уманського НУС визначали за методами, описаними А. П. Лісовалом [2], а результати наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні показники ґрунту дослідного поля

Глибина шару ґрунту, см	Густина твердої фази ґрунту, г/см ³	Щільність ґрунту, г/см ³	Вологість стійкого в'янення, %		Найменша вологоємність, %			
середнє за 2017–2024 рр.								
0–20	2,63	1,24	10,6		30,1			
20–40	2,70	1,27	10,6		26,8			
40–60	2,57	1,24	12,5		25,8			
60–80	2,63	1,23	12,4		25,3			
80–100	2,66	1,24	12,5		25,2			
Показник	Фактичне значення							
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Гумус, %	1,83	2,00	2,02	2,07	2,09	1,90	2,05	2,04
pH	6,44	6,12	6,33	6,28	5,91	6,10	6,41	6,42
ЕСе, $\mu\text{S}/\text{cm}$	24,20	24,61	23,12	23,96	23,52	24,52	24,20	23,0
P ₂ O ₅ , мг/кг	97,47	108,11	116,40	107,07	98,24	100,69	102,80	104,10
K ₂ O, мг/кг	130,11	109,16	132,02	128,90	116,94	123,15	119,55	112,1
NO ₃ N, мг/кг	84,27	92,51	70,43	61,74	61,55	68,71	61,48	76,40

Чорнозем опідзолений відзначається глибоким заляганням карбонатів (115–120 см) і невисоким умістом в орному шарі гумусу. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами знаходиться в межах 91,0–91,8 %, реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН 5,91–6,44), гідролітична кислотність 2,46 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомих форм фосфору і калію (за Чириковим) – 97,47–132,02 мг/кг ґрунту, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 61,48–92,51 мг/кг ґрунту.

2.2. Кліматичні умови періоду досліджень

У 2016–2017 сільськогосподарському році спостерігалось значне підвищення температури та нестача опадів, особливо влітку. Середньорічна температура становила 9,0 °С, що на 1,6 °С вище за середнє значення. У холодний період (грудень–березень) температура була вищою на 2,4 °С, а в теплий період (квітень–вересень) – на 12,2 °С. Сума опадів становила 524,2 мм, що на 108,8 мм менше за норму. Цей дефіцит опадів, особливо влітку, суттєво обмежував ріст і розвиток овочевих культур.

Характерною особливістю 2017–18 сільськогосподарського року був підвищений рівень температури, але при цьому опадів було достатньо. Середньорічна температура склала 9,7 °С, що на 2,3 °С перевищувало середньорічне значення. У холодний період (грудень–березень) температура була вищою на 5,9 °С, а в теплий період (квітень–вересень) – на 18,7 °С. Сума опадів становила 680,6 мм, що було на 47,6 мм більше ніж зазвичай. Ці умови створили сприятливий фон для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Характерною особливістю 2018–19 сільськогосподарського року була висока температура та значний дефіцит опадів особливо у літній і осінній

періоди. Середньорічна температура становила 9,6 °С, що перевищувало середньорічне значення на 2,2 °С. У холодний період (грудень–березень) температура була вищою на 10,2 °С, а в теплий період (квітень–вересень) – на 14,8 °С. Сумарні опади склали 420,8 мм, що менше середньорічної норми на 212,2 мм. Цей тривалий дефіцит опадів, особливо влітку, значно обмежував ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Аналіз наведених даних щодо температури повітря та кількості атмосферних опадів за період досліджень в загальному характеризувався як сприятливий для росту овочевих культур.

Характерною особливістю 2019–20 сільськогосподарського року був підвищений температурний фон, недостатня кількість опадів у літній і осінній періоди. Середня температура повітря сільськогосподарського року склала 10,8 °С, тобто була на 3,4 °С вище середньобагаторічної. Тривалий літній дефіцит опадів був обмежувальним чинником для росту й розвитку сільськогосподарських культур. Характерною особливістю 2020–21 сільськогосподарського року був сприятливий температурний фон, і достатня кількість опадів. Середня температура повітря сільськогосподарського року склала 9,2 °С, тобто була лише на 0,4 °С вище середньобагаторічної. При цьому, в холодний період (грудень–березень) сумарне перевищення температури склало 1,4 °С, а за теплий період (квітень–вересень) сумарне зменшення на 1,9 °С. Сумарна кількість опадів за рік склала 655,7 мм, що на 69 мм перевищило середньобагаторічну позначку. Погодні умови 2021–22 сільськогосподарського року характеризувалися істотно нижчим рівнем опадів відносно попередніх років і середньобагаторічних даних, а температурний режим був близьким до середньобагаторічних даних (рисунки 2.2, 2.3, 2.4, 2.5).

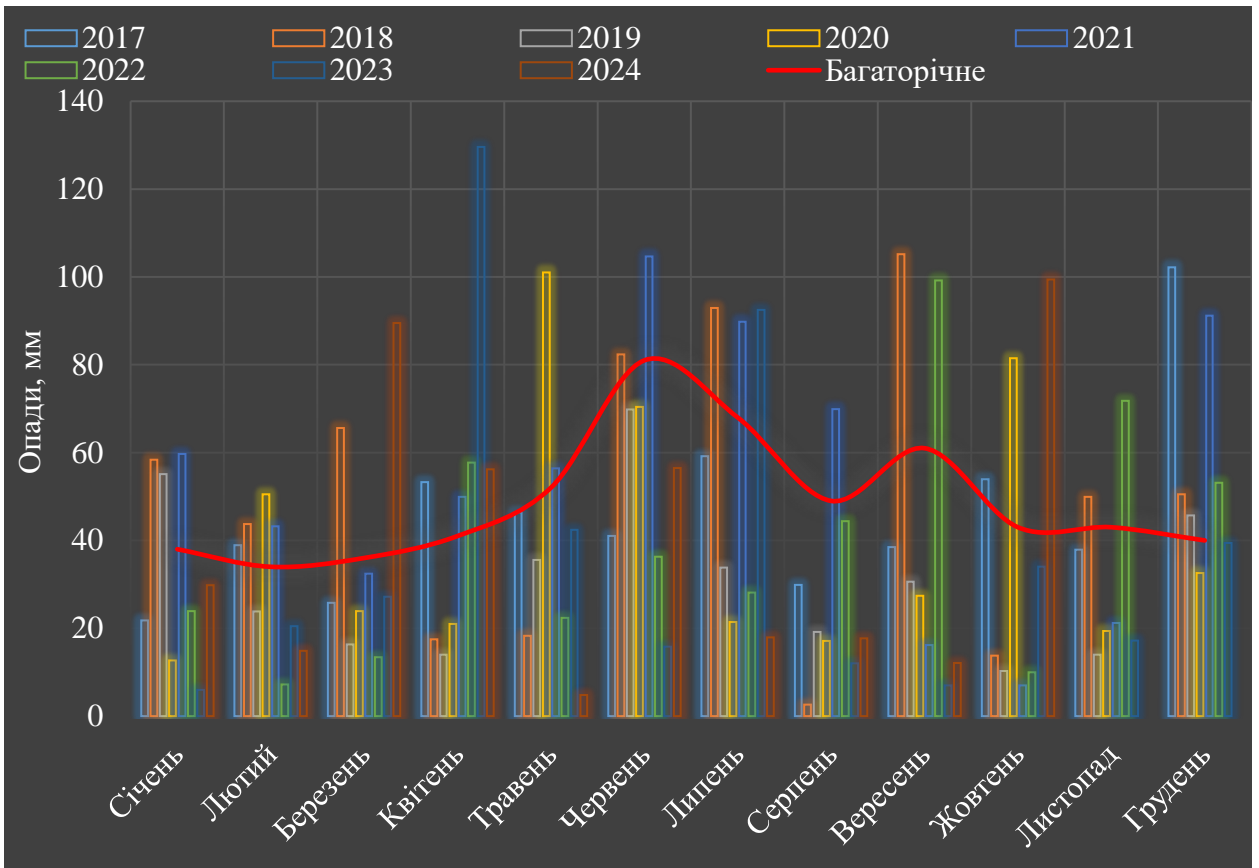


Рис. 2.2 Сума опадів, мм (2017–2024 рр.)

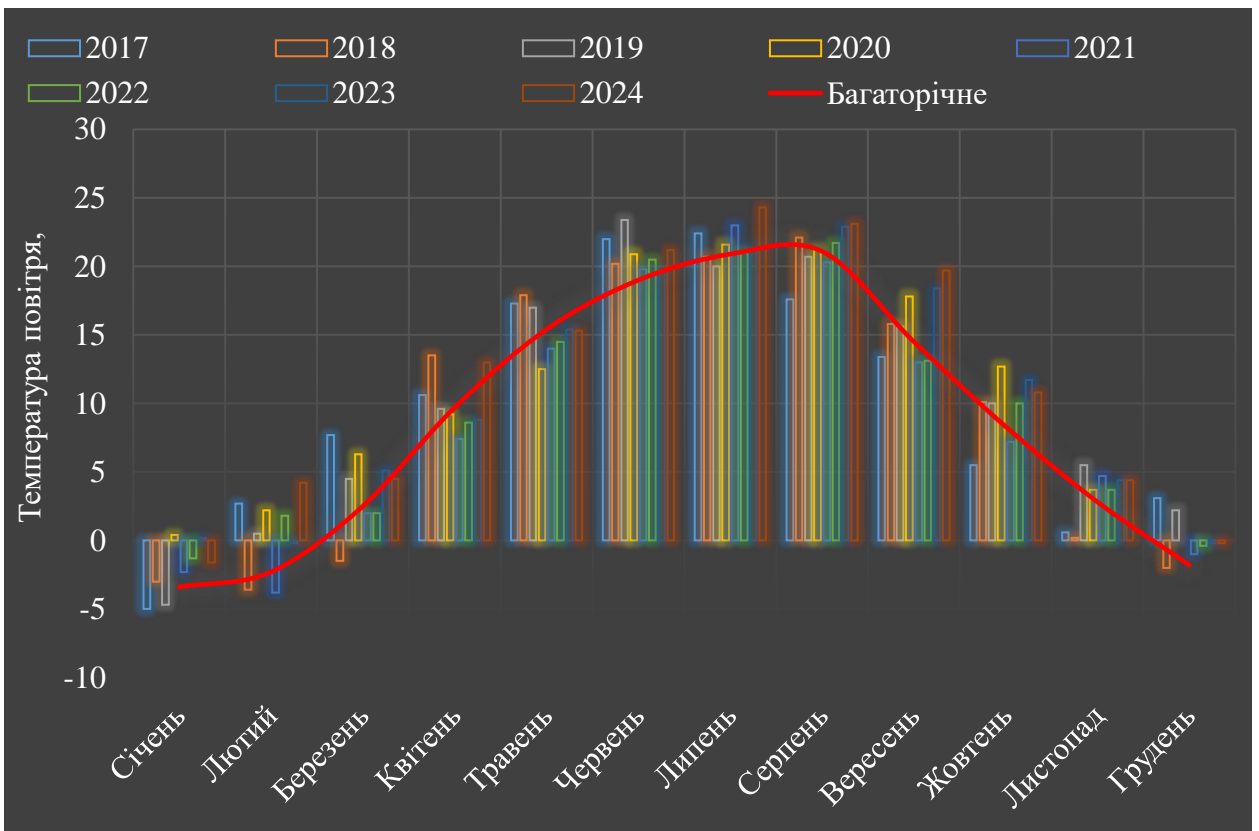


Рис. 2.3 Середня температура повітря, °C (2017–2024 рр.)

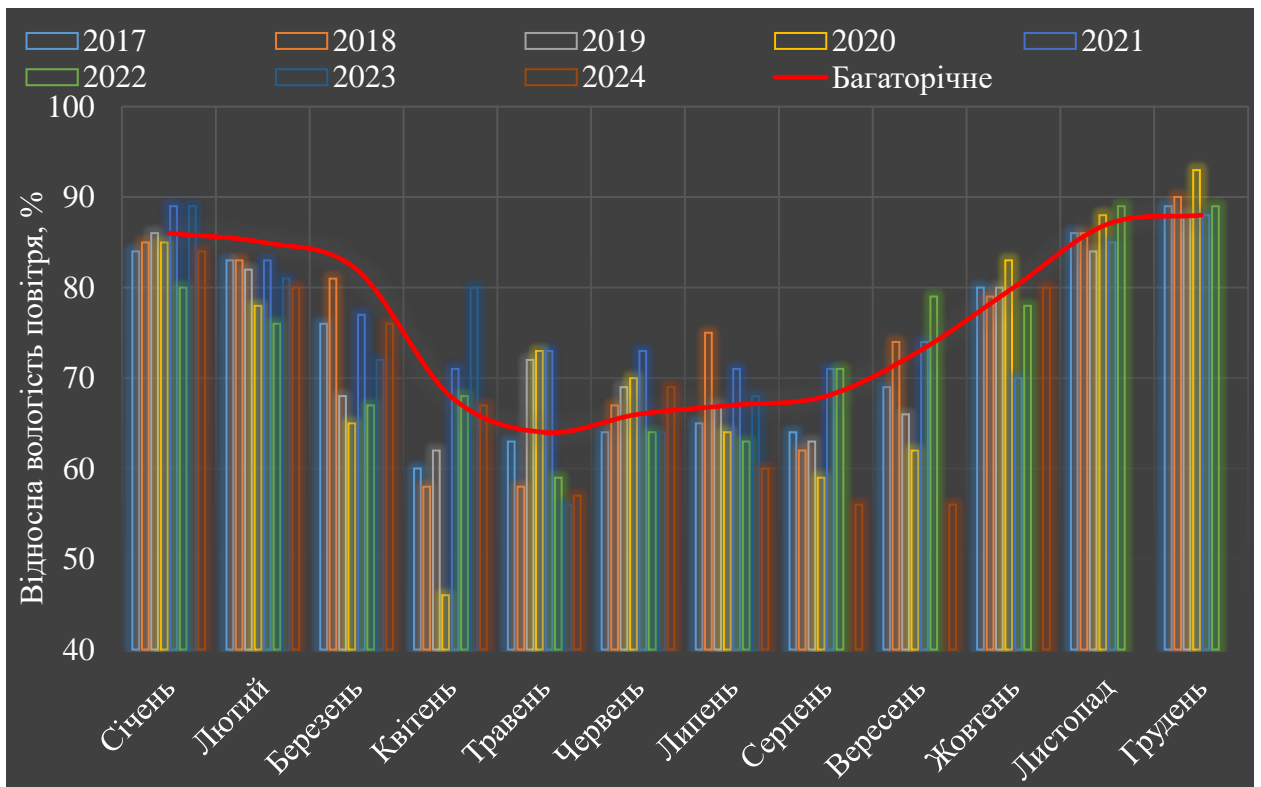
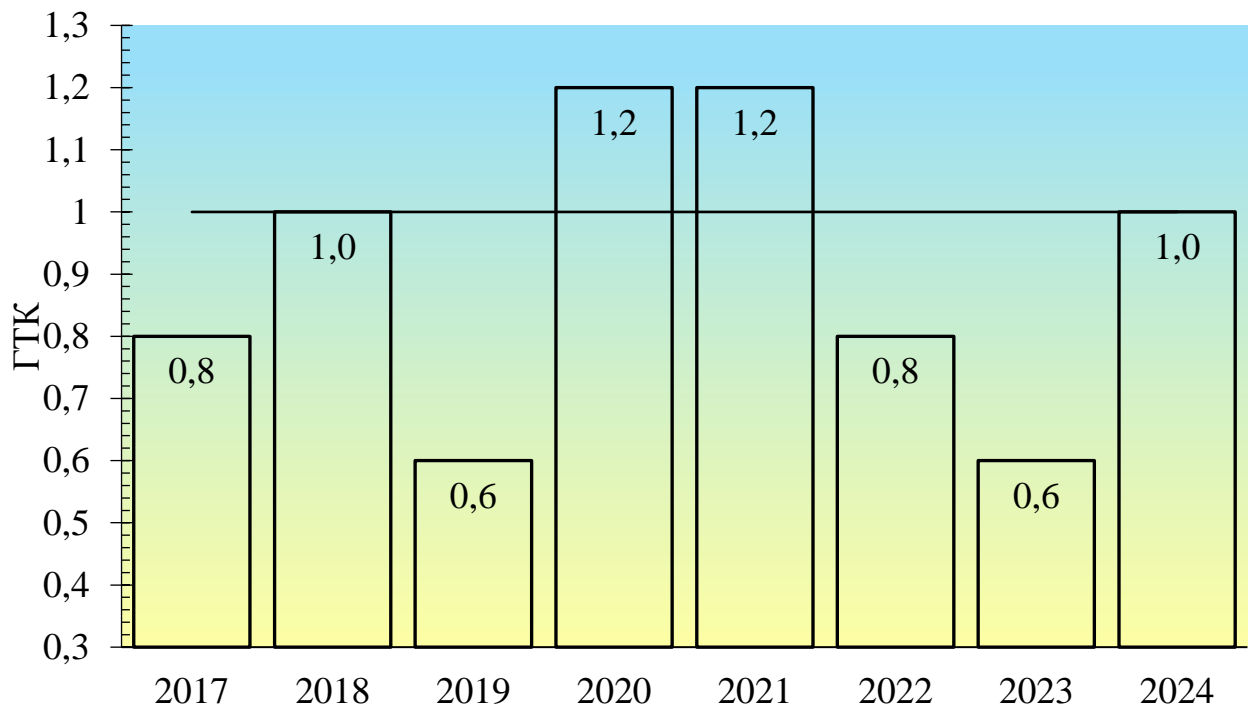


Рис. 2.4 Відносна вологість повітря, % (2017–2024 рр.)



□ За період із середньодобовою температурою повітря $\geq 10^\circ$

Рис. 2.5 Гідротермічний коефіцієнт за період досліджень, (2017–2024 рр.)

Погодні умови 2022, 2023 і 2024 років за період вегетації характеризувалися істотно меншою кількістю опадів та помітно вищим температурним режимом відносно багаторічних даних, зокрема липень 2022 р, червень 2023 р і травень та липень 2024 р.

У цілому погодні умови істотно впливали на формування продуктивності овочевих культур. Вегетаційний період 2020 року був досить сприятливим для росту і розвитку овочевих рослин, оскільки мав достатню кількість опадів та відповідно достатню кількість запасів продуктивної вологи у ґрунті, що створювало оптимальні умови від схожості насіння до початку наливання бобів (для бобових культур). Так, період вегетації рослин за 2021 рік характеризувався, як найбільш сприятливий за рахунок великої кількості опадів, особливо у фазу цвітіння–наливу бобів. Період вегетації 2022 року характеризувався, як несприятливий для росту і розвитку бобових овочів за рахунок тривалих посух і недостатньої кількості опадів у критичні періоди та фазу наливу бобів, відповідно відзначали явище абортзації бобів.

Перебіг агрометеорологічних чинників за роки досліджень створював відповідні умови для росту, розвитку і формування врожайності досліджуваних овочевих культур. Аналіз типовості погодних умов за період вегетації (березень-серпень) за **сумою опадів** та коефіцієнтом суттєвості відхилень (C_{sd}) показав, що більшість місяців були близькими до середніх багаторічних даних, а саме березень 2020, 2021, 2023, квітень 2019, 2020, 2021, 2022, 2024 рр., травень 2019, 2021, 2023 рр., червень 2019, 2020, 2021, 2024 рр., липень 2021 і 2023 рр., серпень 2021, 2022, 2023 рр. До умов, які істотно відрізнялися від багаторічних даних, можна віднести березень 2019 і 2022 рр., травень 2020, 2022 і 2024 рр., червень 2022 р, липень 2020, 2022 і 2024 рр. та

серпень 2020 р. Екстремальними за кількістю опадів характеризувалися березень 2024 та квітень і червень 2023 рр.

Аналіз типовості погодних умов за період вегетації (березень-серпень) за **температурою повітря** та коефіцієнтом суттєвості відхилень (C_{sd}) показав, що більшість місяців були близькими до середніх багаторічних даних, а саме березень 2019, 2021, 2022, 2023, 2024 рр., квітень 2019, 2020, 2022, 2023 рр., травень 2019, 2021, 2022, 2023, 2024 рр., червень 2021, 2023 рр., липень 2019, 2020, 2022, 2023 рр., серпень 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 рр. До умов, які істотно відрізнялися від багаторічних даних, можна віднести березень 2020 р, квітень 2021 і 2024 рр., травень 2020 р, червень 2020, 2022 і 2024 рр. Екстремальними за температурою повітря характеризувалися червень 2019 та липень 2021 і 2024 рр.

Погодні умови вегетаційних періодів 2017–2024 рр. за основними метеорологічними показниками відрізнялися, тому ефективність досліджених заходів оцінено об'єктивно, а отримані дані були достовірними (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Коефіцієнти суттєвості (C_{sd}) відхилень кількості опадів та температури повітря від середніх багаторічних
(2017-2024)**

Місяць	Опади								Температура повітря							
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
I	-0,8	0,8	0,8	-1,2	1,0	-0,7	-1,5	-0,4	-1,6	-1,5	-0,6	1,9	0,5	1,0	1,8	1,0
II	0	0,2	-0,7	1,1	0,6	-1,9	-0,9	-1,3	-1,3	-1,5	1,1	1,8	-0,6	1,7	0,8	2,4
III	-0,5	1,0	-1,2	-0,8	-0,2	-1,4	-0,5	2,1	-1,1	-1,5	0,7	1,3	-0,2	-0,2	0,9	0,7
IV	0,6	-0,8	-0,7	-0,5	0,2	0,5	2,4	0,4	-1,0	-0,9	-0,1	-0,3	-1,3	-0,6	-0,5	1,6
V	0,3	-0,7	-0,6	1,9	0,2	-1,2	-0,4	-1,7	-0,8	-0,7	0,9	-1,6	-0,8	-0,5	0	-0,1
VI	0,1	1,6	-0,4	-0,4	0,8	-1,6	-2,3	-0,9	-0,6	-0,7	3,5	1,5	0,6	1,2	0,5	1,9
VII	0,8	2,0	-1,1	-1,6	0,7	-1,3	0,8	-1,6	-0,6	-0,6	-1	0,7	2,2	0,1	0,4	2,6
VIII	-0,3	-1,3	-1,4	-1,5	1,0	-0,2	0,1		-0,8	-0,6	-0,3	0,1	-0,6	0,4	0	
IX	0	2,5	-0,9	-1,0	-1,3	1,2	-0,6		-0,9	-0,8	0,6	1,8	-0,8	-0,8	1,3	
X	0,6	-0,9	-1,2	1,5	-1,4	-1,3	-0,8		-1,2	-1,0	0,7	1,8	-0,4	0,7	1,9	
XI	0	0,4	-1,5	-1,2	-1,1	1,5	-1,3		-1,4	-1,4	1,4	0,5	1,0	0,5	0,8	
XII	2,4	0,5	0,2	-0,3	2,1	0,5	0		-1,3	-1,5	2,4	1,1	0,5	0,8	1,0	

2.3. Схеми дослідів.

БЛОК 1

АДАПТИВНА СЕЛЕКЦІЯ, БІОРЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЧАСНИКУ ДЛЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ І СЕЛЕКЦІЙНО- НАСІННИЦЬКИХ ЦІЛЕЙ

Дослід 1. Адаптивно-продуктивний потенціал сортів і колекційних зразків часнику озимого і ярого.

Дослідження проводили у польових умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва (м. Умань) впродовж 2018–2022 рр. з ярими формами часнику та 2020–2022 рр. з озимими стрілкуючими та нестрілкуючими підвидами.

Для дослідження використовували селекційні й місцеві форми часнику озимого стрілкуючого: Софіївський, Прометей st, Любаша, Хандо, Харківський фіолетовий, А.s.25/16 і А.s.40/16; місцеві форми часнику озимого нестрілкуючого: А.s.19/16, А.s.27/16, А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.44/17 з Черкаської обл., А.s.14/16 з Тернопільської обл., А.s.1/16 з Іспанії та А.s.35/16 з Азербайджану та місцеві форми часнику ярого А.s.14/16, А.s.33/16, А.s.43/17, А.s.44/17, А.s.51/17, А.s.53/17, А.s.54/17, А.s.52/17 з Кіровоградської обл., А.s.55/17 і А.s.56/17 з Вінницької обл., А.s.57/17 з Китаю, які були відібрані експедиційним методом, при обстеженні посівів «місцевих сортів» у селянських господарствах різних регіонів України, Європи та Азії (табл. 2.3).

Для озимого стрілкуючого підвиду за стандарт (st) взято сорт Прометей оскільки він є одним з найпоширеніших сортів у виробництві та широко апробований; для озимого нестрілкуючого за стандарт (st) взято сорт Глорія. Ярі підвиди порівнювали до умовного стандарту [3], оскільки відповідних апробованих сортів в Україні немає.

Варіанти дослідів розміщували системним методом, площа дослідної ділянки – 10 м², сорт-стандарт розташовували через кожні 10 варіантів

(зразків). Схема висаджування – *Allium sativum* L subsp. *Sagittatum* та *Allium sativum* L subsp. *Vulgare* (озимий) – 45×6 см (370370 шт.росл./га), *Allium sativum* L subsp. *Vulgare* (ярий) – 45×5 см (444444 шт.росл./га). Попередник – картопля. Посадковий матеріал – I–II-ї репродукцій.

Базова колекція налічувала 98 зразків, з яких за допомогою ВОС ідентифіковано 58 та виділено 19 (з виключенням сортів). Згідно результатів експертизи ідентифіковані зразки відповідали умові відмінності, однорідності і стабільності, а решта 40 – не відповідали цим вимогам.

Таблиця 2.3

Історія походження досліджуваних сортів і форм часнику та наявність їх у Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні

№ з/п	Сорт / зразок	Країна походження	Історія сорту
<i>Allium sativum</i> L subsp. <i>Sagittatum</i>			
1	Софіївський	Україна	Створений методом клонового добору з місцевої форми. Автор В. І. Лихацький. Внесений до Державного реєстру у 1985 р., виключений у 2022 р.
2	Прометей st		Створений методом клонового добору з інтродукованої форми. Автор В. І. Лихацький. Внесений до Державного Реєстру у 1996 р., виключений у 2022 р.
3	Любаша		Створений методом індивідуального клонового добору. Автор І. Захаренко. Внесений до Державного Реєстру у 2008 р.
4	Хандо		Створений у компанії «Best Garlic» у 2016 році. До Реєстру не вносився.
5	Харківський фіолетовий		Створений в Інституті овочівництва і баштанництва НААН України, методом багаторазового клонового добору з місцевих форм Харківської області. Внесений до Державного Реєстру у 1990 р., виключений у 2022 р.

6	Джованна	Україна	Створений методом індивідуального клонового добору з сортозразка А.s.6/16. Автор сорту В. В. Яценко. Внесений до Державного Реєстру у 2022 р. (Рис. 2.8).
7	Аполлон		Створений методом індивідуального клонового добору зі сортозразка А.s.13/16. Автори сорту В. В. Яценко, О. І. Улянич. Внесений до Державного Реєстру 2022 р. (Рис. 2.7).
8	А.s.5/16		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Кіровоградській обл., Новоархангельський район (нині Голованівський р-н.)
9	А.s.25/16		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Вінницькій обл., Тростянецький р-н.
10	А.s.40/16		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
<i>Allium sativum</i> L subsp. <i>Vulgare</i> (озимий)			
11	А.s.1/16	Іспанія	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у селянському господарстві на північному сході Іспанії у Каталонії.
12	Глорія	Україна	Дворучка. Створений методом індивідуального клонового добору з сортозразка А.s.14/16. Автор сорту В. В. Яценко, внесений до Державного Реєстру у 2023 р. Відібраний у Тернопільській обл., Збаразький р-н. (Рис. 2.6).
13	А.s.16/16	Франція	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у селянському господарстві на Півдні Франції у регіоні Кадур.
14	А.s.19/16	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.

15	A.s.27/16	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
16	A.s.33/16		Дворучка. Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
17	A.s.35/16	Азербайджан	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у селянському господарстві на Півночі Азербайджану в Агстафинському районі.
18	A.s.40/16	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
19	A.s.43/17		Дворучка. Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
20	A.s.44/17		Дворучка. Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
<i>Allium sativum</i> L. subsp. <i>Vulgare</i> (ярий)			
21	A.s.51/17	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
22	A.s.52/17		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Кіровоградській обл., Новоархангельський район (нині Голованівський р-н.)
23	A.s.53/17		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
24	A.s.54/17		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Черкаській обл., Уманський р-н.
25	A.s.55/17		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Вінницькій обл., Вінницький р-н.

26	A.s.56/17	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у Вінницькій обл., Вінницький р-н.
27	A.s.57/17	Китай	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібраний у селянському господарстві у провінції Цзиньсян.

Схема створення сортів часнику озимого Аполлон, Джованна та Глорія за індивідуального клонового добору. З вихідного матеріалу у період вегетації добирали рослини по раніше наміченій одній або кількома ознаками. Виділяли і вивчали найбільш цінні місцеві форми, а потім залучали як можна більше різноманіття форм і сортів шляхом збору і вивчення колекцій генетичного банку з метою виділення з цього різноманіття найбільш цінних форм часнику. Аналіз схем селекційного процесу показав, що на створення нового генотипу витрачається 6–10 років (схема 1).

Схема 1 Схема селекційного процесу часнику озимого

Роки	Розсадники
I-III рік	Розсадник вихідного матеріалу часнику звичайного і добір клонів
IV рік	Розсадник клонів та розмноження
V-VI рік	Розсадник контрольний та розмноження
VII- IX роки	Розсадник конкурсного випробування кращих клонів та розмноження
X рік	Розсадник розмноження еліти.

Дослід 2. Селекційно-імунологічне оцінювання сортів часнику.

Упродовж 2017–2022 рр. у ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України на дослідному полі НВВ Уманського НУС проведено дослідження з вивчення зміни продукційних процесів та стійкості селекційних форм часнику озимого залежно від сорту і репродукції.

Для досліджень впливу репродукцій (I (однозубка), II, III, IV і V репродукції) на продуктивність і стійкість використовували сорти часнику озимого Софіївський (Standart), Прометей, Любаша.

Для виявлення стійкості перспективних колекційних зразків у порівнянні з селекційними сортами часнику озимого (Софіївський, Прометей, Любаша, Харківський фіолетовий), використовували стрілкуючі зразки за номерами: А.s.5/16, А.s.6/16 (сорт Джованна) і А.s.13/16 (сорт Аполлон), А.s.25/16, А.s.40/16 та нестрілкуючі зразки А.s.1/16, А.s.16/16.

Загальна площа дослідів 1000 м², ділянки 12 м², облікова 10 м². Ділянки розташовували системно. Усі вимірювання й аналізи проводили на 100 типових рослинах.

Попередник – картопля. Часник озимий висаджували на початку другої декади жовтня за рядковою схемою 45×6 см.

БЛОК 2

ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ СКЛАДОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ БОБОВИХ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ І СЕЛЕКЦІЙНО-НАСІННИЦЬКИХ ЦІЛЕЙ

Дослід 3. Адаптивно-продуктивний потенціал сортів бобів кінських (*Vicia faba* L. var. *minor*).

Дослідження з вивчення адаптивно-продуктивного потенціалу бобів кінських виконано за схемою, до якої ввійшло дев'ять сортів бобів кінських:

Карадаг, Українські слобідські, Бахус (внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні), Віндзорські, Кармазін, Зелені низинні, Свитязь, Б'янка, Екстра Грано Віолетто. За стандарт (st) взято сорт Карадаг, оскільки на момент досліджень, він був найбільш апробованим. Технологія вирощування була загальноприйнятою для умов Лісостепу.

Посів сортів виконано системним методом. Площа дослідної ділянки 10 м². Посів насіння виконано у другій декаді квітня за схемою 45×10 см (222000 шт./га). Попередник – столові коренеплоди (буряк столовий, морква). Усі вимірювання й аналізи здійснювали у фазі технічної стиглості проводили на 100 типових рослинах.

Дослід 4. Ефективність вирощування сортів бобів кінських на краплинному зрошенні.

Дослідження з вивчення технології вирощування сортів бобів овочевих в умовах Правобережного Лісостепу України, проводилися у 2019–2020 і 2022 роках на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського НУС за схемою, яка включала вісім варіантів.

Закладання дослідів виконували методом рендомізації. Повторність досліду – чотириразова. Площа дослідної ділянки 10 м². Посів бобів проводили 5–10 квітня за схемою 60×10 см. Попередник – столові коренеплоди (буряк столовий, морква).

Схема двофакторного досліду включала сорти бобів овочевих Карадаг st, Українські слобідські, Білоруські, Віндзорські які вирощували на богарі та краплинному зрошенні.

Ділянки поливали за допомогою системи краплинного зрошення. Крапельниці розміщували на відстані 60 см одна від одної зі швидкістю потоку 0,5 л/год. Частота поливу базувалася на вимірюванні вологості ґрунту, яка постійно повинна бути у шарі ґрунту 0–20 см в межах 40–20 см, або 70–

80 % НВ. Поливи проводили за потреби, впродовж 1–2 годин. У середньому за роки досліджень в період вегетації проводилось 6 поливів. Загальні витрати води за вегетацію склали 819 м³/га. Поливна норма за один полив в середньому складала 136,5 м³/га.

Таблиця 2.4

Схема досліду

Спосіб вирощування (чинник А)	Сорт (чинник В)
Богар*	Карадаг st
	Українські слобідські
	Білоруські
	Віндзорські
Краплинне зрошення	Карадаг st
	Українські слобідські
	Білоруські
	Віндзорські

Система крапельного зрошення мала наступну схему: джерелом води була свердловина; водозабір здійснюється насосом або мотопомпою різної продуктивності. Для забезпечення необхідного тиску води у системі, потребу у воді визначали множенням сукупної довжини поливної стрічки на кількість вилитої води. Довжина поливної лінії 100 м, розташовувалися на відстані 0,7 м. Діаметр трубки 1,5 см, подача води здійснювалася під тиском від 2 атм. Крапельниці компенсованого типу, на лінії зрошення знаходяться через 35 см. Пропускна здатність – 1 л/год. Поливну стрічку розкладали під час сівби. Після укладання крапельної стрічки проводили прокладання з'єднувальних елементів, а також елементів системи зрошення. Після завершення монтажу системи зрошення було проведено її перевірку на наявність протікання у точках з'єднання та крапельних стрічках [4]. У кінці стрічки ставляться заглушки: відрізається фрагмент поливної стрічки завдовжки 1,5 см, кінець

стрічки, що необхідно заглушити, згортають 3–4 рази. Для фіксації на зігнуту частину стрічки надягають попередньо відрізаний фрагмент [5].

Дослід 5. Адаптивно-продуктивний потенціал сортів квасолі овочевої (*Phaseolus vulgaris* L.).

Матеріалом для досліджень були шість сортів квасолі овочевої різного еколого-географічного походження (табл. 2.5), які вирощували за загальноприйнятою технологією.

Таблиця 2.5

Коротка характеристика досліджуваних сортів квасолі овочевої

Сорт	Країна походження	Оригінатор	Наявність у Держреєстрі*	Група стиглості
Палома	Нідерланди	Nunhems	+	ранньостиглий
Фруідор	Франція	HM.CLAUSE	+	ранньостиглий
Пурпурова королева	Німеччина	Satimex	–	ранньостиглий
Лаура	Польща	Krakowska Hodowla i Nasiennictwo Ogrodnicze “Polan” Sp. z o.o.	+	ранньостиглий
Зоренька	Україна	Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва	+	ранньостиглий
Касабланка	Україна	ТМ «Велес»	–	ранньостиглий

*Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

За стандарт (St) було взято польський сорт Лаура, оскільки на момент досліджень він був найбільш апробованим та найдовше перебував у

Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

Досліди закладали системно. Площа дослідної ділянки – 10 м². Висівали насіння квасолі 5.04.2020 та 10.04.2021 за схемою 45 × 10 см (222 тис. шт./га). Попередник – часник озимий.

Усі вимірювання й аналізи здійснювали у фазі технічної стиглості бобів (збирання врожаю) – ВВСН 75. Біометричні вимірювання (висота рослини, см; листкова площа, тис. м²; кількість пагонів, шт./роsl.; кількість насінин, шт./біб) та показники індивідуальної продуктивності (маса бобів, г/роsl., маса насіння г/роsl.) проводили у чотирьох повтореннях на 100 типових рослинах у кожному.

Дослід 6. Адаптивно-продуктивний потенціал колекційних сортів сої овочевої (*Glycine max* L. Merr.).

Дослідження з вивчення технології вирощування сортів сої овочевої в умовах Лісостепу України проводилися у 2020–2022 роках на дослідному полі кафедри овочівництва в навчально-науковому відділі Уманського національного університету садівництва з географічними координатами за Грінвічем 48° 46' північної широти, 30° 14' східної довготи і висотою над рівнем моря 245 м.

Базова колекція сої овочевого напряму використання налічувала дев'ять зразків, які репрезентують сорти зернового (Романтика) та двох типів овочевої: на проростки (мікрогрін) – Fiskeby V, Karikachi, Астра, Веста, СибНИИСОХ 6, Fiskeby V-E5, Л 380-2-13) та власне, овочевого (едамаме) – Sac.

Закладання дослідів виконували системним методом. Площа дослідної ділянки 10 м². Посів сої овочевої проводили 5–10 травня за схемою 45×5 см (444000 шт./га). Попередник – часник озимий. Усі вимірювання й аналізи здійснювали у фазі технічної стиглості проводили на 100 типових рослинах.

Колекційні зразки сої овочевої були надані Національним центром генетичних ресурсів Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва для дослідження придатності вирощування для овочевих цілей і визначення технологічних властивостей продукції. Надані колекційні зразки походять з різних регіонів, тому характеризуються істотними відмінностями між собою. Згідно рекомендацій Інституту овочівництва і баштанництва НААН за стандарт взято сорт Романтика, оскільки в Інституті він досліджується у якості сорту сої овочевого напряму використання.

Таблиця 2.6

Походження колекційних сортів сої овочевої

Номер згідно Державного каталогу зразків бобових культур Національного центру генетичних ресурсів рослин України	Назва сорту	Країна походження
	Романтика st	Україна
UD0200177	Fiskeby V	Швеція
UD02200640	Karikachi	Японія
UD0201068	Астра	рф
UD0201080	Веста	рф
UD0201152	СибНИИСОХ 6	рф
UD0202500	Sac	Японія
UD0202625	Fiskeby V-E5	Білорусь
UKR001:02894	Л 380-2-13	Україна

Дослід 7. Ефективність інокуляції та мікоризації бобів кінських.

Дослідження з вивчення технології вирощування сортів бобів кінських із застосуванням біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату в умовах Правобережного Лісостепу України, проводилися у 2020-2022 рр. у навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва за схемою, яка включала 12 варіантів з окремим і комбінованим застосуванням препаратів Андеріз, Ризоактив бобові та Мікофренд.

У процесі дослідження використано польові, лабораторні, статистичні, розрахунково-аналітичні методи. Закладання дослідів виконували методом рендомізації. Площа дослідної ділянки 100 м². Посів бобів кінських проводили 25 березня. Схема сівби 45×10 см (22200 тис. шт/га). Попередник – салатні овочі. Усі вимірювання й аналізи здійснювали у фазі технічної стиглості проводили на 100 типових рослинах

Таблиця 2.7

Схема дослідів

Сорт (фактор А)	Препарат/суміш препаратів (фактор В)
Віндзорські*	Контроль
	Андеріз 2 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т+Мікофренд 1,5 л/т
Екстра Грано Віолетто	Контроль
	Андеріз 2 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т+ Мікофренд 1,5 л/т

Дослід 8. Ефективність інокуляції та мікоризації сої овочевої.

Дослідження проводили у навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва впродовж 2020–2022 рр. за схемою, яка включала два сорти сої овочевої (Романтика і Sac (UD 0202500), які вирощували з окремим і сумісним використанням біоінокулянтів

(Андеріз 2 л/т і Різолан 2 л/т) та мікоризоутворюючого препарату (Мікофренд 1,5 л/т). Було використано польові, лабораторні, статистичні, розрахунково-аналітичні методи.

Закладання дослідів виконували методом рендомізації. Площа дослідної ділянки 10 м². Посів сої овочевої проводили 5–10 травня за схемою 45×5 см (444000 шт/га). Попередник – часник озимий. Усі вимірювання й аналізи здійснювали у фазі технічної стиглості проводили на 100 типових рослинах.

Таблиця 2.8

Схема дослідів

Сорт (фактор А)	Препарат/суміш препаратів (фактор В)
Романтика	Контроль
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т
	Різолан 2 л/т
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
	Різолан 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
Sac	Контроль
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т
	Різолан 2 л/т
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т
	Різолан 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т

Дослід 9. Ефективність інокуляції та мікоризації квасолі овочевої.

Дослідження з вивчення технології вирощування сортів квасолі овочевої із застосуванням біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату в умовах

Правобережного Лісостепу України, проводилися у 2020-2022 рр. в навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва за схемою, яка включала 12 варіантів з окремим і комбінованим застосуванням препаратів Андеріз, Ризоактив бобові та Мікофренд.

Досліди закладали рендомізовано. Площа дослідної ділянки – 10 м². Висівали насіння квасолі 5–10 квітня за схемою 45 × 10 см (222 тис. шт./га). Попередник – столові коренеплоди (буряк столовий, морква).

Таблиця 2.9

Схема досліду

Сорт (фактор А)	Препарат/суміш препаратів (фактор В)
Лаура	Контроль
	Андеріз 2 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т
Пурпурова королева	Контроль
	Андеріз 2 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т
	Мікофренд 1,5 л/т
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т

Усі вимірювання й аналізи здійснювали у фазі технічної стиглості бобів (збирання врожаю) – ВВСН 75. Біометричні вимірювання (висота рослини, см; листкова площа, тис. м²; кількість пагонів, шт./росл.; кількість насінин,

шт./біб) та показники індивідуальної продуктивності (маса бобів, г/росл., маса насіння г/росл.) проводили на 100 типових рослинах.

БЛОК 3

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВОЧЕВИХ АГРОЦЕНОЗІВ ЗАСТОСУВАННЯМ ФІТОГОРМОНІВ, УДОБРЕННЯМ І АБСОРБУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Дослід 10. Гормонізація посівів часнику озимого сорту Любаша.

Дослідження впливу органічних кислот проводили впродовж 2017–2019 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету садівництва відповідно до загальноприйнятих методик.

Висаджування зубків часнику виконували за схемою 45×6 см, 5–10 жовтня. Загальна площа дослідів 400 м², дослідної ділянки 100 м², облікова площа 10 м². Варіанти дослідів розміщували системно, повторність – чотириразова. Попередник – помідор. Посадковий матеріал – I-ї репродукції.

Дворазове обприскування рослин проводили на 40 та 50 добу після початку весняного відростання, тобто у фази ВВСН 15 і ВВСН 19. В умовах Правобережного Лісостепу України на 40 та 50 добу від початку весняного відростання спостерігається інтенсивне наростання вегетативної маси рослин часнику, і саме у цей період спостерігаються останні весняні заморозки – абіотичні стреси.

Однофакторний дослід складався з позакореневого застосування (обприскування) посівів часнику розчинами саліцилової кислоти (СК) – C₆H₄(OH)COOH (0,3 л/га) [6], гіберелінової кислоти (ГК₃) – C₁₉H₂₂O₆

(0,15 л/га) [7] та аскорбінові кислоти (АК) – C₆H₈O₆ (0,2 л/га) [8], а також контроль – обприскування водою.

Дослід 11. Продуктивність часнику озимого за локального внесення мінеральних добрив на фоні абсорбентів.

Дослідження з вивчення технології вирощування сорту часнику озимого Любаша в умовах Правобережного Лісостепу України із застосуванням розкидного і локального способів внесення та різних норм добрив з метою оптимізації мінерального живлення рослин часнику озимого та раціонального використання добрив, проводилися у 2019–2021 рр. Уманському національному університеті садівництва.

Закладання дослідів виконували методом рендомізації. Повторність досліду – чотириразова. Площа дослідної ділянки 100 м². Висаджування часнику проводили 10–15 жовтня за схемою 45×6 см. Попередник – салатні овочі. Посадковий матеріал – III-ї репродукції.

Ґрунт дослідної ділянки чорнозем опідзолений важкосуглинковий з наступною характеристикою (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Фізико-хімічні показники ґрунту дослідного поля (X ± SD)

Показник	Фактичний вміст до внесення добрив		
	2018/19	2019/20	2020/21
pH	6,0 ± 0,09	6,2 ± 0,13	6,2 ± 0,12
ЕСе, μS/cm	24,6 ± 0,48	25,1 ± 0,50	26,2 ± 0,54
P ₂ O ₅ , мг/кг	4,2 ± 0,10	5,5 ± 0,12	4,7 ± 0,12
K ₂ O, мг/кг	4,9 ± 0,12	6,3 ± 0,15	5,9 ± 0,15
NO ₃ N, мг/кг	3,5 ± 0,06	4,2 ± 0,08	4,4 ± 0,11

Схема досліду включала спосіб вирощування (фактор А – без абсорбенту (контроль) і з внесенням абсорбенту у нормі 25 кг/га) та норми мінеральних (від 25, 50, 75 і 100 % від рекомендованої норми) добрив (аміачна селітра (34 % діючої речовини), суперфосфат подвійний (50 % діючої речовини) та сульфат калію (50 % діючої речовини) за розкидного і локального внесення у борозни перед висаджуванням. За контроль взято варіант з 100 % внесенням добрив врозкид (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Схема досліду

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив, % від рекомендованої (фактор В)
Без абсорбенту	Контроль (100 % NPK врозкид)*
	25 % NPK локально
	50 % NPK локально
	75 % NPK локально
	100 % NPK локально
Внесення абсорбенту 25 кг/га	Контроль (100 % NPK врозкид)*
	25 % NPK локально
	50 % NPK локально
	75 % NPK локально
	100 % NPK локально

Гранули «МахіМарін»: 1 кг абсорбенту може акумулювати до 400 л води.

Він перешкоджає ущільненню ґрунту, безпечний, нейтральний, нетоксичний, інертний до пестицидів. Термін ефективності абсорбенту у ґрунті – до 10 років. Оскільки основою його є калій, то після розпаду, розкладається на азотисті сполуки, двоокис вуглецю і воду.

Характеристика абсорбенту: основа – зшитий сополімер поліакриламід у поліакрилату калію; форма – білі гранули; розмір частинок – від 70 до 2000

мікрон; щільність – 0,5–0,6 г/см³, рН: 6,0–6,8; вміст вологи – 5% (± 2%); температура розкладання – 180 °С.

Порошок (гранули) абсорбенту перед внесенням ретельно перемішували з добривами. Локальне внесення абсорбенту та мінеральних добрив вносили перед садінням культиватором з туковисівними апаратами на глибину 20–25 см.

Схема досліду ґрунтувалася на результатах хімічного аналізу ґрунту, тобто вміст елементів живлення доводили до оптимального рівня, з розрахунку на 20 т врожаю.

Таблиця 2.12

Нестача елементів живлення для формування запланованого врожаю та норми внесення мінеральних добрив

Варіант	Потреба добрив, кг/га	Внесено добрив, кг/га діючої речовини		
		2019	2020	2021
Контроль*	N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ (100 %)	N _{236,5} P _{115,8} K _{115,1}	N _{235,8} P _{114,5} K _{113,7}	N _{235,6} P _{115,3} K _{114,1}
100%	N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ (локально)	N _{236,5} P _{115,8} K _{115,1}	N _{235,8} P _{114,5} K _{113,7}	N _{235,6} P _{115,3} K _{114,1}
75%	N ₁₈₀ P ₉₀ K ₉₀ (локально)	N _{176,5} P _{85,8} K _{85,1}	N _{175,8} P _{84,5} K _{83,7}	N _{175,6} P _{85,3} K _{84,1}
50%	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ (локально)	N _{116,5} P _{55,8} K _{55,1}	N _{115,8} P _{54,5} K _{53,7}	N _{115,6} P _{55,3} K _{54,1}
25%	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ (локально)	N _{56,5} P _{25,8} K _{28,8}	N _{55,8} P _{24,5} K _{23,7}	N _{55,6} P _{25,3} K _{24,1}

*- контроль (100 % рекомендованої норми NPK врозкид)

Дослід 12. Тривалість ефективної дії різних форм абсорбентів на формування продуктивності овочевих культур.

Дослідження тривалості ефективної дії й вплив різних форм абсорбенту проводились у 2019–2024 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету садівництва.

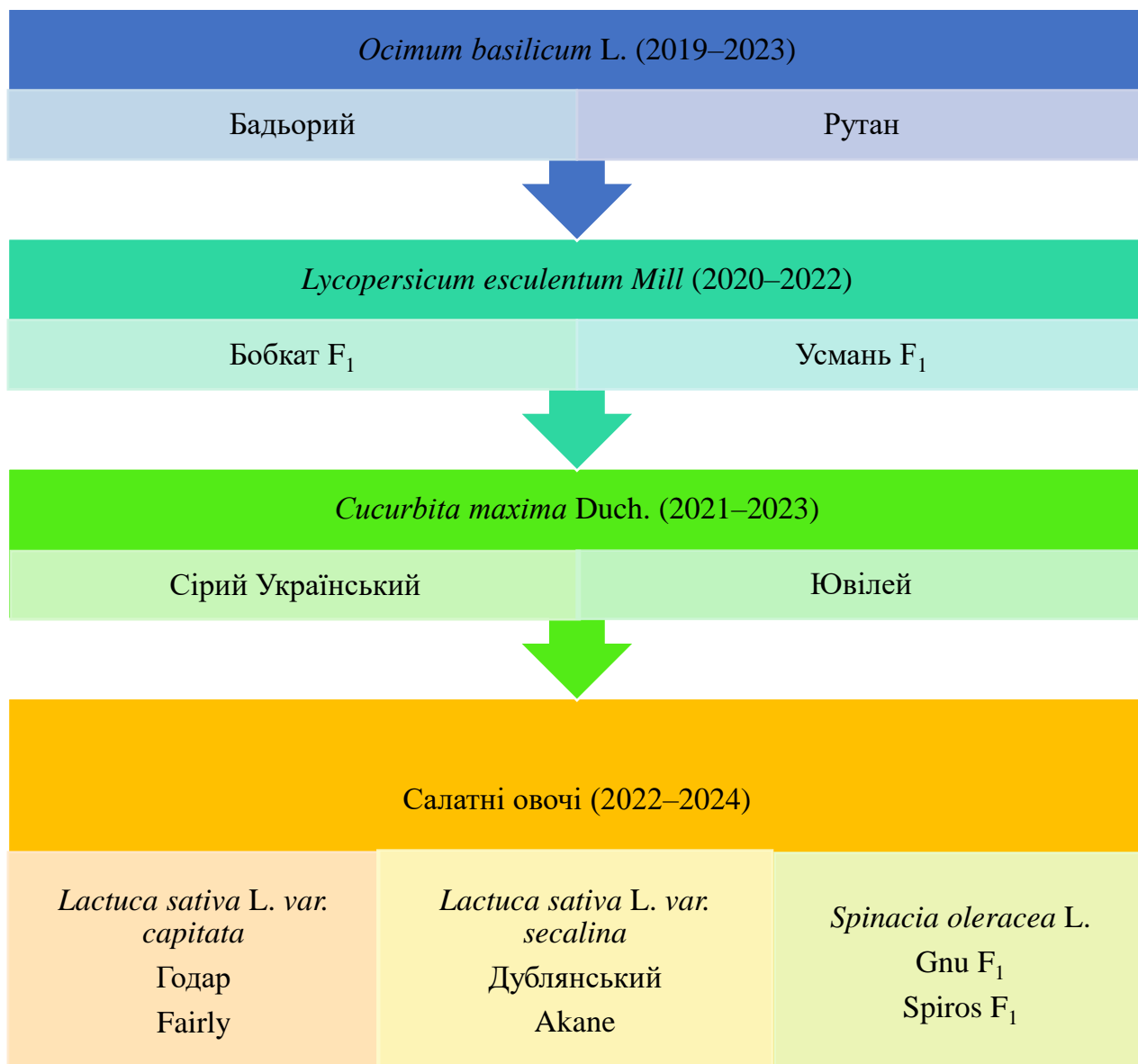


Рисунок 2.6. Логічна схема розташування варіантів дослід у часі.

***Ocimum basilicum* L. 2019–2023.** (Дослідження розпочаті разом з І. О. Кучер). Висаджування рослин проводили за схемою 50×30 см. Загальна площа дослід у становила 400 м², площа облікової ділянки 10 м². Розсаду сортів базилику Бадьорий та Рутан вирощували касетним способом з розміром чарунки 6×6 см. Рослини висаджували у відкритий ґрунт у фазі трьох листків. Схема розміщення рослин 50×30 см, що налічує 66,667 тис. шт./га. Двофакторний дослід полягав у використанні суперабсорбенту

ТМ 'MaxiMarin' у формі гелю та порошку.

Спосіб застосування. Під час пересаджування розсади використовували абсорбент у формі гелю, занурюючи коріння рослини в розчин, а потім пересаджували у поле. На один гектар витрати розчину гелю абсорбенту були у межах 150 кг. Абсорбент у вигляді гранул – 15 кг/га, вносили перед висаджуванням розсади, локально у борозни (згідно з рекомендаціями виробника) на глибину 20–25 см.

Lycopersicum esculentum Mill (2020–2022) вирощували за схемою, яка включала шість варіантів. Площа дослідної ділянки 400 м². Посів помідора проводили у 5–10 травня за схемою 70×30 см. Схема двофакторного дослідження включала гібриди помідора Бобкат F₁ та Усмань F₁, які вирощували за загальноприйнятою технологією та абсорбенти «MaxiMarin» у вигляді гранул та гелю. Абсорбенти застосовували під попередник – васильки справжні.

Cucurbita maxima Duch. (2021–2023). Площа дослідної ділянки 400 м². Посів гарбуза великоплідного проводили 5–10 травня за схемою 1,4×1,4 м (5,1 тис. шт/га). Схема двофакторного дослідження включала сорти гарбуза великоплідного Сірий Український і Ювілей, які вирощували за загальноприйнятою технологією та абсорбенти «MaxiMarin» у вигляді гранул та гелю. Абсорбенти застосовували під передпопередник – васильки справжні у 2019–2021 рр.

Lactuca sativa L. var. capitata, Lactuca sativa L. var. secalina, Spinacia oleracea L. (2022–2024) на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського НУС за схемою, яка включала шість варіантів. Салат листовий і головчастий висівали за схемою 45×20 см, що складало 111,111 тис. шт. росл./га. Використовували сорти салату листового Дублянський і Akane; салату головчастого – Годар і Fairly. Гібриди шпинату Gnu F₁ і Spiros F₁ висівали за схемою 45×10 см, що складало 222,222 тис. шт. росл./га.

Дослідження проводили методом двофакторного досліду з рендомізованим розміщенням варіантів у чотириразовій повторності.

Таблиця 2.13

Схема досліду

Культура	Роки вирощування	Сорт/гібрид	Форма абсорбенту
<i>Ocimum basilicum</i> L.	2019–2021	Бадьорий Рутан	Без абсорбенту (контроль) Гель Порошок
<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill	2020–2022	Бобкат F ₁ Усмань F ₁	Без абсорбенту (контроль) Гель Порошок
<i>Cucurbita maxima</i> Duch.	2021–2023	Сірий Український Ювілей	Без абсорбенту (контроль) Гель Порошок
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i>	2022–2024	Годар Fairly	Без абсорбенту (контроль) Гель Порошок
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>secalina</i>		Дублянський Akane	Без абсорбенту (контроль) Гель Порошок
<i>Spinacia oleracea</i> L.		Gnu F ₁ Spiros F ₁	Без абсорбенту (контроль) Гель Порошок

Дослід 13. Вплив водопоглинаючого абсорбенту MaxiMarin на продуктивність різних сортів амаранту.

Дослідження з агробіологічного оцінювання сортів амаранту в умовах Правобережного Лісостепу України, проводилися у 2021–2023 роках у НВВ Уманського НУС.

Закладання дослідів виконували методом рендомізації. Повторність досліду – чотириразова. Площа дослідної ділянки 100 м². Посів амаранту проводили у II декаді квітня (контроль), норма висіву 1 млн. насінин/га, з подальшим доведенням густоти стояння до 150 тис. шт. росл./га для

отримання насіння.

Сорти амаранту Харківський-1 (стандарт), Геліос і Сем (табл. 2.15), вирощували за загальноприйнятою технологією (без внесення абсорбенту), та з внесенням 25 кг/га абсорбенту ТМ «MaxiMarin» у формі гранул. Попередник – помідор. Посівний матеріал отриманий від оригінаторів.

Таблиця 2.14

Походження досліджуваних сортів та наявність їх в Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні

Сорт	Країна	Історія сорту
Харківський-1	Україна	Заявник і підтримувач Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва. Занесений до реєстру сортів рослин України у 2001 р, як лікарський сорт.
Геліос	Україна	Заявник і підтримувач Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН. Занесений до реєстру сортів рослин України у 2003 р.
Сем	Україна	Заявник і підтримувач Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва. Створено шляхом індивідуального добору із зразка <i>A. hypochondriacus</i> (Panishmen). Занесений до реєстру сортів рослин України у 2002 р.

Абсорбент у вигляді гранул – 25 кг/га, вносили перед посівом, локально у борозни (згідно з рекомендаціями виробника), вносили абсорбент на глибину 20–25 см. Абсорбент ТМ «MaxiMarin» у формі гранул – аніонний

поліакриламідний сополімер здатний вбирати до 400 % води від власного об'єму.

2.4. Методика та методи проведених досліджень

Аналіз погодних умов та рівня їх мінливості за період 2017–2024 рр проводили на основі коефіцієнта значущості відхилень (C_{sd}) елементів агрометеорологічного режиму кожного з досліджуваних років від багаторічних в середньому за рік за формулою:

$$C_{sd} = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma} \text{ де,} \quad (1)$$

де: C_{sd} – коефіцієнт суттєвості відхилень;

X_i – елементи поточної погоди;

\bar{X} – показник середньої багаторічної величини;

σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:

$C_{sd} < 1$ – умови близькі до середніх багаторічних;

$C_{sd} = 1,1-2$ – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних;

$C_{sd} > 2$ – рідкісні умови, наближені до екстремальних [9].

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) визначали за формулою 2 [10]:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R}{0,1 \times \sum t_{>10}} \quad (2)$$

де: $\sum R$ (мм) – кількість опадів за період з температурою вище 10 °С;

$\sum t > 10$ – сума ефективних температур за той же період.

Суму ефективних температур визначали за формулою [11]:

$$\sum t_{\text{еф}} = (t_{\text{сер}} - B) * n; \quad (3)$$

де: $\sum t_{\text{еф}}$ – сума ефективних температур за період, °С;

$t_{\text{сер}}$ – середня за період активна температура повітря, °С;

B – біологічний мінімум, °С;

n – кількість днів у періоді.

У дослідах проводили наступні обліки і спостереження (згідно загальноприйнятих методик):

1. Фенологічні спостереження виконували за шкалою ВВСН [12, 13].
2. Обраховувалась площа листка за лінійним методом, кількість листків (шт/роsl.) та листковий індекс (за методикою Ничипоровича) через 70 діб від початку весняного відростання рослин часнику.

3. Площу листової поверхні встановлювали методом «висічок». З кожної ділянки відбирали по 10 рослин, обривали листки і зважували їх. Потім із 50-ти листків металевим свердлом діаметром 1,4 см² робили висічки. Знаючи площу однієї висічки, масу висічок, їхню кількість і загальну кількість листків, площу листової поверхні визначали за формулою:

$$S = \frac{K+Y}{P} \times B \quad (4)$$

де: S – площа листової поверхні, см²;

K – кількість висічок, шт;

Y – площа однієї висічки, см²;

P – маса висічок, г;

B – маса листків, г.

4. Облік врожаю проводився виконували згідно загальноприйнятих методів, сортували за стандартом для кожної культури [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Біохімічні аналізи продукції виконували згідно загальноприйнятих методик, описаних у ДСТУ:

Сушу речовину цибулин часнику визначали методом висушування за t° 105°C за ДСТУ 7804:2015 [22]. У васильків справжніх середню масу сухої речовини (г) листків вимірювали шляхом сушіння 10 випадково відібраних листків у сушильній шафі з примусовою циркуляцією гарячого повітря при 70 °C до отримання постійної маси. Відсоток сухої речовини листя

розраховували, беручи відношення сухої маси до свіжої маси відібраних листків і перемножуючи її на 100.

Екстракція ефірної олії базилика. Для дистиляції ефірної олії використовували наважку (10 г) повітряно сухого листа базилика. Олію базилика екстрагували гідродистиляцією за допомогою апарату електротермального типу (Великобританія). Тривалість цієї процедури становила 2 години. Вихід (об/мас) отриманої ефірної олії виражали у відсотках до абсолютної сухої маси [23].

Вміст масової концентрації цукрів – фериціанідним методом згідно з ДСТУ 4875.93 [24];

Розчинні цукри екстрагували з подрібнених (1 г) недозрілих бобів водою і аналізували за допомогою високоефективної рідинної хроматографії (high-performance liquid chromatography – HPLC) з використанням хроматографа HPLC Waters-2695. Вимірювання вмісту цукрів визначали з використанням диференціального рефрактометра Waters 410 за методом Johansen та ін. [25].

Аскорбінову кислоту – йодометричним методом Муррі згідно з ДСТУ 4958:2008 [26].

Вміст нітратів і нітритів спектрометричним методом молекулярної абсорбції за ДСТУ ISO 6635: 2004 [27].

Вміст білка – методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 5983-2003. [28].

Для визначення вмісту білків, жирів, вуглеводів використали стандартні методи, описаними W. Horwitz, G. Latimer, (2016) в AOAC International [29]. Вміст вуглеводів методом високоефективної рідинної хроматомас-спектрометрії (HPLS) (Knauer, Smartline system 1000, Berlin, Germany) (Shimadzu, Model Prominence 20 A). Для визначення вмісту білка, зразок 1 г сировини гідролізували 15 мл концентрованої сірчаної кислоти (H₂SO₄), що містить дві таблетки мідного каталізатора, у термоблоці (дигестор Kjeltex system 2020, Tecator Inc., Herndon, VA, США) при 420 °C упродовж 2 годин.

Після охолодження до гідролізатів додавали H_2O перед нейтралізацією та титруванням. Кількість загального азоту в сировині помножували як на традиційний коефіцієнт перетворення 6,25, щоб визначити загальний вміст білка. Вміст сирого жиру визначали з використанням екстрактора Сокслета (Behr R 106 S, Germany) з петролейним ефіром, згідно з методикою AOAS 923.03.

Енергетичну цінність сировини обчислювали за системою 4-9-4 [30] оскільки білки і вуглеводи мають 4, а жири – 9 калорій/грам і розраховували за наступною формулою:

$$E_{ckal} = (P * 4) + (C * 4) + (F * 9) \quad (5)$$

де: E_{ckal} – калорійність, 100 г сирі маси;

P – протеїн, 100 г сирі маси;

C – вуглеводи, 100 г сирі маси;

F – жири, 100 г сирі маси.

Розвиток нодуляційного апарату.

Кількість та масу ризобій на коренях рослин, вміст леоглобіну визначали за методикою Г.С. Посипанова [31]: Приготування 0,1 М (КФБ), рН = 7,2. Бульбочки відокремлювали від коренів безпосередньо перед аналізом; брали 2 г бульбочок і розтирали за допомогою фарфорової ступки в калійфосфатному буфері (2 мл). Отриману масу переносили в охоложені центрифужні пробірки. Центрифугування – 20 хв., кількість оборотів – 7–8 тис. за хвилину. Отриманий супернатант переносили у пробірки (10 мл). Потім у пробірки додавали 2,43 г сульфату амонію, щоб ступінь насичення склав 40 %, і перемішували отриману наважку скляною паличкою. Ставили супернатант у холодильник для одержання осаду на 3 год. Отриманий осад відокремлювали за допомогою центрифугування, протягом 20 хв., кількість оборотів: 7–8 тис. за хвилину; центрифугат переносили в градуйовані пробірки

і визначали отриманий об'єм, потім фотоколориметрували (довжина хвилі 525 нм, світлофільтр зелений, товщина кювети має бути 1 см).

Кількість фіксованого азоту за Unkovich et al., (2008) [32]. Для визначення симбіотичної продуктивності користувалися показниками загального і активного симбіотичних потенціалів. Активний симбіотичний потенціал (АСП) розраховували за формулою:

$$\text{АСП} = M_1 + M_2 T, \quad (6)$$

де: T – період між двома сусідніми строками аналізу, днів;

$M_1 + M_2$ середня маса бульбочок з леоглобіном за період T , кг/га.

Фіксований азот (N) (кг/га) оцінювався як ґрунтовий N (кг/га), помножений на азот отриманий з повітря (Nitrogen derived from atmosphere – Ndfa, %) на кожному етапі відбору проб. Ґрунтовий N (кг/га) розраховували як добуток біомаси рослин (г), концентрації азоту у тканинах (г/г) і щільності рослин (шт/га).

Córdova et al. (2019) [33] використовували природні ізотопні відмінності $d^{15}\text{N}$ між бульбочковими та небульбочковими ізолінією, а також метод розведення ^{15}N для визначення Ndfa. За місяць до посіву у ґрунт було внесено еквівалентну дозу 8,7 кг N/га нітрату амонію з 99 ат.% ^{15}N ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$). Ndfa визначався методом розведення азоту (Unkovich et al., 2008):

$$Ndfa = \frac{\delta^{15}\text{N}_{\text{культури}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{атмосферний}}}{\delta^{15}\text{N}_{\text{ґрунтовий неорганічний}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{атмосферний}}} \times 100 \quad (7)$$

де: атом % ^{15}N атмосферний приймається рівним 0,3663, а атом % ^{15}N неорганічного з ґрунту є 3-параметричною функцією розпаду вмісту мінерального N у ґрунті на глибині 30 см (Córdova та ін., 2019). У всіх наборах даних загальний N і атомний % ^{15}N в тканинах рослин вимірювали елементним аналізатором азоту та вуглецю, поєднаним із мас-спектрометром ізотопного відношення.

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за фазами розвитку рослин (налив бобів – технічна стиглість) діленням приросту фітомаси за певний проміжок часу на середню площу листя за формулою:

$$\Phi_{\text{ч}} = \frac{2 \cdot (B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2) \cdot T} \quad (8)$$

Вміст асимілюючих пігментів за допомогою рівнянь, опублікованих Lichtenthaler і Buschmann (2001) [34]:

$$\text{Chlorophyll a} = 13.36A_{664.1} - 5.19A_{648.6} \quad (9)$$

$$\text{Chlorophyll b} = 27.43A_{648.6} - 8.12A_{664.1} \quad (10)$$

Визначення активності антиоксидантних ферментів проводили з використанням спектрофотометра СФ-2000. Аналізували активність супероксиддисмутази (СОД), каталази (КАТ), гваяколпероксидази (ГВПО). Для екстракції ензимів листки, попередньо заморожені у рідкому азоті, гомогенізували у 50 мМ калій-фосфатному буфері (рН 7,2), який містив 0,1 мМ ЕДТА, 0,1 % фенілметилсульфонілфториду і 2 % полівінілпіролідону. Гомогенат центрифугували при 15 000 g протягом 15 хв.

Загальну активність СОД (супероксиддисмутаза) визначали за здатністю фермента інгібувати фотохімічні відновлення нітросинім тетразолієм до формазану відповідно до методики [35, 36]. Реакційне середовище (2 мл) містило 0,1 МК, Na-фосфатний буфер (рН 7,8), 9,3 мМ L-метіонін, 152,3 мкМ нітросиній тетразолій, 1,1 мкМ трилон Б, 2,4 % Тритон Х-100 і 100 мкл ферментативного препарату. Реакцію запускали додаванням 50 мкл 111,3 мкМ розчину рибофлавіну і проводили на світлі (освітленість ФАР 180 мкмоль/м²·с) протягом 30 хв. Темновим контролем слугувало повне реакційне середовище, інкубована у темряві, а світловим – повне реакційне середовище, інкубоване на світлі, без додавання ферментативного екстракту, замість нього використовували 100 мкл 0,1 К–Na-фосфатного буферу (рН 7,8). Реакцію зупиняли, поміщаючи проби у темряву. Оптичну щільність визначали

за довжини хвилі 560 нм на спектрофотометрі. Активність СОД виражали в ум. од./мг білка.

Активність КАТ (каталаза) у супернатанті визначали за ферментативним розкладанням H_2O_2 при 240 нм [37, 38]. Реакційне середовище містило 2 мл 0,1 МК, Na-фосфатного буферу (рН 7,0), 50 мкл 19,4 мМ H_2O_2 . До отриманої суміші додавали 60 мкл ферментативного препарату і фіксували динаміку зміни оптичної щільності на спектрофотометрі протягом 1 хв. Активність КАТ виражали у мкмоль H_2O_2 /хв/1 мг білка.

Активність ГвПО визначали, виходячи зі збільшення оптичної щільності при 470 нм у результаті окислення гваяколу ($\epsilon = 26,6 \text{ мМ}^{-1} \text{ см}^{-1}$) за наявності H_2O_2 [39]. Реакційне середовище містило 3 мл 0,1 К–Na-фосфатного буферу (рН 6,2), 30 мкл 9,5 мМ H_2O_2 , 30 мкл 9 мМ гваяколу. До отриманої суміші додавали 50 мкл ферментативного препарату і визначали динаміку зміни оптичної щільності на спектрофотометрі протягом 1 хв. Активність ГвПО виражали в мкмоль тетрагваяколу/хв/1 мг білка.

Ферментативна активність ґрунту. Зразки для тестування ферментативної активності ґрунту були відібрані з 20 випадкових місць, з верхнього шару ґрунту (0–25 см) від кожного варіанту після збирання врожаю. Випробування охоплювали активність дегідрогенази, уреазу та протеази. Активність ферменту визначали наступними методами: активність дегідрогенази виражали в $\text{см}^3 H_2$, необхідну для відновлення трифенілтетразолхлориду (ТТХ) до ТФП (трифенілформазан) (Thalman et al., 1968, [40]); уреазу, у мг N- NH_4^+ , отримана з гідролізованої сечовини (Ladd et al., 1972, [41]); протеази, у мг тирозину, отриманого з казеїнату натрію (Von Mersi та ін., 1991, [42]; Wolinska та ін., 2010, [43]). Активність досліджуваних ферментів аналізували в зразках ґрунту природної вологості, результати переводили в абсолютно суху ґрунтову масу. **Дегідрогенази (ADh)**, за

методом Тальмана, з використанням 1 % розчину ТТС як субстрату та 96-годинної інкубації при 37 °С, виражаючи їх активність у см³ Н₂/кг/добу (на 1 кг ґрунту за 24 год.). **Уреаза (AU)**, за методом М. І. Zantua (1976) [44], з використанням 2,5 % розчину сечовини як субстрату та 18-годинної інкубації при 37 °С, виражаючи активність ферменту в мг N-NH₄⁺ кг/год. N-NH₄⁺ (на 1 кг ґрунту за 1 год). **Протеази (AP)**, за методом Ледда і Батлера, з використанням 1 % розчину казеїнату натрію як субстрату та використанням 1-годинної інкубації при 50 °С, виражаючи активність ферменту в мг тирозину кг/год (на 1 кг ґрунту за 1 год).

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом за формулою:

$$\text{Ш, \%} = (A - B) / (B - C) \times 100, \quad (11)$$

де: А – маса бюкса з сирим ґрунтом, г;

В – вага бюкса з сухим ґрунтом, г;

С – маса порожнього бюкса, г.

Ступінь ураження видами іржі визначали за наступною методикою:

Обстеження посівів часнику на ураженість хворобами проводили по двох діагоналях поля в 10 місцях однаково віддалених одне від одного. У кожній точці оглядали 10 рослин (усього 200). Облік проводили у період дозрівання за універсальною шкалою R. Peterson [45]:

0 – перо здорове;

1 бал – уражено до 10% листкової поверхні;

2 бали – уражено від 10 до 35 % листкової поверхні;

3 бали – уражено від 36 до 60% листкової поверхні;

4 бали – уражено від 61 до 85% листкової поверхні;

5 балів – рослина гине, уражено більше 85% листкової поверхні [46, 47].

Одержані результати обліків ступеня ураженості і поширення хвороб овочевих і баштанних культур використовують для визначення розвитку хвороби

Результати обліку інтенсивності ураження по кожній рослині (або органу) були виражені у балах, для визначення розвитку хвороби використовували таку формулу:

$$R = \Sigma \frac{ab \times 100}{Nk}, \quad (12)$$

де: R – розвиток хвороби, %;

Σab – сума добутків, кількості хворих рослин (a) на відповідний їм бал ураження (b);

N – загальна кількість облікованих рослин у пробі (здорових і хворих);

k – число балів у шкалі обліку.

Режими зберігання часнику. На зберігання товарну продукцію (стандартні цибулини – діаметром не менше ніж 25 мм) закладали одразу після збору врожаю [48]. Зберігання проводили згідно з рекомендаціями МасКау (1984) [49]. Цибулини часнику озимого на зберігання закладали впродовж одного дня, у триразовій повторності, маса середнього зразка 10 кг. Зберігали у холодильній камері Polair Standard КХН–8,81 за температури $5 \pm 0,3^\circ \text{C}$ та відносної вологості повітря 75 %, у полімерних ящиках № 6 ОСТ 10–15–86 [50]. Зберігання тривало 270 діб. Упродовж цього періоду показники температури повітря та відносної вологості за неконтрольованого режиму у кімнатних умовах були відносно стабільними, а у холодильній камері – суворо контрольованими і зберігалися на одному рівні впродовж всього періоду (рис. 2.7 і 2.8).

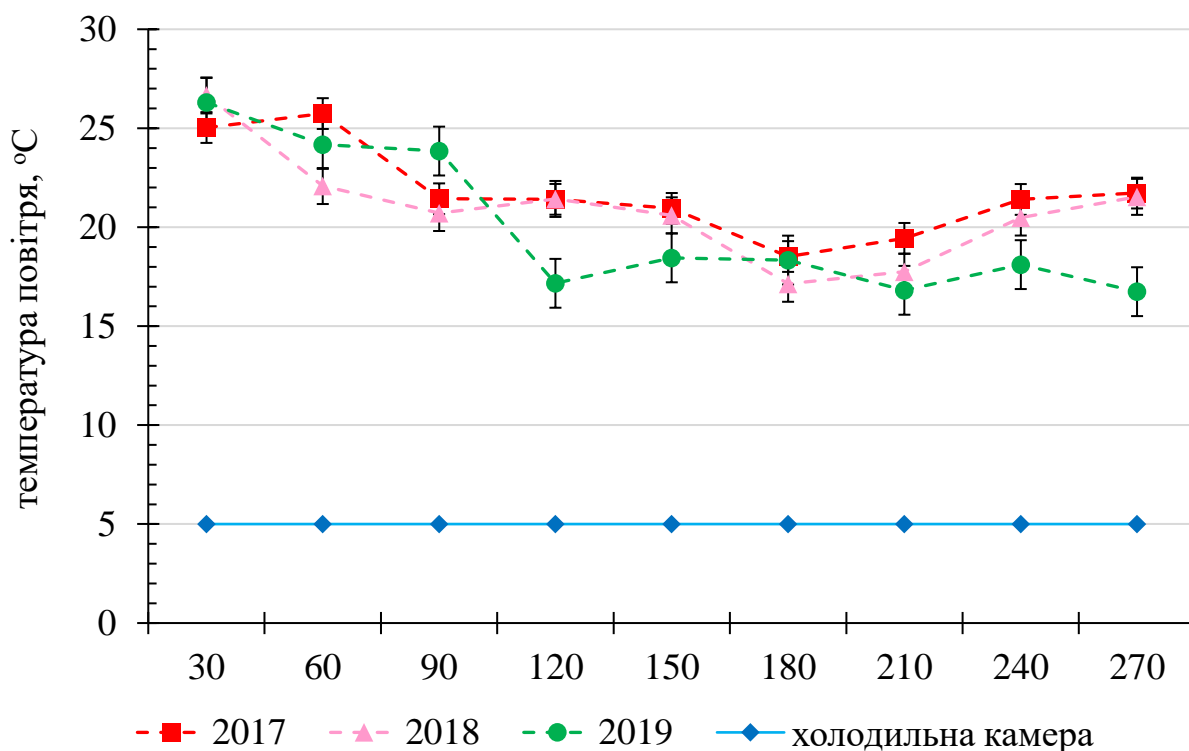


Рисунок 2.7. Показники температури повітря (°C) за неконтрольованого і холодильного зберігання часнику сорту Любаша.

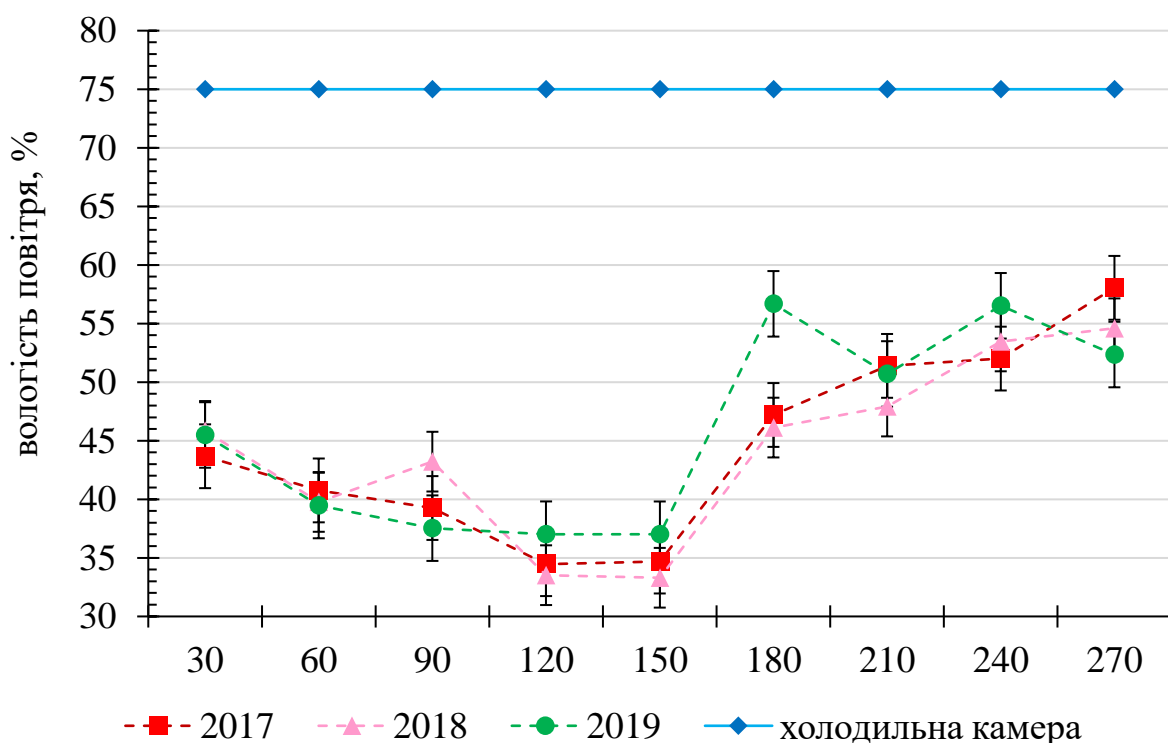


Рисунок 2.8. Показники відносної вологості повітря (%) за неконтрольованого і холодильного зберігання часнику сорту Любаша.

Вивчення адаптивної мінливості бобових овочів здійснювали згідно з методичними рекомендаціями з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур [51].

Дослідження проведені з дотриманням положень конвенції ООН про охорону біологічного різноманіття [52].

Генетико-статистична обробка результатів.

Для оцінки адаптивності користуються великою кількістю методик. Більшість з них ґрунтується на методі регресійного аналізу, математична модель якого для визначення стабільності та пластичності сортів була запропонована К. У. Фінлеєм та Г. Н. Уілкінсоном [53] і доповнена С. А. Еберхартом та У. Г. Расселом, а також базується на принципах об'єднання і перетворення ефектів навколишнього середовища та взаємодії генотипу з умовами вирощування.

$$b_i = \Sigma (X_{ij} \times I_j) / \Sigma I_j \quad (13)$$

де: b_i – коефіцієнт регресії ознаки кожного (і-го) сорту у середовищі з поліпшенням або погіршенням умов;

X_{ij} – значення ознаки і-го сорту у будь-яких j-умовах;

I_j – індекс j-их умов, що є різницею середнього значення ознаки всіх сортів у цих умовах і загального середнього значення ознаки серед усіх дослідів.

Показники екологічної пластичності та стабільності були розраховані за методикою Еберхарта-Рассела. Математичну обробку проводили методом дисперсійного аналізу. Розрахований індекс умов середовища (I_j) за S. A Eberhart і W. A. Russell, лінійна реакція сорту на середовище (b_i – коефіцієнт екологічної пластичності). Коефіцієнт лінійної регресії урожайності сорту показує його реакцію на зміну умов вирощування. Чим вище значення коефіцієнту ($b_i > 1$), тим кращою реакцією володіє сорт. У

випадку $b_i < 1$ сорт слабо реагує на зміну умов середовища. За умови, коли $b_i = 1$ є повна відповідність зміни врожайності сорту відповідно до зміни умов вирощування. Нелінійні відхилення від лінії регресії ($\sigma^2 d$ – стабільність): чим менший коефіцієнт стабільності, тим стабільнішим є сорт [54].

Для систематизації отриманих результатів використовували рангову класифікацію генотипів за співвідношенням параметрів пластичності (b_i) і стабільності $\sigma^2 d$:

- 1) $b_i < 1, \sigma^2 d > 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні;
- 2) $b_i < 1, \sigma^2 d = 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, стабільні;
- 3) $b_i = 1, \sigma^2 d = 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, стабільні;
- 4) $b_i = 1, \sigma^2 d > 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, нестабільні;
- 5) $b_i > 1, \sigma^2 d = 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов, стабільні;
- 6) $b_i > 1, \sigma^2 d > 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов, нестабільні.

При цьому генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ відносять до високопластичних (відносно середньої групової), а при $1 > b_i = 0$ – до відносно низькопластичних.

Загальна гомеостатичність сортів (H_{om}) (індекс стабільності) визначалася за формулою:

$$H_{om} = \frac{\bar{x}^2}{\sigma}, \text{ де} \quad (14)$$

\bar{x} – середнє арифметичне по сорту;

σ – узагальнене середьоквадартичне відхилення.

Селекційну цінність сорту розраховували за формулою:

$$(S_c) = \bar{X} \times \frac{\bar{X}_{lim}}{\bar{X}_{opt}}, \text{ де} \quad (15)$$

\bar{X} – середнє арифметичне по сорту;

\bar{X}_{lim} – середнє арифметичне лімітоване (мінімальне значення ознаки);

\bar{X}_{opt} – середнє арифметичне оптимальне (максимальне значення ознаки).

Коефіцієнт мультиплікативності (КМ). Для уникнення лінійного артефакту коефіцієнту регресії, був введений параметр – коефіцієнт мультиплікативності, який дозволяє порівняти мінливість ознаки. Чим вище числове значення цього коефіцієнту, тим сильніше змінюється ознака:

$$KM = \frac{\bar{x}_i + b_i \cdot y_i}{x_i}, \text{ де} \quad (16)$$

\bar{x}_i – середнє значення досліджуваної ознаки у i -го сорту;

b_i – коефіцієнт лінійної регресії i -го сорту;

y_i – середнє значення для всіх середніх по всіх сортах y_i для кожного j -го пункту експерименту.

Індекс екологічної пластичності:

$$IEP = \frac{\left(\frac{y_{B1}}{c_{yO1}} + \frac{y_{B2}}{c_{yO2}} + \dots + \frac{y_{Bn}}{c_{yOn}} \right)}{n}, \text{ де} \quad (17)$$

y_{B1}, y_{B2}, y_{Bn} – значення ознаки у сорту у різні роки випробувань;

$c_{yO1}, c_{yO2}, c_{yOn}$ – середнє значення ознаки сортів в кожному з варіантів досліджу.

Коефіцієнт адаптивності (КА). Для визначення адаптивної здатності використовували коефіцієнт адаптивності сорту (КА). Тобто, за критерій для порівняння взято загальну видову адаптивну реакцію у конкретних умовах вегетації, яка реалізована у величині середньої урожайності щодо сортів, які порівнюються. Отримана величина є показником норми реакції певної сукупності сортів на чинники зовнішнього середовища у кожному конкретному випадку. Реакція на них кожного із сортів, що випробовуються, визначається за порівнянням його конкретної урожайності із середньосортовою урожайністю року.

Річний коефіцієнт адаптивності (КА) розраховується для сорту за формулою:

$$KA = (X_{ij} \times 100 : X) : 100, \text{ де} \quad (18)$$

X_{ij} – урожайність певного сорту в рік випробування;

X – середньосортова урожайність року.

Абсолютний середній коефіцієнт адаптивності (КАА) розраховується для сорту за формулою:

$$\text{КАА} = (X_{iC}) \times 100 : X_{\text{б}} : 100, \text{ де} \quad (19)$$

X_{iC} – середня врожайність сорту за роки випробувань;

$X_{\text{б}}$ – багаторічна середньосортова врожайність.

Стресостійкість та компенсаторна здатність сортів – реакція (комплекс реакцій) біосистеми на несприятливий вплив, що компенсує або, принаймні, мінімізує наслідки структурних і функціональних порушень, визначали за формулами А. А. Rossielle і S. Hemblin [55] описаними А. О. Гончаренком:

$$\text{СС} = Y_{\min} - Y_{\max} \quad (20)$$

$$\text{КЗ} = \frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2}, \text{ де} \quad (21)$$

де Y_{\min} та Y_{\max} – мінімальне і максимальне значення ознаки сорту.

Коефіцієнт варіації – відносна величина, що служить для характеристики розсіяння (мінливості) ознаки. Це відношення середнього квадратичного відхилення SD до середнього арифметичного, виражається у відсотках:

$$\text{CV} = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 \quad (22)$$

Коефіцієнт варіації застосовується тоді, коли необхідно порівняти мінливість ознак об'єкта, які виражені в різних одиницях вимірювання. Має зміст винятково для величин, які вимірюються у шкалах відношень:

$\text{CV} < 10\%$ – варіація слабка;

$\text{CV} 11\text{--}25\%$ – середня;

$\text{CV} > 25\%$ – значна [56].

У дослідях визначали фенотипову, генотипову і екологічну мінливість сортів [57, 58] за наступними формулами:

Варіанса генетична:

$$\sigma_G^2 = \frac{CM_p - CM_e}{r}; \quad (23)$$

Варіанса екологічна:

$$\sigma_A^2 = CM_e; \quad (24)$$

Варіанса фенотипова:

$$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_A^2. \quad (25)$$

Коефіцієнт генотипової варіації:

$$CVG = \frac{\sqrt{\sigma_G^2 \times 100}}{\bar{X}}; \quad (26)$$

Коефіцієнт фенотипової варіації:

$$CVP = \frac{\sqrt{\sigma_P^2 \times 100}}{\bar{X}}; \quad (27)$$

Коефіцієнт екологічної варіації:

$$CVA = \frac{\sqrt{\sigma_A^2 \times 100}}{\bar{X}}, \quad (28)$$

де: CM_p – узагальнене середньоквадратичне значення ознаки популяцій;

CM_e – узагальнена середньоквадратична похибка;

r – кількість повторень.

Оскільки генотипова дисперсія включає адитивний, домінантний та епістатичний компоненти, Т. Л. Луч (1949) [59] запропонував розрізнити успадкування у широкому (H^2) та вузькому (h^2) сенсі. Спадковість (h^2) у вузькому сенсі розраховували за стандартними методами:

$$h_{St1}^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_A^2} \quad (29)$$

Спадковість у широкому сенсі методом Фалконера [60]

$$H_{Falconer}^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2} \quad (30)$$

Відповідно до цих формул, коефіцієнт успадкування у широкому сенсі є доля генотипової, а у вузькому – доля адитивної дисперсії у загальній

фенотипової. Коефіцієнт успадкування у вузькому сенсі можна використовувати для прогнозу ефективності масового добору.

Для характеристики умов вирощування було розраховано індекс умов середовища (I_j):

$$I_j = \left(\frac{\sum Y_{ij}}{vn} \right) - \left(\frac{\sum \sum Y_{ij}}{vn} \right) \quad (31)$$

де: $\sum Y_{ij}$ – сума показників всіх сортів за j-рік;

$\sum \sum Y_{ij}$ – сума показників всіх сортів за всі роки;

v – кількість сортів; n – кількість років.

Ступінь інтегрованого зв'язку ознак рослин оцінювали методом кореляції [61, 62] за формулою:

$$G = \sum_{|r_{ij}| \geq \alpha} |r_{ij}| \quad (32)$$

Відсоткову залежність варіації показника ефективності від впливу обраного фактора визначали через коефіцієнт детермінації (d_{yx}) за формулою [63]:

$$d_{yx} = r_{ij}^2 \times 100 \quad (33)$$

де: r_{ij} – коефіцієнт кореляції між i-м та j-м показником.

Коефіцієнт еластичності (E) показує на скільки відсотків змінюється величина результативної ознаки (y) зі зміною відповідної факторної ознаки (x) на 1 % за умови фіксованого значення інших факторів [64]:

$$E = a_1 \frac{x}{a_0 + a_1 * x}; \quad (34)$$

$$a_0 = \bar{y} - a_1 * \bar{x}; \quad (35)$$

де: a_1 – коефіцієнт регресії;

y – результативна ознака;

x – факторіальна ознака.

Для якісної оцінки коефіцієнтів кореляції застосовувався шкала Чеддока (рис. 2.9).

Значення коефіцієнта	Характеристика тісноти зв'язку
0,91–1	Функціональний
0,71–0,90	Дуже сильний
0,51–0,70	Сильний
0,31–0,50	Помірний
0,11–0,30	Слабкий
0–0,10	Відсутній

Рис. 2.9. Шкала Чеддока для оцінки якості зв'язку на основі коефіцієнта детермінації.

Результати кореляційних досліджень було зображено графічно (графічний метод відіграє важливу роль у статистичних дослідженнях, де вивчаються взаємозв'язки явищ і процесів у русі показників динаміки) використовуючи кореляційне поле, що відображає статистичний взаємозв'язок між результатами вимірів. Візуальний аналіз кореляційного поля дозволяє якісно оцінити форму, спрямованість і тісноту взаємозв'язку. Форма визначається по виду кореляційного поля: якщо через кореляційне поле можна провести пряму лінію – форма зв'язку лінійна, якщо ні – нелінійна

Дослідження водопоглинаючої здатності різних форм абсорбентів проводили мікроділянковим методом впродовж 2019–2024 рр. За використання поліетиленової плівки, товщиною 150 мкм, ізолювали два куби ромбіром 3×3×3 м у кожен з них вносили абсорбенти у різних формах і висаджували/висівали досліджувані культури. Після закінчення вегетаційного періоду відбирали частину ґрунту і відмивали абсорбуючий матеріал, висушували його до сухих кристалів і замочували водою впродовж 300 хв й ваговим методом, через кожні 30 хв. визначали у скільки разів збільшився об'єм абсорбенту внаслідок водопоглинання.

Результати досліджень опрацьовано статистично за допомогою дисперсійного методу та за критерієм Ст'юдента при $P \leq 0,05$ з використанням комп'ютерних програм Excel та Statistica 12, [65, 66, 67, 68, 69].

Економічну ефективність складових технології визначали за загальноприйнятими методиками (Мацибора В. І. 1994 та Збарський В.К., 2009), [70, 71].

Висновки до розділу 2.

1. Програма й методологія досліджень відповідає прийнятій робочій гіпотезі. Обліки, спостереження й аналізи дозволяють глибоко та у повному обсязі розкрити суть біологічних процесів, що відбуваються у рослинах родин *Alliaceae* L. (часник озимий стрілкуючий, нестрілкуючий і ярий), *Fabaceae* L. (квасоля овочева, боби кінські, соя овочева), *Lamiaceae* L. (васильки справжні), *Solanaceae* L. (помідор), *Cucurbitaceae* L. (гарбуз великоплідний), *Amaranthaceae* L. (амарант), *Asteraceae* L. (салат головчастий і листковий) та *Chenopodioideae* L. (шпинат городній) у Лісостепу України, під впливом кліматичних умов та різних методів підвищення реалізації продуктивного потенціалу.

2. Погодні умови за період проведення досліджень істотно різнилися за роками, використання існуючих й розроблених у процесі науково-дослідної роботи методів дало змогу зібрати й виділити перспективний вихідний матеріал, створити сорти часнику і провести об'єктивну оцінку його селекційної цінності та виділити адаптивні джерела господарсько-цінних ознак об'єктів досліджень.

3. Встановлено достатність об'єкту дослідження, обґрунтовано методологічно визначення показників якості та математичну обробку результатів досліджень, що стало основною базою для отримання достовірних результатів і обґрунтованих даних та дозволило отримати об'єктивні висновки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2

- 1 World reference base for soil resources 2014 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 2015. 203 с. URL: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-classification/world-reference-base/en/> (дата звернення 15.09.2024).
- 2 Лісовал А. П. *Методи агрохімічних досліджень*. К.: НАУ, 2001. 247 с.
- 3 Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність для поширення в Україні (загальна частина). Київ. 2016. 87 с. <https://sops.gov.ua/uploads/page/metodiki/metodZagChapter.pdf> (дата звернення 17.03.2024).
- 4 Вожегова Р. А. *Інтенсивні технології вирощування сої в умовах зрошення півдня України: монографія* / Р. А. Вожегова, В. О. Найдьонова, М. А. Мельник. Херсон: ФОП Грінь Д. С., 2015. 176 с
- 5 Ромащенко М. І., Корюненко В. М. Особливості застосування та експлуатації систем крапельного зрошення. *Агроном*, № 2. Травень 2006. С. 18–26.
- 6 Shama M. A., Moussa S. A. M. and Abo El Fade N. I. Salicylic acid efficacy on resistance of garlic plants (*Allium sativum*, L.) to water salinity stress on growth, yield and its quality. *Alex.Sci.Exc.J.* 2016. № 37(2). P. 167.
- 7 Abd-Elkader D. Y. Effect of Foliar Spraying with Micronutrients and Salicylic Acid on Growth, Yield and Quality of Garlic Plants. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*. 2016. № 61 (6). P. 651.
- 8 Naz H., Akram N. A., and Ashraf M. Impact of ascorbic acid on growth and some physiological attributes of cucumber (*Cucumis Sativus*) plants under water-deficit conditions. *Pakistan Journal of Botany*. 2016. № 48(3). P. 879
- 9 Логвінов К. Т., Дмитренко В. П., Грушка І. Г. *Короткий агрокліматичний довідник України: Посібник по використанню гідрометеорологічної інформації в сільськогосподарському виробництві*. Київ. Укр. НДІ гідрометеорології, 1976. 256 с

-
- 10 Evarte-Bundere G., Evarts-Bunders P. Using of the Hydrothermal coefficient (HTC) for interpretation of distribution of non-native tree species in Latvia on example of cultivated species of genus *Tilia*. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* 2012, 12: 135–148.
 - 11 Польовий А. М. Божко Л. Ю., Ситов В. Н., Ярмольська О. Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Одеса: Вид-во «ТЕС», 2001. 404 с
 12. Zadoks J. C., Chang T. T., Konzak C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 197414 (6): 415–421. Doi:10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x.
 - 13 Meier U. *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants*. *BBCH Monograph*. 2001. 204 p. Doi:10.5073/bbch0515.
 14. ДСТУ ЕЭК ООН FFV-27:2007 Горох. Настанови щодо постачання і контролювання якості (ЕЭК ООН FFV-27:2000, IDT).
 15. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
 - 16 ДСТУ 3246-95 Томати свіжі. Технічні умови. [Чинний від 27.12.1995]. Київ: Держспоживстандарт України. 1996. 15 с.
 - 17 ДСТУ 2175-93. Овочі (34004) [Чинний від 01.01.95]. Держспоживстандарт України.
 - 18 ДСТУ 8107:2015 Салат свіжий. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Київ: Держспоживстандарт України, 2017.
 - 19 ДСТУ 8061:2015 Шпинат свіжий. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2017]. Київ: Держспоживстандарт України, 2017.
 - 20 ДСТУ 3190-95 Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови. [Чинний від 01.01.1997]. Київ: Держспоживстандарт України, 1995.
 - 21 ДСТУ 292-91 Квасоля стручкова овочева свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.07.1992]. Київ: Держспоживстандарт України, 1991.

-
22. ДСТУ 7804:2015. Продукти переробляння фруктів та овочів. Методи визначання сухих речовин або вологи. [Чинний від 2015-06-22]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 19 с.
- 23 Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: «Нічлава», 2003. 316 с.
24. ДСТУ 4875.93. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту масової концентрації цукрів (сума), 1993. 3 с.
- 25 Johansen H. N., Glitso V., Knudsen K. E. B. Influence of extraction solvent and temperature on the quantitative determination of oligosaccharides from plant materials by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44: 1470–1474.
26. ДСТУ 4958:2008. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення аскорбінової кислоти. 2008, 7: 4 с.
27. ДСТУ ISO 6635:2004 Фрукти, овочі та продукти перероблення. Визначення вмісту нітратів та нітритів спектрометричним методом молекулярної абсорбції.
28. ДСТУ ISO 5983-2003. Корми для тварин. Визначання вмісту азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Метод Келдаля (ISO 5983:1997, IDT).
- 29 Horwitz W., Latimer G. *Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed.)*. AOAC International, USA. 2016. 771 p.
- 30 Atwater W. O. Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food. *Farmers Bulletin*. 1910. No. 142. 48 p. Internet Archive. Washington, D. C.: United States Department of Agriculture. URL: <https://archive.org/details/CAT87202134/page/45/mode/2up>

-
31. Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие. За ред. Посыпанова Г. С. Москва «Агропомиздат». 1991. 200 с.
- 32 Unkovich M., Herridge D., Peoples M., Cadisch G., Boddey B., Giller K. Measuring Plant-Associated Nitrogen Fixation in Agricultural Systems. *Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR)*. 2008. 132–188.
<http://hdl.handle.net/102.100.100/121643?index=1>.
- 33 Córdova S. C., Castellano M. J., Dietzel R. et al. Soybean nitrogen fixation dynamics in Iowa, USA. *Field Crop. Res.* 2019, 236: 165–176. Doi: 10.1016/j.fcr.2019.03.018.
- 34 Lichtenthaler H. K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UVVIS spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry* 2001, pp. F4–F4.3.8. New York, NY, USA: Wiley.
- 35 Beauchamp Ch., Fridovich I. Superoxide dismutase improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*. 1971, № 44 (1): 278.
- 36 Dhindsa R. S., Plumb-Dhindsa P., Thorpe T. A. Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *Journal of Experimental Botany*. 1981, № 32, 94.
- 37 Aebi H. Catalase in vitro. *Methods in Enzymol.* 1984, 105: 122.
- 38 Upadhyaya A., Sankhla D., Davis T. D., Sankhla N., Smith B. N. Effect of paclobutrazol on the activities of some enzymes of activated oxygen metabolism and lipid peroxidation in senescing soybean leaves. *Journal of Plant Physiology*. 1985, 121: 455.

-
- 39 Sun J., You X.R., Li L., et al. Effects of a phospholipase D inhibitor on postharvest enzymatic browning and oxidative stress of litchi fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 2011. № 62. P. 288–290.
- 40 Thalmann A. Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenase Aktivität in Boden Mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtschaft. Forsh.* 1968, 21: 249–284.
- 41 Ladd J. N.; Butler J. H. A. Short-Term Assays of Soil Proteolytic Enzyme Activities Using Proteins and Dipeptide Derivatives as Substrates. *Soil Biol. Biochem.* 1972, 4:19–30.
- 42 Von Mersi W., Schinner F. An improved and accurate method for determining the dehydrogenase activity of soil with iodinitrotetrazolium chloride. – *Biol. Fertil. Soils.* 1991,11: 216–220.
- 43 Wolinska A. Dehydrogenase activity of soil enzymes and oxygen availability in the reoxidation process of selected mineral Polish soils. Dissertations and Monographs. *Acta Agroph.* 2010, 180: 1234–4125.
- 44 Zantua M. I. Urease Activity in Soils; Retrospective Theses and Dissertations an authorized administrator of Iowa State University Digital Repository 6234; Iowa State University: 1976. Ames, IA, USA.
- 45 Allan R. E., Vogel O. A., Peterson C. I. Inheritance and differentiation on of semidwarf culm length of wheat. *Crop Sci.*, 1968. V. 8, № 6. 33 p.
- 46 Mohibullah K. Studies on major diseases of bulb vegetables (onion and garlic) in NWFP. Final Technical Report Agricultural Research Institute Tarnab, Peshawar. 1991. 260 p.
- 47 Гопцій Т. І. Методи оцінки вихідного і селекційного матеріалу: навч. посіб. / Т. І. Гопцій, С. В. Лиманська, О. В. Гудим. Харків: ХНАУ, 2021. 107 с.
- 48 ДСТУ 3233-95 Часник свіжий. Технічні умови. 1995. Київ. Держстандарт України.
- 49 MacKay S. Home storage of fruits and vegetables. (Rev.). Ithaca, NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 1984. 240.

-
- 50 ДСТУ 4971:2008. Ящики полімерні багатооборотні для овочів і фруктів. Технічні умови.
- 51 Кобизєва Л. Н., Безугла О. М., Силенко С. І., Колотилов В. В., Сокол Т. В., Докукіна К. І., Василенко А. О., Безуглий І. М., Вус., Н. О. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. 84 с.
- 52 Convention on Biological Diversity. 02.05.2024. Retrieved from <http://www.cbd.int/>
- 53 Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. Journ. Agric. Res.* 1963. N 14. P. 742–754.
- 54 Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966. Vol. 6, N 1. P. 36–40.
- 55 Rossielle A. A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop. Sci.* 1981. Vol. 21, N 6. P. 27–29.
- 56 Snedecor G. W. 1989. *Statistical Methods 8th Edition*. Iowa State University Press. 503 pp.
- 57 Shing M., Ceccarelli S., J. Hambling. Estimation of heritability from varietal trials data. *Theoretical and Applied Genetics* 1993, 86: 437–441.
- 58 Burton G. W., R. W. De Vane. Estimating heritability in tall Fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*. 1953, 45: 478-481.
- 59 Lush J. L. Heritability of quantitative characters in farm animals. *Proceedings of 8th Congress of Genetics and Hereditas*. 1949, 35: 356-375.
- 60 Falconer D.S. *Introduction to Quantitative Genetics, 3rd edn*. Longman Inc., New York. 1989, 448 p.
- 61 Kakade S. M., Foster D. P. Multi-view regression via canonical correlation analysis. In COLT. 2007, 82–96.
- 62 Hajjar S. El., Abdallah F. One-step multi-view spectral clustering with cluster label correlation graph. *Information Sciences*. 2022, 592: 97–111.

-
- 63 Davide C., Warrens M. J., Jurman G. The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. *PeerJ Computer Science*. 2021, 7(e623): e623. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.623>
- 64 *Статистика : навч. посіб.* За ред. О. В. Раєвнєвої. Харків : ВД "ІНЖЕК", 2011. 504 с.
- 65 *Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник.* В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогриз, В. П. Опришко. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
- 66 Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В., Євчук Я. В., Третьякова С. О., Кононенко Л. М., Войтовська В. І., Михайловин Ю. М. *Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях.* Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 300 с.
- 67 Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. *Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навч. посібник.* Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.
- 68 Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р., та ін. *Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб.* Київ: «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
- 69 Барковський В. В., Барковська Н. В., Лопатін О. К. *Теорія ймовірностей та математична статистика.* Київ: ЦУЛ, 2002. 448 с.
- 70 *Економіка сільського господарства : навч. посіб.* / Збарський В. К. та ін. ; за ред. В. К. Збарського. Київ : Каравела, 2009. 264 с.
- 71 Мацибора В. І. *Економіка сільського господарства.* Київ: Вища шк., 1994. С. 43.

РОЗДІЛ 3

АДАПТИВНА СЕЛЕКЦІЯ ЧАСНИКУ ОЗИМОГО (*Allium sativum* L. *subsp. sagittatum* та *subsp. vulgare*) КОЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА

Дослідження колекції часнику дозволи розподілити сорти і колекційні зразки за видами (озимі стрілкуючі і нестрілкуючі та ярі) по групах за окремими показниками продуктивності. Зокрема, за ознакою «маса цибулини» серед озимих стрілкуючих було виділено перспективні сортозразки А.s.6/16 (Джованна) і А.s.1/163 (Аполлон), які у 2022 році внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення та А.s.25/16 і А.s.40/16, які досліджували разом з поширеними сортами у виробництві: Софіївський, Прометей st, Любаша, Хандо, Харківський фіолетовий. За даною ознакою ці сорти і зразки віднесені до групи з середньою і великою масою цибулини $45 \geq$ г.

У колекції часнику налічувалося дев'ять озимих нестрілкуючих зразків за номерами А.s.1/16, А.s.14/16, А.s.16/16, А.s.19/16, А.s.27/16, А.s.33/16, А.s.35/16, А.s.43/17 і А.s.44/17. З яких за комплексом ознак (мінімальний прояв послабленого стрілкування, лежкість, вміст ефірної олії) виділилися № А.s.14/16 (сорт Глорія, який у 2023 році внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення), А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.44/17, які характеризувалися масою цибулини від 38,15 до 52,24 г.

Серед досліджуваних зразків часнику було також і 11 зразків ярого виду, з яких чотири (сорт Глорія, А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.44/17, рис. 3.1) виділені, як дворучки, тобто придатні до вирощування у підзимні й весняні строки висаджування. Ярі зразки характеризувалися малою масою цибулини від 18,98 до 28,84 г. Загалом, у колекції часнику було 87 % озимих сортів/зразків, з яких 15,5 % нестрілкуючі і 19 % ярого виду.



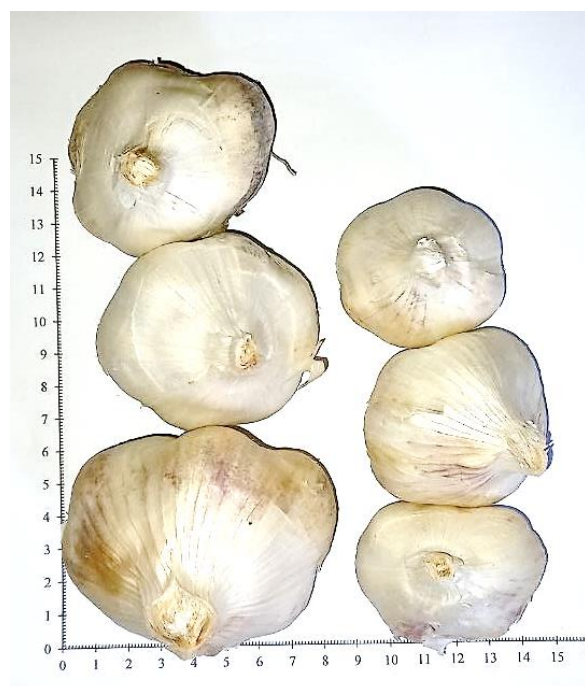
озимий ярий
Глорія



озимий ярий
A.s.33/16



озимий ярий
A.s.43/17



озимий ярий
A.s.44/17

Рисунок 3.1 Ідентифіковані зразки-дворучки
Allium sativum L. subsp. *vulgare* за підзимнього і весняного садіння

Досліджувані сорти і зразки згрупували за масою цибулини, де малою масою цибулини характеризувалися 36 %, середньою масою – 42 % і великою 23 % (рисунок 3.2).

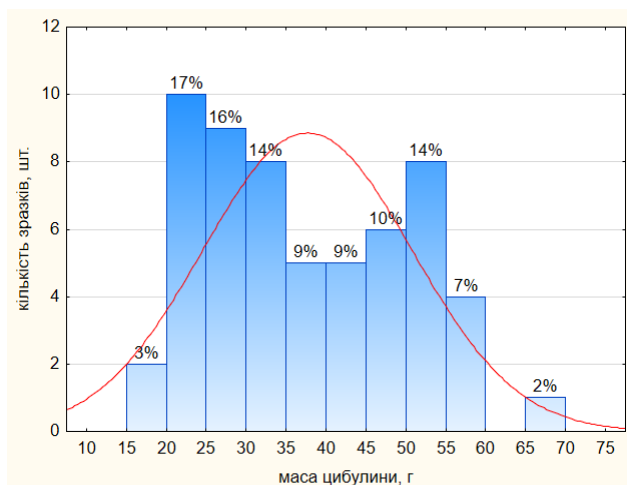


Рисунок 3.2 Групування колекції часнику за масою цибулини (2018–2022 рр.)

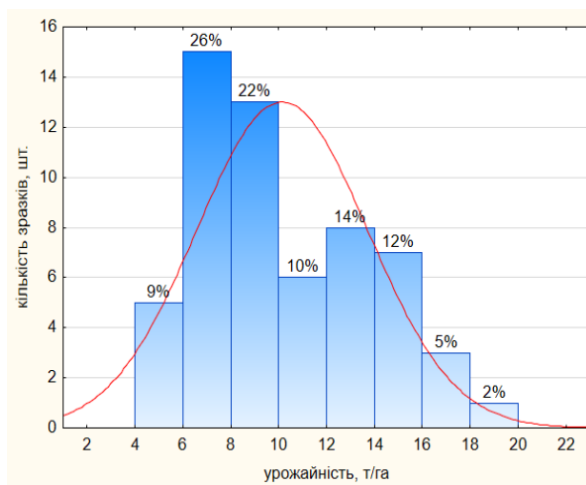


Рисунок 3.3 Групування колекції часнику за врожайністю (2018–2022 рр.)

Розподіл колекції часнику за ознакою «врожайність» істотно відрізнявся від «маси цибулини». Так, 35 % досліджуваного матеріалу характеризувалися низькою врожайністю, 32 – середньою, 31 % високою і лише 2 % – дуже високою врожайністю (рис. 3.3).

Метою досліджень передбачалося виділити столові й технічні сорти і зразки видів часнику для переробної промисловості і споживання у свіжому вигляді. Цінними є форми часнику з найменшим вмістом ефірної олії – для свіжого споживання, для м'ясопереробної промисловості та для фармакологічних препаратів навпаки – з найбільшим. У столових ягого часнику вміст ефірної олії коливається від 0,28 до 0,38, у технічних – 0,5 мг і більше (на 100 г сирової речовини). Так, за результатами ранжування 32 % досліджуваного матеріалу відноситься до столового типу, а 68 % до сортів

технічного типу, серед яких 5 % мають дуже високу концентрацію ефірної олії (рис. 3.4).

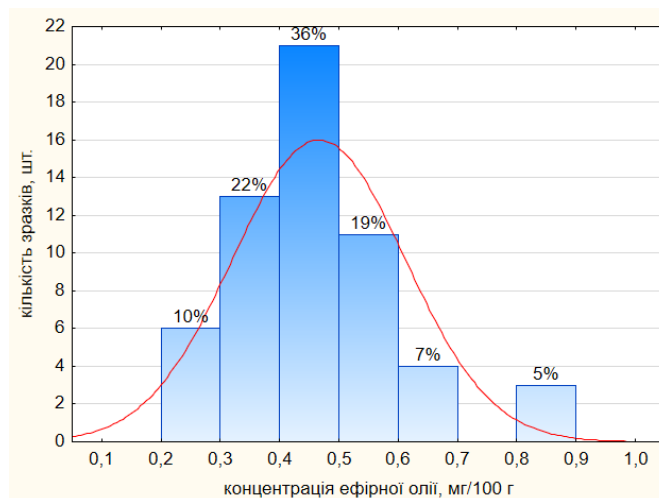


Рисунок 3.4 Групування колекції часнику за концентрацією ефірної олії у м'якуші (2018–2022 рр.)

За результатами ранжування виділені зразки за комплексом цінних ознак, з якими і проведено дослідження і селекційну роботу.

3.1 . Аналіз екологічної пластичності й стабільності перспективних зразків та створення сортів *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*.

Метод оцінки, що дозволяє провести аналіз параметрів стабільності та пластичності, є важливим кроком у програмах селекції рослин та надає точнішу інформацію для селекції ідеального генотипу. Цей метод дозволяє визначити вплив генотипу, середовища та взаємодії генотип × середовище (GEI) на врожайність культури та виділити найкращі популяції з високою та стабільною врожайністю в умовах випробувань.

Аналізуючи сорти і виділені зразки за ознакою «маса цибулини» відзначено, що сорти Джованна і Аполлон переважають стандарт на 1,6 і 7,1

% (0,84 і 3,79 г), перспективні зразки А.s.25/16 і А.s.40/16 характеризувалися вищим показником на 4,4 і 10,8 % (2,34 і 5,79 г). Сорт Хандо мав масу цибулини неістотно вищу від стандарту, а сорти Софіївський і Любаша – нижчу на 18,7 і 12,2 % відповідно до сорту.

Генетико-статистичний аналіз даної ознаки показав, що найбільш стабільними (за показниками σ^2d і КМ, Ном) були сорт Софіївський ($\sigma^2d - 1,83$; КМ – 1,47; Ном – 190,2) та зразок № 25 ($\sigma^2d - 1,15$; КМ – 0,84). За показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d всі досліджувані сорти Прометей st, Любаша, Хандо і Харківський фіолетовий мали показники $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$ – тобто мають кращі результати за сприятливих умов вирощування. Сорти Софіївський, Джованна і Аполлон та зразки А.s.25/16 і А.s.40/16 мали показники $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні.

Сорти Софіївський, Джованна і Аполлон та зразок А.s.40/16 за показником пластичності (bi) можна віднести до групи середньопластичних, а зразок А.s.25/16 до низькопластичних, всі інші сорти відносяться до групи високопластичних, або до групи сортів інтенсивного типу. Абсолютна більшість досліджуваних сортів характеризувалася високою гомеостатичністю, що підтверджує їх пластичність, лише сорт Софіївський мав показник Ном на рівні 190,2.

Високою селекційною цінністю (Sc), стресостійкістю (CC) та компенсаторною здатністю (КЗ) характеризувалися нові сорти Джованна і Аполлон та перспективні зразки А.s.25/16 і А.s.40/16, які переважали всі інші сорти за цими параметрами, за виключенням сорт Хандо, який мав нижчу компенсаторну здатність лише за зразок А.s.40/16.

За коефіцієнтом адаптивності нові сорти Джованна і Аполлон та перспективні зразки А.s.25/16 і А.s.40/16 переважали стандарт і всі інші

досліджувани сорти. Зокрема найбільш адаптивними виявилися сорт Аполлон і зразок А.с.40/16, де КАА = 1,08 і 1,12.

Для отримання високої продуктивності потрібне співвідношення CVG/CVA близьке до одиниці або більше за одиницю, оскільки в наших дослідженнях екологічна варіація була більшою від генетичної, що вказує на сильну залежність культури від умов вирощування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності рослин *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum* за ознакою «маса цибулини», (2020–2022), т/га

Сорт/зразок	\bar{X}	$\sigma^2 d$	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Софіївський	44,96	1,83	0,40	190,2	40,0	1,47	0,86	-8	44	0,85
Прометей st st	53,36	3,44	1,41	267,9	47,4	2,40	1,00	-27	56	1,01
Любаша	46,87	3,68	1,70	206,8	41,7	2,92	0,87	-33	49	0,89
Хандо	53,62	3,38	1,42	270,5	47,6	2,40	1,01	-27	56	1,02
Харківський фіолетовий	49,71	3,80	1,82	232,6	44,2	2,93	0,92	-35	51	0,94
Джованна	54,20	2,40	0,64	276,4	48,2	1,62	1,04	-12	52	1,03
Аполлон	57,15	2,94	0,85	307,3	50,8	1,78	1,09	-20	55	1,08
А.с.25/16	55,70	1,15	-0,17	292,0	49,5	0,84	1,08	-3	56	1,06
А.с.40/16	59,14	2,73	0,92	329,2	52,6	1,82	1,13	-18	58	1,12
	\bar{X}	52,74								
	σ_G^2	31,1								
	σ_F^2	144,0								
	σ_A^2	112,9								
	CVG, %	10,6								
	CVP, %	22,8								
	CVA, %	20,1								
	CVG/CVA	0,52								
	h^2	0,45								
	$H_{Falconer}^2$	0,78								
	HIP_{05}	3,47								

Аналізуючи часник озимий стрілкуючий за ознакою «врожайність» виділено сорти і зразки, які істотно переважали стандарт, але їх продуктивність ще більше залежала від зовнішніх умов. Так, найбільш врожайними були сорти Хандо, Джованна і Аполлон, в яких цей показник був

вищим від сорту Прометей st на 9,3 % (1,31 т/га); 12,2 % (1,72 т/га); 8,3 % (1,16 т/га) відповідно до сорту та перспективні зразки А.s.25/16 і А.s.40/16, врожайність яких була вищою на 14,7 і 13,9 %.

Групуючи досліджувані сорти і зразки часнику за параметрами пластичності (b_i) і стабільності $\sigma^2 d$, відзначено, що сорт-стандарт Прометей, сорт Софіївський і зразок А.s.25/16 характеризувалися співвідношенням $b_i < 1$, $\sigma^2 d > 0$, тобто мали кращі результати за несприятливих умов, нестабільні; всі інші досліджувані сорти і зразки характеризувалися співвідношенням $b_i > 1$, $\sigma^2 d > 0$ – тобто мають кращі результати за сприятливих умов, нестабільні (табл. 3.2).

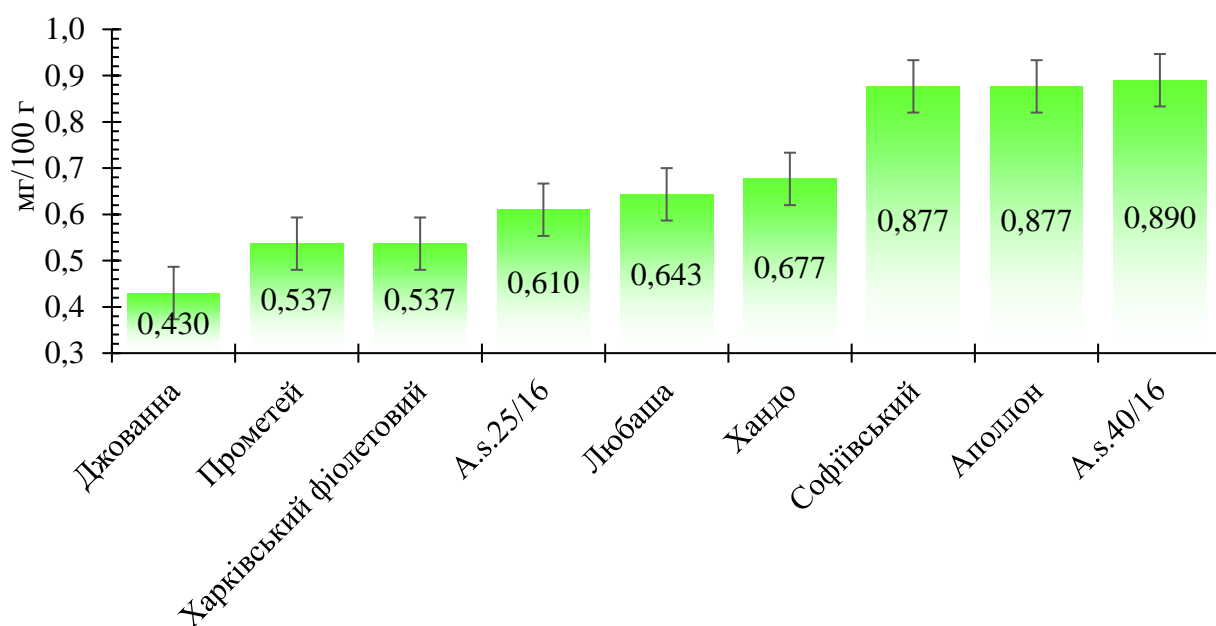
Таблиця 3.2

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності рослин *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum* за ознакою «врожайність», (2020–2022), т/га

Сорт/зразок	\bar{X}	$\sigma^2 d$	b_i	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА	K_{sfn}
Софіївський	13,11	1,10	0,77	72,4	12,0	1,87	0,89	-3	13	0,89	1,23
Прометей st	14,01	0,92	0,61	82,7	12,8	1,64	0,95	-2	14	0,95	1,16
Любаша	13,43	1,68	1,24	77,0	12,4	2,36	0,91	-7	15	0,92	1,69
Хандо	15,32	1,44	1,04	98,9	14,0	2,00	1,04	-5	17	1,04	1,40
Харківський фіолетовий	14,03	1,70	1,46	82,9	12,8	2,54	0,94	-7	16	0,95	1,69
Джованна	15,73	1,35	1,26	104,2	14,4	2,19	1,06	-4	17	1,07	1,32
Аполлон	15,17	1,67	1,53	97,0	13,9	2,49	1,02	-6	13	1,03	1,48
А.s.25/16	16,07	1,40	0,04	108,8	14,7	1,04	1,10	-4	16	1,09	1,33
А.s.40/16	15,97	1,31	1,04	107,4	14,6	1,96	1,08	-4	17	1,08	1,25
\bar{X}	14,77										
σ_G^2	1,5										
σ_F^2	7,1										
σ_A^2	5,6										
CVG, %	8,3										
CVP, %	18,1										
CVA, %	16,1										
CVG/CVA	0,52										
h^2	0,45										
$H_{Falconer}^2$	0,79										
HIP_{05}	1,21										

Аналізуючи залежність урожайності від умов вирощування, відзначено, що така ознака у більшій мірі залежить від умов ($CVA = 16,1 \%$) в яких формувався врожай, аніж від генотипу ($CVG = 8,3 \%$).

Характеризуючи сорти і зразки часнику за ознакою «концентрація ефірної олії», відзначено, що абсолютна більшість досліджуваного матеріалу відноситься до сортів технічного напрямку використання. Із дуже високим вмістом ефірної олії відзначалися сорти Софіївський, Аполлон і зразок A.s.40/16 – 0,877–0,890 мг/100 г. Сорти Прометей st і Харківський фіолетовий та зразок A.s.25/16 мали концентрацію ефірної олії нижчу середнього показника, а сорти Любаша і Хандо характеризувалися середнім вмістом ефірної олії у м'якуші, що складало 0,643 і 0,677 мг/100 г (рис. 3.5).



Результати статистичної обробки

SD	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	$CVG, \%$	$CVP, \%$	$CVA, \%$	CVG/CVA	h^2	$H_{Falconer}^2$	HIP_{05}
0,675	0,0001	0,0262	0,0261	1,8	24,0	23,9	0,07	0,52	0,99	0,06

Рисунок 3.5. Концентрація ефірної олії у м'якуші *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*, мг/100 г

Результатами статистичного аналізу підтверджується сильна залежність формування даного показника від екологічних умов (23,9 %) аніж від генотипу

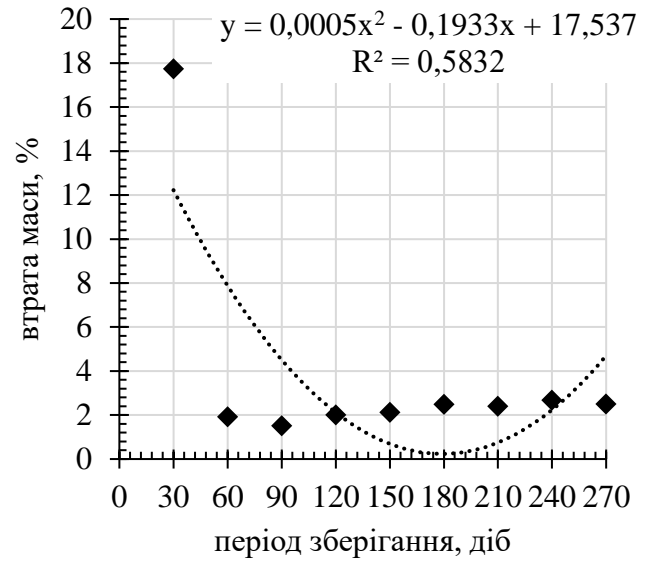
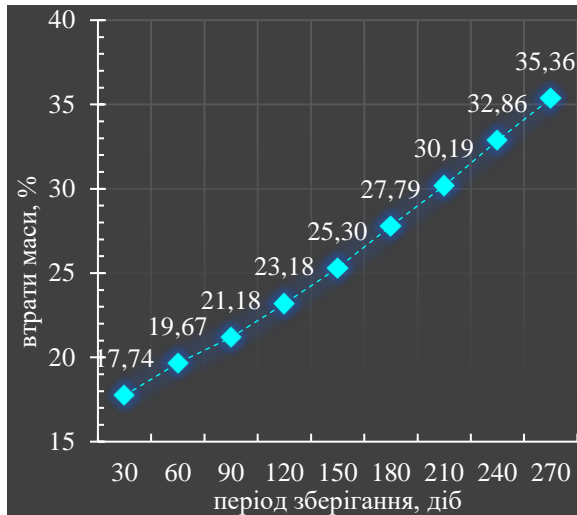
(1,8 %), а залежність між коефіцієнтом генетичної й екологічної варіації (CVG/CVA) була майже відсутня.

Таблиця 3.3

Структура щомісячних втрат маси цибулини *Allium sativum* L subsp. *sagittatum* за зберігання у неконтрольованих умовах, %, (2020–2023)

Сорт/зразок	Період зберігання, діб після збору врожаю								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Софіївський	15,2	16,0	16,8	18,0	19,3	21,0	22,9	25,7	28,7
Прометей st	21,0	21,7	22,6	24,9	27,5	30,4	33,1	35,2	37,3
Любаша	18,4	20,7	22,9	25,8	28,7	32,2	35,3	37,7	39,9
Хандо	18,2	20,1	22,0	24,8	27,7	31,0	33,9	37,3	38,4
Харківський фіолетовий	18,0	24,3	26,9	28,5	30,3	32,2	33,7	35,2	36,6
Джованна	15,0	16,2	17,4	18,7	20,2	22,1	24,2	27,6	32,0
Аполлон	17,3	18,0	18,8	19,6	20,8	22,1	23,8	26,7	30,0
A.s.25/16	18,6	20,9	22,9	26,0	28,7	32,1	35,3	37,9	40,0
A.s.40/16	18,0	19,1	20,3	22,3	24,5	27,0	29,5	32,4	35,3
\bar{X}	17,74	19,67	21,18	23,18	25,30	27,79	30,19	32,86	35,36
SD	1,71	2,52	3,00	3,48	3,97	4,55	4,91	4,67	3,96
CV,%	10	13	14	15	16	16	16	14	11

Середні дані втрат маси цибулини, наведені на рисунку 5, показують, що за період перших 30-ти діб відбуваються найбільші природні втрати маси (17,74 %), а надалі за зберігання у неконтрольованих умовах динаміка втрат маси стабільно наростає до 180 доби і потім неістотно знижується через 210 діб, знову зростає на 240 добу і знижується на 270 добу. Це пов'язано з більш інтенсивним диханням та закінченням періоду спокою зубків. Сумарні втрати маси цибулини досягали 35,36 % (рис. 3.6).



А

Б

Рисунок 3.6. Усереднені показники (А) і динаміка (Б) щомісячних втрат маси цибулини сортів та перспективних зразків *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum* за зберігання у неконтрольованих умовах, % (2020–2023).

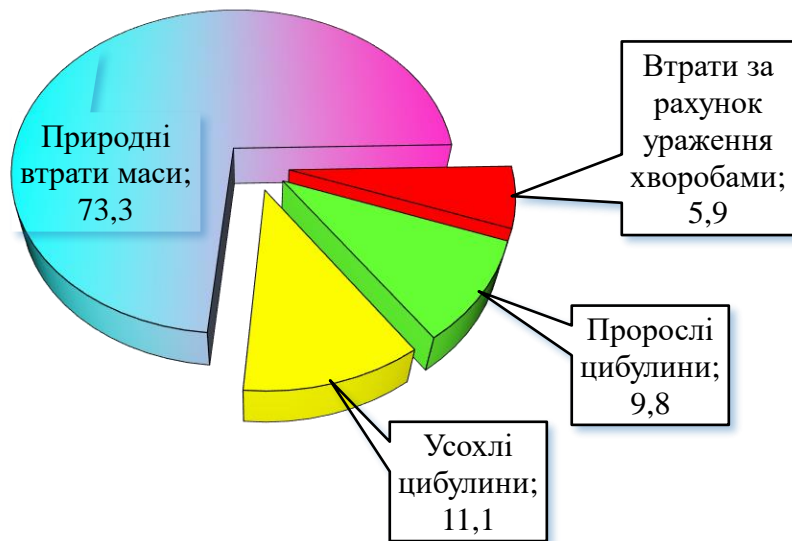


Рисунок 3.7. Узагальнені дані розподілу втрат маси цибулини *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum* по категоріям на кінець періоду зберігання, %.

Істотно більші втрати від ураження гнилями відзначено у сортів Прометей st (4,6 %), Харківський фіолетовий (5,0 %), дещо нижчий відсоток

ураження був у сорту Джованна – 3,0 %, що пояснюється нижчою стійкістю даних сортів до збудників захворювань.

Поодинокі проростання цибулин часнику, здебільшого, відзначали після 90 доби у сортів Софіївський, Прометей st і Харківський фіолетовий та перспективного зразка А.s.25/16, відповідно і на кінець періоду зберігання на цих же варіантах фіксували істотно більші втрати продукції від проростання цибулин, у середньому від 3,0 до 5,0 %. Мінімальні втрати від проростання цибулин відзначено у сортів Любаша, Хандо, Джованна і Аполлон – 2,0–2,1 % (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Розподіл втрат маси цибулини *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum* по категоріям на кінець періоду зберігання, (2020–2023)

Сорт/зразок	Природні втрати маси, %	Втрати за рахунок ураження хворобами, %	Пророслі цибулини, %	Усохлі цибулини, %
Софіївський	22,0	1,0	3,7	2,0
Прометей st	23,0	4,6	3,0	6,7
Любаша	33,0	1,8	2,1	3,0
Хандо	30,2	1,2	2,0	5,0
Харківський фіолетовий	23,0	5,0	7,0	1,6
Джованна	22,5	3,0	2,0	4,5
Аполлон	25,4	0,6	2,0	2,0
А.s.25/16	28,0	1,0	5,0	6,0
А.s.40/16	26,0	0,5	4,3	4,5
\bar{X}	25,9	2,1	3,5	3,9
<i>SD</i>	3,54	1,67	1,73	1,71
<i>CV, %</i>	14	80	50	44

Усихання цибулин часнику визначалося інтенсивністю дихання у зв'язку з закінченням періоду спокою, тому максимальне значення усохлих

цибулин відзначено в сортів часнику, у яких було найбільше пророслих та/або уражених гнилями цибулин (Прометей st – 6,7 %, Хандо – 5,0 %, Джованна – 4,5 % і зразок A.s.25/16 – 6,0 %).

Визначення поживної цінності продукції різних сортів часнику озимого, показало істотну диференціацію сортів за досліджуваними параметрами. Так, максимальну концентрацію протеїну визначено у сортів Софіївський та Джованна – 6,27 і 6,77 мг/100 г сирової маси, що було істотно вище від середнього значення і неістотно у сорту Софіївський відносно стандарту. (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

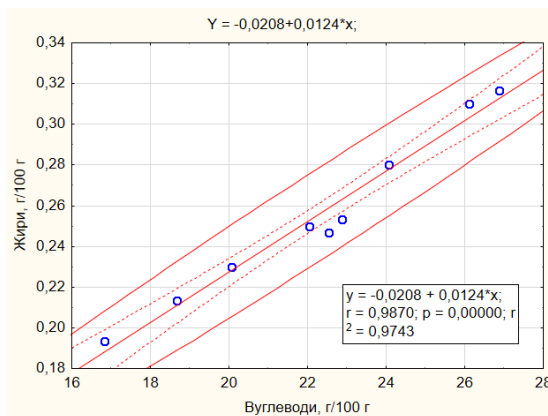
**Поживна цінність м'якуша сортів і перспективних зразків
Allium sativum L. subsp. *sagittatum*, (2020–2022) (X±SD)**

Сорт/зразок	Протеїн	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал.	
	г/100 г сирової маси				
Софіївський	6,27±0,48	22,05±0,78	0,25±0,02	115,54±4,76	
Прометей st	6,16±0,43	26,11±0,73	0,31±0,02	131,84±4,33	
Любаша	6,12±0,41	20,07±0,93	0,23±0,02	106,83±4,72	
Хандо	5,72±0,40	22,53±1,53	0,25±0,02	115,25±6,98	
Харківський фіолетовий	5,06±0,32	18,67±0,31	0,21±0,01	96,83±2,54	
Джованна	6,77±0,43	16,83±0,62	0,19±0,01	96,15±3,93	
Аполлон	4,29±0,22	26,87±0,66	0,32±0,02	127,49±3,48	
A.s.25/16	5,93±0,37	22,87±0,50	0,25±0,01	117,47±2,97	
A.s.40/16	4,20±0,22	24,07±0,68	0,28±0,02	115,57±3,68	
	\bar{X}	5,61	22,23	0,25	113,66
	σ_G^2	0,05	0,22	0,0001	
	σ_F^2	0,91	10,54	0,0020	
	σ_A^2	0,86	10,32	0,0019	
	CVG, %	3,85	2,1	4,4	
	CVP, %	16,98	14,6	17,7	
	CVA, %	16,53	14,5	17,1	
	CVG/CVA	0,23	0,15	0,26	
	h^2	0,14	0,06	0,17	
	$H_{Falconer}^2$	0,95	0,98	0,94	

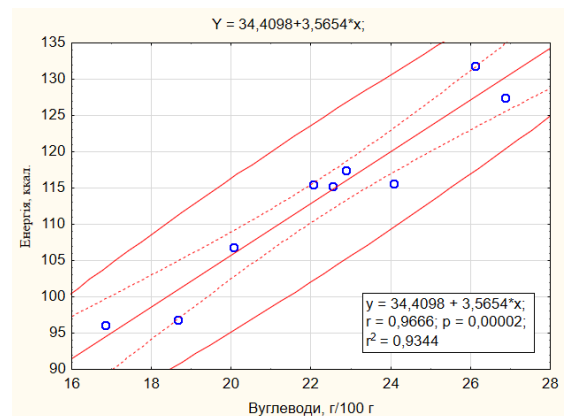
Аналізуючи фенотипову залежність вмісту протеїну, відзначено, що дана ознака у більшій мірі залежить від умов вирощування (CVA =% 16,53) у

яких формувався фенотип, аніж від генотипу ($CVG = 3,85\%$). Низька спадковість $h^2 = 0,14$ означає, що дана ознака не визначається генами, тобто не є стабільною і змінюється під впливом зовнішніх умов, але $H_{Falconer}^2$ висока спадковість (0,95) у широкому розумінні вказує, що дана ознака буде вказувати на схожість/відмінність між генотипами

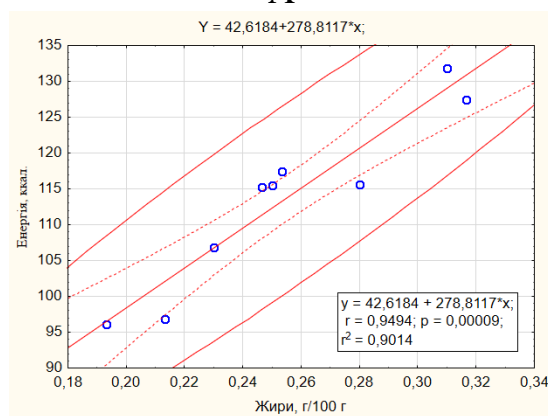
Максимальну концентрацію жирів і вуглеводів визначено у сортів Прометей, Аполлон і зразка А.s.40/16 – 0,28 – 0,32 та 24,07–26,87 мг/100 г сирої маси, що істотно вище від середнього показника. Накопичення вуглеводів і жирів мало прямий зв'язок ($r = 0,9870$, $r^2 = 0,9743$), що підтверджується статистично на рисунку 3.8, а між вмістом жирів і вуглеводів з калорійністю відзначався дуже сильний зв'язок ($r = 0,9494$, $r^2 = 0,9014$ та $r = 0,9666$, $r^2 = 0,9344$).



А



Б



В

Рисунок 3.8. Лінійна модель залежності між вмістом жирів і вуглеводів (А), вуглеводів (Б) й жирів (В) з калорійністю м'якуша *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*.

3.2. Аналіз екологічної пластичності й стабільності перспективних зразків та створення сортів *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий)

За масою цибулини коефіцієнт варіації (CV) у рослин, які утворювали і не утворювали редуковану квітконосну стрілку, був на середньому рівні – 16,9 і 17,7 %; коефіцієнт варіації середовища (CVA) у цих же варіантах був у високих межах – 33,5 і 26,6 %. Для маси цибулини залежність між коефіцієнтом генетичної і екологічної варіації (CVG/CVA) була помітною (0,43 і 0,50) як у рослин без редукованої стрілки, так і з її утворенням (табл. 3.6).

Для ознаки «врожайність» залежність між коефіцієнтом генетичної і екологічної варіації (CVG/CVA) була також помітною (0,44 і 0,33), але коефіцієнти варіації у рослин часнику, які утворювали редуковану квітконосну стрілку, були істотно нижчими (за показником врожайності). Відсутність статистичної похибки у зразків A.s.19/16 і A.s.44/17 пояснюється тим, що окремі їх рослини утворювали редуковану квітконосну стрілку лише у 2020 році (дані не наводяться).

Згідно з Vencovsky [1], для отримання високої продуктивності потрібне співвідношення CVG/CVA близьке до одиниці або більше за одиницю, оскільки у цих випадках генетична варіація більша, ніж генетична варіація середовища, вказуючи на те, що відбір за даною ознакою матиме найкращі умови з точки зору клонового добру.

Результати наведені у таблиці 3.7, вказують на низьку спадковість часнику, вищою вона є лише у випадку стрілкування, яке зумовлюється несприятливими умовами середовища у конкретний рік випробування. Наведені результати вказують на те, що чим вище зв'язок між генетичним і екологічним коефіцієнтом варіації, тим вище було значення спадковості.

Таблиця 3.6

**Маса цибулини та врожайність колекційних зразків
Allium sativum L. *subsp. vulgare* (озимий), (2020–2022), г**

Сорт/зразок	Маса цибулини, г		Урожайність, т/га	
	WRS ¹	RS ²	WRS ¹	RS ²
A.s.1/16	40,97±7,31	37,83±7,16	15,62±2,00	0,48±0,26
Глорія	38,15±3,72	31,23±9,57	14,68±1,63	0,11±0,08
A.s.16/16	57,22±15,90	51,80±19,92	19,09±3,09	0,92±0,30
A.s.19/16	42,33±4,74	34,00±0,00	14,83±1,11	0,24±0,00
A.s.27/16	34,87±8,97	33,87±8,49	14,71±3,47	4,02±1,91
A.s.33/16	36,72±8,85	33,63±7,53	14,63±2,45	1,83±0,43
A.s.35/16	38,42±4,10	30,27±9,43	14,82±0,37	0,65±0,10
A.s.43/17	34,88±4,26	33,55±2,57	14,63±1,01	0,56±0,12
A.s.44/17	52,24±9,15	36,00±0,0	19,11±2,31	0,27±0,00
\bar{X}	41,76±6,97	35,80±8,53	15,79±1,13	0,48±0,36
σ_G^2	123,8	143,4	7,9	0,2
σ_F^2	23,0	35,6	1,6	2,2
σ_A^2	146,7	179,0	9,4	2,0
<i>CVG</i> , %	11,5	16,7	7,9	46,0
<i>CVP</i> , %	29,0	37,4	19,4	148,0
<i>CVA</i> , %	26,6	33,5	17,8	140,6
<i>CVG/CVA</i>	0,43	0,50	0,44	0,33
h^2	0,36	0,43	0,37	0,90
$H_{Falconer}^2$	0,84	0,80	0,84	0,10
HIP_{05}	3,08	3,27	0,73	0,05

Примітка: ¹WRS – рослин, які НЕ утворили редуковану квітконосну стрілку; ²RS – рослин, які утворили редуковану квітконосну стрілку.

Високою масою цибулини характеризувалися зразки за номерами A.s.16/16 і A.s.44/17 – 57,22 і 52,24 відповідно номеру, але вони були нестабільними – $\sigma^2d = 3,99$ і 3,03. Відносно стабільними були зразки за номерами A.s.35/16 ($\sigma^2d = 2,02$), A.s.43/17 ($\sigma^2d = 2,06$) і A.s.19/16 ($\sigma^2d = 2,18$) з масою цибулини 34,88–42,33 г. За стабільністю даної ознаки виділився сорт Глорія з масою цибулини 38,15 г та стабільністю ознаки 1,93.

Колекційні зразки часнику озимого нестрількуючого розподілили на три групи: I – з великою масою цибулини (<50 г) – зразки за номерами A.s.16/16 і

A.s.44/17; II – середньою масою цибулини (35–49 г) – сорт Глорія і зразки A.s.19/16, A.s.33/16, A.s.35/16; III – з малою масою цибулини (>35 г) – зразки за номерами A.s.27/16 і A.s.43/17 (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності рослин
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (озимий за ознакою «маса цибулини»),
(2020–2022), г**

Сорт/ зразок	\bar{X}	σ^2d	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
A.s.1/16	40,97	2,70	0,83	150,8	34,2	1,85	0,99	-16	87	0,98
Глорія	38,15	1,93	0,34	130,8	31,9	1,37	0,93	-9	78	0,91
A.s.16/16	57,22	3,99	2,13	294,3	47,8	2,55	1,34	-35	104	1,37
A.s.19/16	42,33	2,18	0,68	161,1	35,4	1,67	1,02	-12	84	1,01
A.s.27/16	34,87	3,00	1,26	109,3	29,1	2,50	0,82	-21	66	0,84
A.s.33/16	36,72	2,97	1,27	121,2	30,7	2,44	0,87	-22	73	0,88
A.s.35/16	38,42	2,02	0,58	132,7	32,1	1,63	0,93	-10	75	0,92
A.s.43/17	34,88	2,06	0,61	109,3	29,1	1,72	0,84	-10	70	0,84
A.s.44/17	52,24	3,03	1,31	245,3	43,6	2,05	1,25	-22	102	1,25

Аналізуючи адаптивну здатність за врожайністю, високоврожайними і адаптивними виявилися зразки за номерами A.s.16/16 (19,09 т/га, КА = 1,21) і A.s.19/16 (19,11 т/га, КА = 1,21), але вони були нестабільними – $\sigma^2d = 1,76$ і 1,52 та характеризувалися, як зразки інтенсивного типу ($bi = 15,4$ і 1,71), тобто лише за оптимального забезпечення всіма факторами ці зразки забезпечать високу продуктивність. У результаті генетико-статистичного аналізу виділено два найбільш стабільні зразки ($\sigma^2d = 0,61$ і 1,00) – A.s.35/16 і A.s.43/17 з врожайністю 14,82 і 14,63 т/га. Але коефіцієнт екологічної регресії вказує на

їх негативну реакцію на зміну зовнішніх факторів середовища ($b_i = 0,33$ і $0,89$) та слабку адаптивну здатність – $KA = 0,94$ і $0,93$ (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності рослин
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (озимий), за ознакою «врожайність»
(2020–2022), т/га**

Сорт/зразок	\bar{X}	σ^2d	b_i	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КА	K_{sfn}
A.s.1/16	15,62	1,42	0,76	87,0	14,6	1,76	0,99	-5	31	0,99	1,37
Глорія	14,68	1,28	-0,23	76,8	13,7	0,75	0,94	-4	28	0,93	1,30
A.s.16/16	19,09	1,76	1,54	129,9	17,8	2,27	1,21	-8	38	1,21	1,50
A.s.19/16	14,83	1,05	-0,95	78,4	13,8	-0,01	0,95	-3	29	0,94	1,20
A.s.27/16	14,71	1,86	2,83	77,1	13,7	4,04	0,92	-8	27	0,93	1,78
A.s.33/16	14,63	1,57	2,12	76,3	13,6	3,29	0,92	-6	28	0,93	1,51
A.s.35/16	14,82	0,61	0,33	78,2	13,8	1,35	0,94	-1	30	0,94	1,06
A.s.43/17	14,63	1,00	0,89	76,3	13,6	1,97	0,93	-2	29	0,93	1,18
A.s.44/17	19,11	1,52	1,71	130,1	17,8	2,41	1,21	-5	40	1,21	1,29

За врожайністю колекційні сорти часнику озимого групували наступним чином: I – високоврожайні – A.s.16/16 і A.s.44/17; стабільноврожайні – Глорія, A.s.35/16, A.s.43/17.

За Стенфілдом [32] ознаки вважаються дуже спадковими за рівня спадковості (h^2) більше 0,50, середня спадковість – 0,20–0,50, і низька спадковість – менше 0,20.

Загалом характеризуючи рослини, які утворювали редуковану квітконосну стрілку за ознакою «врожайність», відзначено, що зразки часнику більш стабільними і мали меншу варіацію ознаки ($\sigma^2d = 0,0$ –2,66; Ном = 0,1–11,4), більшою залежністю та варіацією ознаки від екологічних умов ($b_i = 0,04$ –7,90, ІЕП = 0,07–3,32). Досліджувані зразки з редукованою стрілкою мали вищу стійкість до стресу (СС = 0–1) та меншу компенсаторну здатність – (0–11). Ці зразки характеризувалися нижчою адаптивністю, що підтверджується

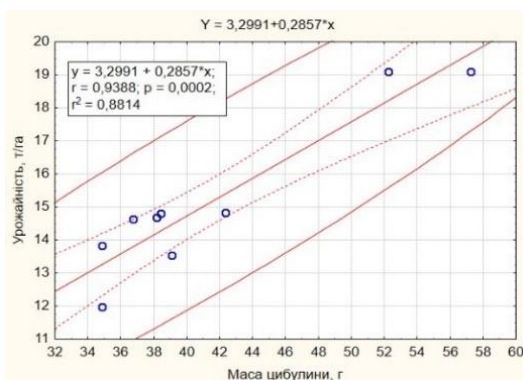
власне проявом стрілкування, як способу адаптації до умов вирощування (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

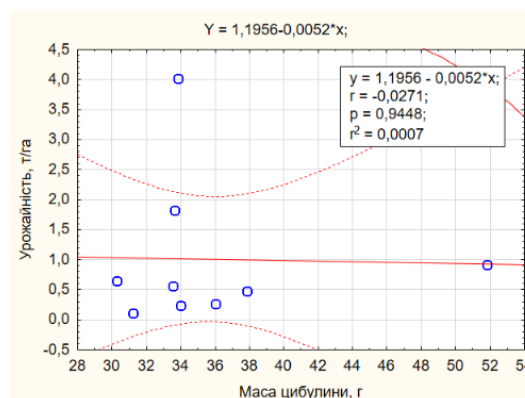
Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності рослин *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий), які утворювали редуковану квітконосну стрілку за ознакою «врожайність» (2020–2022), т/га

Сорт/зразок	\bar{X}	CV, %	σ^2d	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КА
А.с.1/16	0,48	54	0,51	0,88	0,2	0,3	2,84	0,40	0	1	0,48
Глорія	0,11	71	0,28	0,04	0,0	0,1	1,41	0,12	0	0	0,11
А.с.16/16	0,92	32	0,55	1,40	0,6	0,6	2,54	0,84	1	2	0,91
А.с.19/16	0,24	0	0,00	0,11	0,0	0,2	1,44	0,07	0	0	0,24
А.с.27/16	4,02	48	1,38	7,90	11,4	2,6	2,98	3,32	0	11	3,98
А.с.33/16	1,83	23	0,65	2,66	2,4	1,2	2,46	1,67	1	4	1,81
А.с.35/16	0,65	16	0,32	0,45	0,3	0,4	1,71	0,65	0	1	0,64
А.с.43/17	0,56	21	0,35	0,66	0,2	0,4	2,19	0,53	0	1	0,56
А.с.44/17	0,27	0	0,00	0,12	0,1	0,2	1,44	0,08	0	0	0,27

Проведення регресійного аналізу, результати якого наведені на рисунку 3.9, показало зміну залежності врожайності від маси цибулини. Згідно з отриманими даними залежність між вищезгаданими показниками (за шкалою Чеддока) у рослин, які не стрілкували була дуже сильною – $r = 0,9388$ та знижувалася до негативного рівня «відсутності зв'язку» у рослин, які утворили редуковану квітконосну стрілку – $r^2 = -0,0271$.



А) рослини часнику, які не утворювали квітконосної стрілки



Б) рослини часнику, які утворювали редуковану квітконосну стрілку

Рисунок 3.9. Лінійна модель залежності між масою цибулини і врожайністю *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий).

Аналізуючи масу суцвіть, отриманих з редукованої квітконосної стрілки, відзначено, що зразок А.s.27/16 володів істотно більшою масою бульбочок у суцвітті – 8,34 г, що на 46,6 % більше від середнього значення (5,69 г). Зразки за номерами А.s.33/16 і А.s.43/17 займали проміжне положення, маса їх суцвіть знаходилася у межах 5,65–6,16 г, що також було істотно більше від середнього показника на 6,9–8,2 % (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Маса одного суцвіття (повітряних цибулин з однієї рослини) колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий), які утворили редуковану квітконосну стрілку, г

Сорт/зразок	2020	2021	2022	\bar{X}	SD	CV, %
А.s.1/16	4,98	7,67	4,46	5,70	1,41	25
Глорія	–	3,33	4,88	2,73	2,03	74
А.s.16/16	5,47	4,87	5,18	5,17	0,25	5
А.s.19/16	–	–	–	–	–	–
А.s.27/16	8,61	8,54	7,87	8,34	0,33	4
А.s.33/16	4,82	6,29	7,36	6,16	1,04	17
А.s.35/16	5,04	6,07	5,83	5,65	0,44	8
А.s.43/17	5,89	6,34	6,01	6,08	0,19	3
А.s.44/17	–	–	–	–	–	–
\bar{X}	4,97	6,16	5,94	5,69		
σ_G^2				0,4		
σ_F^2				3,4		
σ_A^2				3,8		
CVG, %				10,6		
CVP, %				34,2		
CVA, %				32,5		
CVG/CVA				0,32		
h^2				0,005		
$H_{Falconer}^2$				1,0		

Зразок за номером А.s.1/16 характеризувався неістотно більшою масою суцвіття відносно середнього значення. Зразки за номерами А.s.16/16,

A.s.35/16 мали значення даного показника істотно та неістотно нижчі від середнього значення.

З результатів статистичної обробки даних відзначено, що фенотипове (CVP) формування параметрів цієї ознаки у більшій мірі залежить від екологічних умов (CVA) аніж від генотипу (CVG), коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 32,5 %, а залежність між коефіцієнтом генетичної й екологічної варіації (CVG/CVA) була помітною (0,32). Спадковість ознаки була високою у широкому розумінні ($H_{Falconer}^2 = 1,0$) і низькою у вузькому сенсі – $h^2 = 0,005$, що вказує сильну зміну даного показника під впливом зовнішніх умов.

Найбільшу кількість повітряних бульбочок та найбільшу варіацію ознаки одержано у 2021 році – від 3 до 7 шт./суцвіття та $CV = 23$ %, що пов'язано з більшою масою цибулини у поточному році. Більшу кількість бульбочок від середнього показника на 7,5–24,1 % утворювали зразки A.s.33/16, A.s.35/16 і A.s.43/17 (5,6–6,4 шт.). Всі інші зразки утворювали на 0,8–23,0 % менше повітряних бульбочок від середнього значення, а зразки A.s.19/16 і A.s.44/17 не утворювали бульбочок взагалі.

З результатів статистичної обробки даних відзначено, що фенотипове (CVP) формування параметрів даної ознаки більшою мірою залежить від екологічних умов (CVA) аніж від генотипу (CVG), коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 22,9 %, а залежність між коефіцієнтом генетичної й екологічної варіації (CVG/CVA) була середньою (0,42). Спадковість ознаки була високою у широкому розумінні ($H_{Falconer}^2 = 0,84$) і середньою у вузькому сенсі – $h^2 = 0,36$, що вказує на помітну зміну параметрів цієї ознаки під впливом зовнішніх умов (табл. 3.11).

**Кількість повітряних цибулин у суцвітті колекційних зразків
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (озимий), які утворили редуковану
квітконосну стрілку, шт/роsl.**

Сорт/зразок	2020	2021	2022	\bar{X}	SD	CV, %
A.s.1/16	4,0	7,0	4,0	5,0	1,41	28
Глорія	0,0	3,0	5,0	2,7	2,05	77
A.s.16/16	4,2	5,0	3,7	4,3	0,54	12
A.s.19/16	–	–	–	–	–	–
A.s.27/16	5,0	6,0	4,5	5,2	0,64	12
A.s.33/16	4,0	7,0	5,8	5,6	1,23	22
A.s.35/16	5,0	6,6	6,0	5,9	0,66	11
A.s.43/17	6,0	7,0	6,3	6,4	0,42	6
A.s.44/17	–	–	–	–	–	–
\bar{X}	4,7	5,9	5,0	5,2		
σ_G^2				0,3		
σ_F^2				1,7		
σ_A^2				1,4		
CVG, %				9,8		
CVP, %				24,9		
CVA, %				22,9		
CVG/CVA				0,42		
h^2				0,36		
$H_{Falconer}^2$				0,84		

Для маси 1000 повітряних цибулин CV і CVA були на середньому рівні. За масою 1000 повітряних цибулин залежність між коефіцієнтом генетичної й екологічної варіації (CVG/CVA) була слабкою – 0,29.

Маса 1000 повітряних цибулин, рослини часнику мала дуже низьку успадкованість – $h^2 = 0,08$, але спадковість у широкому сенсі достовірна для цілей порівняння характеристик та ступеню прояву ознаки та для прогнозування результатів селекційних досліджень [33]. Маса 1000 повітряних цибулин залежить від їх кількості у суцвітті. Кількість повітряних цибулин «м'якостеблових» зразків у більшому ступені залежала від

екологічних умов ніж від сортових особливостей, що відповідно вплинуло і на формування маси 1000 шт. (CVG = 6,3 %; CVA = 21,7 %). Високий коефіцієнт екологічної варіації вказує на залежність цього показника від умов середовища в якому він формувався (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

**Маса 1000 повітряних цибулин колекційних зразків
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (озимий), які утворили редуковану
квітконосну стрілку, г**

Сорт/зразок	2020	2021	2022	\bar{X}	SD	CV, %
A.s.1/16	1244,7	1096,0	1114,0	1151,57	66,26	6
Глорія	–	1109,0	975,0	1042,0	67,00	6
A.s.16/16	1303,2	974,0	1400,0	1225,7	182,34	15
A.s.19/16	–	–	–	–	–	–
A.s.27/16	1721,0	1424,0	1769,0	1638,0	152,58	9
A.s.33/16	1205,0	898,0	1280,0	1127,7	165,26	15
A.s.35/16	1008,0	920,0	971,0	966,3	36,08	4
A.s.43/17	982,0	906,0	950,0	946,0	31,16	3
A.s.44/17	–	–	–	–	–	–
\bar{X}	1244,0	1046,7	1208,4	1156,8	–	–
σ_G^2				62994,1		
σ_F^2				5232,6		
σ_A^2				68226,7		
CV, %				18,8		
CVG, %				6,3		
CVP, %				22,6		
CVA, %				21,7		
CVG/CVA				0,29		
h^2				0,20		
$H_{Falconer}^2$				0,92		

Перенесення генотипу з однієї зони в іншу з наближенням або віддаленням від центру походження, що може проявитися у прояві повного чи послабленого стрілкування або навпаки відсутності стрілкування у сортів, які

раніше утворювали повноцінну квітконосну стрілку. Здебільшого послаблене стрілкування у нестрілкуючих форм часнику проявляється за несприятливих погодних умов, зокрема посухи. Результати досліджень, щодо прояву послабленого стрілкування часнику озимого наведені у таблиці 3.13 та рисунку 3.10 вказують на істотну диференціацію зразків за даною ознакою.



А) Різна ступінь прояву послабленого стрілкування на різних зразках.

Б) Прояв послабленого стрілкування у зразка А.с.27/16.



В) Нульове значення прояву послабленого стрілкування.

Рисунок 3.10. Ступінь прояву послабленого стрілкування рослин *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий), які утворили редуковану квітконосну стрілку

Так, серед досліджуваних колекційних зразків часнику озимого виділяються сорт Глорія і А.s.19/16 і А.s.44/17 з найменшим відсотком рослин, які утворили редуковані квітконосні стрілки – від 0 до 2 % (за роками) та найслабшим проявом стрілкування – сорт Глорія утворював редуковану квітконосну стрілку, яка розривала псевдостебло рослини на висоті від 2 до 4 см і А.s.44/17, у якого недорозвинене суцвіття було відзначено на рівні від 0 до 15 см. (ступінь прояву послабленого стрілкування наведено на рисунку 3.9А. і 3.9Б). За рівень 0 взято розміщення недорозвиненого суцвіття під покривними лусками несправжньої (підземної, материнської) цибулини часнику, що наведено на рисунку 3.9 В.

Таблиця 3.13

**Ступінь прояву послабленого стрілкування колекційних зразків
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (озимий)**

Зразок	Кількість рослин, які утворили редуковану квітконосну стрілку, %				Висота на якій утворене суцвіття редукованої квітконосної стрілки, Lim, см
	2020	2021	2022	\bar{X}	
А.s.1/16	5	1	4	3	0–9
Глорія	0	1	2	1	2–4
А.s.16/16	6	4	13	8	0–15
А.s.19/16	2	0	0	1	0–6
А.s.27/16	38	11	56	35	0–15
А.s.33/16	14	8	21	14	0–8
А.s.35/16	5	4	7	5	0–6
А.s.43/17	5	3	4	4	3–11
А.s.44/17	2	0	0	1	–
\bar{X}	8,6	3,6	11,8	8,0	
σ_G^2					151,4
σ_F^2					14,5
σ_A^2					165,8
CVG, %					47,7
CVP, %					161,4
CVA, %					154,2
CVG/CVA					0,31
h^2					0,22
$H_{Falconer}^2$					0,91

Загалом, виходячи з погодних умов конкретного року вирощування, відзначено, що у роки з меншим вологозабезпеченням і вищими температурами (2020 і 2022) відсоток стрілкуючих рослин і ступінь прояву редукованої квітконосної стрілки був найвищим, що підтверджується вищим рівнем екологічної варіації відносно генетичної ($CVG = 47,7\%$; $CVA = 154,2\%$). Також результати статистичної обробки свідчать про незалежність цієї ознаки від генотипу, тобто низький рівень успадкування ($h^2 = 0,10$), з чого можна зробити висновок, що ступінь прояву редукованої стрілки з утворенням повітряних бульбочок не залежить від сортових особливостей, лише від ступеня відселектованості сорту та екологічних умов у яких формувалася фенотип.

Аналіз прояву послабленого стрілкування у рослин часнику озимого нестрілкуючого істотно варіював, як між генотипами так і між репродукціями (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Аналіз прояву послабленого стрілкування в різних репродукціях після посіву повітряної бульбочки *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий), %

Сорт/ зразок	Рік досліджень							\bar{X}	SD	CV,%
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
	Репродукція									
	I	II	III	IV	V	VI	VII			
A.s.1/16	0	15	11	6	4	4	4	7	4,23	58
Глорія	0	8	3	2	3	2	2	3	2,13	64
A.s.16/16	0	20	16	12	12	8	6	12	4,68	38
A.s.19/16	0	5	3	3	3	2	2	3	1,00	33
A.s.27/16	0	27	23	21	18	18	15	20	3,90	19
A.s.33/16	0	17	15	12	9	8	8	12	3,50	30
A.s.35/16	0	9	9	10	7	7	5	8	1,67	21
A.s.43/17	0	10	7	7	8	5	5	7	1,73	25
A.s.44/17	0	5	5	4	5	5	3	5	0,76	17

Установлено, що за висіву повітряних бульбочок у першій репродукції утворювалися лише однозубкові цибулини без прояву стрілкування. У другій репродукції частка рослин з проявом редукованої стрілки була максимальною, в межах 5–27 % залежно від генотипу і зменшувалася до 2–15 % у сьомій репродукції.

Виявлено, що в середньому частка рослин з проявом редукованого стрілкування у другій репродукції складала 12,9 % і неістотно знижувалася у наступній репродукції, але статистичним аналізом виявлено помірну зворотню кореляцію ($r = -0,3965$), з чого можна зробити висновок, що добір нестрілкуючих рослин є ефективним і суттєво знижує прояв послабленого стрілкування (рис. 3.11).

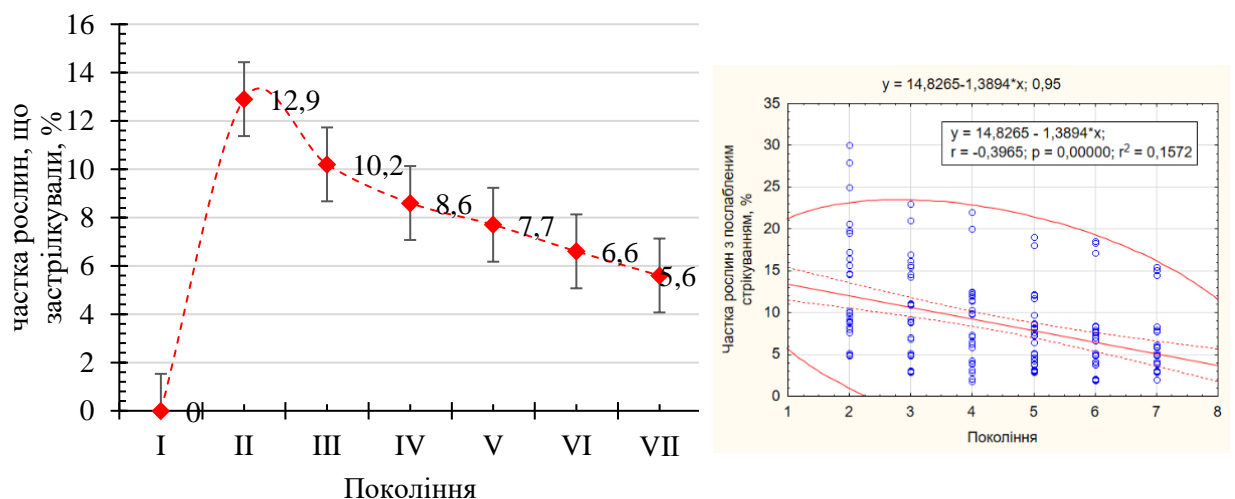


Рисунок 3.11. Усереднені дані прояву послабленого стрілкування колекційних зразків *Allium sativum* L. *subsp.* *vulgare* (озимий), залежно від репродукції та кореляційна залежність між інтенсивністю прояву послабленого стрілкування й репродукцією (2018–2024), %

Аналізуючи загальну кількість зубків у цибулині часнику озимого нестрілкуючого, відзначено, що цибулини рослин, які не утворювали редукованої квітконосної стрілки, характеризувалися більшою кількістю зубків на 4–13 шт./цибулину або 36,7–147,8 % відносно стрілкуючих. Так, найбільшою кількістю зубків у цибулині характеризувалися зразки за

номерами A.s.19/16, A.s.35/16, A.s.43/17 і A.s.44/17 – 18–22 шт./циб., що більше від середнього значення на 5,8–33,7 %, відповідно ці ж зразки мали і найменшу масу зубка (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

**Кількість зубків у цибулині колекційних зразків
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (озимий), шт., (2020–2022)**

Зразок	Кількість зубків, шт./цибулину							
	нестрілкуючих рослин				стрілкуючих рослин			
	загальна	Великі (6<г)	Середні (3–6 г)	Дрібні (>3 г)	загальна	Великі (6<г)	Середні (3–6 г)	Дрібні (>3 г)
A.s.1/16	17±4,1	4	7	6	8±1,6	4	2	2
Глорія	13±2,5	5	5	3	8±0,8	4	3	1
A.s.16/16	16±2,5	6	3	7	10±0,9	3	5	2
A.s.19/16	19±2,2	5	5	9	8±0,9	5	1	2
A.s.27/16	14±0,9	7	3	4	10±1,6	4	3	3
A.s.33/16	13±1,7	5	4	4	9±1,2	4	3	2
A.s.35/16	18±1,9	5	5	8	8±1,7	3	2	3
A.s.43/17	22±1,2	7	8	7	9±1,2	4	2	3
A.s.44/17	19±1,7	5	3	11	9±0,9	3	3	3
\bar{X}	16,7	5,4	4,8	6,6	8,9	3,8	2,7	2,3
σ_G^2	1,7				0,5			
σ_F^2	16,0				3,0			
σ_A^2	14,3				2,4			
CVG, %	7,8				8,3			
CVP, %	23,9				19,3			
CVA, %	22,6				17,5			
CVG/CVA	0,34				0,47			
h^2	0,26				0,40			
$H_{Falconer}^2$	0,89				0,82			

Розглянувши фракційний склад одержаного врожаю цибулин, можна констатувати, що найбільше великої фракції зубків у своїй структурі мали нестрілкуючі зразки за номерами A.s.27/16, A.s.16/16 і A.s.33/16 і сорт Глорія, де даний показник складав від загальної маси 37,5–51,2 %. Великою кількістю дрібної фракції зубків відзначалися зразки за номерами A.s.16/16, A.s.19/16,

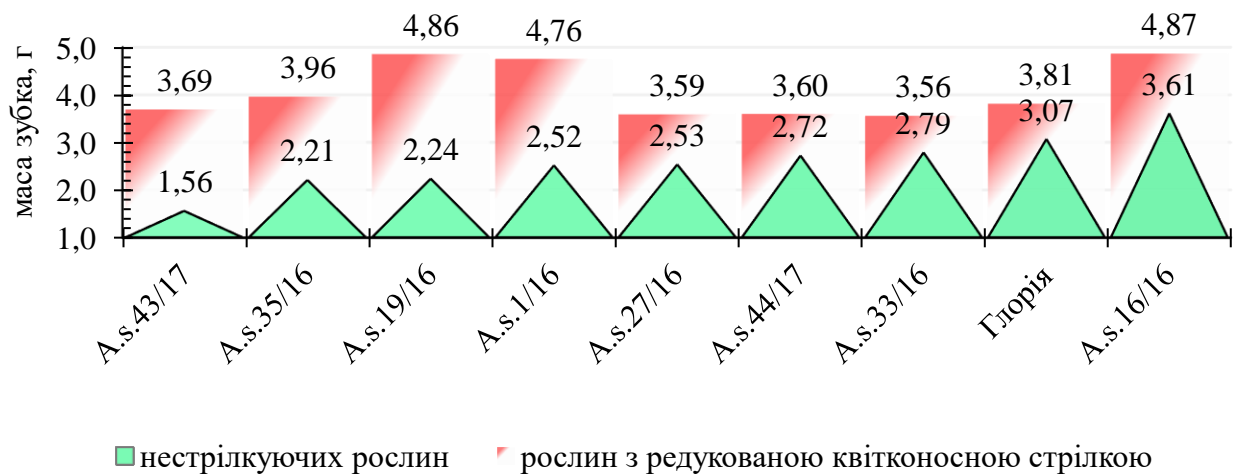
A.s.35/16 і A.s.44/17, де цей показник був у межах 45,3–56,9 %. Структура цибулини рослин часнику, які утворювали редуковану квітконосну стрілку істотно відрізнялася від нестрілкуючих. Так, найбільшою кількістю великої фракції характеризувався зразок A.s.19/16 – 65,2 % та зразки A.s.1/16 і сорт Глорія – 50,0 %. Зразки за номерами A.s.16/16, A.s.27/16, A.s.33/16, A.s.35/16, A.s.43/17 і A.s.44/17 характеризувалися середнім співвідношенням всіх фракцій зубків

З результатів статистичної обробки даних відзначено, що фенотипове (CVP) формування параметрів цієї ознаки більшою мірою залежить від екологічних умов (CVA) аніж від генотипу (CVG), коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 22,6 та 17,5 % для нестрілкуючих рослин і тих, що утворювали редуковану квітконосну стрілку, а залежність між коефіцієнтом генетичної та екологічної варіації (CVG/CVA) була середньою (0,34 і 0,40). Спадковість ознаки була високою у широкому розумінні ($H^2_{Falconer} = 0,89$ і $0,82$) і на верхній межі середньою у вузькому сенсі у рослин з редукованою стрілкою – $h^2 = 0,40$, а у нестрілкуючих рослин була ближче до низької спадковості ($h^2 = 0,26$), що вказує на походження культури від дикорослих форм, які раніше стрілкували, але зазнали істотних змін параметрів даної ознаки під впливом зовнішніх умов (преміщенням з півночі на південь і навпаки).

Отримані дані середньої маси зубка вказують на істотне зменшення цього показника у нестрілкуючих рослин (-36,7 % або 1,49 г) відносно рослин, які утворювали редуковану квітконосну стрілку. Так, у нестрілкуючих рослин, у середньому, найбільшою масою зубка характеризувалися зразок A.s.16/16 і сорт Глорія, де даний показник був вище середнього на 18,9 і 39,7 %, зразки за номерами A.s.33/16 і A.s.44/16 мали істотно більшу масу зубка відносно середнього значення на 7,9 і 5,4 % відповідно до зразка. Маса зубка у рослин, які утворювали квітконосну стрілку у середньому складала 4,08 г, істотно

більший показник відносно середнього мали зразки за номерами A.s.1/16, A.s.16/16 і A.s.19/16 – 16,6–19,4 %, всі інші зразки характеризувалися неістотно/істотно меншою масою зубка (-2,9–12,7 %).

Результати статистичної обробки сприяли виявленню того, що фенотипове (CVP) формування параметрів цієї ознаки у рослин, які утворювали редуковану квітконосну стрілку мало більшу залежність від екологічних умов (CVA) відносно нестрілкуючих форм, коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 27,9 та 29,5 % для нестрілкуючих рослин і тих, що утворювали редуковану квітконосну стрілку, а залежність між коефіцієнтом генетичної та екологічної варіації (CVG/CVA) була середньою (0,38 і 0,51), (рис. 3.12).



Результати статистичної обробки

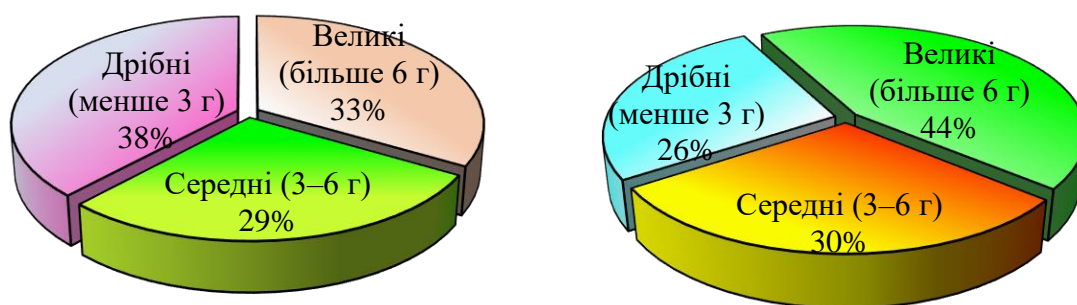
	$\bar{X} \pm SD$	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	CVG, %	CVP, %	CVA, %	CVG/ CVA	h^2	$H_{Falconer}^2$	HP ₀₅
Нестрілкуючий	2,58±0,54	0,075	0,595	0,520	10,6	29,9	27,9	0,38	0,30	0,87	0,20
Стрілкуючий	4,08±0,54	0,373	1,788	1,415	15,0	32,8	29,2	0,51	0,44	0,79	0,32

Рисунок 3.12. Середня маса зубка колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий), які не утворювали та утворювали редуковану квітконосну стрілку (2020–2022), г

Вище співвідношення CVG/CVA у рослин з редукованим стрілкуванням свідчить про придатність до створення з цих форм повноцінно стрілкуючих

сортів часнику, що також підтверджується вищою спадковістю цієї ознаки у вузькому сенсі ($h^2 = 0,44$).

Аналізуючи узагальнене співвідношення, можна констатувати, що рослини, які утворювали редуковану квітконосну стрілку, мали краще співвідношення структури цибулини. Так, у рослин з редукованим стрілкуванням відзначали майже половину (44 %) зубків великої фракції, 30 % – середньої і 26 % – дрібної. Тоді як у нестрілкуючих рослин відзначали більш рівномірний розподіл по фракціях – 33–29–38 % відповідно до фракції (рис. 3.13).



А) Розподіл зубків за фракціями у цибулині нестрілкуючих рослин, %

Б) Розподіл зубків за фракціями у цибулині рослин з редукованою квітконосною стрілкою, %

Рисунок 3.13 Узагальнене співвідношення зубків за фракціями в цибулині *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий) нестрілкуючих і рослин з редукованою квітконосною стрілкою, %

Аналіз харчової цінності м'якуша часнику показав, що більшість сортів різняться між собою у межах статистичної похибки. Так, найбільшу концентрацію сирого протеїну відзначено у сорту Глорія – 5,88 г/100 г, що більше від середнього значення на 9,3 %. Неістотно більшу концентрацію від середнього показника мав зразок А.с.43/17 – 5,50 г/100 г (більше на 2,2 %). Інші зразки, що досліджуються за таким показником характеризувалися рівним або неістотно нижчим вмістом протеїну відносно середнього значення.

За вмістом вуглеводів розподіл зразків був більш рівномірним, а варіювання даної ознаки мінімальним. Так, зразки А.s.1/16 і А.s.16/16 накопичували статистично менше вуглеводів відносно середнього значення (на 5, 2 і 9,2 %). Лише сорт Глорія накопичував статистично більшу концентрацію вуглеводів – 27,39 (+8,6 %). Інші зразки за цією ознакою знаходилися в межах похибки (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Поживна цінність м'якуша колекційних зразків

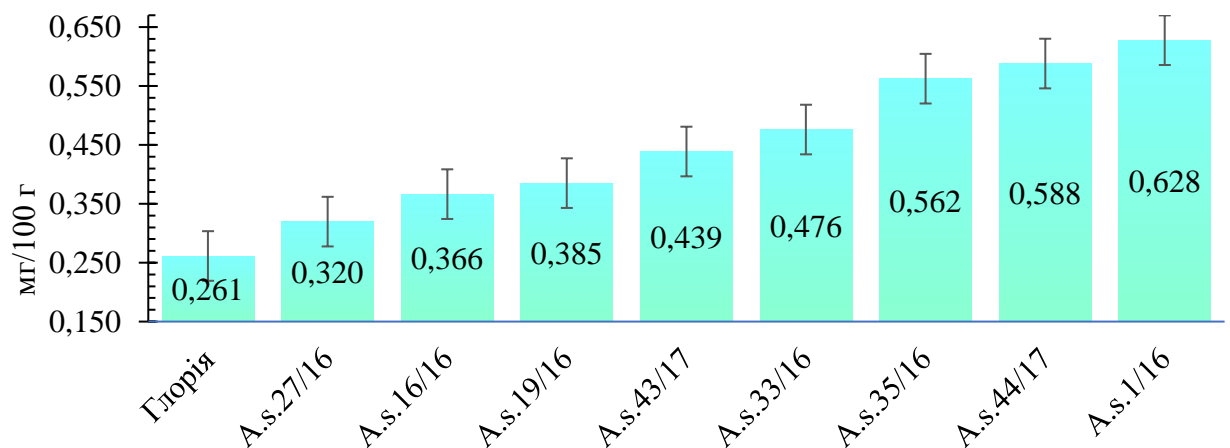
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (озимий), (2020–2022) ($\bar{X} \pm SD$)

Сорт/зразок	Протеїн	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал.
	г/100 г сирі маси			
А.s.1/16	5,28±0,25	23,90±0,29	0,58±0,03	121,90±1,74
Глорія	5,88±0,27	27,39±0,39	0,29±0,03	135,69±1,71
А.s.16/16	5,10±0,41	22,90±0,78	0,52±0,01	116,64±4,76
А.s.19/16	5,30±0,19	25,52±0,95	0,28±0,02	125,76±4,55
А.s.27/16	5,33±0,09	26,53±1,09	0,36±0,02	130,70±4,39
А.s.33/16	5,38±0,17	25,67±0,41	0,30±0,01	126,87±1,97
А.s.35/16	5,40±0,08	24,70±0,42	0,36±0,02	123,68±1,88
А.s.43/17	5,50±0,18	25,53±1,28	0,46±0,01	128,25±5,88
А.s.44/17	5,24±0,33	24,80±0,91	0,52±0,05	124,82±4,91
\bar{X}	5,38	25,22	0,41	126
σ_G^2	0,10	2,2	0,01	
σ_F^2	0,02	0,2	0,00	
σ_A^2	0,12	2,5	0,01	
CVG, %	2,59	1,8	3,5	
CVP, %	6,45	6,2	27,2	
CVA, %	5,90	5,9	26,9	
CVG/CVA	0,44	0,31	0,13	
h^2	0,37	0,05	0,22	
$H_{Falconer}^2$	0,84	0,98	0,91	
HIP_{05}	0,43	2,01	0,032	10,08

Вміст жирів істотно відрізнявся від попередніх показників та характеризувався середньою варіацією. Високою концентрацією жирів характеризувався зразок A.s.1/16 – 0,58 г/100 г, що більше від середнього значення на 41,8 %, також більше значення мали зразки A.s.16/16, A.s.43/17 і A.s.44/17 – 12,5–27,6 %.

Сукупне накопичення складових поживної цінності м'якуша часнику показало калорійність продукції. Високою калорійністю продукції характеризувався сорт Глорія – 135,69 ккал, що більше від середнього значення на 7,7 %. Неістотно переважали середнє значення зразки A.s.27/16, A.s.33/16 і A.s.43/17 – 0,7–3,7 %

Визначення концентрації ефірної олії сприяло виділенню технічних і столових сортів часнику. Так, за даною ознакою зразок A.s.27/16 і сорт Глорія з вмістом ефірної олії 0,261 і 0,320 мг/100 г відносяться до столового типу, а зразки A.s.1/16, A.s.35/16 і A.s.44/17 характеризувалися високим вмістом ефірної олії – 0,562–0,628 мг/100 г, що відносить їх до сортів технічного типу (рис. 3.14).



Результати статистичної обробки

$\bar{X} \pm SD$	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	CVG, %	CVP, %	CVA, %	CVG/CVA	h^2	$H_{Falconer}^2$	HP ₀₅
0,447±0,119	0,0002	0,0150	0,0148	3,1	27,4	27,2	0,12	0,04	0,99	0,03

Рисунок 3.14. Концентрація ефірної олії у м'якуші колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. vulgare (озимий), (2020–2022), мг/100 г

Структура щомісячних втрат маси цибулини часнику озимого нестрількуючого показала, що найбільші втрати відбуваються у перші 30 діб після збору врожаю, у середньому 11,20 % (по сортах 5,60 – 15,10 %). З колекції часнику виділено перспективні зразки з мінімальними втратами, як у перші 30 діб, так і за увесь період зберігання – А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.44/17 – дворучки, власне ці зразки отримані шляхом висаджування ярого типу у підзимні строки. Втрати маси цибулини у цих зразків складали 5,60–5,80 % – на початку періоду зберігання, щомісячні втрати з 60 до 270 доби коливалися у межах від 0,10 до 0,58 %/міс., що істотно менше від середнього значення, та від абсолютної більшості досліджуваних зразків (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Структура щомісячних втрат маси цибулини колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий) за зберігання у неконтрольованих умовах, % (2020–2023)

Сорт/зразок	Період зберігання, діб після збору врожаю								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
А.s.1/16	13,10	13,80	14,60	15,50	16,40	17,50	18,70	20,00	22,00
Глорія	12,50	13,00	13,55	14,22	14,90	15,60	16,44	17,32	18,40
А.s.16/16	14,10	14,50	15,00	15,90	16,80	17,70	18,34	19,20	20,20
А.s.19/16	14,40	14,90	15,64	16,50	17,40	18,45	19,55	20,36	21,12
А.s.27/16	14,40	15,10	15,83	16,63	17,45	18,31	19,22	20,20	21,30
А.s.33/16	5,80	5,90	6,07	6,12	6,19	6,27	6,41	6,78	7,36
А.s.35/16	15,10	15,80	16,60	17,40	18,20	19,11	20,06	21,20	22,40
А.s.43/17	5,80	5,90	6,04	6,15	6,21	6,34	6,40	6,65	6,89
А.s.44/17	5,60	5,70	5,80	5,86	5,97	6,14	6,27	6,34	6,50
\bar{X}	11,20	11,62	12,13	12,70	13,28	13,94	14,60	15,34	16,24
<i>SD</i>	3,93	4,16	4,42	4,78	5,13	5,51	5,90	6,27	6,68
<i>CV, %</i>	35	36	36	38	39	40	40	41	41

Серед числа озимих зразків за ознакою «лежкість» найкраще себе показав сорт Глорія, де початкові втрати маси склали 12,50, що неістотно вище від середнього значення. Також, цей зразок характеризувався мінімальним перевищенням середнього значення та мінімальними щомісячними втратами відносно інших зразків, лише після 210 діб зберігання показники були наближеними, а з 240 доби рівними до інших варіантів. Сумарні втрати маси цибулини склали 18,40 %, що неістотно вище від середнього значення.

Аналізуючи узагальнені втрати маси цибулини зразків часнику озимого нестрілкуючого, можна констатувати, що в перші 30 діб відбуваються найбільші втрати – до 11,20 %, що пов'язано з насиченням цибулин вологою за рахунок опадів перед збором врожаю. Загальна динаміка показала щомісячні втрати маси на рівні 0,25–0,53 %/міс., що істотно менше від сортів стрілкуючого типу (рис. 3.15).

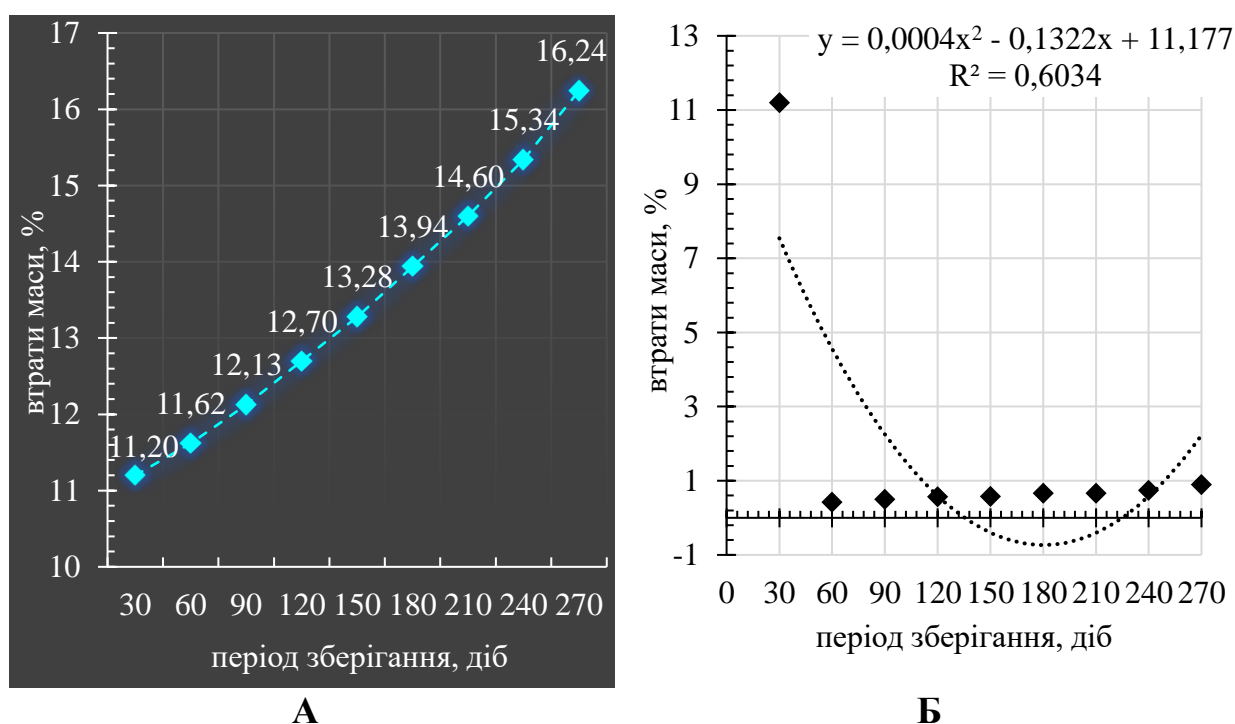


Рисунок 3.15. Усереднені показники (А) і динаміка (Б) щомісячних втрат маси цибулини колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий) за зберігання у неконтрольованих умовах, % (2020–2023).

Дослідження чинників втрати маси цибулини показали, що максимальний вплив на зменшення даного показник – це природні втрати за рахунок дихання – 10,49 %, з чого і випливають помітні втрати від усихання цибулини – 2,72 %, а втрати від ураження хворобами та проростання цибулин було на рівні 1,30 і 1,73 %. Відзначено, що найбільші втрати від ураження хворобами спостерігали у першій половині періоду зберігання (до 150 доби), а за рахунок проростання цибулин – в другій половині (після 150 доби), (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Розподіл втрат маси цибулини по категоріям на кінець періоду зберігання *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий), (2020–2023)

Варіант	Природні втрати маси, %	Втрати за рахунок ураження хворобами, %	Пророслі цибулини, %	Усохлі цибулини, %
A.s.1/16	14,40	0,55	2,00	5,05
Глорія	14,20	2,00	1,20	1,00
A.s.16/16	12,00	1,80	1,60	4,80
A.s.19/16	14,60	1,65	2,30	2,57
A.s.27/16	15,50	2,10	2,50	1,20
A.s.33/16	2,56	1,42	1,30	2,08
A.s.35/16	16,00	0,50	2,50	3,40
A.s.43/17	2,99	1,20	1,10	1,60
A.s.44/17	2,14	0,50	1,10	2,76
\bar{X}	10,49	1,30	1,73	2,72
<i>SD</i>	5,70	0,61	0,56	1,38
<i>CV, %</i>	54	47	33	51

Серед зразків, що досліджуються мінімальним втратами за всіма параметрами відзначалися зразки A.s.33/16, A.s.43/17 і A.s.44/17. У цих зразків відзначали мінімальний прояв захворювань і проростання, відповідно вони є найбільш лежкими і перспективним за даною ознакою.

3.3. Моделі сортів *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*, *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий).

Оптимізація селекційного процесу здійснюється за рахунок удосконалення існуючих методичних підходів або розробка нових прийомів селекції, розробкою моделі сорту за заданими параметрами, вдосконалення схеми селекційного процесу і використання селекційної технології, а також використання у селекційному процесі математичної обробки даних.

Промислове овочівництво висуває високі вимоги до сортів овочевих культур. Існує ціла низка вимог, яких слід дотримуватися у процесі проектування майбутнього сорту: сорт має гарантувати заданий рівень врожайності, бути пластичним, тобто бути пристосованим для вирощування в широкому ареалі екологічних умов, сорт має бути технологічним. Сорти часнику повинні характеризуватися високою продуктивністю й адаптивністю, зимостійкістю, стійкістю до хвороб, лежкістю, мати високий (для технічних) або низький (для столових) сортів вміст ефірної олії та мати світле забарвлення покривних лусок для використання в харчовій і переробній промисловості. Бажано, щоб перераховані вимоги втілювалися у всьому комплексі, але створити сорт, який відповідав би всім параметрам, практично неможливо.

Сорти часнику – це сорти-клони є потомством однієї рослини вегетативно розмножуваних культур. Одержана індивідуальним клоновим добором і розмножена вегетативним способом рослина дає сорт з високою вирівняністю за генетичними і морфологічними ознаками та господарськими і біологічними властивостями. Сорти-клони можуть змінюватися лише внаслідок мутагенезу (соматичні, або брунькові, мутації), які на природному фоні є дуже рідкисними – 1 на 1 млн.

У розробці моделі сорту потрібно обмежитися морфологічними ознаками, не надаючи особливої уваги інтенсивності фотосинтезу, пересуванню асимілянтів до продуктових органів. Кожен селекціонер буде

свою власну модель сорту, яка враховує особливості фенотипу, його генетичну структуру, агроекологічні особливості місцевості, для якої створюється сорт. Модель сорту – необхідна умова для сучасної селекційної програми, що враховує не лише бажані ознаки майбутнього генотипу, але й фактори навколишнього середовища, що лімітують врожайність і якість продукції.

У своїх дослідженнях ми розробляли модель сорту, що створювали за використання ознак, які мають зв'язок з урожайністю і якістю, використовуючи методи кореляційного аналізу і множинної регресії. Для параметрів моделі сорту використовували середні значення ознак і параметрів продуктивності сортів і перспективних сортозразків часнику озимого, а саме сортів часнику Софіївський, Прометей, Любаша, Хандо, Харківський фіолетовий, Джованна, Аполлон та перспективних зразків A.s.25/16 і A.s.40/16.

При розробці моделі сорту *Allium sativum* L. *subsp. sagittatum* виявлено, що селекційна робота повинна спрямовуватися на скоростиглість (проводити добір середньо- і скоростиглих зразків з періодом вегетації до 115 діб), залучати до роботи зразки з товарністю не нижче 96 % й врожайністю $\leq 14,03$ т/га, з цибулиною з лусками білого або кремового забарвлення масою не менше 52,74 г, яка має в своїй структурі 6 великих зубків з покривними лусками білого або кремового забарвлення.

Сухий залишок м'якуша зубка повинен бути не менше 28 %, а концентрація ефірної олії не менше 0,68 мг/100 г. Перспективні зразки повинні характеризуватися лежкістю в неконтрольованих умовах – ≤ 64 % за 270 діб, характеризуватися високою зимостійкістю – 99 %. Перспективні зразки повинні мати 7 довгих (50 см) листків з помірною шириною (2,6 см) з напівпрямим розташуванням. Для високої продуктивності повітряних цибулинок рослини перспективних зразків мають володіти вкороченою квітконосною стрілкою (до 80 см), на якій у суцвітті нараховується близько 50 цибулинок кулястої форми з масою 1000 шт – 150 г (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

**Основні параметри перспективної моделі сорту
Allium sativum L. subsp. *sagittatum*, придатного до поширення в Україні**

Показник	Сорт-прототип Прометей	Модель	Джерело ознаки
Група стиглості	C/115	C/115	Джованна, Аполлон, А.s.40/16
Загальна урожайність, т/га	14,59	≤14,60	Джованна, Аполлон, А.s.25/16, А.s.40/16
Товарна урожайність, т/га	14,01	≤14,03	Харківський фіолетовий, Хандо, Джованна, Аполлон, А.s.25/16, А.s.40/16
Товарність, %	96	≤96	всі досліджувані сорти/зразки
Маса цибулини, г	53,36	≤52,74	Джованна, Аполлон, А.s.25/16, А.s.40/16
Забарвлення лусок	коричневе	біле/кремове	Аполлон
Кількість зубків, шт.	5	6	Джованна, Аполлон, А.s.25/16, А.s.40/16
Лежкість, %	63	≤65	Софіївський, Джованна, Аполлон, А.s.40/16
Перезимівля, %	100	≤99	Джованна, А.s.25/16
Розташування листків	напівпряме		Аполлон, А.s.25/16
Кількість листків, шт./росл.	7	≤7	Джованна, Аполлон, Хандо
Довжина листка, см	55	≤50	Джованна, А.s.40/16
Ширина листка, см	2,5	≤2,6	Аполлон
Висота квітконосної стрілки, см	80	≥80	А.s.25/16, А.s.40/16
Кількість цибулинок у суцвітті, шт.	65	≥50	Джованна, № 40
Маса 1000 шт. цибулинок	120–140	≤150	Джованна, А.s.40/16
Форма повітряних бульбочок	куляста	куляста	Джованна, Хандо, А.s.25/16, А.s.40/16
Урожайність повітряних цибулинок, т/га	2,8	≤3,0	Джованна, А.s.25/16, А.s.40/16
Вміст сухої речовини, %	28	≤28	Софіївський, Харківський фіолетовий
Вміст ефірної олії, мг/100 г	0,54	≤0,68	Хандо, Аполлон, А.s.40/16
Енергетична цінність, ккал/100 г	131,84	≤113,66	Софіївський, Хандо, Аполлон, А.s.25/16, А.s.40/16
Стійкість проти збудників хвороб, бал (1–9): – бактеріальна гниль (<i>Erwinia carotovora</i> (Jon.) Holl.)	8	≤8	Софіївський, А.s.40/16

Урожайність повітряних цибулинок має становити 3,0 т/га. Залучені до селекційної роботи зразки і сорти повинні характеризуватися високою стійкістю до бактеріальної гнилі (*Erwinia carotovora* (Jon.) Holl.) – 8 балів, адаптивною здатністю і широкою пластичністю до екологічних умов. Результатами кореляційного аналізу встановлено, що врожайність (Y) має різної сили кореляційну залежність від господарсько-цінних (1–17) ознак, що наведено в математичній моделі.

$$Y_{x_{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17}} = 0,99x_1 + 0,84x_2 + 0,83x_3 + 0,74x_4 + 0,34x_5 + 0,32x_6 + 0,26x_7 + 0,20x_8 + 0,19x_9 + 0,18x_{10} + 0,14x_{11} + 0,14x_{12} + 0,13x_{13} + 0,10x_{14} + 0,07x_{15} + 0,04x_{16} + 0,01x_{17}$$

Математична модель сорту *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*

де x_1 – адаптивність; x_2 – маса цибулини, г; x_3 – період вегетації; x_4 – вміст сухої речовини; x_5 – висота квітконосної стрілки; x_6 – пластичність; x_7 – кількість бульбочок; x_8 – маса 1000 шт. бульбочок; x_9 – кількість листків; x_{10} – стійкість до хвороб; x_{11} – урожайність бульбочок; x_{12} – перезимівля; x_{13} – довжина листка; x_{14} – вміст ефірної олії; x_{15} – кількість зубків; x_{16} – ширина листка; x_{17} – товарність.

Для параметрів моделі сорту *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий) використовували значення ознак і параметрів продуктивності новоствореного сорту Глорія, як прототипу і перспективних сортозразків часнику озимого нестрількуючого за номерами А.с.1/16, А.с.16/16, А.с.19/16, А.с.27/16, А.с.33/16, А.с.35/16, А.с.43/17, А.с.44/17.

У процесі розробки моделі сорту часнику озимого нестрількуючого виявлено, що селекційна робота повинна спрямовуватися на скоростиглість, (проводити добір ранньостиглих зразків з періодом вегетації до 95 діб), що

пов'язано з кліматичними умовами Лісостепу, в яких нестрілкуючі озимі сорти не витримують липневих опадів, відбувається інтенсивний розвиток целюлозоруйнівних бактерій і неконтрольоване поширення гнилей У процесі створення сортів залучати до роботи зразки з товарністю не нижче 97 % і врожайністю $\leq 14,52$ т/га (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Основні параметри перспективної моделі сорту *Allium sativum* L. *subsp. vulgare* (озимий), придатного до поширення в Україні

Показник	Сорт-прототип Глорія	Модель	Джерело ознаки
Група стиглості, діб	C/102	P/95	A.s.1/16
Загальна урожайність, т/га	14,82	$\leq 15,10$	A.s.16/16, A.s.44/17
Товарна урожайність, т/га	14,68	$\leq 14,52$	A.s.16/16, A.s.44/17
Товарність, %	99	≤ 97	–
Маса цибулини, г	38,15	$\leq 41,76$	A.s.16/16, A.s.19/16, A.s.44/17
Забарвлення покривних лусок	біле	біле	A.s.33/16, A.s.35/16
Кількість зубків у цибулині, шт.	13	≥ 17	A.s.19/16, A.s.35/16, A.s.43/17, A.s.44/17
з яких великі	5	≤ 7	A.s.16/16, A.s.43/17
Середня маса зубка, г	3,07	$\leq 2,58$	A.s.16/16, A.s.33/16, A.s.44/17
Лежкість у неконтрольованих умовах, %	82	≤ 84	A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17
Перезимівля, %	98	≤ 96	A.s.19/16, A.s.33/16
Розташування листків у просторі	еректоїдне		всі досліджувані зразки
Кількість листків, шт./роsl.	10	≤ 9	A.s.44/17, A.s.1/16, A.s.16/16, A.s.19/16
Довжина листка, см	45	≤ 43	A.s.16/16
Ширина листка, см	2,5	$\leq 2,5$	всі досліджувані зразки
Прояв редукованої стрілки, см	4	0	A.s.19/16, A.s.44/17
Вміст сухої речовини, %	28	≤ 28	A.s.27/16, A.s.33/16, A.s.43/17
Вміст ефірної олії, мг/100 г	0,26	$\leq 0,43$	A.s.33/16, A.s.35/16, A.s.43/17, A.s.44/17
Енергетична цінність, ккал/100 г	135,69	$\leq 126,03$	A.s.27/16, A.s.43/17
Стойкість проти збудників хвороб, бал (1–9): – бактеріальна гниль (<i>Erwinia carotovora</i> (Jon.) Holl.)	7	≤ 7	A.s.1/16, A.s.19/16, A.s.33/16, A.s.35/16, A.s.44/17

Цибулина масою 41,76 г повинна мати луски білого забарвлення, до структури цибулини повинно входити не більше 17 зубків, з яких 7 великих зубків з покривними лусками білого забарвлення. Сухий залишок м'якуша зубка повинен бути не менше 28 %, а концентрація ефірної олії не менше 0,43 мг/100 г. Перспективні зразки повинні характеризуватися лежкістю в неконтрольованих умовах – 84 % за 270 діб, характеризуватися високою зимостійкістю – 96 %.

Перспективні зразки повинні мати 9 листків середньої довжини (43 см) з помірною шириною (2,5 см) з еректоїдним розташуванням. Залучені до селекційної роботи зразки і сорти повинні характеризуватися середньою (бажано високою) стійкістю до бактеріальної гнилі (*Erwinia carotovora* (Jon.) Holl.) – 7 балів, адаптивною здатністю і широкою пластичністю до екологічних умов.

Результатами кореляційного аналізу встановлено, що врожайність (Y) має різної сили кореляційну залежність від господарсько-цінних ознак (1–13), що наведено в математичній моделі.

$$Y_{x_{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}} = 0,99x_1 + 0,91x_2 + 0,78x_3 + 0,39x_4 + 0,35x_5 + 0,31x_6 + 0,25x_7 + 0,24x_8 + 0,19x_9 + 0,12x_{10} + 0,10x_{11} + 0,07x_{12} + 0,02x_{13}$$

Математична модель сорту *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий)

де x_1 – адаптивність; x_2 – маса цибулини, г; x_3 – період вегетації; x_4 – довжина листка; x_5 – вміст ефірної олії; x_6 – товарність; x_7 – перезимівля; x_8 – ширина листка; x_9 – кількість листків; x_{10} – пластичність; x_{11} – вміст сухої речовини; x_{12} – стійкість до хвороб; x_{13} – кількість зубків.

Відповідно до розроблених моделей сортів часнику було створено два сорти часнику озимого стрілкуючого (*Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*) Аполлон[2] і Джованна [3] та один – нестрілкуючого (*Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий) – Глорія [4], перспективні зразки А.s.16/16, А.s.40/16, що представлені на рисунках 3.16–3.19.



АПОЛЛОН



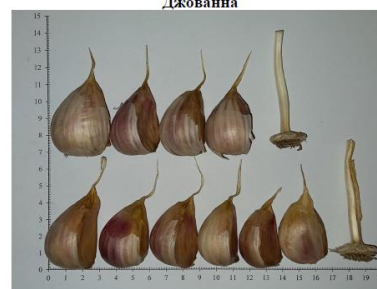
АПОЛЛОН



Рис. 3.16 **Сорт чеснока Аполлон (фото автора)**



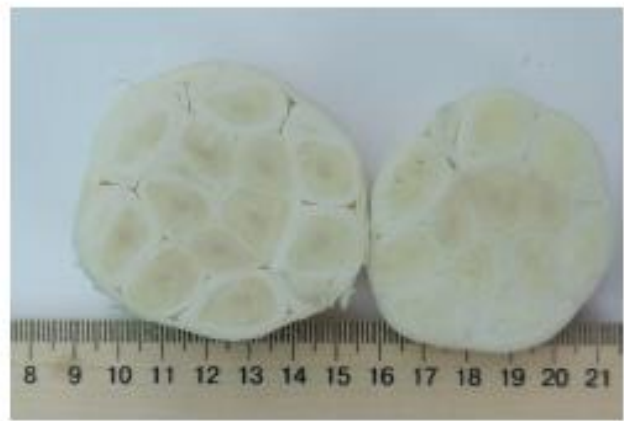
Дзованна



Дзованна



Рис. 3.17 Сорт чеснока Дзованна (фото автора)



Глорія



Рис. 3.18 Сорт часнику Глорія (фото автора)



A.s.16/16



A.s.40/16

Рисунок 3.19 Перспективні зразки з генотипу *Allium sativum* L.

Висновки до розділу 3.

1. У результаті науково-дослідної роботи зібрано й оцінено згідно з господарсько-цінними показниками колекцію генотипів часнику в умовах Правобережного Лісостепу України.

2. Аналіз отриманих результатів виявив найбільш продуктивні і перспективні генотипи, включені у дослідження, з метою отримання (створення) нових сортів часнику озимого у результаті чого створено три відмінні між собою сорти часнику озимого: стрілкуючого підвиду Аполлон і Джованна та нестрілкуючого Глорія, які найбільше відповідають розробленим моделям сортів часнику озимого стрілкуючого і нестрілкуючого підвидів.

3. Виділені перспективні зразки часнику перевищують за продуктивністю найбільш поширені сорти у виробництві на території України. У результаті оцінювання сортів і зразків часнику виявлено зразки:

- ✓ **З великою масою цибулини:**
 - *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*: Хандо, Джованна, Аполлон, А.s.25/16 і А.s.40/16;
 - *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий): А.s.16/16 і А.s.44/17;
 - ✓ **Високоврожайні та адаптивні сорти і зразки:**
 - *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*: Джованна, Аполлон, А.s.25/16 і А.s.40/16;
 - *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий): А.s.16/16 і А.s.44/17
 - ✓ **Стабільноврожайні:**
 - *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*: А.s.25/16
 - *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий): А.s.35/16 і А.s.43/17
 - ✓ **З більшою середньою масою зубка:**
 - *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий): Глорія, А.s.16/16;
 - ✓ **За концентрацією ефірної олії виділено сорти і зразки:**
 - *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*: Аполлон і А.s.40/16, які можуть бути перспективними у фармацевтичній і переробній промисловості, за рахунок високого вмісту ефірної олії, а новостворений сорт Джованна й зразок А.s.25/16 може використовуватися для столових цілей;
 - *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий): столові – Глорія, А.s.27/16 і А.s.16/16 та технічні – А.s.35/16, А.s.44/17 і А.s.1/16 (які підходять для м'ясопереробної промисловості та для фармакологічних препаратів);
 - ✓ **За лежкістю виділено сорти і зразки:**
 - *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*: Джованна, Аполлон, Софіївський і А.s.40/16;
 - *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий): А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.44/17;
4. Виділено генотипи, з можливістю вирощування за підзимніх і весняних строків садіння – «дворучки»: сорт Глорія, А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.44/17).

5. Проведене генетико-статистичне оцінювання нестрількуючих колекційних зразків часнику озимого дозволило встановити, що редуковану квітконосну стрілку може утворити до 21 % рослин на висоті від 0 до 15 см, що пояснюється ступенем відселектованості сорту (зразка).

6. Одержані результати слугуватимуть теоретичним засадами для селекційної роботи з культурою часнику озимого нестрількуючого в умовах Правобережного Лісостепу України. Включення у селекційні програми виділених зразків за попередньо визначеними ознаками сприятиме скороченню селекційного процесу та високій його ефективності.

7. Генетичну мінливість популяцій та екотипів часнику необхідно оцінювати для добору вихідних форм з більш високим вмістом біоактивних й поживних сполук, що сприятиме покращенню якості часнику та продуктів його переробки. Останній аспект особливо важливий через вегетативне розмноження часнику.

8. Розроблені моделі «ідеального» сорту, які дозволять селекціонеру більш ефективно й економічно створювати сорти часнику різних підвидів, максимально наближених до ідеальних.

Матеріали розділу опубліковано у працях згідно додатку Є.1: 9, 12, 17, 19, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 44, 46, 48, 49, 51.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3

1 Vencovsky R., Barriga P. *Genética Biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirao Preto. Revista Brasileira de Genética. 1992. 496 pp.

2 Свідоцтво про авторство на сорт Аполлон часник (*Allium sativum* L.) від 08.12.2022. №220651. Автори: Яценко В.В., Улянич О.І. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на*

сорти рослин» (заявка № 21129002 дата подання: 26.10.2021). Випуск №6, 2022. С.768. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

3 Свідоцтво про авторство на сорт Джованна часник (*Allium sativum* L.) від 08.12.2022. №220652. Автори: Яценко В. В. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 22129002 дата подання: 20.04.2022). Випуск №6, 2022. С.769. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

4 Свідоцтво про авторство на сорт Глорія часник (*Allium sativum* L.) від 31.05.2023. №230331. Автори: Яценко В. В. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 23129001 дата подання: 10.02.2023). Випуск № 5, 2023. С.44. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/6482ed93c7f01.pdf>

РОЗДІЛ 4

ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий) ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В АДАПТИВНІЙ СЕЛЕКЦІЇ

4.1. Аналіз екологічної пластичності й стабільності перспективних зразків та створення сортів *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий).

Результати досліджень показали, що у середньому за п'ять років варіювання маси цибулини часнику ярого було на середньому рівні – 13 % (по зразках 12–37 %), проте в окремі роки (2019, 2020 і 2022) варіювання складало 17–26 % на що впливали погодні умови року. Так, найбільш сприятливим для формування маси цибулини були погодні умови 2018, 2020 і 2021 років, де маса цибулин в середньому становила 24,61–31,63 г. Несприятливим для формування даної ознаки були погодні умови 2019 і 2022 років, де маса цибулини складала 20,41 і 15,13 г (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Динаміка формування маси цибулини
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (ярий), (2018–2022), г**

Сорт/зразок	2018	2019	2020	2021	2022	\bar{X}	SD	CV, %
Глорія	25,00	19,40	24,50	21,80	18,50	21,84	2,61	12
A.s.33/16	28,30	26,00	30,05	38,80	19,40	28,51	6,29	22
A.s.43/17	25,00	22,00	27,50	35,80	18,70	25,80	5,80	22
A.s.44/17	28,20	25,40	32,60	35,20	22,80	28,84	4,55	16
A.s.51/17	23,20	16,00	34,60	28,40	11,20	22,68	8,38	37
A.s.52/17	22,00	20,20	35,00	37,30	14,16	25,73	8,92	35
A.s.53/17	20,00	15,80	26,00	27,75	12,86	20,48	5,72	28
A.s.54/17	22,10	18,00	31,30	32,40	12,10	23,18	7,77	34
A.s.55/17	30,70	25,30	33,00	31,00	15,06	27,01	6,50	24
A.s.56/17	26,20	18,00	26,50	32,00	10,00	22,54	7,70	34
A.s.57/17	20,00	18,40	17,40	27,50	11,60	18,98	5,12	27
\bar{X}	24,61	20,41	28,95	31,63	15,13	24,15*		
SD	3,47	3,42	5,30	3,42	3,87	3,10		
CV, %	14	17	17	15	26	13		
HIP_{05}	1,59	1,26	1,45	2,42	1,08			

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні п'ять років

У середньому за роки за ознакою «маса цибулини» виділилися зразки за номерами А.s.33/16, А.s.44/17 і А.s.55/17 у яких маса цибулини становила 28,51, 28,84 і 27,01 г, що статистично істотно більше від умовного стандарту на 18,1, 19,4 і 11,9 %. Неістотно більшою масою цибулини характеризувалися зразки А.s.43/17 і А.s.52/17 – 25,80 і 25,73 г, що більше від умовного стандарту на 6,9 і 6,6 % (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності рослин
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (ярий), за ознакою «маса цибулини»,
(2018–2022), г**

Сорт/зразок	\bar{X}	$\sigma^2 d$	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Глорія	21,84	1,62	0,30	65,9	17,2	1,34	0,95	-7	22	0,90
А.s.33/16	28,51	2,51	1,01	112,2	22,4	1,85	1,19	-19	29	1,18
А.s.43/17	25,80	2,41	0,92	91,9	20,3	1,86	1,08	-17	27	1,07
А.s.44/17	28,84	2,13	0,76	114,8	22,7	1,64	1,23	-12	29	1,19
А.s.51/17	22,68	2,90	1,31	71,0	17,8	2,39	0,91	-23	20	0,94
А.s.52/17	25,73	2,99	1,46	91,4	20,2	2,37	1,04	-23	26	1,07
А.s.53/17	20,48	2,39	0,96	57,9	16,1	2,13	0,84	-15	19	0,85
А.s.54/17	23,18	2,79	1,30	74,2	18,2	2,35	0,94	-20	22	0,96
А.s.55/17	27,01	2,55	1,00	100,7	21,2	1,89	1,12	-18	24	1,12
А.s.56/17	22,54	2,77	1,27	49,7	17,7	2,36	0,91	-22	21	0,93
А.s.57/17	18,98	2,26	0,72	49,7	14,9	1,91	0,79	-16	20	0,79
\bar{X}	24,15*									
σ_G^2	8,6									
σ_P^2	61,0									
σ_A^2	52,5									
CVG, %	12,1									
CVP, %	32,4									
CVA, %	30,0									
CVG/CVA	0,40									
h^2	0,33									
$H_{Falconer}^2$	0,86									

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні n 'ять років

Істотно меншу масу цибулини формували сорт Глорія і зразки А.s.53/17 і А.s.57/17 – 21,84, 20,48 і 18,98 г відповідно до зразка, що менше від умовного стандарту на 15,2 і 21,4 %. Неістотно меншу масу цибулини відзначали у зразків А.s.51/17, А.s.54/17 і А.s.56/17, де ця ознака була меншою від умовного стандарту на 6,1, 4,0 і 6,6 % відповідно до зразка

Генетико-статистичний аналіз такої ознаки показав, що найбільш стабільними (за показниками σ^2d і КМ, Ном) був сорт Глорія. За показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d зразки за номерами А.s.51/17, А.s.52/17, А.s.54/17 і А.s.56/17 характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$ – тобто мають кращі результати за сприятливих умов вирощування. Зразки А.s.33/16, А.s.43/17, А.s.44/17, А.s.53/17, А.s.55/17 і А.s.57/17 і сорт Глорія характеризувалися співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні.

За показником стресостійкості (СС) виділилися зразки за номерами А.s.51/17, А.s.52/17, А.s.54/17 і А.s.56/17, що вказує на їх високу продуктивність в оптимальних умовах вирощування. За компенсаторною здатністю (КЗ) зразки, що досліджуються, характеризувалися відносною вирівняністю, але зразки за номерами А.s.33/16, А.s.43/16, А.s.44/17 і А.s.52/17 мали найвищі показники даного параметру, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу.

За показником абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні зразки з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – А.s.33/16, А.s.43/17, А.s.44/17, А.s.52/17 і А.s.55/17. Зразки за номерами А.s.51/17, А.s.53/17, А.s.54/17 і А.s.56/17 й сорт Глорія віднесені до середньоадаптивних і зразок А.s.57/17 відзначений, як малоадаптивний.

З результатів статистичної обробки даних видно, що фенотипове (СVP) формування параметрів даної ознаки більшою мірою залежить від екологічних

умов (CVA) аніж від генотипу (CVG), коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 30,0 % а залежність між коефіцієнтом генетичної й екологічної варіації (CVG/CVA) була високою (0,40). Спадковість ознаки була високою у широкому розумінні ($H_{Falconer}^2 = 0,86$) і помітною у вузькому сенсі – $h^2 = 0,33$, що вказує на сильний вплив зовнішніх чинників на зміну даного показника.

Аналізуючи динаміку врожайності часнику ярого, виявлено, що найбільш сприятливими для формування даного показника були погодні умови 2018, 2020 і 2021 років.

У середньому за період досліджень варіювання цієї ознаки коливалося у межах 16–30 %. Найбільше варіювання відзначено у несприятливі роки для вирощування часнику ярого (2022). За зразками дана ознака варіювала в межах 15–37 % (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Динаміка формування врожайності
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (ярий), (2018–2022), т/га**

Сорт/зразок	2018	2019	2020	2021	2022	\bar{X}	SD	CV, %	K_{sfn}
Глорія	7,66	5,82	7,00	5,91	5,20	7,66	0,89	15	1,47
A.s.33/16	8,49	8,05	8,07	13,14	5,60	8,49	2,46	27	1,63
A.s.43/17	7,43	6,60	7,98	10,74	5,33	7,43	1,80	22	2,02
A.s.44/17	8,46	7,90	9,45	13,20	7,20	8,46	2,11	21	1,83
A.s.51/17	6,60	4,80	10,06	8,50	4,20	6,60	2,21	29	2,40
A.s.52/17	6,60	6,06	10,30	12,50	4,40	6,60	2,97	33	2,84
A.s.53/17	5,30	4,30	7,54	8,25	3,20	5,30	1,91	30	2,58
A.s.54/17	6,63	5,40	8,90	9,72	3,04	6,63	2,41	33	3,20
A.s.55/17	9,21	7,59	9,57	9,30	4,29	9,21	1,98	26	2,23
A.s.56/17	7,86	5,40	7,40	9,60	2,50	7,86	2,43	37	3,84
A.s.57/17	5,80	5,52	4,80	8,25	3,31	5,80	1,61	29	2,49
\bar{X}	7,28	6,13	8,28	9,92	4,39	7,53*			
SD	1,15	1,20	1,53	2,19	1,31	1,34			
CV, %	16	20	19	22	30	18			
HIP_{05}	0,44	0,40	0,49	0,54	0,20	0,51			

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні n 'ять років

За ознакою «врожайність» виділилися зразки за номерами A.s.33/16, A.s.44/17 і A.s.52/17, де цей показник був на рівні 8,94, 9,95 і 9,07 т/га, що

статистично істотно більше від умовного стандарту на 18,7, 32,2 і 20,4 %. Неістотно вищою врожайністю характеризувалися зразки А.s.43/17, А.s.51/17 і А.s.55/17 – більше від умовного стандарту на 6,5, 0,8 і 2,5 % відповідно до зразка. Неістотно меншу врожайність від умовного стандарту мав зразок А.s.54/17, істотно меншу – зразки А.s.53/17, А.s.56/17 і А.s.57/17 і сорт Глорія (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності рослин *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий), за ознакою «врожайність», (2018–2022), т/га

Сорт/зразок	\bar{X}	$\sigma^2 d$	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Глорія	6,04	0,94	-0,39	15,1	4,4	0,52	0,93	-2	6	0,80
А.s.33/16	8,94	1,57	0,36	33,0	6,5	1,30	1,21	-8	9	1,19
А.s.43/17	8,02	1,34	0,21	26,6	5,8	1,20	1,07	-5	8	1,06
А.s.44/17	9,95	1,45	0,16	40,9	7,2	1,12	1,31	-6	10	1,32
А.s.51/17	7,59	1,48	0,35	23,8	5,5	1,34	0,94	-6	6	1,01
А.s.52/17	9,07	1,72	0,75	34,0	6,6	1,62	1,08	-8	8	1,20
А.s.53/17	6,33	1,38	0,44	16,6	4,6	1,52	0,78	-5	5	0,84
А.s.54/17	7,22	1,55	0,61	21,6	5,2	1,64	0,91	-7	6	0,96
А.s.55/17	7,72	1,41	0,17	24,6	5,6	1,16	1,11	-5	7	1,03
А.s.56/17	6,50	1,56	0,61	12,3	4,7	1,71	0,88	-7	6	0,86
А.s.57/17	5,45	1,27	0,21	12,3	4,0	1,28	0,77	-5	6	0,72
\bar{X}	7,53*									
σ_G^2	0,8									
σ_P^2	6,7									
σ_A^2	5,8									
CVG, %	12,0									
CVP, %	34,3									
CVA, %	32,1									
CVG/CVA	0,37									
h ²	0,29									
H ² _{Falconer}	0,88									

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні п'ять років

Генетико-статистичний аналіз такої ознаки показав, що найбільш стабільним (за показниками $\sigma^2 d$ і КМ, Ном) був сорт Глорія. За показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності $\sigma^2 d$ всі зразки характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2 d > 0$ – тобто мають

кращі результати за сприятливих умов вирощування, нестабільні, за виключенням сорту Глорія, який мав співвідношення показників $bi < 1$, $\sigma^2 d > 0$, тобто має кращі результати за несприятливих умов, нестабільний.

За показником стресостійкості (СС) виділилися зразки за номерами А.s.33/16, А.s.52/17, А.s.54/17 і А.s.56/17, що вказує на їх вищу продуктивність у сприятливих умовах вирощування. За компенсаторною здатністю (КЗ) зразки, що досліджуються, істотно варіювали, але зразки за номерами А.s.33/16, А.s.43/17, А.s.44/17 і А.s.52/17 мали найвищі показники такого параметру, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу. За показником абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні зразки з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – А.s.33/16, А.s.43/17, А.s.44/17, А.s.51/17, А.s.52/17 і А.s.55/17. Зразки за номерами А.s.53/17, А.s.54/17 і А.s.56/17 й сорт Глорія віднесені до середньоадаптивних і зразок А.s.57/17 відзначений, як малоадаптивний.

З результатів статистичної обробки даних видно, що фенотипове (CVP) формування параметрів такої ознаки більшою мірою залежить від екологічних умов (CVA) аніж від генотипу (CVG), коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 32,1 %, а залежність між коефіцієнтом генетичної та екологічної варіації (CVG/CVA) була середньою (0,37). Спадковість ознаки була високою у широкому розумінні ($H^2_{Falconer} = 0,88$) і на середньою у вузькому сенсі ($h^2 = 0,29$), що вказує на істотну залежність цієї ознаки як від зовнішніх умов, так і від генотипу.

Аналіз отриманих результатів досліджень фракційного складу зубків часнику ярого сприяв виявленню оптимального співвідношення фракцій у цибуліні. Так, загальна кількість зубків коливалася у межах 9–17 шт./цибуліну, у середньому 13,3 шт. З великою кількістю зубків відзначено зразки А.s.43/17, А.s.53/17, А.s.55/17 і А.s.56/17 – 15–17 шт., що більше від умовного стандарту на 13,0 – 28,1 %. Неістотно більше від умовного стандарту отримано кількість зубків у зразків А.s.44/17 і А.s.52/17 – 14 шт., що більше

від умовного стандарту на 5,5 %. Зразки A.s.51/17 і A.s.54/17 відзначалися помітно меншою кількістю зубків відносно умовного стандарту – 12 шт. (-9,6 % від умовного стандарту). Істотно меншу кількість зубків виявлено у зразків A.s.33/16 і A.s.57/17 й сорту Глорія – 9–11 шт., що менше від умовного стандарту на 17,1–32,2 %. Велику фракцію зубків відзначено тільки у зразка A.s.33/16 і сорту Глорія – 2 і 3 шт. і по 4 і 3 та 3 і 4 шт. середньої та дрібної фракції. Інші досліджувані зразки не мали у своїй структурі великих зубків, а відзначалися переважною більшістю дрібної фракції (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Структура цибулини колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий), які не утворювали квітконосної стрілки за ознакою «маса цибулини», (2018–2022), г

Сорт/зразок	Загальна кількість, шт	Великі (більше 6 г)	Середні (3–6 г)	Дрібні (менше 3 г)
Глорія	9±0,13	2±0,02	4±0,08	3±1,31
A.s.33/16	10±0,30	3±0,10	3±0,10	4±1,69
A.s.43/17	16±0,27	0	6±0,04	10±4,40
A.s.44/17	14±0,32	0	5±0,07	9±4,00
A.s.51/17	12±0,44	0	5±0,14	7±3,03
A.s.52/17	14±0,52	0	6±0,18	8±3,55
A.s.53/17	17±0,59	0	6±0,14	11±4,84
A.s.54/17	12±0,42	0	4±0,12	8±3,38
A.s.55/17	16±0,33	0	8±0,14	8±3,44
A.s.56/17	15±0,23	0	4±0,16	11±4,64
A.s.57/17	11±0,28	0	6±0,07	5±2,14
\bar{X}^*	13,3	0,5	5,2	7,6
SD	2,53	0,99	1,34	2,57
$CV, \%$	19	20	26	34
σ_G^2	0,06			
σ_F^2	6,72			
σ_A^2	6,66			
$CVG, \%$	1,8			
$CVP, \%$	19,5			
$CVA, \%$	19,4			
CVG/CVA	0,09			
h^2	0,02			
$H_{Falconer}^2$	0,99			

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні n років

Так, з найбільшою кількістю середніх зубків виділено зразок А.s.55/17 – 8 шт., що більше від умовного стандарту на 54,4 %, а зразки А.s.43/17, А.s.44/17, А.s.51/17, А.s.52/17, А.s.53/7 і А.s.57/17 характеризувалися середнім значенням даного показника. З великою кількістю дрібних зубків відзначено зразки А.s.43/17, А.s.53/17 і А.s.56/17 – 10–11 шт.

З результатів статистичної обробки даних видно, що формування загальної кількості зубків більшою мірою залежить від екологічних умов (CVA) аніж від генотипу (CVG), коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 19,4 %, а залежність між коефіцієнтом генетичної та екологічної варіації (CVG/CVA) була дуже низькою (0,09). Спадковість ознаки була високою у широкому розумінні ($H^2_{Falconer} = 0,99$) і на низькою у вузькому сенсі ($h^2 = 0,02$), що вказує на генетичну особливість формування великої кількості зубків, а від зовнішніх умов така ознака змінюється неістотно. У загальному розподіл зубків у цибулині за фракціями мав наступний вигляд: 56 % складала дрібна фракція, 39 % середня і лише 5 % – велика (рис. 4.1). Тобто, серед зразків, що досліджуються, не виявлено оптимального співвідношення фракційного складу зубків.

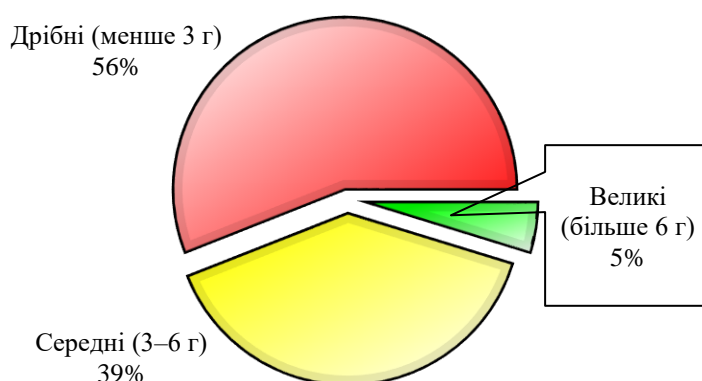
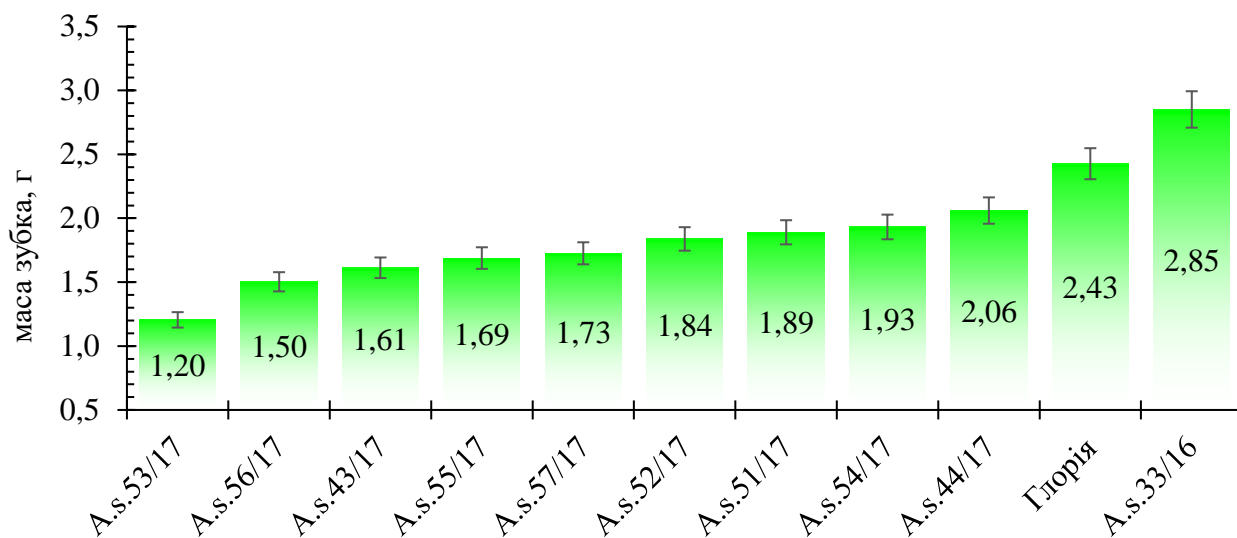


Рисунок 4.1. Узагальнене співвідношення зубків за фракціями у цибулині *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий), %.

За середньою масою зубка була значна диференціація зразків, де цей показник коливався у межах 1,20–2,85 г. У середньому найбільшою масою

зубка виділялися зразок А.s.33/16 і сорт Глорія – 2,43 і 2,85 г, що більше від середнього значення на 28,8 і 51,3 % (рис. 4.2).



Результати статистичної обробки

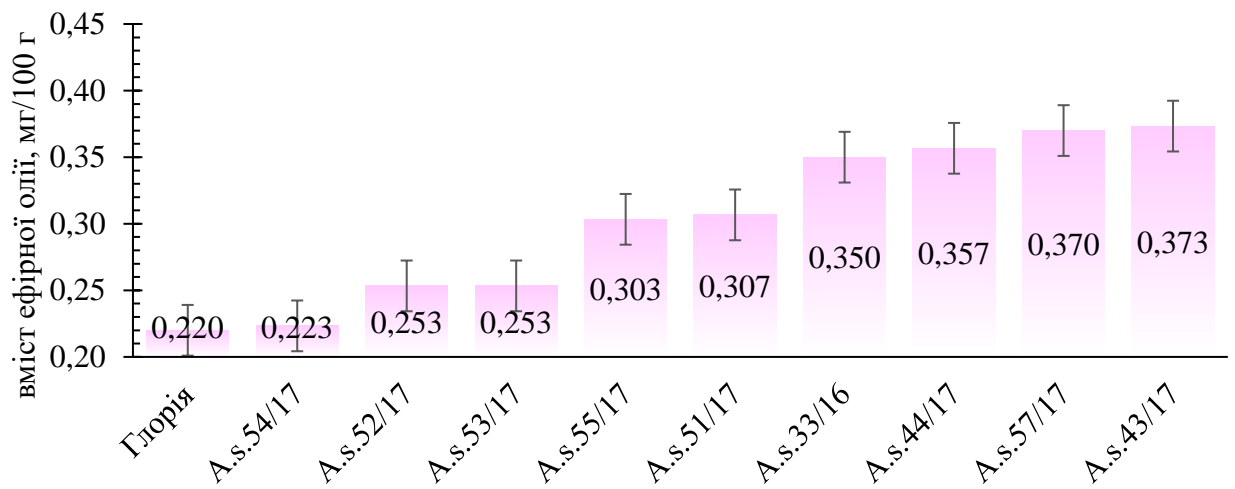
\bar{X}	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	CVG, %	CVP, %	CVA, %	CVG/ CVA	h^2	$H_{Falconer}^2$	HIP ₀₅
1,90*	0,04	0,46	0,42	10,6	34,5	32,9	0,32	0,24	0,91	0,15

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні п'ять років

**Рисунок 4.2. Середня маса зубка колекційних зразків
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (ярий), (2018–2022), г**

Помітно більшою середньою масою зубка характеризувалися зразок А.s.44/17, зразки А.s.51/17 і А.s.54/17 – неістотно більшою, а інші зразки – істотно меншою масою зубка відносно умовного стандарту – 8,4–36,1 %.

Варіювання зразків за концентрацією ефірної олії було також дуже сильним. Так її вміст був у межах 0,220–0,373 мг/100 г, що відносить усі досліджувані зразки до столового типу. Проте найвищою концентрацією ефірної олії володіли зразки А.s.43/17 і А.s.57/17, де даний показник був вищим від умовного стандарту на 24,9 і 23,8 %. Мінімальне накопичення ефірної олії відзначено у зразків А.s.52/17, А.s.53/17 і А.s.54/17 і сорт Глорія – 0,220 – 0,253 мг/100 г, що менше від умовного стандарту на 15,2–26,4 % (рис. 4.3).



Результати статистичної обробки

\bar{X}	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	CVG, %	CVP, %	CVA, %	CVG/ CVA	h^2	$H_{Falconer}^2$	HIP_{05}
0,299*	0,0004	0,0053	0,0049	6,5	24,4	23,5	0,28	0,19	0,93	0,02

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні n 'ять років

Рисунок 4.3. Концентрація ефірної олії у м'якуші колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. vulgare (ярий), (2018–2022), %.

Результати статистичної обробки сприяли виявленню того, що фенотипове (CVP) формування параметрів цієї ознаки мало більшу залежність від екологічних умов (CVA), коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високим – 23,5 %, а залежність між коефіцієнтом генетичної й екологічної варіації (CVG/CVA) була середньою (0,28). Високий вплив середовища підтверджується і низькою спадковістю даної ознаки вузькому сенсі ($h^2 = 0,19$) та високою у широкому сенсі – 0,93 %.

Харчова цінність генотипів, що досліджуються у часнику, представлена у табл. 3.23, знаходиться у межах загальновідомих значень. Істотні відмінності спостерігалися не лише між генотипами з різних регіонів, але й між екотипами одного регіону, вказуючи на те, що крім генотипу значний вплив на харчову цінність м'якуша часнику мають умови вирощування та методи культивування (табл. 4.6).

**Поживна цінність м'якуша колекційних зразків
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (ярий), (2018–2022) ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт/зразок	Протеїн	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал.
	г/100 г сирової маси			
Глорія	5,48±0,24	23,52±2,05	0,28±0,02	118,57±8,55
A.s.33/16	4,05±0,17	31,05±3,30	0,46±0,05	144,62±13,67
A.s.43/17	3,88±0,24	32,64±2,34	0,48±0,03	150,36±9,77
A.s.44/17	4,20±0,22	30,37±1,69	0,45±0,02	142,30±6,92
A.s.51/17	4,45±0,18	27,65±1,75	0,41±0,03	132,14±7,36
A.s.52/17	4,30±0,22	22,89±1,40	0,34±0,02	111,87±5,76
A.s.53/17	4,35±0,20	21,99±1,61	0,34±0,04	108,34±7,06
A.s.54/17	5,46±0,25	20,17±1,45	0,30±0,02	105,28±6,14
A.s.55/17	4,51±0,22	29,01±2,06	0,43±0,03	137,87±8,51
A.s.56/17	4,18±0,16	26,52±2,84	0,39±0,04	126,36±11,69
A.s.57/17	3,97±0,14	33,09±2,13	0,49±0,03	152,58±8,94
\bar{X}^*	4,44	27,17	0,39	130,03
σ_G^2	0,01	0,79	0,0002	
σ_F^2	0,32	23,12	0,0060	
σ_A^2	0,31	22,32	0,0058	
CVG, %	2,1	7,8	3,5	
CVP, %	12,8	19,0	19,6	
CVA, %	12,6	17,4	19,3	
CVG/CVA	0,16	0,45	0,18	
h^2	0,12	0,50	0,14	
$H_{Falconer}^2$	0,97	0,83	0,97	
HIP_{05}	0,35	2,17	0,03	10,40

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні n 'ять років

Згідно з отриманими результатами виділилися два зразки з високим вмістом протеїну – Глорія і A.s.54/17, де такий показник був вищим від умовного стандарту на 23,4 і 23,1 %, інші зразки, щ досліджуються, мали неістотно вищий вміст протеїну (A.s.51/17 і A.s.55/17), неістотно нижчий (A.s.52/17) та істотно нижчий (A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.56/17 і A.s.57/17).

З високим вмістом вуглеводів виділено два зразки часнику ярого за номерами A.s.43/17 і A.s.57/17, у яких такий показник був вищим від умовного стандарту на 20,1 і 21,8 %. Також істотно вищими (зразки A.s.33/16, A.s.44/17 і A.s.55/17), неістотно (A.s.51/17), неістотно нижчими (A.s.56/17), істотно (Глорія, A.s.52/17, A.s.53/17, A.s.54/17) показниками від умовного стандарту. За вмістом жирів виділилися два зразки, за номерами A.s.43/17 і A.s.57/17, де їх вміст був більшим від умовного стандарту на 21,6 і 23,3 %. Виявлено дуже сильний кореляційний зв'язок між вмістом ефірної олії та жирів – $r = 0,98$, $r^2 = 0,96$.

Аналіз енергетичної цінності зразків часнику ярого показав, що істотно вищою калорійністю 100 м'якуша характеризувалися зразки A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17 і A.s.57/17, у яких даний показник був у межах 142,30–52,58 ккал., що вище від умовного стандарту на 9,4–7,3 %.

Серед численних ярих зразків часнику за ознакою «лежкість» найгірше себе проявили дворучки: сорт Глорія та зразки за номерами A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17 і виключно ярий зразок A.s.55/17 де початкові втрати маси були найбільшими й складали 0,25–0,30 % що істотно більше від умовного стандарту. Також, ці зразки і сорт характеризувалися максимальними сумарними втратами маси цибулини, які складали 2,60–3,68 %. Однак істотно вище від умовного стандарту втрачав масу лише сорт Глорія. Зразки за номерами A.s.51/17, A.s.52/17, A.s.53/17 і A.s.54/17, мали сумарні втрати маси в межах 2,00–2,36 %, що неістотно менше від умовного стандарту, а зразки A.s.56/17 і A.s.57/17 втрачали за майже рік зберігання 1,93 і 1,77 %, що істотно менше від умовного стандарту. Впродовж зберігання зразки, що досліджуються, найменше втрачали на 120 і 210 добу зберігання – 0,12 і 0,15 % відповідно до терміну зберігання, а середньомісячні втрати в усіх зразках складали 0,22 % (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Структура щомісячних втрат маси цибулини колекційних зразків
Allium sativum L. subsp. *vulgare* (ярий) за зберігання у неконтрольованих
умовах, % (2018–2022)**

Сорт/зразок	Діб після збору врожаю											
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Глорія	0,30	0,55	0,88	0,94	1,09	1,43	1,58	1,95	2,32	2,71	3,11	3,68
A.s.33/16	0,27	0,46	0,66	0,75	0,96	1,19	1,32	1,47	1,65	1,87	2,20	2,60
A.s.43/17	0,29	0,50	0,72	0,80	0,94	1,16	1,29	1,49	1,70	1,94	2,32	2,83
A.s.44/17	0,25	0,45	0,67	0,80	0,90	1,11	1,25	1,43	1,64	1,88	2,35	2,88
A.s.51/17	0,19	0,36	0,55	0,70	0,86	0,94	1,05	1,17	1,29	1,45	1,68	2,00
A.s.52/17	0,22	0,39	0,60	0,73	0,92	1,08	1,23	1,39	1,55	1,76	1,98	2,36
A.s.53/17	0,13	0,28	0,45	0,60	0,84	1,00	1,17	1,36	1,55	1,75	1,97	2,26
A.s.54/17	0,20	0,36	0,47	0,59	0,73	0,88	1,06	1,28	1,50	1,75	2,00	2,30
A.s.55/17	0,26	0,50	0,71	0,88	1,06	1,26	1,45	1,65	1,86	2,11	2,45	2,86
A.s.56/17	0,12	0,19	0,25	0,31	0,39	0,48	0,60	0,75	0,92	1,23	1,58	1,93
A.s.57/17	0,12	0,21	0,29	0,36	0,44	0,54	0,65	0,78	0,91	1,17	1,45	1,77
<i>X*</i>	0,21	0,39	0,57	0,68	0,83	1,01	1,15	1,34	1,54	1,78	2,10	2,50
<i>SD</i>	0,05	0,08	0,13	0,11	0,10	0,16	0,16	0,21	0,27	0,33	0,38	0,47
<i>CV</i>	24	21	22	16	13	16	14	16	18	18	18	19

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні *n* років

Загальна тенденція розподілу щомісячних втрат маси вказує на її зниження від 30 до 60 доби – неістотне підвищення на 90 добу – зниження на 120 добу – підвищення на 150 і 180 добу – зниження на 210 – і поступове підвищення до закінчення періоду зберігання, що відображено на рисунку 4.4.

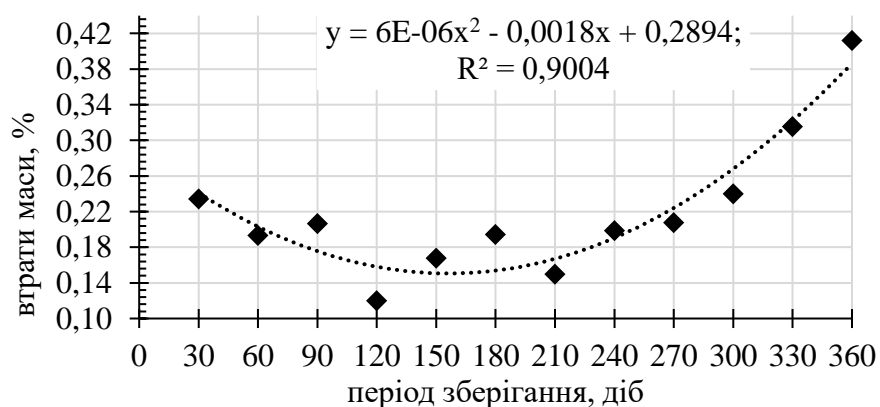


Рисунок 4.4.
Динаміка
щомісячних
втрат маси
цибулини *Allium*
***sativum* L. subsp.**
***vulgare* (ярий),**
%.

Аналізуючи узагальнені втрати маси цибулини зразків часнику ярого, можна констатувати, що у перші 30 діб відбуваються одні з найбільших втрат маси – до 0,21 %, що пов'язано з підвищеною вологістю цибулин, накопиченою перед збором врожаю. Більші втрати від початкових відзначали після досягнення 300 доби і надалі, де цей показник у середньому був у межах 0,24–0,41 %. Загальна динаміка показала щомісячні втрати маси на рівні 0,17–0,41 %/міс., що істотно менше від озимих сортів стрілкуючого і нестрілкуючого підвидів (рис. 4.5).

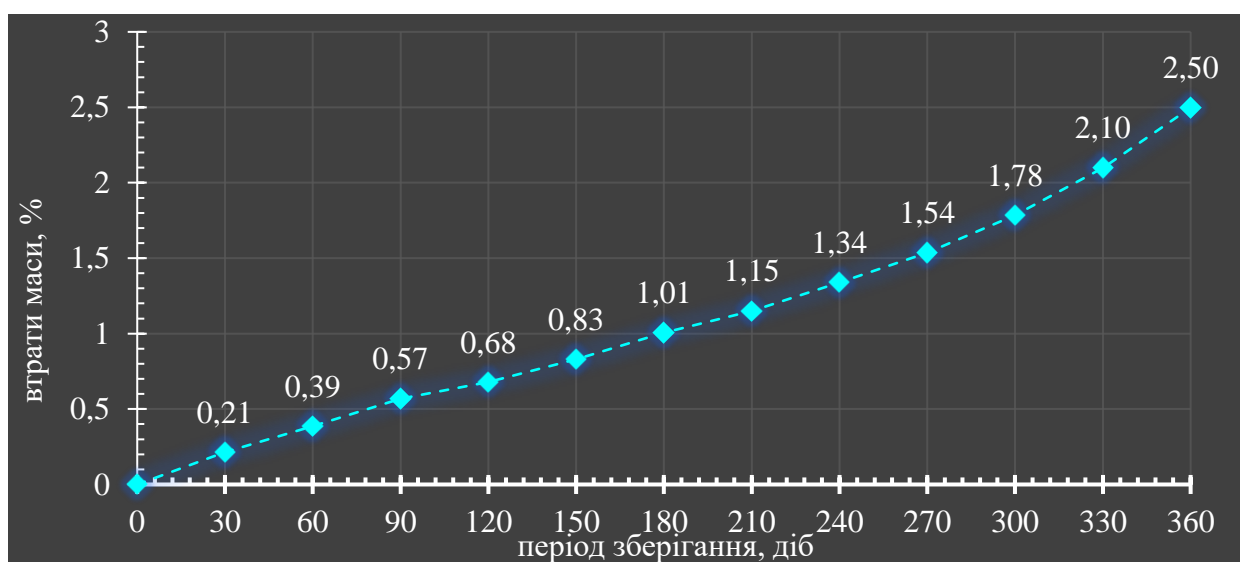


Рисунок 4.5. Усереднені показники втрат маси цибулини колекційних зразків *Allium sativum* L. *subsp.* *vulgare* (озимий) в умовах зберігання у неконтрольованих умовах, % (2018–2022).

Дослідження чинників втрати маси цибулини показали, що максимальний вплив на зменшення цього показника – це природні втрати за рахунок дихання – 1,90 %, а втрати від ураження хворобами, проростання й усихання цибулин було на рівні 0,14, 0,26 і 0,20 % від суми втрати маси. Відзначено, що найбільші втрати від ураження хворобами спостерігали з другої половини періоду зберігання (після 150 доби), а за рахунок проростання цибулин – у кінці періоду зберігання (після 300 доби), (табл. 4.8).

Розподіл втрат маси цибулини по категоріям на кінець періоду зберігання *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий), (2018–2022)

Сорт/зразок	Природні втрати маси, %	Втрати за рахунок ураження хворобами, %	Пророслі цибулини, %	Усохлі цибулини, %
Глорія	2,43	0,36	0,74	0,15
A.s.33/16	1,87	0,23	0,36	0,13
A.s.43/17	2,12	0,16	0,45	0,10
A.s.44/17	1,81	0,14	0,40	0,52
A.s.51/17	1,62	0,12	0,11	0,15
A.s.52/17	1,98	0,11	0,14	0,13
A.s.53/17	1,87	0,12	0,10	0,17
A.s.54/17	1,90	0,12	0,12	0,16
A.s.55/17	2,12	0,11	0,23	0,39
A.s.56/17	1,70	0,05	0,06	0,12
A.s.57/17	1,47	0,05	0,09	0,15
\bar{X}^*	1,90	0,14	0,26	0,20
<i>SD</i>	0,25	0,08	0,20	0,13
<i>CV, %</i>	13	58	79	63

* – умовний стандарт – \bar{X} за останні *n*’ять років

Серед досліджуваних зразків мінімальним втратами за всіма параметрами відзначалися зразки №№ 56 і 57. У цих зразків відзначали мінімальний прояв уражених цибулин і мінімальне проростання, відповідно вони є найбільш лежкими і перспективним за даною ознакою.

4.2. Модель сорту *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий).

Для параметрів моделі сорту *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий) використовували значення ознак і параметрів продуктивності новоствореного сорту-дворчуки Глорія (за весняного висаджування), як прототипу і перспективних сортозразків часнику ярого за номерами A.s.33/16, A.s.43/17,

A.s.44/17, A.s.51/17, A.s.52/17, A.s.53/17, A.s.54/17, A.s.55/17, A.s.56/17, A.s.57/17 (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Основні параметри перспективної моделі сорту *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий), придатного до поширення в Україні

Показник	Сорт-прототип Глорія	Модель	Джерело ознаки
Група стиглості, діб	П/120	С/100	A.s.33/16
Загальна урожайність, т/га	6,22	≤7,53	A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.52/17, A.s.55/17
Товарна урожайність, т/га	6,04	≤7,22	A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.51/17, A.s.52/17, A.s.54/17, A.s.55/17
Товарність, %	97	≤97	A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.52/17, A.s.55/17
Маса цибулини, г	21,84	≤24,15	A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.52/17, A.s.55/17
Забарвлення покривних лусок	біле		A.s.33/16, A.s.56/17, A.s.57/17
Кількість зубків у цибуліні, шт. з яких великі	9	≥13	A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.52/17, A.s.53/17, A.s.55/17, A.s.56/17
	2	≤3	–
Середня маса зубка, г	2,43	≤1,88	A.s.33/16, A.s.44/17, A.s.51/17, A.s.54/17
Лежкість у неконтрольованих умовах (360 діб), %	96	≤98	A.s.51/17, A.s.52/17, A.s.53/17, A.s.54/17, A.s.55/17, A.s.56/17, A.s.57/17
Розташування листків у просторі	еректоїдне		всі досліджувані сорти/зразки
Кількість листків, шт./росл.	11	≤12	A.s.53/17, A.s.56/17, A.s.57/17
Довжина листка, см	45	≤43	A.s.52/17, A.s.56/17, A.s.57/17
Ширина листка, см	1,9	≤1,3	A.s.52/17
Вміст сухої речовини, %	30	≤28	A.s.53/17, A.s.57/17
Вміст ефірної олії, мг/100 г	0,22	≤0,29	A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.51/17, A.s.55/17, A.s.57/17
Енергетична цінність, ккал/100 г	118,57	≤130,03	A.s.33/16, A.s.43/17, A.s.44/17, A.s.51/17, A.s.55/17, A.s.57/17
Стійкість проти збудників хвороб, бал (1–9): – бактеріальна гниль (<i>Erwinia carotovora</i> (Jon.) Holl.)	7	≤8	A.s.56/17, A.s.57/17

Результатами кореляційного аналізу встановлено, що врожайність (Y) має різної сили кореляційну залежність від господарсько-цінних ознак (1–11), що наведено в математичній моделі.

$$Y_{x_{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11}} = 0,99x_1 + 0,85x_2 + 0,70x_3 + 0,64x_4 + 0,35x_5 + 0,23x_6 + 0,18x_7 + 0,13x_8 + 0,09x_9 + 0,05x_{10} + 0,04x_{11}$$

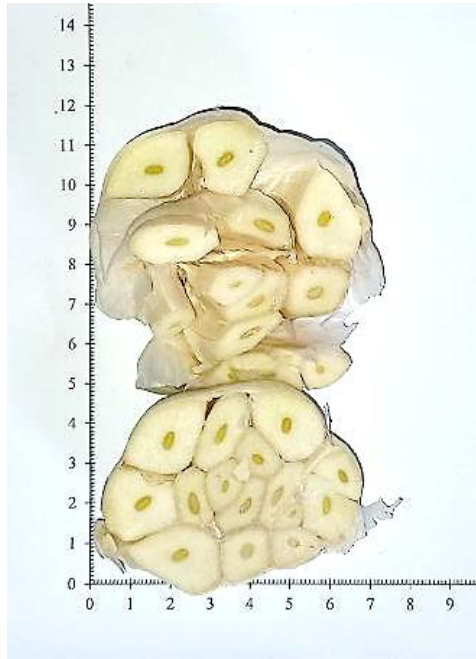
Математична модель сорту *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий)

де x_1 – адаптивність; x_2 – маса цибулини, г; x_3 – період вегетації; x_4 – вміст сухої речовини; x_5 – довжина листка; x_6 – ширина листка; x_7 – вміст ефірної олії; x_8 – пластичність; x_9 – кількість зубків; x_{10} – товарність; x_{11} – стійкість до хвороб.

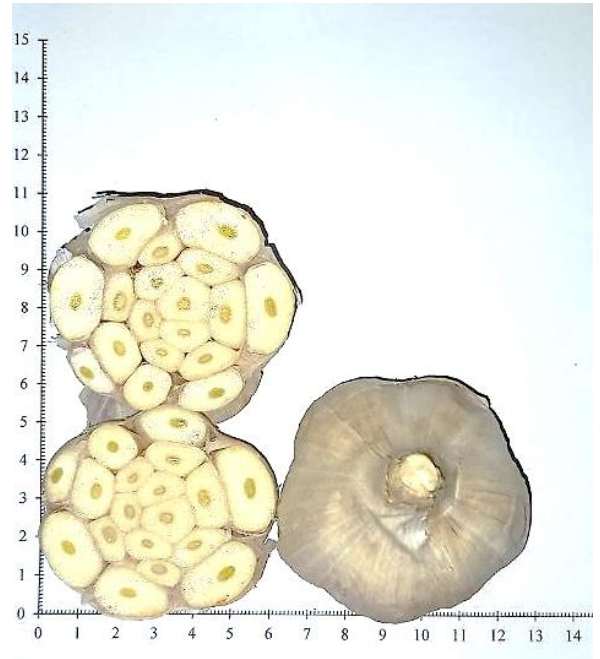
У розробці моделі сорту часнику ярого виявлено, що селекційна робота повинна спрямовуватися на скоростиглість (проводити добір середньостиглих зразків з періодом вегетації до 100 діб). У процесі створення сортів залучати до роботи зразки з товарністю не нижче 97 % й врожайністю $\leq 6,04$ т/га. Цибулина масою 24,15 г повинна мати луски білого забарвлення, до структури цибулини повинно входити не більше 13 зубків, з яких не менше 3 великих зубків з покривними лусками білого забарвлення. Сухий залишок м'якуша зубка повинен бути не менше 28 %, а концентрація ефірної олії не менше 0,29 мг/100 г. Перспективні зразки повинні характеризуватися високою лежкістю в неконтрольованих умовах – 98 % за майже рік зберігання (360 діб). Перспективні зразки повинні мати 12 коротких (43 см) і вузьких (до 1,3 см) листків з еректоїдним розташуванням. Залучені до селекційної роботи зразки і сорти повинні характеризуватися високою стійкістю до бактеріальної гнилі (*Erwinia carotovora* (Jon.) Holl.) – 8 балів, адаптивною здатністю і широкою пластичністю до екологічних умов

Розроблені моделі дозволять селекціонеру ефективно створювати сорти часнику різних підвидів, максимально наближені до «ідеальних».

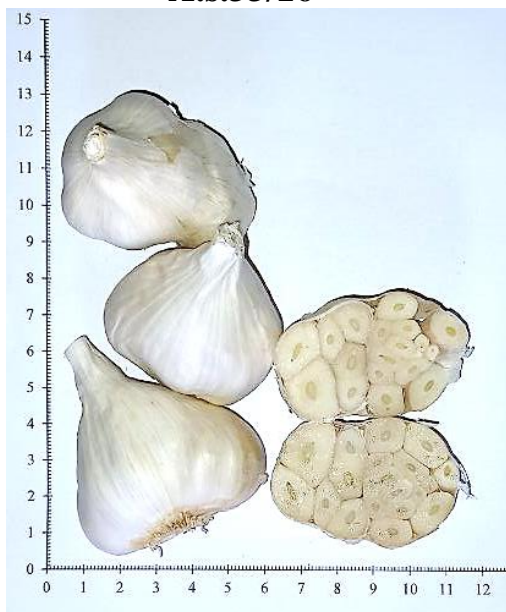
Враховуючи наведені параметри сорту *Allium sativum* L. *subsp. vulgare* (ярий), придатного до поширення в Україні, виділено три перспективні зразки з генофонду – А.с.33/16, А.с.44/17, А.с.52/17 (рис. 4.6), що охоплюють максимальну кількість параметрів моделі сорту та знаходяться в полі синергізму «урожайність-адаптивність-якість».



A.s.33/16



A.s.44/17



A.s.52/17

Рисунок 4.6 Виділені перспективні зразки *Allium sativum* L. ярого підвиду з урахуванням параметрів моделі сорту

4.3. Порівняльний аналіз параметрів харчової цінності та еластичність підвидів часнику.

Характеризуючи види часнику за накопиченням елементів поживної цінності видно, що протеїну найбільше накопичувалося у озимого нестрількуючого виду (з чого можна зробити припущення, що це є однією з причин сучасної європейської селекції, яка направлена на створення і поліпшення нестрількуючих сортів). Так, озимий нестрількуючий вид накопичував у м'якуші протеїну більше на 4,1 % відносно озимого стрількуючого та на 20,9 % відносно ярого (рис. 4.7).

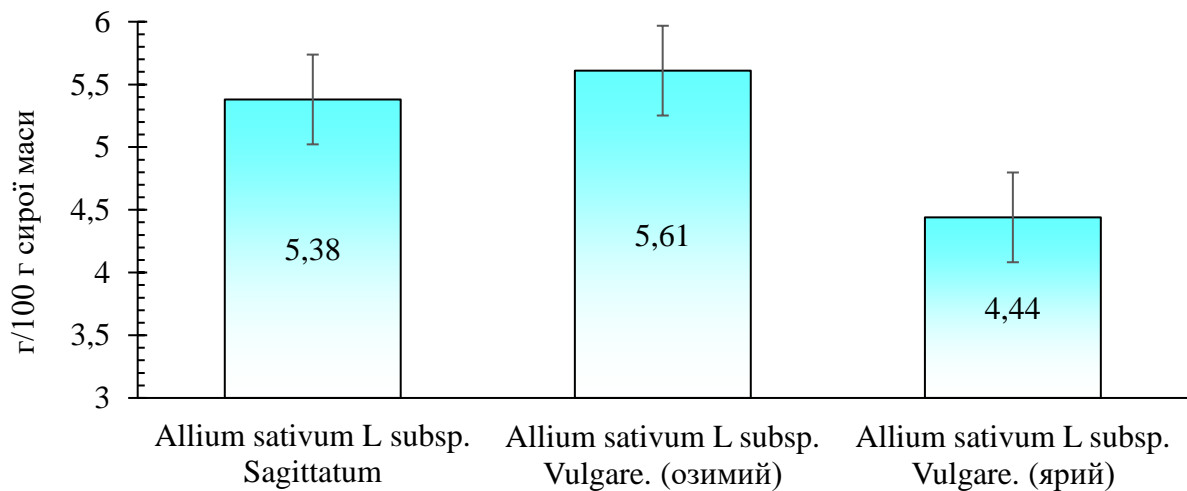


Рисунок 4.7 Узагальнений вміст протеїну у м'якуші різних видів часнику, г/100 сирої маси (\bar{X} 5,14; $SD = 0,51$; $CV = 10\%$).

Аналізуючи вміст жирів у м'якуші видів часнику помітно істотну різницю, а саме більший вміст у озимого стрількуючого і ярого видів відносно озимого нестрількуючого. Озимий стрількуючий вид у середньому накопичував жирів більше на 39,0 % та 4,9 % відносно озимого нестрількуючого та ярого видів (рис. 4.8).

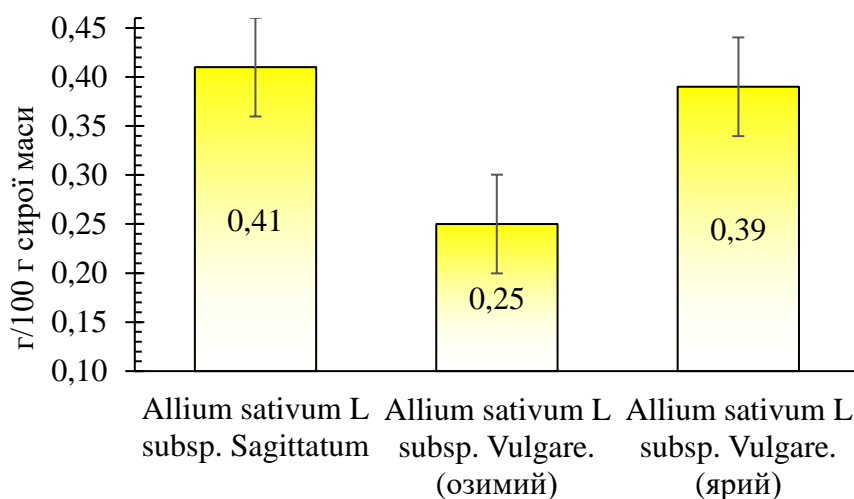


Рисунок 4.8
Узагальнений
вміст жирів у
м'якуші різних
видів часнику,
г/100 сирової маси
 \bar{X} 0,35
SD 0,07
CV 20 %.

Узагальнений аналіз за вмістом вуглеводів у продукції часнику показав, що максимальне їх накопичення було у ярого виду – 27,17 г/100 г, що більше від озимого стрілкуючого на 7,2 % та на 18,2 % відносно озимого нестрілкуючого (рис. 4.9).

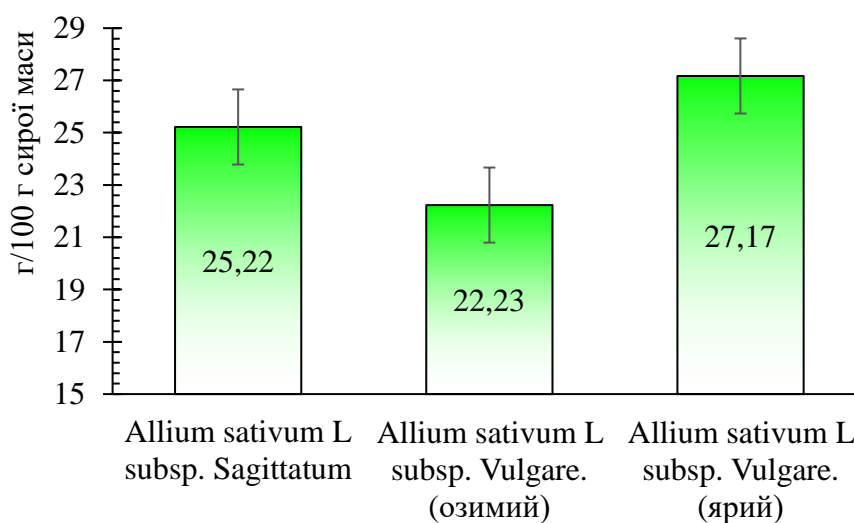
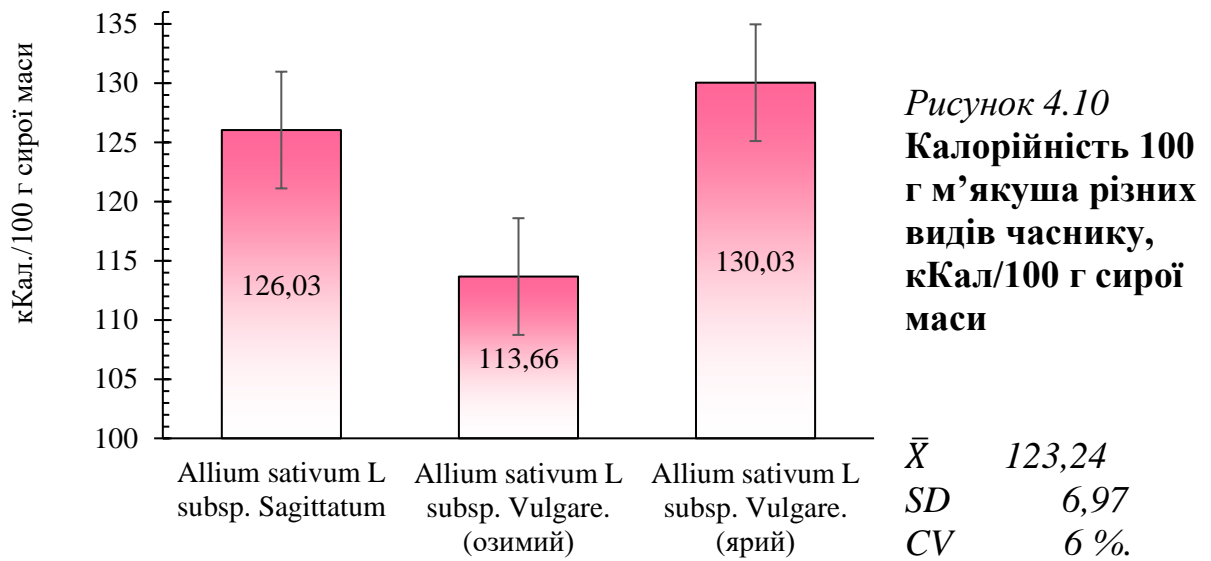


Рисунок 4.9
Узагальнений
вміст вуглеводів у
м'якуші різних
видів часнику,
г/100 сирової маси
 \bar{X} 24,87
SD 2,03
CV 8 %.

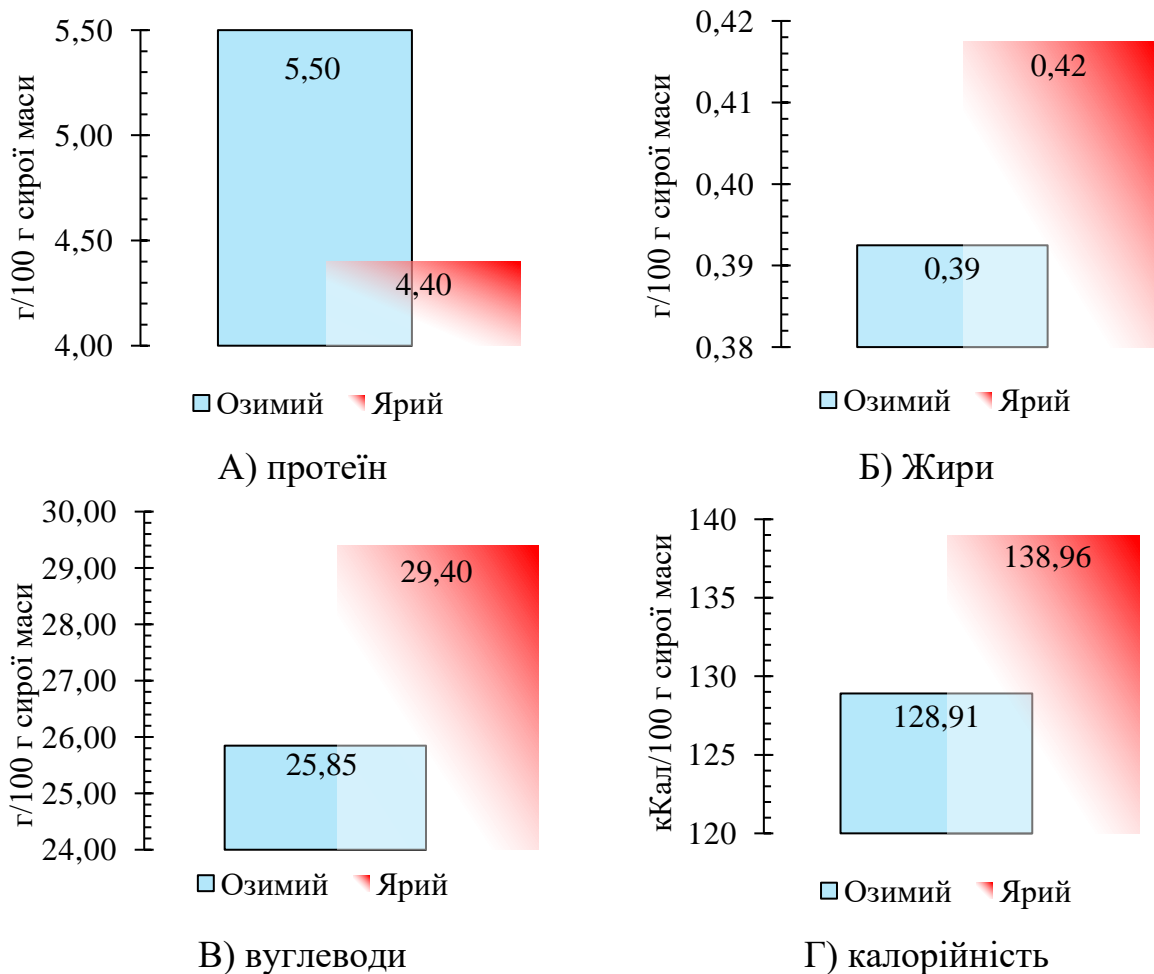
Енергетична цінність продукції – комплексний показник, який враховувався на основі попередніх. Враховуючі всі змінні параметрів харчової цінності, можна констатувати, що найвищу енергетичну цінність має ярий вид – 130,03 кКал, що більше на 3,1 % від озимого стрілкуючого та на 12,6 % від озимого нестрілкуючого (рис. 4.10).



Резюмуючи вищесказане, можна зробити висновок про те, що не спостерігається односторонньої залежності за параметрами харчової цінності у того чи іншого виду. Але варто відзначити, що протеїну більше накопичує озимий нестрількуючий вид, жирів – озимий стрількуючий, вуглеводів – ярий. Хоч ярий вид часнику і характеризується покращеними параметрами поживної цінності, та виробництво його, напевно, обмежується досить низькою продуктивністю.

Одержані результати також дали змогу визначити зміну показників харчової цінності у перспективних колекційних зразків, ідентифікованих як дворучки – сорт Глорія, А.с.33/16, А.с.43/17 і А.с.44/17 придатні до вирощування у підзимні й весняні строки висаджування.

Дослідження показало істотну різницю за вмістом протеїну у м'якуші в озимого і ярого видів, де істотна перевага надавалася озимому виду часнику. За вмістом жирів різниця була неістотною, проте більше їх накопичення було у ярого виду. Накопичення вуглеводів істотно відрізняло два види. Так, ярий вид часнику відзначався істотно більшою концентрацією вуглеводів, що впливало і на істотно вищу енергетичну цінність ярого виду (рис. 4.11).



Результати статистичної обробки							
Протеїн		Жири		Вуглеводи		Калорійність	
озимий	ярий	озимий	ярий	озимий	ярий	озимий	ярий
5,50	4,40	0,39	0,42	25,85	29,40	128,91	138,96
0,24	0,63	0,10	0,08	0,95	3,49	4,10	12,13
4%	14%	25%	19%	4%	12%	3%	9%

Рисунок 4.11. Різниця між узагальненими показниками харчової цінності у колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare*, ідентифікованих як дворучки залежно від строку висаджування (озимий – підзимній строк висаджування; ярий – весняний строк висаджування).

Відносну характеристику змін показника врожайності під впливом факторної ознаки дає коефіцієнт еластичності (E). У моделях врожайності він визначає, на скільки зміниться величина рівня врожайності при збільшенні (зменшенні) досліджуваного фактора на один відсоток (4.10).

Таблиця 4.10

Залежність врожайності часнику від суми опадів та суми ефективних температур

Рік	Сума опадів (x), мм	Сума ефективних температур (x), °C	Урожайність (y), т/га	E, % (зміна врожайності при збільшенні на 1 %)	
				суми опадів	суми ефективних температур
<i>Allium sativum</i> L. subsp. <i>vulgare</i> (ярий)					
2018	279,3	1902	7	0,119	-0,002
2019	188,7	1800	6	0,074	-0,002
2020	254,8	1717	8	0,055	-0,002
2021	403,1	1630	10	0,120	-0,002
2022	202,3	1680	4	2,590	-0,003
Σ	1328,2	8729	36	–	–
\bar{X}	265,64	1745,8	7,2	0,102	-0,002
SD	76,3	95,8	1,9	–	–
CV, %	29	5	26	–	–
<i>Allium sativum</i> L. subsp. <i>sagittatum</i>					
2020	279,5	1717,0	14,96	0,027	-0,006
2021	346,3	1630,0	16,35	0,026	-0,006
2022	160,9	1680,0	13,00	0,026	-0,006
Σ	786,7	5027	44,31	–	–
\bar{X}	262,2	1675,7	14,77	0,027	-0,006
SD	76,7	35,6	1,4	–	–
CV, %	29	2	9	–	–
<i>Allium sativum</i> L. subsp. <i>vulgare</i> (озимий)					
2020	279,5	1717,0	15,84	0,020	-0,006
2021	346,3	1630,0	17,14	0,019	-0,006
2022	160,9	1680,0	14,39	0,019	-0,006
Σ	786,7	5027	47,37	–	–
\bar{X}	262,2	1675,7	15,79	0,019	-0,006
SD	76,7	35,6	1,1	–	–
CV, %	29	2	7	–	–

В наших дослідженнях вивчали вплив суми опадів і суми ефективних температур на прогнозовану зміну рівня врожайності підвидів часнику. Так, сума опадів за період досліджень з *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий) варіювала в межах 188,7–403,1 мм (CV = 29 %), тобто амплітуда коливань суми

опадів становила 214,4 мм, а сума ефективних температур в межах 1630–1902 °С (CV = 5 %), амплітуда коливань – 272 °С при цьому врожайність варіювала сильно 4,39–9,92 т/га, де CV = 26 %.

Статистичний аналіз врожайності часнику ярого виявив залежність її не тільки від опадів, а й від температури. Дослідженнями визначено, що з підвищенням суми опадів на 1 % врожайність цибулин часнику ярого у середньому може збільшитися на 0,102 т/га, а підвищення суми ефективних температур на 1 % – негативно вплине на зменшення врожайності, у середньому на 0,002 т/га.

Дослідження можливого впливу кліматичних умов на зміну врожайності з *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum* та *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий) показали, що сума опадів варіювала в межах 160,9–346,3 мм (CV = 29 %), тобто амплітуда коливань суми опадів становила 185,4 мм, а сума ефективних температур в межах 1630–1717 °С (CV = 5 %), амплітуда коливань – 87 °С, при цьому врожайність варіювала слабо: у озимого стрілкуючого в межах 13,00–16,35 т/га, де CV = 9 %; в озимого нестрілкуючого в межах 14,39–17,14 т/га. Статистичний аналіз врожайності часнику озимого стрілкуючого та нестрілкуючого виявив залежність її як від опадів, так і від температури. Дослідженнями визначено, що підвищення суми опадів на 1 % сприятиме збільшенню врожайності на 0,027 т/га озимого стрілкуючого та 0,019 т/га озимого нестрілкуючого часнику, а підвищення суми ефективних температур на 1 % сприятиме зменшенню врожайності обох підвидів на 0,006 т/га.

Висновки до розділу 4.

1. У результаті науково-дослідної роботи зібрано й оцінено згідно з господарсько-цінними показниками колекцію генотипів часнику в умовах Правобережного Лісостепу України.

2. Аналіз отриманих результатів виявив найбільш продуктивні і перспективні генотипи часнику ярого, включені у дослідження, з метою виділення вихідного матеріалу для подальшої селекції.

3. Виділені перспективні зразки часнику перевищують за продуктивністю найбільш поширені сорти у виробництві на території України. У результаті оцінювання сортів і зразків часнику виявлено зразки:

- ✓ *З великою масою цибулини:* А.s.33/16, А.s.44/17 і А.s.55/17;
- ✓ *Високоврожайні та адаптивні зразки:* А.s.33/16, А.s.44/17 і А.s.52/17;
- ✓ *За концентрацією ефірної олії виділено зразки:* всі зразки мають малий вміст ефірної олії – столові;
- ✓ *За лежкістю виділено зразки:* А.s.51/17, А.s.56/17 і А.s.57/17;

4. У результаті проведених досліджень виділені наступні популяції, як джерела ознак з високим вмістом білка: А.s.51/17, А.s.54/17 і А.s.55/17. Зразки за номерами А.s.33/16, А.s.43/17 і А.s.57/17 можуть служити основою для отримання високопоживних сортів для потреб харчової промисловості.

5. Розроблені моделі «ідеального» сорту, які дозволять селекціонеру більш ефективно й економічно створювати сорти часнику різних підвидів, максимально наближених до ідеальних.

Матеріали розділу опубліковано у працях згідно додатку Є.1: 21, 24.

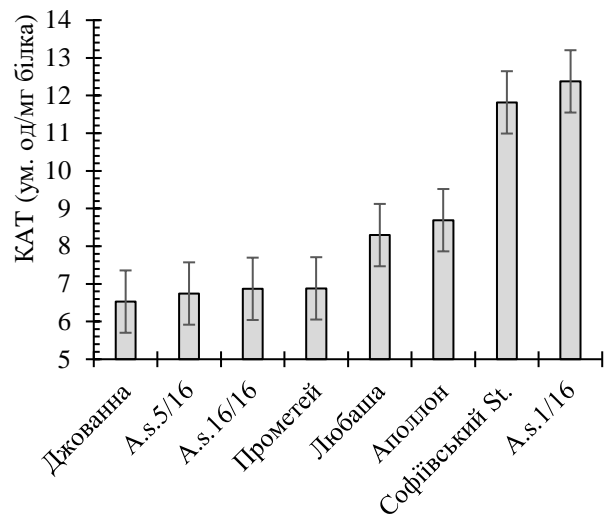
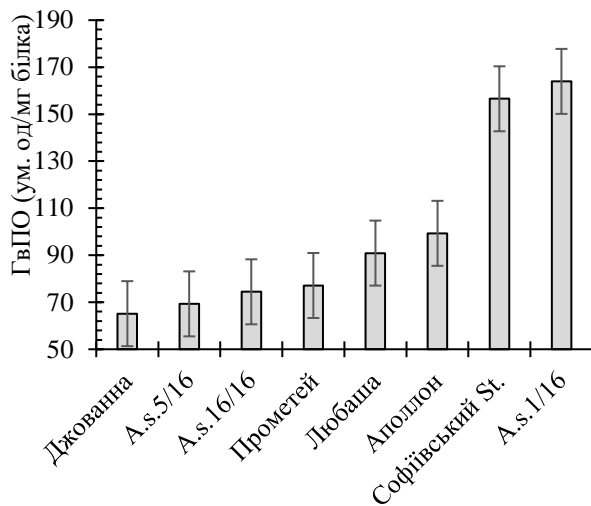
РОЗДІЛ 5.

СЕЛЕКЦІЙНО-ІМУНОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПОПУЛЯЦІЙ ЧАСНИКУ ОЗИМОГО ЗА ТОЛЕРАНТНІСТЮ ДО ІРЖІ ТА ФУЗАРІОЗУ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ РІЗНИХ РЕПРОДУКЦІЙ

5.1. Селекційно-імунологічне оцінювання сортів часнику. Біохімічні реакції та ураженість рослин часнику збудниками грибкових захворювань залежно від сорту.

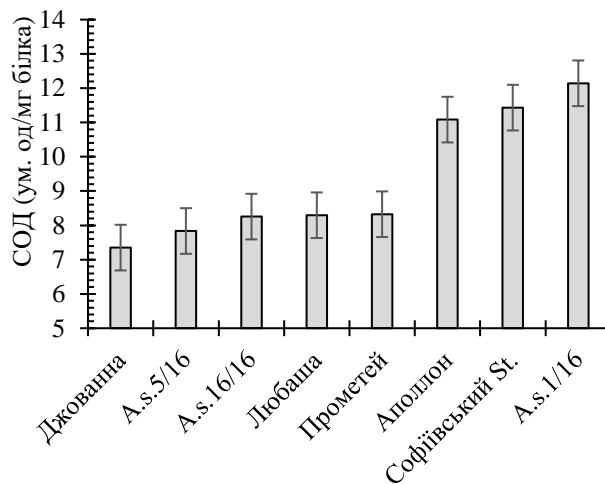
Від належного функціонування ферментативної системи залежать стреспротекторні функції рослинного організму. Істотна роль у захисті клітин від окислювальної деструкції належить, зокрема, супероксиддисмутазі, яка каталізує реакцію супероксидних радикалів ($O^{\cdot-}$). Швидкість взаємодії СОД і $O^{\cdot-}$ залежить від ступеня гідратації клітин. Рівень антиоксидантів та активність антиоксидантних ферментів, таких як СОД, КАТ, АПО, гваяколпероксидаза (ГвПО) та ферменти, пов'язані з глутатіоном (глутатіонредуктаза, ГР та глутатіон S-трансфераза, GST), як правило, підвищуються у рослин під впливом стресового фактору, а у деяких випадках їх активність добре корелює з підвищеною толерантністю.

Результати дослідження активності антиоксидантних ферментів показали, що лише один сортозразок (А.с.1/16) характеризувався підвищеною активністю комплексу ферментів відносно стандарту (рисунок 5.1). Близькими показниками до стандарту, але у той же час дещо нижчими характеризувався сорт Аполлон, де активність комплексу ферментів була нижчою на 36,6; 26,5 і 3,1 %. Всі інші сорти та зразки, що досліджуються, характеризувалися нижчими показниками активності антиоксидантних ферментів на 27,5–58,4 % залежно від сорту та ферменту.



А) гваяколпероксидаза

Б) каталаза



В) супероксиддисмутаза

Рисунок 5.1. Активність антиоксидантних ферментів у листках часнику озимого залежно від сорту/зразка (2017–2020).

У результаті проведення візуальної діагностики посівів часнику озимого виявлено, що сорт-стандарт Софіївський не мав ознак ураження іржею. Перспективний зразок А.s.1/16 і сорт Аполлон характеризувалися, як найбільш стійкі до ураженні іржею та фузаріозною гниллю, де показник уражених рослин іржею коливався у межах 1,2–2,5 % з інтенсивністю розвитку хвороби на листках у середньому за роки досліджень 0,5–1 бал.

За показником кількості уражених рослин фузаріозною гниллю (з урахуванням фітосанітарних прочисток у період вегетації), у середньому протягом років сорти Софіївський і Аполлон та зразок А.с.1/16 мали 0,5–1,0 % уражених рослин (рис. 5.2).

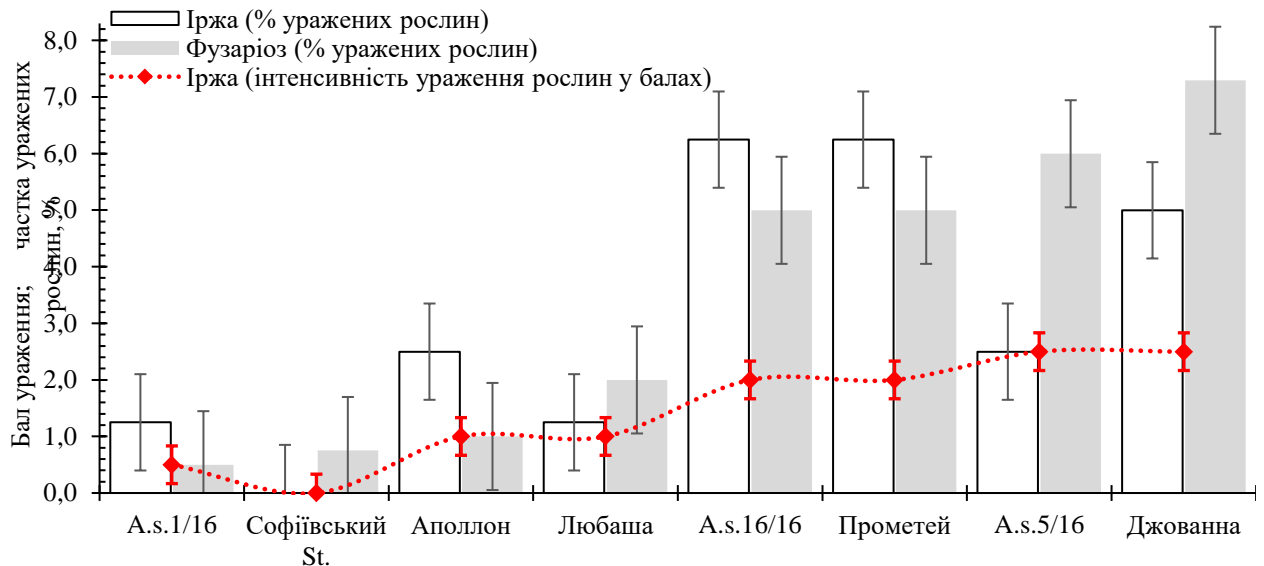


Рисунок 5.2. Інтенсивність ураження посівів часнику видами іржі (*Puccinia porri* Wint., *Puccinia alli* Rud., *Melampsora allii – populina* Kleb) та фузаріозною гниллю (*Fusarium* sp) на момент збору врожаю залежно від сорту/зразка (2017–2020).

Найменш стійкими до ураження були сорти Прометей st і Джованна та зразок А.с.5/16, де кількість уражених рослин іржею була у межах 5,0–6,2 % з інтенсивністю розвитку хвороби на листках 2,0–2,5 %

5.2. Продукційні процеси у рослин і посівах часнику озимого залежно від репродукції.

У результаті досліджень виявлено, що динаміка зміни показника «висота рослини» залежав як від сорту, так і від його репродукції. Таким чином, сорт часнику озимого Софіївський формував найвищі і вирівняні рослини по висоті

у II і III репродукції (проте прослідковується несуттєве зниження цього показника із збільшенням репродукції), які були вищими від рослин I репродукції на 16,6 і 16,2 %. У IV і V репродукції, різниця відносно I скорочувалася до 10,9 і 3,7 %. Сорт Прометей st характеризувався більшою варіацією даних. (табл.).

Таблиця 5.1

Динаміка зміни морфометричних показників часнику озимого залежно від сорту та репродукції (2017–2020), ($\bar{x} \pm SD$)

сорт	репродукція	висота рослини, см	висота квітконосної стрілки, см	кількість листків/роsl., шт.	довжина листка, см,	ширина листка, см,	листяний індекс,
Софіївський	I	54±1,08	90±2,74	8±1,2	38±3,4	1,80±0,11	0,95±0,03
	II	63±2,47	113±2,90	8±1,3	43±6,1	2,20±0,89	1,31±0,01
	III	63±1,41	105±2,09	7±1,3	43±4,2	2,50±0,83	1,30±0,04
	IV	60±0,60	105±4,39	7±1,7	40±6,2	2,50±0,45	1,21±0,03
	V	56±2,49	96±2,06	6±1,2	30±4,1	2,45±0,41	0,76±0,05
Прометей st	I	55±0,95	87±2,62	10±1,8	45±6,3	2,00±0,37	1,56±0,08
	II	65±1,17	93±0,91	10±1,4	52±4,7	2,60±0,77	2,34±0,10
	III	68±1,24	95±2,78	8±1,3	50±3,3	3,40±0,44	2,37±0,02
	IV	66±1,46	96±1,66	8±1,3	48±2,2	3,10±0,78	2,06±0,05
	V	56±2,01	82±0,83	6±1,2	41±2,2	2,40±0,76	1,02±0,03
Любаша	I	57±0,93	80±2,16	11±1,7	44±6,1	2,30±0,24	1,93±0,02
	II	73±1,91	98±2,67	10±1,5	50±6,8	2,80±0,82	2,43±0,12
	III	69±1,27	104±3,86	9±1,5	53±7,8	3,50±1,98	2,89±0,06
	IV	69±3,12	100±3,33	9±1,3	51±3,11	3,30±1,80	2,63±0,30
	V	60±2,77	93±2,80	8±1,2	45±2,9	2,90±1,20	1,81±0,19
Xmed		62	96	8	45	3	2
SD		5,80	9,19	1,52	6,01	0,46	0,64
CV,%		9	10	18	13	17	36

Таким чином, максимальної висоти 68 см (+24,3 % до контролю) досягнуто у III репродукції, тоді як у II і IV рослини були вищими від контролю на 18,7 і 19,2 см. Рослини V репродукції за рахунок накопичення інфекцій і зниження протекторних функцій були нижчими від I репродукції на

1,6 %. Сорт Любаша мав подібну динаміку до Софіївського. Рослини II репродукції були найвищими (73 см; +27,4 % до контролю), а рослини III і IV репродукції переважали I на 20,8 і 20,4 %. Рослини V репродукції переважали I найменш істотно – 5,6 %

З висотою квітконосної стрілки прослідковується схожа динаміка, але у сорту Софіївський вона найвища у II репродукції (+25,6 % до контролю); у сорту Прометей st у IV (+10,3 %); у сорту Любаша у III (+30,0 %), але у сортів Софіївський і Любаша цей показник переважав контрольні варіанти навіть у V репродукції, то сорт Прометей st утворював стрілку нижчу від контролю на 5,7 %.

Кількість листків істотно знижувалася у всіх сортів із збільшенням репродукції. Сорт Софіївський утворював у I і II репродукції по 8 листів, тоді як у III і IV – 7 шт./росл. (-12,5 %), а рослини V репродукції – 6 шт./росл. (-25 %). Сорт Прометей st із збільшенням репродукції утворював меншу кількість листків на у III–V репродукції на 20–40 %.

Істотно зменшувалися довжина листка у V репродукції. Сорти Софіївський і Прометей st утворювали листки коротші від I репродукції на 21,5 і 8,9 %, тоді як сорт Любаша все ж таки переважав I репродукцію на 2,3 %.

Максимальної ширини листка всі сорти досягають у III–IV репродукції, але в усіх поколіннях чітко видно перевагу над I репродукцією: Софіївський 22,2–38,9 %, Прометей st – 30,0–70,0 %, Любаша – 21,7–52,2 %. Але за рахунок зменшення кількості листків і їх довжини показник листкового індексу знижувався у V репродукції у сорту Софіївський на 19,9 %; Протей – 34,3 %; Любаша – 5,8 %, що певним чином і відобразилося на формуванні продуктивності рослин і посівів часнику в цілому.

Належне проходження фізіолого-продукційних процесів у рослині істотно залежить від вмісту фотосинтетичних пігментів. Так, вміст хлорофілу *a* знижувався істотно із збільшенням репродукції. Сорт Софіївський мав

менший вміст хлорофілу а у II - V репродукціях відносно I на 3,5–34,1 %; Прометей st – 9,0–31,4 %; Любаша – 17,5–28,9 %. Концентрація хлорофілу b знижувалася менш істотно відносно хлорофілу а: Софіївський – 2,5–20,0 %; Прометей st – 2,9–22,8 %; Любаша – 4,7–18,3 % (рис. 2). Як відомо, концентрація хлорофілу а є індикатором посухостійкості. З результатів наших досліджень можна зробити висновок, що посухостійкість сортів часнику озимого є найвищою у перших поколіннях і поступово знижується у наступних репродукціях (рис. 5.3).

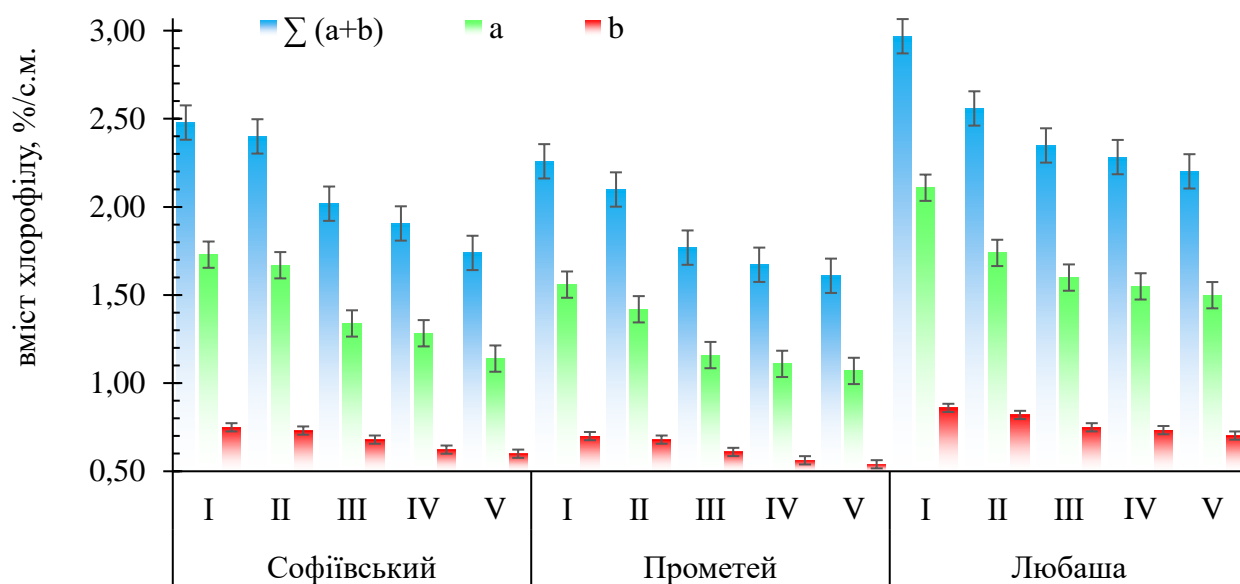


Рисунок 5.3. Вміст хлорофілу у листках часнику озимого залежно від сорту і репродукції (2017–2020), %/с.м.

Від належного функціонування ферментативної системи залежать стреспротекторні функції рослинного організму. Істотна роль у захисті клітин від окислювальної деструкції належить, зокрема, супероксиддисмутазі, яка каталізує реакцію супероксидних радикалів (O). Швидкість взаємодії СОД і O залежить від ступеня гідратації клітин [1, 2]. Рівень антиоксидантів та активність антиоксидантних ферментів, таких як СОД, КАТ, АПО, ГвПО та ферменти, пов'язані з глутатионом (ГР та GST), як правило, підвищуються у

рослин під впливом стресового фактору, а у ряді випадків їх активність добре корелює з підвищеною толерантністю [3, 4].

Дослідження виявило, що активність гваяколпероксидази (ГВПО) істотно знижувалася у всіх сортів із збільшенням репродукції. Активність ГВПО у сорту Софіївський від II до V репродукцій знижувалася на 9,1–39,6 %, сорту Прометей st – 13,9–48,5 %, сорту Любаша – 10,4–54,2 %. Активність каталази мала подібну динаміку по репродукціях, але сорт Софіївський характеризувався більш істотним зниженням даного ферменту (-22,6–53,0 %), (рис. 5.4).

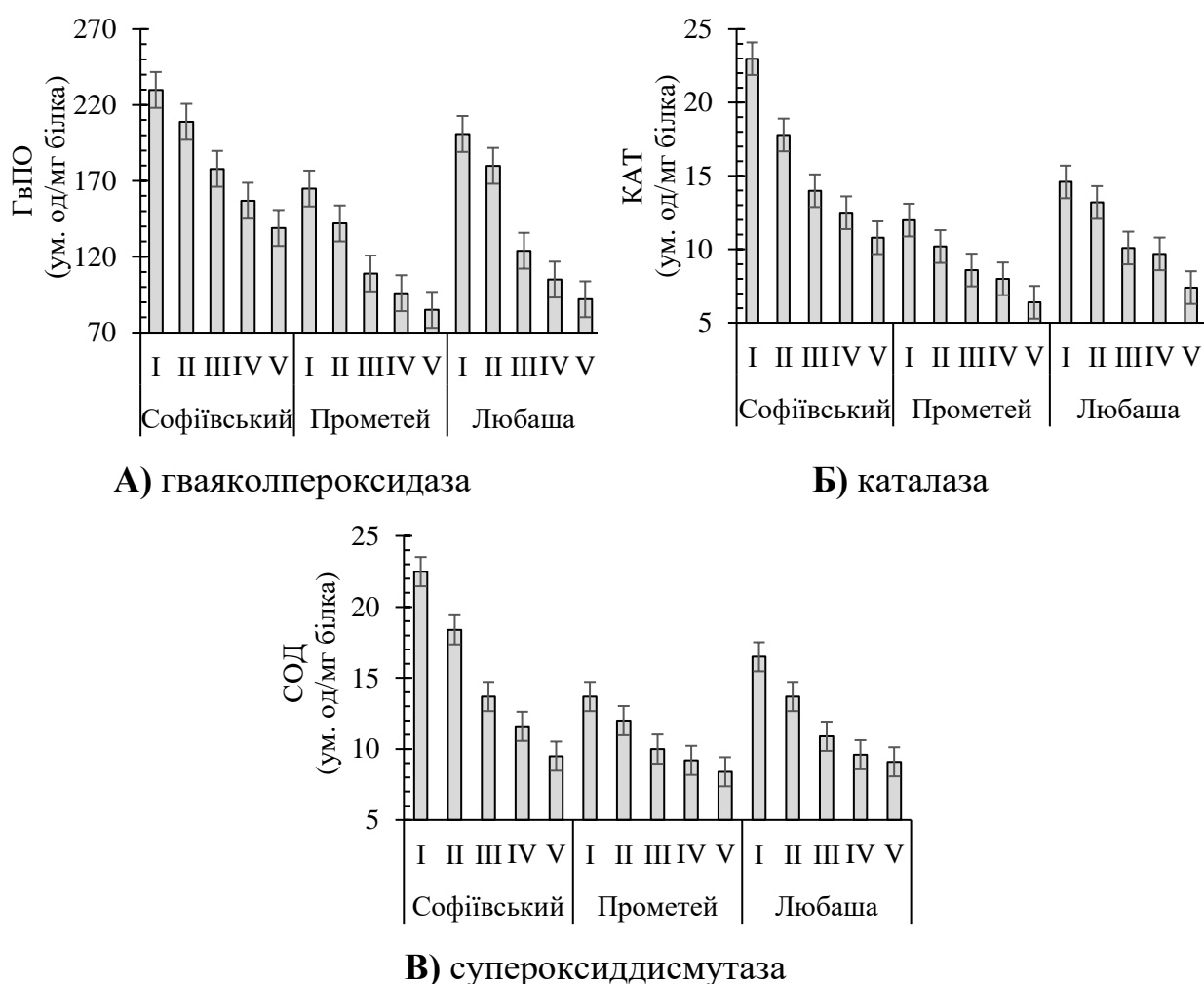


Рис. 5.4. Активність антиоксидантних ферментів у листках часнику озимого залежно від сорту і репродукції (2017–2020).

Сорти Прометей st і Любаша зменшували активність КАТ на 9,6–49,3 %. За показником активності супероксиддисмутази (СОД) сорт Софіївський показав найменшу стійкість (-18,2–57,8 % до I репродукції). Сорт Любаша знизив активність КАТ на 17,9–44,8 %, а сорт Прометей st володіючи найнижчою ферментативною активністю, знижував її на 12,4–38,7 % відносно I репродукції. Виявлено, що сорт Софіївський є більш стійким, адже активність антиоксидантних ферментів є найвищою відносно сортів Прометей st і Любаша

Маса суцвіття є важливою сортовою ознакою, від якої залежить якість насінневого матеріалу. Максимальної маси суцвіття досягнуто сортом Софіївський у III і IV (+7,9 і 6,1 %) репродукціях; сортом Прометей st – у II – IV (11,1–13,5 %); сортом Любаша – III і IV (+20,8 % до I репродукції).

За ознакою кількості повітряних бульбочок у суцвітті максимальних показників досягнуто всіма сортами у III репродукції: Софіївський – 160 шт. (+68,4 % до I репродукції), Прометей st – 70 шт. (+105,9 %), Любаша – 70 шт. (+55,6 %). В усіх репродукціях досліду кількість повітряних бульбочок була більшою від I, за виключенням сорту Прометей st, де цей показник у V репродукції був нижчим від I на 14,7 %. Дане явище можна пояснити низькою стійкістю сорту до інфекцій (на природньому фоні) і відповідно зниженням продуктивності.

Маса 1000 шт. повітряних бульбочок також істотно варіювала як по сортах, так і по репродукціях. Таким чином, всі сорти часнику мали найменшу масу 1000 шт. у III репродукції: Софіївський 49,2 г (-36,0 % до I), Прометей st – 186,1 г (-46,0 %), Любаша – 206,1 г (-22,4 %). На основі представлених результатів можна розробляти ефективну модель насінництва з оптимальним співвідношенням кількісного і якісного показників повітряних бульбочок (табл. 5.2, рис. 5.5).

Таблиця 5.2

**Динаміка зміни біометричних показників насінневого матеріалу
часнику озимого залежно від сорту та репродукції
(2017–2020), ($\bar{x} \pm SD$)**

Сорт	Репродукція	Маса суцвіття, г	Шт./суцвіття	M_{1000} шт.
Софіївський	I	7,84±1,7	95±8	76,8±2,94
	II	8,27±1,9	114±16	67,6±1,73
	III	8,45±2,2	160±19	49,2±1,14
	IV	8,31±2,2	120±17	64,5±1,76
	V	8,11±1,4	116±17	65,2±2,63
Прометей st	I	12,59±3,5	34±8	345,0±16,76
	II	14,29±2,7	47±4	283,3±8,19
	III	13,99±3,3	70±6	186,1±7,86
	IV	14,04±4,0	52±7	251,7±8,65
	V	11,99±3,1	29±8	385,1±16,22
Любаша	I	12,82±1,2	45±7	265,5±9,89
	II	14,49±1,9	62±12	217,8±6,64
	III	15,49±2,4	70±9	206,1±6,82
	IV	15,49±2,2	60±8	240,3±5,04
	V	14,69±2,7	53±9	258,2±10,10
Xmed		12	75	197
SD		2,76	37,25	104,23
CV,%		23	50	53

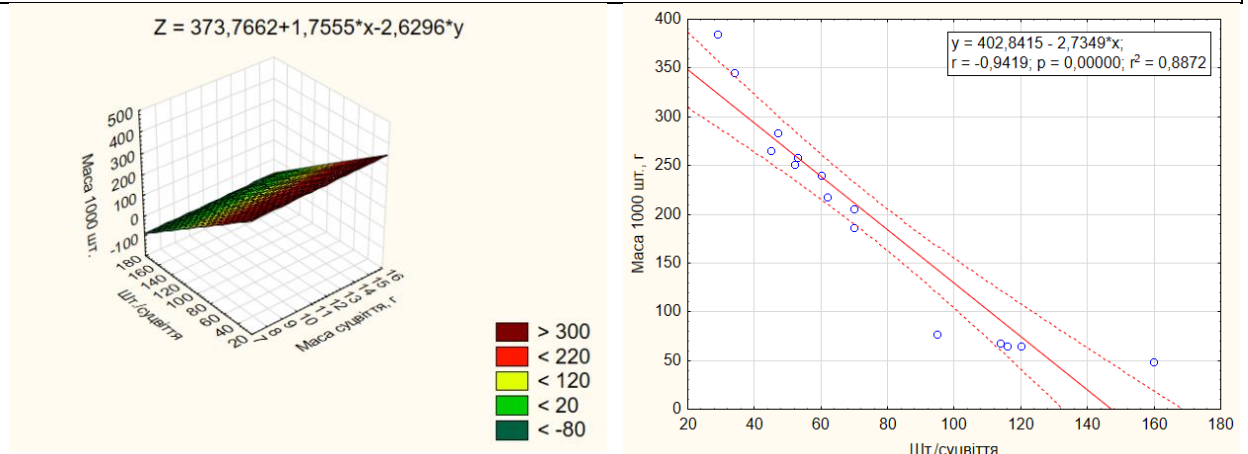


Рисунок 5.5. Статистичні моделі залежності маси суцвіття, маси 1000 шт. повітряних бульбочок і їх кількістю у суцвітті, шт., залежно від сорту і репродукції (2017–2020).

Згідно з показниками інтенсивності ураження рослин часнику хворобами найбільш істотна різниця спостерігалася у межах одного сорту між репродукціями. Так, у посівах сорту Софіївський I–III репродукцій ураження рослин іржастими хворобами впродовж 4-х років не виявлено взагалі, тоді як у IV–V репродукціях кількість уражених рослин була на рівні 2 %, а інтенсивність ураження 1–2 бали. Сорт Прометей st у I – II репродукціях мав 2 % уражених рослин з інтенсивністю розвитку хвороби 1–1,5 бали. Рослини III–V репродукцій уражувалися істотно більше (9–10 %), а інтенсивність розвитку хвороби була на рівні 2 балів. Сорт Любаша мав схожу динаміку: I–II репродукція мала 1 % уражених рослин з інтенсивністю розвитку іржі на листках 1–2 бали; рослини III–V репродукцій уражувалися суттєвіше – 4–4,5 % з розвитком хвороби 2 бали (рис. 5.6).

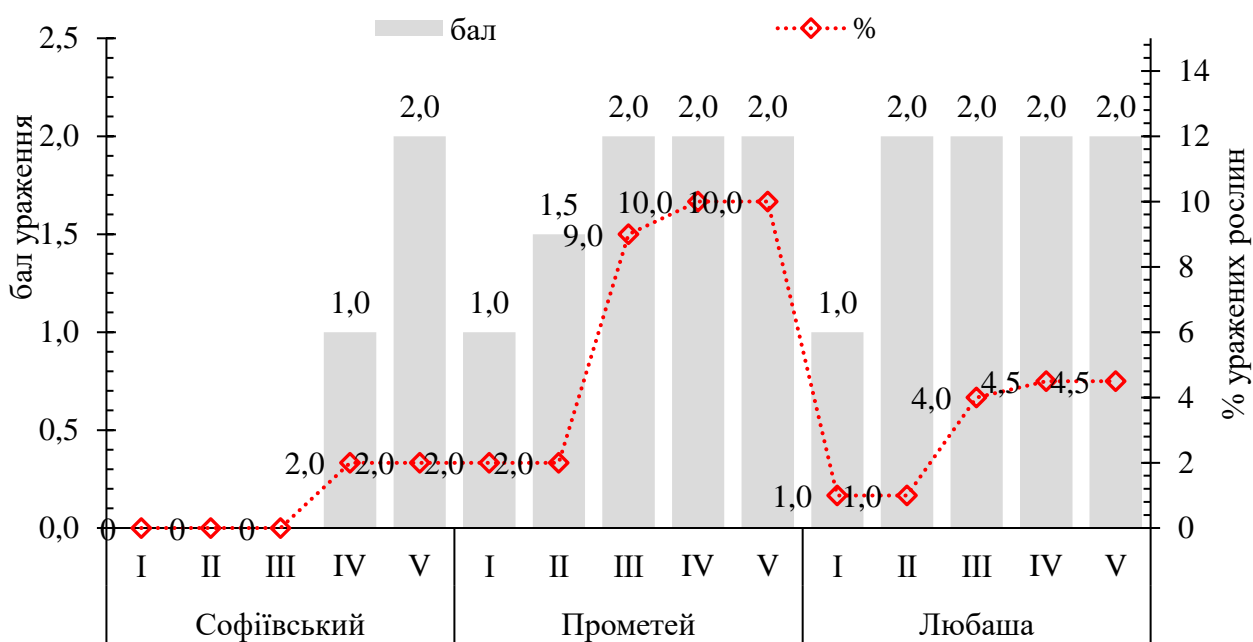


Рисунок 5.6. Інтенсивність ураження посівів часнику видами іржі (*Puccinia porri* Wint., *Puccinia alli* Rud., *Melampsora alli* – *populina* Kleb) залежно від сорту і репродукції (2017–2020).

Ураженість часнику фузаріозною гниллю відзначали лише у період збору врожаю. Таким чином, на рослинах I репродукції незалежно від сорту не виявлено ознак фузаріозної гнилі. Однак, у наступних репродукціях вона зростала від 1 до 3,5 % цибулин з ознаками у сорту Софіївський; від 3,5 до 13,0 % у сорту Прометей st, де у IV–V репродукціях спостерігали ураження цибулини гниллю на 90–95 %. У сорту Любаша в рослин I–III відзначали ознаки гниття, однак відсоток уражених рослин був низьким – 1–2 %, що вказує на вищий рівень толерантності цього сорту до збудників хвороб, проте IV–V репродукціях такі показники істотно погіршувалися, відсоток уражених рослин становив 6 % і 11,5 %, де у V репродукції уражені цибулини були на 80–90 % згнилі (рис. 5.7).

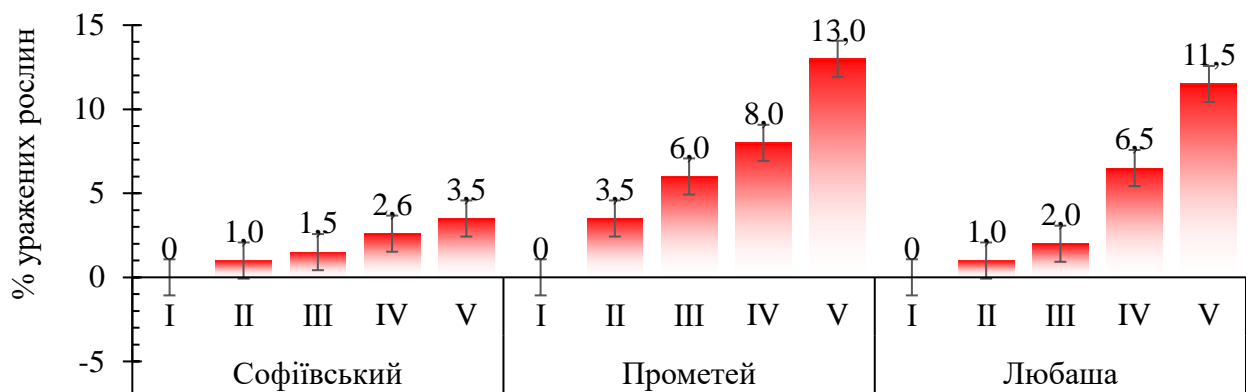


Рисунок 5.7. Ураженість посівів часнику фузаріозною гниллю (*Fusarium* sp.) на момент збору врожаю залежно від сорту і репродукції, % уражених рослин, (2017–2020).

Маса цибулини є основним показником від якого залежить урожайність часнику, тому одним із етапів дослідження було виявити динаміку її зміни залежно від сорту та репродукції.

Так, у сорту Софіївський найбільша маса цибулини формувалася у I репродукції, далі вона поступово знижувалася на 0,1; 5,6; 8,1 і 17,4 % за послідовними репродукціями. У сорту Прометей st маса цибулини II покоління переважала I на 0,3 %, у наступних репродукціях вона знижувалася

на 4,0; 11,2; 21,2 %. У сорту Любаша спостерігалася така ж тенденція. У II репродукції маса цибулини збільшувалася на 0,9 %, а у наступних – знижувалася на 1,4; 4,4; 11,6 % (рис. 5.8).

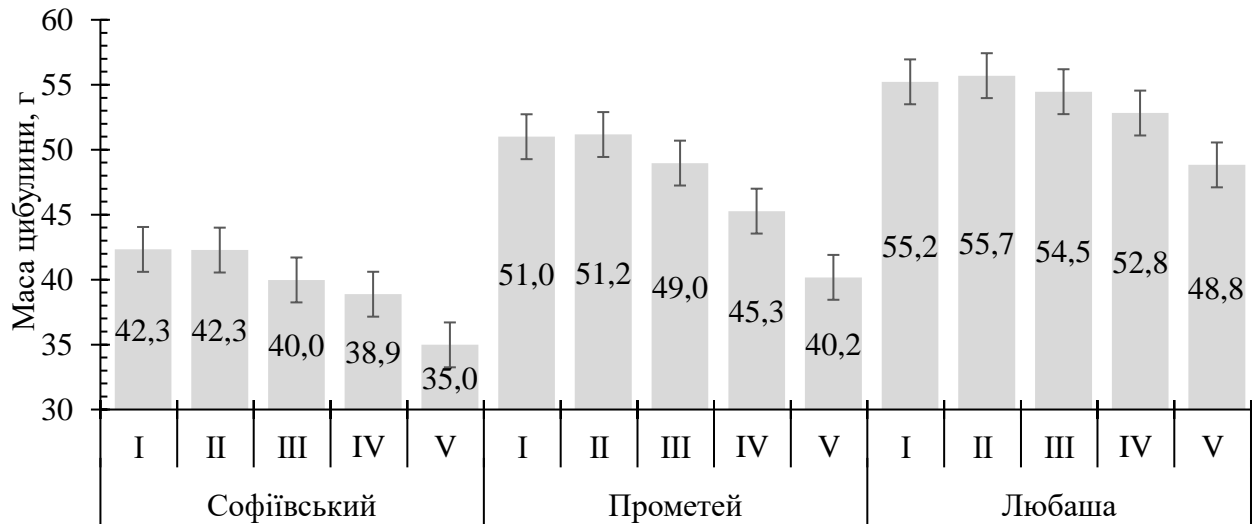


Рисунок 5.8. Маса цибулини часнику озимого залежно від сорту і репродукції (2017–2020), г.

Таке явище можна пов'язати із накопиченням інфекцій упродовж поколінь та/або порушенням фізіологічних процесів, які мають пряму або опосередковану дію на індивідуальну продуктивність рослини.

Урожайність культури визначає ефективність та рентабельність технології вирощування. Відповідно до показника врожайності сорт часнику озимого Софіївський характеризувався неістотним зниженням врожайності II репродукції відносно контролю (-1,1 %) та істотним (-6,3; -9,1; -18,2 %) у III, IV і V поколіннях. Сорт Прометей характеризувався більш диференційованими показниками. Таким чином, у II репродукції врожайність була вищою від контролю на 0,2 %, а у наступних репродукціях поступово знижувалася на 4,3; 11,7; 28,8 %, де максимальне зниження даного показника було, відповідно, у V репродукції. Сорт Любаша характеризувався мінімальними втратами врожаю залежно від репродукції. Таким чином,

поступово від I до V репродукцій показник врожайності знижувався на 0,1; 4,6; 8,0 і 17,0 % (рис. 5.9).

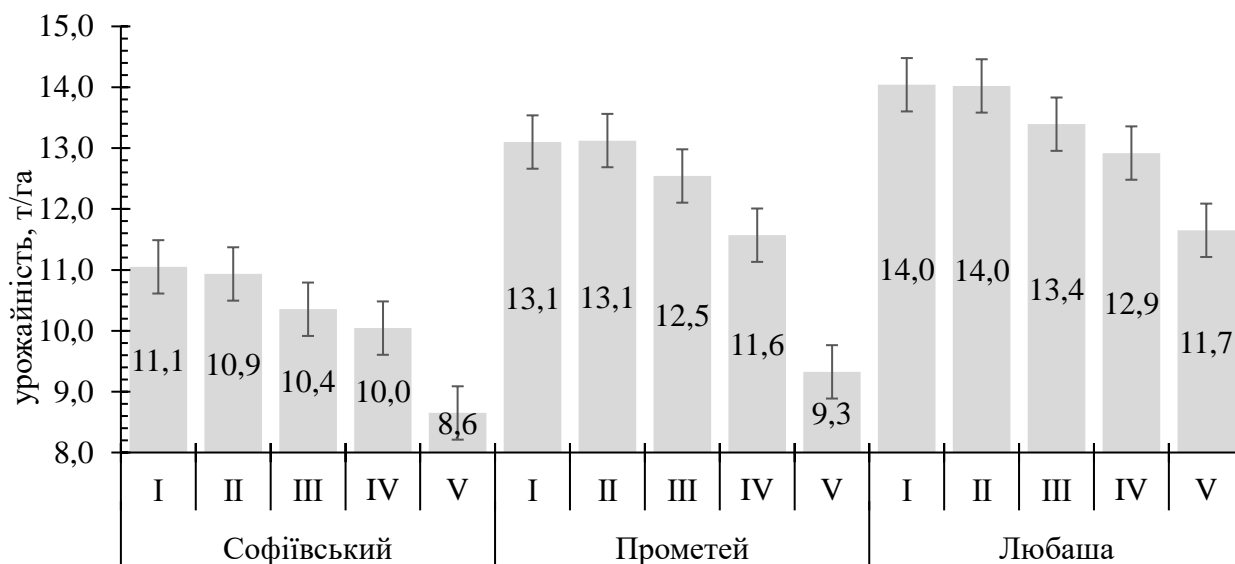


Рисунок 5.9. Урожайність часнику озимого залежно від сорту і репродукції (2017–2020), т/га.

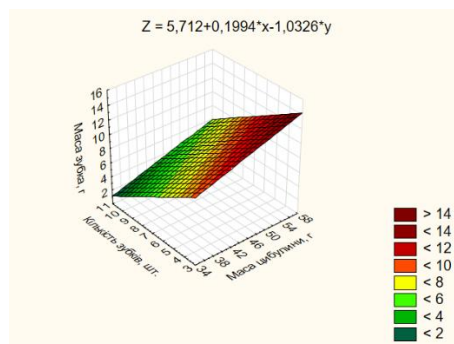
Врожайність є комплексним показником, який залежить від маси цибулини та густоти посіву. Результати дослідження відзначили, що врожайність знижувалася не тільки від зменшення маси цибулини, а також від зрідження посівів, зокрема, у V репродукції, де було істотне ураження рослин фузаріозною гниллю.

Кількість зубків є важливим структурним елементом врожаю, від якого залежить вартість продукції і напрям використання. Так, сорт Софіївський у всіх поколіннях збільшував кількість зубків на 8,2 % у II репродукції, 52,0; 47,7 % у III і IV репродукціях та 2,3 % у V. Сорт Прометей st мав більшу кількість зубків у II репродукції і поступово зменшував їх до V репродукції на 16,1; 25,; і 30,8 %. Сорт Любаша у II і III репродукціях мав більшу кількість зубків на 4,7 і 3,5 %, а у V – меншу на 7,0 % (рис. 5.10).

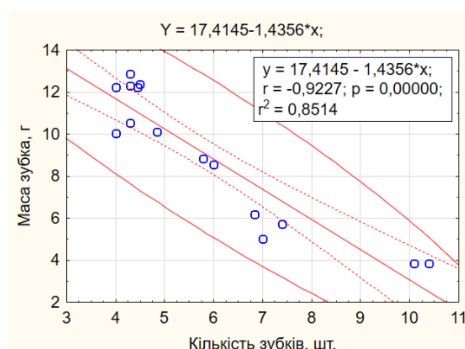


Рисунок 5.10. Структура цибулини часнику озимого залежно від сорту і репродукції (2017–2020).

Збільшення маси зубка пояснюється статистичною моделлю залежності (рис. 5.11), але у цьому дослідженні цей вплив має виключно біологічне підґрунтя.



Маса цибулини – маса зубка – кількість зубків у цибулині



Маса зубка – кількість зубків у цибулині

Рисунок 5.11. Статистичні моделі залежності середньої маси зубка (г) від кількості зубків у цибулині (шт.) і маси цибулини (г) часнику озимого залежно від сорту і репродукції (2017–2020).

Вміст сухої речовини є найважливішим показником якості продукції у використанні її у харчовій та переробній промисловості. Вміст сухої речовини залежно від сорту і репродукції істотно коливався, але незалежно від сорту, починаючи з III репродукції її вміст поступово збільшувався (рис. 5.12).

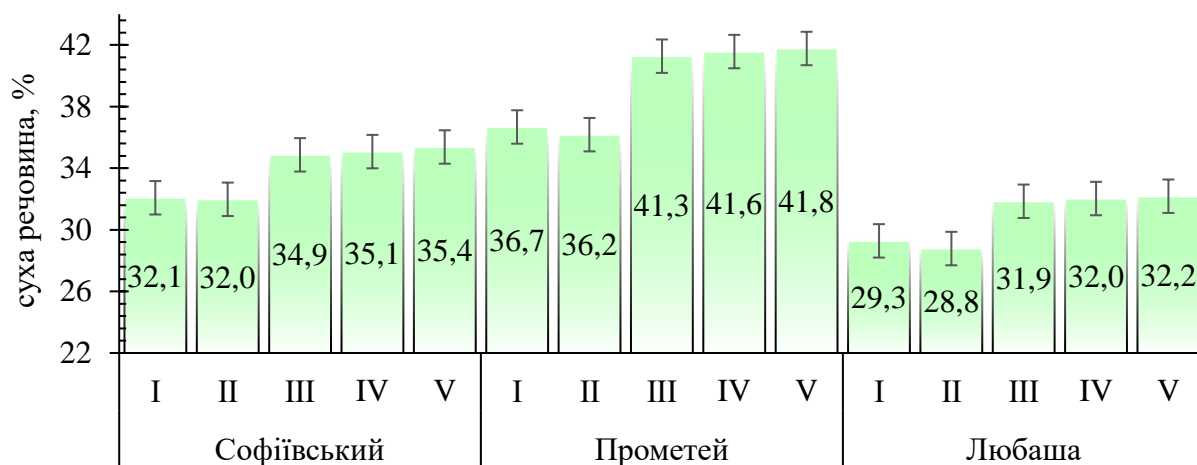


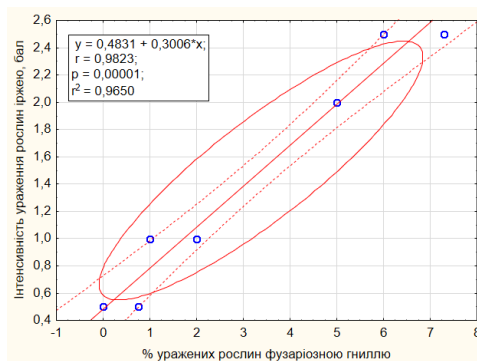
Рисунок 5.12. Вміст сухої речовини у цибулині часнику озимого залежно від сорту і репродукції (2017–2020), %.

Таким чином, у II репродукції сорти часнику Софіївський, Прометей і Любаша мали менший вміст сухої речовини від I репродукції на 0,3; 1,4 і 1,7 %. У III–V репродукціях концентрації сухої речовини збільшувалася на 8,7–10,3% у сорту Софіївський; 12,5 – 13,9 % – Прометей st; 8,8 – 9,9 % – Любаша.

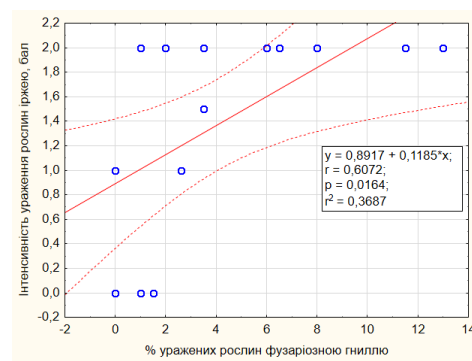
Загальновідомо, що між ступенем ураження зубків часнику і листя існує сильна позитивна кореляція. Отже, для оцінки сортотразків на стійкість до фузаріозу можна використовувати як листки, так і зубки часнику. Таким чином, можна двічі за сезон проводити оцінку часнику на стійкість до патогенів: в період вегетації по листках і в період зберігання по зубках.

У ході статистичної обробки даних та створення лінійних моделей залежності, виявлено сильний зворотній зв'язок між активністю антиоксидантних ферментів та інтенсивністю ураження рослин часнику грибковими хворобами, де показник зворотньої кореляції r коливався у межах

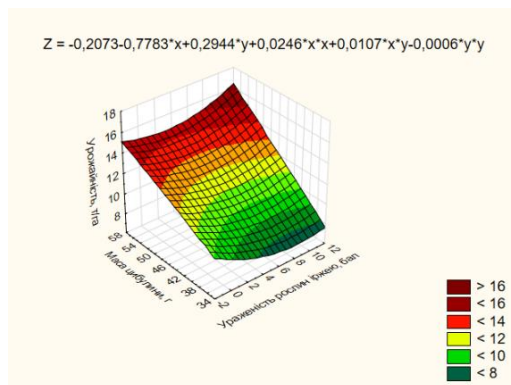
$-0,719-0,861$, а показник апроксимації $r^2 = 0,518-0,742$ (рис. 5.13, 5.14, 5.15), що вказує на помітний і високий зв'язок за шкалою Чеддока. Подальше дослідження даних взаємозв'язків показало, що між стрілкуючим і нестрілкуючим екотипом не існує істотної різниці: у стрілкуючого $r = -0,896-0,911$, а показник апроксимації $r^2 = 0,803-0,830$, у нестрілкуючого $r = -0,899-0,971$, $r^2 = 0,808-0,944$ відповідно до екотипу, не залежно від ферменту/захворювання (дод. В.4–В.9).



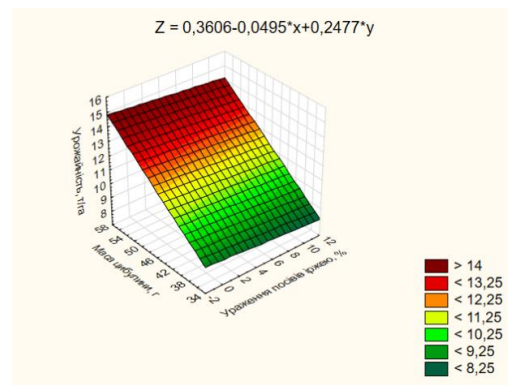
А



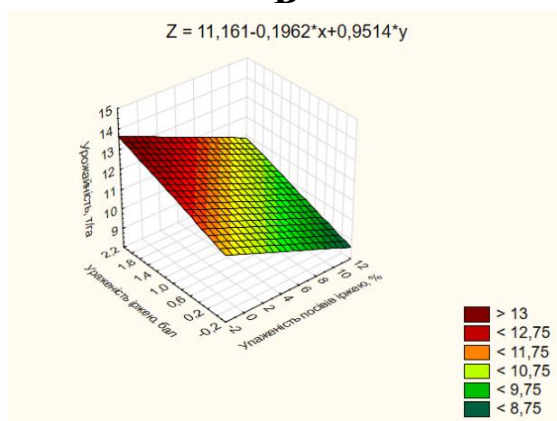
Б



В

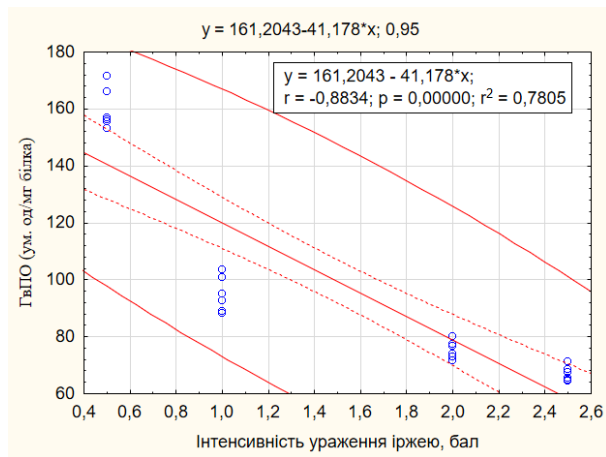


Г

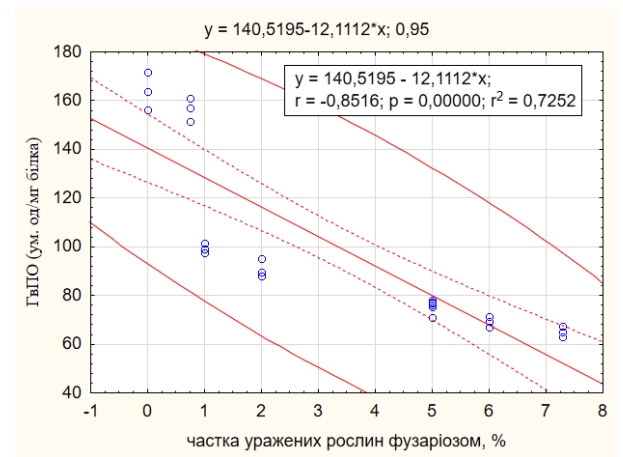


Д

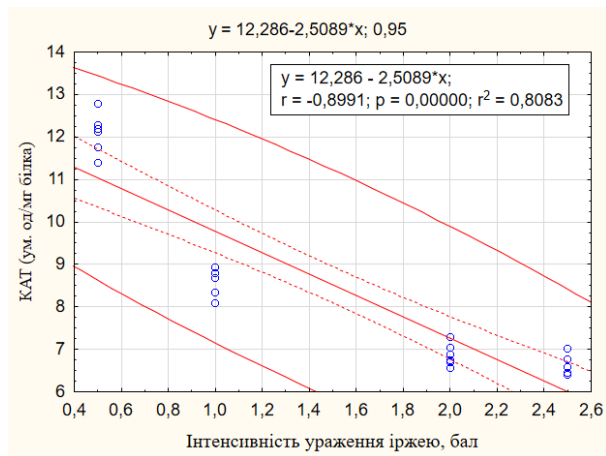
Рисунок 5.13. Статистичні моделі залежності між інтенсивністю ураження рослин іржею залежно від сорту/зразка (А) і репродукції (Б) ступенем ураження рослин іржею (В, Г, Д) та продуктивністю залежно від сорту і репродукції.



А



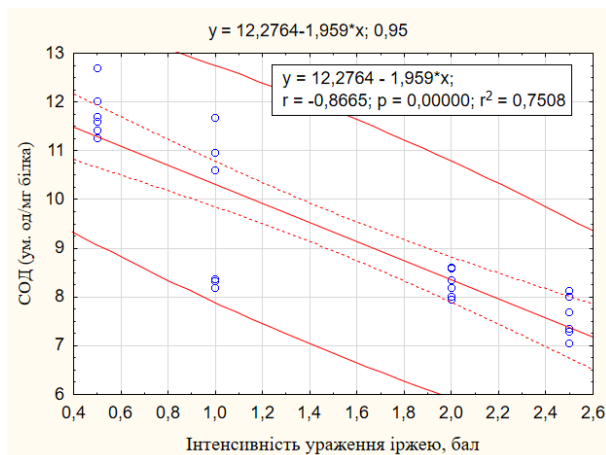
Г



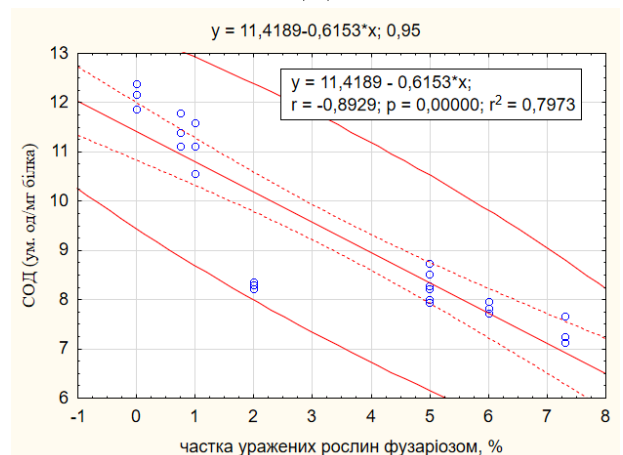
Б



Д

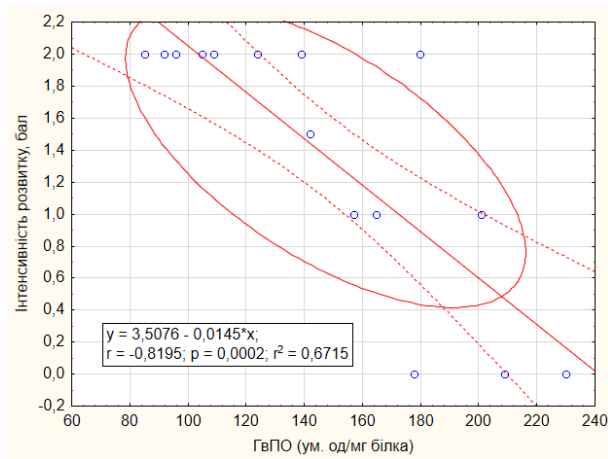


В

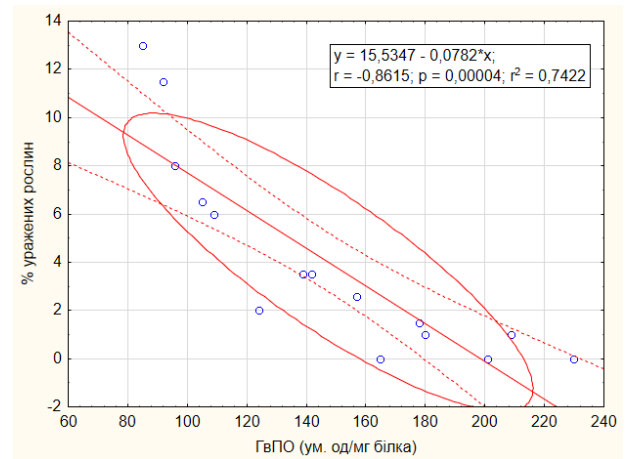


Е

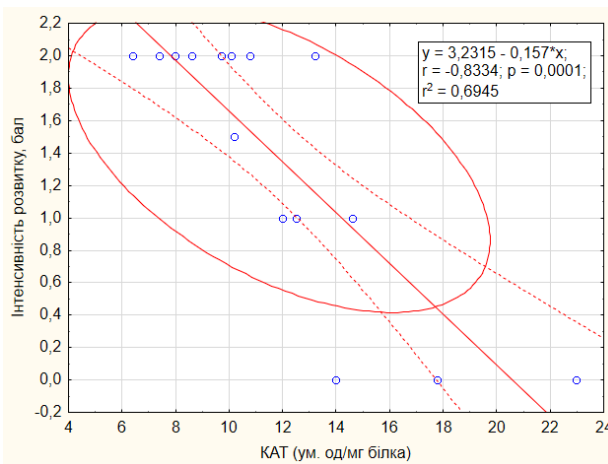
Рисунок 5.14. Статистичні моделі залежності між активністю антиоксидантних ферментів і інтенсивністю розвитку іржі на листках (А, Б, В) та кількістю уражених рослин фузаріозом на момент збору врожаю (Г, Д, Е) залежно від сорту/зразка (2017–2020).



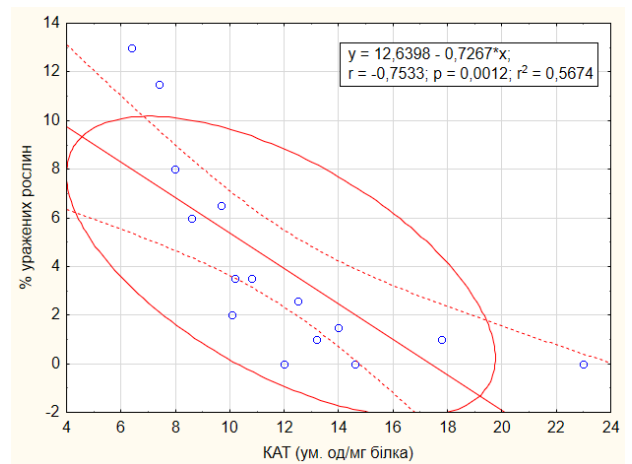
А



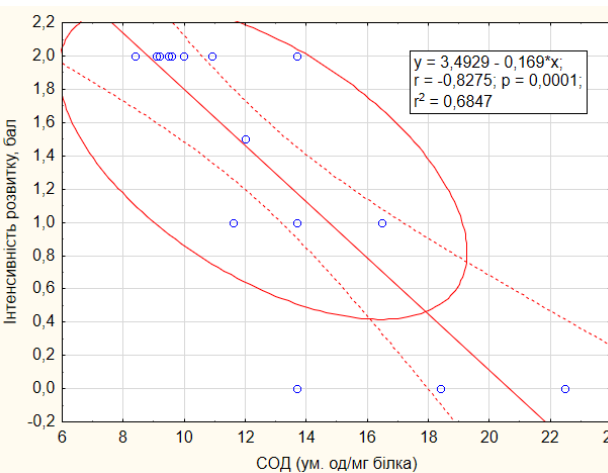
Г



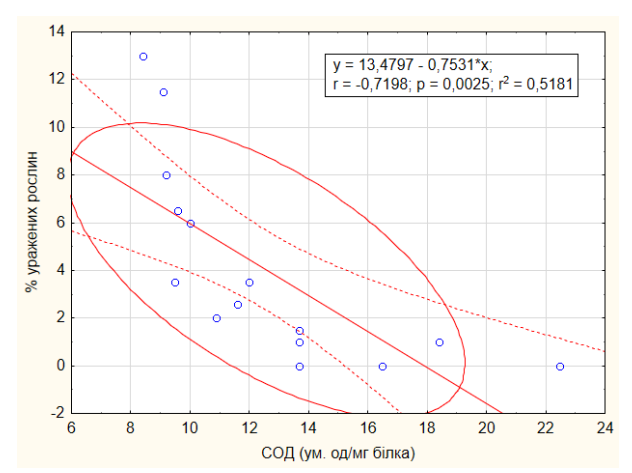
Б



Д



В



Е

Рисунок 5.15. Статистичні моделі залежності між активністю антиоксидантних ферментів і інтенсивністю розвитку іржі на листках (А, Б, В) та кількістю уражених рослин фузаріозом на момент збору врожаю (Г, Д, Е) залежно від сорту і репродукції (2017–2020).

Відповідно до отриманих результатів моделювання, можна зробити висновок про істотні взаємозв'язки активності антиоксидантних ферментів і рівнем стійкості (толерантності) рослин часнику як до стресових чинників загалом, так і до збудників грибкових захворювань зокрема, а принцип оцінювання передселекційного матеріалу можна включати у селекційний процес на початкових етапах для швидкого виявлення імунних форм.

Висновки до розділу 5.

1. Виявлено біологічні (фізіологічні) причини зниження стійкості рослин часнику до збудників фузаріозу та іржі, які пояснюються зниженням ферментативної активності та погіршенням фізіологічного стану рослинного організму.

2. Виявлено тісні кореляційні зв'язки між активністю антиоксидантних ферментів у листках і ступенем ураження рослин часнику грибковими хворобами.

3. На основі одержаних результатів візуальної діагностики та біохімічних аналізів розроблено ферментативний експрес-метод оцінки часнику озимого на стійкість до іржі та фузаріозної гнилі, яка дозволяє оцінити матеріал у великому об'ємі, як на етапах селекційної роботи, так і під час вирощування на продовольчі цілі.

4. З'ясовано, що за вирощування часнику озимого сортів Софіївський, Прометей і Любаша I–V репродукцій відбувається зміни морфометричних ознак сортів, структури врожаю і зниження врожайності на 0,1–28,8 % залежно від сорту і репродукції.

Матеріали розділу опубліковано у працях згідно додатку Є.1: 11, 12,

43

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 5

- 1 Asada K. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. *Plant Physiol.* 2006. № 141(2). P. 395.
- 2 Wills E.D. Enzyme inhibition by allicin, the active principle of garlic. *Biochem. J.* 1956, 63: 514–520.
- 3 Foyer C.H., Lopez-Delgado H., Dat J.F., Scott I.M. Hydrogen peroxide- and glutathione-associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. *Physiol. Plant.*, 1997, 100: 241–254.
- 4 Prasad T.K., Anderson M.D., Martin B.A., Stewart C.R. Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide. *Plant Cell*, 1994, 6: 65–74.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ І СТАБІЛЬНІСТЬ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР РОДИНИ *FABACEAE* L.

6.1. Адаптивно-продуктивний потенціал колекційних зразків сої овочевого напрямку використання.

6.1.1. Тривалість періоду від сходів до настання стиглості колекційних сортів сої овочевої та сума ефективних температур для формування продуктивності. Тривалість вегетаційного періоду – визначальна ознака для придатності того чи іншого сорту до природно-кліматичних умов, а також його використання як вихідного матеріалу у різноманітних селекційних програмах.

Вирішальне значення має тривалість вегетаційного періоду для «нових» культур, які будуть вирощувати за межами їх природного ареалу, як це у нас із соєю. Якщо «нова» культура пізньостигла, то її ніхто не буде культивувати.

Вегетаційний період сорту – величина непостійна, вона змінюється як у географічному розрізі, так і за роками. Мінливість вегетаційного періоду за роками у тому самому пункті визначається переважно трьома факторами: температурою, опадами та біологічними особливостями сортів. Тривалість вегетації від сівби до цвітіння певним чином, залежить від суми середньодобових температур, а тривалість наливу насіння, крім суми температур, залежить від умов зволоження ґрунту та вологості повітря.

Вегетаційний період від сходів до настання технічної стиглості варіював в межах 73–109 діб ($CV = 15\%$), від сходів до біологічної стиглості – 92–135 діб ($CV = 12\%$).

За настанням фази технічної стиглості досліджувані сорти сої овочевої згрупували наступним чином:

- ранньостиглі сорти з вегетаційним періодом у 73–80 діб (Fiskeby V, СибНИИСОХ 6, Романтика, Fiskeby V-E5);

- середньостиглі сорти з вегетаційним періодом у 95–97 діб (Karikachi, Л 380-2-13, Sac);

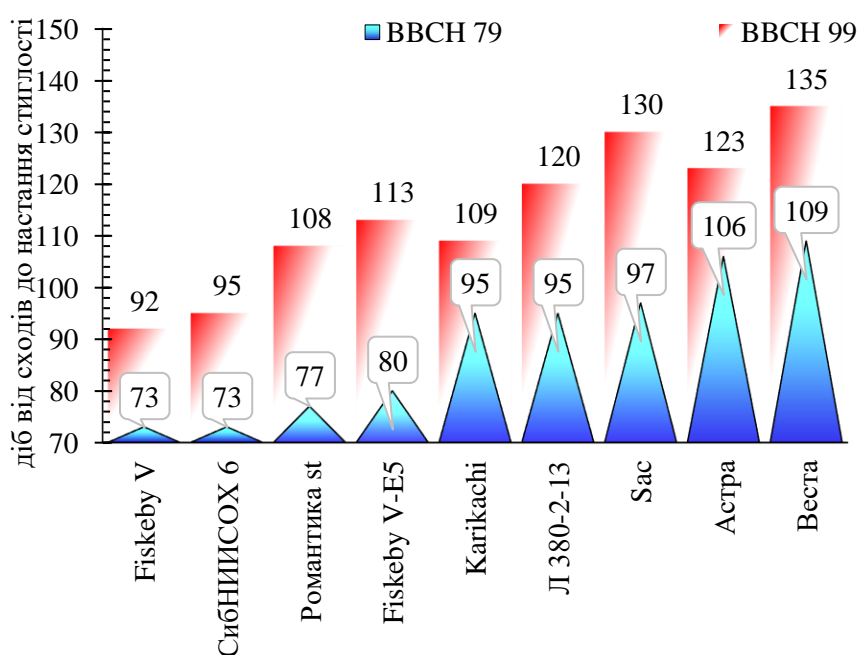
- пізньостиглі сорти з вегетаційним періодом у 106–109 діб (Астра і Веста).

За настанням фази біологічної стиглості досліджувані сорти сої овочевої згрупували наступним чином:

- ранньостиглі сорти з вегетаційним періодом у 92–95 діб (Fiskeby V, СибНИИСОХ 6);

- середньостиглі сорти з вегетаційним періодом у 108–113 діб (Романтика, Fiskeby V-E5, Karikachi);

- пізньостиглі сорти з вегетаційним періодом у 120–135 діб (Л 380-2-13, Sac, Астра і Веста), (рис. 6.1).



	BBCH 79	BBCH 99
\bar{X}	89	114
SD	13	14
CV, %	15	12

Рисунок 6.1. Тривалість періодів від появи сходів до настання технічної (BBCH 79)/біологічної (BBCH 99) стиглості колекційних сортів сої овочевої (2020–2022).

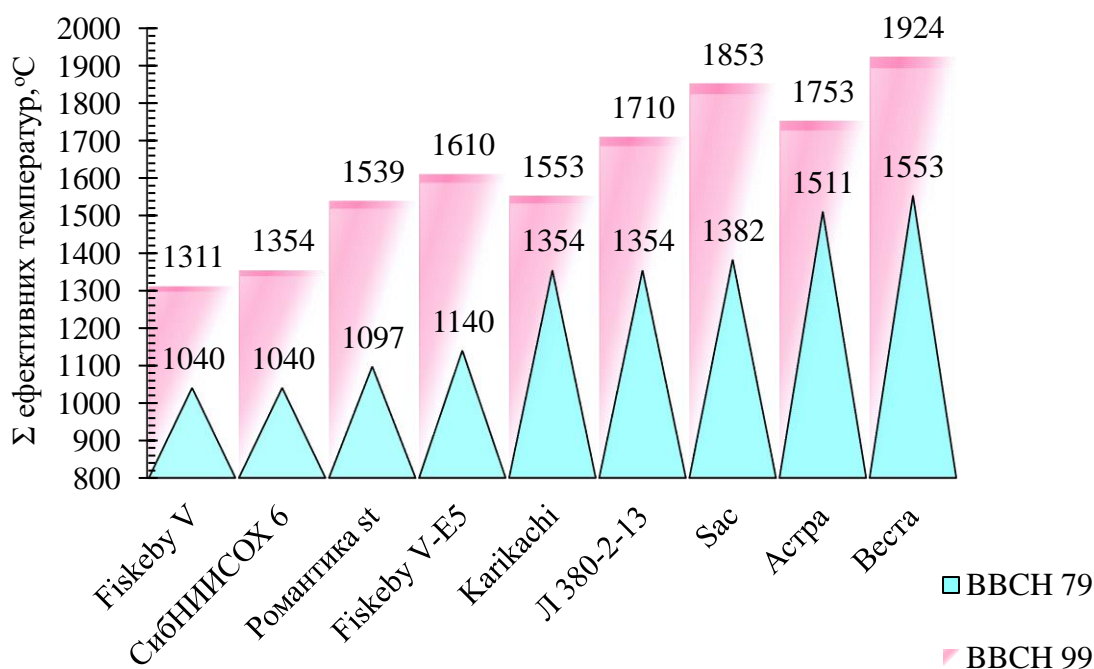
Результати досліджень виявили, що процеси росту і розвитку сої овочевої упродовж періоду вегетації істотно відрізнялися у залежності від сорту.

Аналізуючи одержані дані та порівнюючи досліджувані колекційні сорти з стандартом, помічено, що найкоротший період від сходів до настання технічної стиглості бобів відзначали у сортів Fiskeby V, СибНІИСОХ 6 – 73 доби, що на чотири доби менше від стандарту. Усі інші досліджувані колекційні сорти сої овочевої характеризувалися більшою тривалістю цього періоду відносно стандарту на 15–29 діб. Результати досліджень настання фази біологічної стиглості показали подібну динаміку. Відносно стандарту більш ранньостиглими були сорти Fiskeby V, СибНІИСОХ 6 (на 13 і 16 діб), а всі інші сорти більш пізньостиглими на 1–27 діб. Упродовж вегетації рослин відзначали їх істотне диференціювання, що вказує на можливість створення конвеєрного вирощування зелених бобів едамаме шляхом використання сортів різних груп стиглості.

У процесі дослідження виявлено, що для формування врожаю едамаме, залежно від групи стиглості, потрібна сума ефективних температур в межах 1040–1553 °С.

Дослідженнями визначено, що різниця у сумі ефективних температур між фазами стиглості ВВСН 79 і ВВСН 99 коливалася в межах 242–470 °С. Найбільш придатний для отримання бобів едамаме сорт Sac у середньому потребував 1382 °С, що на 285 °С менше від сорту Романтика. У середньому сорти ранньостиглої групи потребували від 1040 до 1140 °С, сорти середньостиглої групи – 1354–1382 °С, а сорти пізньостиглої групи формували свій високий врожай за суми ефективних температур 1511–1553 °С.

Отже кліматичні умови Лісостепу України придатні для формування якісного і високого врожаю едамаме і насінневого матеріалу (рис. 6.2).



	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>
<i>BBCH 79</i>	1275	188	15
<i>BBCH 99</i>	1623	197	12

Рисунок 6.2. Сума ефективних температур до настання технічної (BBCH 79)/біологічної (BBCH 99) стиглості колекційних сортів сої овочевої (2020–2022)

6.1.2. Фізіологічний стан рослин та формування показників продуктивності та адаптивної здатності колекційних сортів сої овочевого напрямку використання. Аналізуючи пігментний комплекс сортів сої овочевої, виявлено, що максимальну концентрацію хлорофілу *a* мали сорти Sac, Karikachi та СибНІИСОХ 6, що вказує на їх відносно інших вищу посухостійкість.

За комплексом вмісту фотосинтезуючих пігментів з досліджуваних сортів також виділилися Sac, Karikachi та СибНІИСОХ 6, які мали найвищу концентрацію суми хлорофілів. Коефіцієнт варіації середовища (CVA) за даною ознакою у досліджуваних сортів був надзвичайно високим – 132,7 до 178,0 %, що вказує на істотний вплив умов середовища на формування цього показника (таблиця 6.1).

**Пігментний комплекс колекційних сортів сої овочевої (2020–2022),
(Lim ± SD), (BBCH 79)**

Сорт/зразок	Хл. a		Хл. b		∑ Хл. a+b	
	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %
Романтика st*	1,54-1,74±0,09	6	0,43-0,48±0,02	5	1,97-2,22±0,12	6
Fiskeby V	1,50-1,79±0,12	7	0,54-0,58±0,02	4	2,06-2,38±0,13	6
Karikachi	1,65-2,00±0,15	8	0,52-0,58±0,03	5	2,17-2,58±0,17	7
Астра	1,43-1,77±0,14	9	0,49-0,56±0,03	6	1,92-2,33±0,17	8
Веста	1,55-1,86±0,13	7	0,48-0,56±0,03	6	2,03-2,42±0,16	7
СибНИИСОХ 6	1,08-2,18±0,50	28	0,55-0,62±0,03	5	1,67-2,80±0,50	21
Sac	1,71-2,08±0,17	9	0,53-0,59±0,03	5	2,25-2,67±0,20	8
Fiskeby V–E5	1,03-1,66±0,26	19	0,55-0,60±0,02	4	1,58-2,26±0,28	14
Л 380–2–13	1,42-1,72±0,13	8	0,52-0,58±0,03	5	1,94-2,30±0,16	8
\bar{X}	1,65		0,54		2,19	
σ_G^2	0,02		0,001		0,02	
σ_F^2	0,09		0,003		0,10	
σ_A^2	0,07		0,002		0,08	
CVG, %	71,6		102,3		70,2	
CVP, %	156,6		205,3		150,2	
CVA, %	139,2		178,0		132,7	
CVG/CVA	0,26		0,33		0,53	

Вивчаючи оксидативний стан рослин, виділилися сорти з високою активністю антиоксидантних ферментів, що характеризує їх, як більш стійкі до стресових умов зовнішнього середовища. Таким чином, високою активністю гваяколпероксидази, супероксиддисмутази та каталази характеризувалися колекційні сорти Sac, Karikachi та СибНИИСОХ 6. Коефіцієнт варіації середовища (CVA) за цією ознакою у досліджуваних сортів був надзвичайно високим – 132,7 до 178,0 %, що вказує на істотний вплив умов середовища на формування такого показника, тоді як генотипова складова була істотно меншою і складала 97,1 до 122,8 % залежно від ферменту (таблиця 6.2).

Активність антиоксидантних ферментів у листках колекційних сортів сої овочевої (2020–2022), ($\text{Lim} \pm \text{SD}$), (ВВСН 79)

Сорт/зразок	ГвПО (ум. од/мг білка)	СОД (ум. од/мг білка)	КАТ (ум. од/мг білка)
	$\text{Lim} \pm \text{SD}$	$\text{Lim} \pm \text{SD}$	$\text{Lim} \pm \text{SD}$
Романтика st*	10,50-14,50±1,78	11,78-14,30±1,07	143,00-193,00±20,76
Fiskeby V	10,60-14,70±1,79	12,21-14,60±0,99	150,00-211,00±25,82
Karikachi	13,50-18,66±2,32	13,46-16,00±1,04	160,00-228,00±30,35
Астра	10,44-13,00±1,09	11,3-13,70±0,99	129,20-170,00±17,68
Веста	11,40-15,50±1,87	12,50-15,50±1,23	155,00-210,00±22,66
СибНІИСОХ 6	11,50-15,60±1,89	13,10-16,10±1,27	169,00-230,00±26,55
Sac	13,40-20,85±3,42	14,00-17,00±1,25	190,00-245,00±23,21
Fiskeby V–E5	7,20-8,21±0,42	8,00-10,20±0,90	136,00-160,00±10,20
Л 380–2–13	9,00-11,80±1,18	9,66-11,59±0,81	130,00-130,00±19,87
\bar{X}	13,29±1,74	13,14±1,01	176,12±19,87
σ_G^2	3,9	1,7	411,9
σ_F^2	16,2	6,8	1689,8
σ_A^2	12,3	5,1	1277,9
CVG, %	112,7	122,8	97,1
CVP, %	229,8	246,0	196,7
CVA, %	200,3	213,2	171,1
CVG/CVA	0,56	0,58	0,57

За показником листкової площі меншими від стандарту були сорти Астра (-3,3 %) та СибНІИСОХ 6 (-1,9 %). Сорти Веста, Sac і Fiskeby V–E5 формували істотно більшу листкову площу посівів відносно стандарту – 29 – 33 тис.м², що більше від стандарту на 16,0 – 32,3 %. Для ознаки «листова площа посівів» показник CVA був високими – 118 %, а співвідношення між CVG/CVA середнім (0,57), що підтверджує залежність продуктивності сої від екологічних умов вирощування.

Висота рослин і схильність їх до вилягання вважаються одними із основних ознак у сої, які визначають технологічність сортів, придатність до повного механізованого вирощування. Висота рослин буває різною у залежності від сорту, ґрунтово-кліматичних умов і агротехніки вирощування.

Досліджувані сорти відносяться до напівдетермінантних – стебло закінчується суцвіттям, але листки не переростають суцвіття, воно

знаходиться на рівні верхніх листків. Це також невилягаючі сорти з довжиною/висотою стебла в середньому 65–80 см.

Відмічено, що висота рослин у сої в значній мірі визначається тривалістю періоду вегетації. У пізньостиглих сортів довжина стебла була більшою, у ранньо- і середньостиглих – коротшою.

У середньому до короткостебельних можна віднести сорти Fiskeby V і СибНИИСОХ 6 з висотою рослин 53 і 59 см, що менше від стандарту на 22,3 і 16,7 % (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

**Параметри росту і розвитку різних сортів сої овочевої (2020–2022),
(Lim ± SD), (BСН 79)**

Сорт/зразок	Листкова п площа посівів, тис. м ²		Висота рослин, см		Висота прикріплення I-го боба	
	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %
Романтика st*	20-30±4,2	17	62-97±15,5	21	7,8-8,0±0,09	1
Fiskeby V	22-35±5,9	23	42-62±8,3	16	7,0-7,2±0,09	1
Karikachi	22-33±5,2	20	75-108±15,3	18	6,2-6,6±0,17	3
Астра	20-31±4,8	20	75-109±13,9	15	8,1-8,3±0,09	1
Веста	23-39±6,7	20	64-87±9,5	12	7,3-7,7±0,17	2
СибНИИСОХ 6	20-30±4,3	18	47-70±9,4	16	8,7-8,8±0,05	1
Sac	23-35±5,2	17	60-72±5,2	8	5,2-5,8±0,26	5
Fiskeby V–E5	24-38±6,3	22	55-67±5,1	8	6,2-6,5±0,14	2
Л 380–2–13	19-28±3,9	17	55-65±4,5	7	6,3-6,6±0,14	2
\bar{X}	69,96		69,96		7,14	
σ_G^2	12,1		82,4		0,34	
σ_F^2	49,3		346,6		1,36	
σ_A^2	37,2		264,2		1,02	
CVG, %	67,4		94,3		432,1	
CVP, %	135,9		193,3		865,2	
CVA, %	118,0		168,8		749,6	
CVG/CVA	0,57		0,56		0,58	

До високорослих сортів можна віднести Karikachi й Астра з висотою рослин 86 і 91 см, що більше від стандарту на 14,6 і 21,2 %.

Результати досліджень показали істотне варіювання даної ознаки. Для ознаки «висота рослин» показник CVA був високими – 168 %, а співвідношення між CVG/CVA середнім (0,56), що підтверджує високий

вплив середовища і залежність продуктивності сої від екологічних умов вирощування.

Придатність сорту до механізованого збору більшою мірою визначається висотою прикріплення нижніх бобів, від якого залежать втрати врожаю. На висоту прикріплення нижніх бобів впливає географічна широта місця вирощування, вологість ґрунту і повітря, площа живлення, норма висіву і т. д., причому мінливість ознаки більшою мірою залежить від екологічних умов вирощування ($CVA = 749,6$). Високе значення CVA пояснюється тим, що варіювання цієї ознаки за роками було дуже низьким.

За висотою прикріплення першого боба виділилися сорти СибНІІСОХ 6, Астрі і Романтика – 7,9–8,7 см. У той час найменш технологічним виявився, власне, овочевий сорт – Sac – 5,4 см.

За показником кількості пагонів рослини більшості сортів значно варіювали ($CV = 6–53\%$). Максимальну кількість пагонів утворювали рослини сортів Астра – 2,67 і Веста – 3,23 шт./росл., що більше від стандарту на 45,5 і 76,4 %, або 0,83 і 1,40 шт./росл.

За показником кількості бобів на рослині істотно переважали сорт 'Романтика' сорти Fiskeby V–E5 і Астра – 53.00 і 44.33 шт./росл, що більше на 70.1 і 42.2 %. Варіювання даної ознаки було сильним – $CV = 31\%$.

За показником кількості насінин у одному стручку сорти були середньоваріабельними, коефіцієнт варіації становив 13 %, і розділилися на дві групи: з двонасінними (Романтика st, Karikachi, 'Fiskeby V–E5', Л 380–2–13) і тринасінними бобами (Fiskeby V, Веста, СибНІІСОХ 6, Sac), (табл. 2).

Коефіцієнт варіації середовища (CVA) за ознаками «кількість пагонів», «кількість бобів» і «кількість насінин у бобі» у досліджуваних зразків був надзвичайно високим – 131,0; 135,7 і 187,6 %, що вказує на істотний вплив умов середовища на формування даного показника. Згідно з *Vencovsky, 1987*, для отримання високої продуктивності потрібне співвідношення CVG/CVA близьке до одиниці або більше за одиницю, оскільки в цих випадках,

генетична варіація більша, ніж варіація середовища, вказуючи на те, що добір за цією ознакою матиме найкращі умови з точки зору селекційного процесу.

Для даних ознак залежність між коефіцієнтом генетичної та екологічної варіації (CVG/CVA) була помітною (0,53; 0,55 і 0,51), (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

**Параметри індивідуальної продуктивності колекційних сортів сої
овочевої (2020–2022), (Lim ± SD), (BBCH 79)**

Сорт/зразок	Кількість пагонів, шт./роsl.		Кількість бобів, шт./роsl.		Кількість насінин, шт./біб	
	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %
Романтика st*	1,0–2,5±0,62	34	22,0–48,5±12,26	39	2–3±0,47	20
Fiskeby V	1,0–2,0±0,47	28	17,0–34,0±7,59	33	3±0,00	0
Karikachi	2,0–3,0±0,47	20	16,0–31,8±6,85	31	2±0,00	0
Астра	2,0–3,0±0,47	18	40,0–76,0±16,31	31	3±0,00	0
Веста	3,0–3,5±0,21	6	18,0–49,0±13,59	45	2–3±0,47	18
СибНИИСОХ 6	1,0–2,8±0,74	38	15,0–31,0±6,68	30	2–3±0,47	18
Sac	1,0–2,5±0,62	34	17,0–58,0±18,46	58	3±0,00	0
Fiskeby V–E5	1,0–4,0±1,25	53	17,0–71,0±22,05	50	2–3±0,47	20
Л 380–2–13	1,0–4,0±1,25	53	22,0–38,0±6,80	24	2–3±0,47	20
\bar{X}	2,24±0,47	–	31,86±9,88	–	2,59±0,34	–
σ_G^2	0,79		278,0		0,24	
σ_F^2	0,23		82,9		0,06	
σ_A^2	1,01		360,9		0,30	
CVG, %	70,0		74,1		95,2	
CVP, %	148,5		154,6		210,4	
CVA, %	131,0		135,7		187,6	
CVG/CVA	0,53		0,55		0,51	
HIP ₀₅	0,3–1,47		1,39–2,80		0,2–0,3	

* - st – стандарт

Від маси бобів залежить товарна врожайність для овочевої цілі та ефективність технології вирощування загалом. Варіювання такої ознаки було значним, коефіцієнт варіювання становив 30 %. Істотно більшою масою бобів характеризувалися сорти Sac, Веста, Fiskeby V, Fiskeby V–E5 – 133.33–166,00 г/роsl., що більше від стандарту на 79,4–123,3 %.

Коефіцієнт варіації середовища (CVA) за ознакою «маса бобів» у досліджуваних зразків був високим – 36,7 %, що вказує залежність такої ознаки від умов середовища в якому відбувається формування продуктивності рослини. Для такої ознаки залежність між коефіцієнтом генетичної й екологічної варіації (CVG/CVA) була низькою (0,26), що негативно впливає, а саме затрудняє селекційний процес сої у даних кліматичних умовах (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності колекційних сортів сої овочевої за ознакою «маса бобів», г/роsl., (ВВСН 79), (2020–2022)

Сорт/зразок	Маса бобів, г/роsl.	σ^2d	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Романтика st*	74,33	3,34	0,67	136,4	45,6	2,00	0,67	-25	78	0,67
Fiskeby V	133,33	5,20	1,59	439,0	81,8	2,32	1,20	-62	140	1,21
Karikachi	67,67	3,26	0,68	113,1	41,5	2,10	0,61	-26	68	0,61
Астра	71,67	3,64	0,86	126,8	44,0	2,33	0,65	-31	75	0,65
Веста	139,33	4,11	1,08	479,4	85,5	1,86	1,27	-38	144	1,26
СибНІИСОХ 6	75,13	3,81	0,94	139,4	46,1	2,38	0,68	-33	79	0,68
Sac	166,00	5,28	0,91	680,5	101,9	1,60	1,51	-66	161	1,51
Fiskeby V–E5	146,67	4,56	1,33	531,2	90,0	2,00	1,33	-46	153	1,33
Л 380–2–13	118,20	3,81	0,93	345,0	72,5	1,87	1,07	-33	122	1,07
\bar{X}	110,26									
σ_G^2	1639,9									
σ_F^2	113,3									
σ_A^2	1753,2									
CVG, %	9,7									
CVP, %	38,0									
CVA, %	36,7									
CVG/CVA	0,26									

* - st – стандарт

Адаптивність сорту до умов середовища здебільшого визначається такими параметрами як пластичність, стабільність і адаптивна здатність. За показниками стабільності (σ^2d) виділилися сорт Романтика і зразок Karikachi; екологічної пластичності (bi та ІЕП) зразки Fiskeby V, Веста та Fiskeby V–E5, як зразки інтенсивного типу, які у оптимальних умовах зможуть забезпечити

високу продуктивність; за селекційною цінністю виділилися зразки Sac і Fiskeby V–E5 ($Sc = 101,9$ і $90,0$ відповідно до зразка). Найбільш гомеостатичними були сорти сої Sac, Fiskeby V–E5, Fiskeby V й Веста. За стресостійкістю (СС) та компенсаторною здатністю (КЗ) виділилися сорти Романтика, Астра, СибНІІСОХ 6, Л 380–2–13. До адаптивних зразків можна віднести Fiskeby V, Веста, Sac, Fiskeby V–E5 і Л 380–2–13 з коефіцієнтом адаптивності (КАА) <1.

Аналізуючи співвідношення споживчої частини врожаю (зелених зерен) до загальної маси виділилися колекційні сорти Fiskeby V, Веста, СибНІІСОХ 6 і Sac, у яких відсоток зелених зерен становив 82,0–88,0 %. Із перелічених сортів найкращим був сорт Sac, оскільки характеризувався найвищим значенням споживчої частини врожаю – 88 %, а маса власне, стулок бобів складала відповідно 12 % (рис. 6.3).

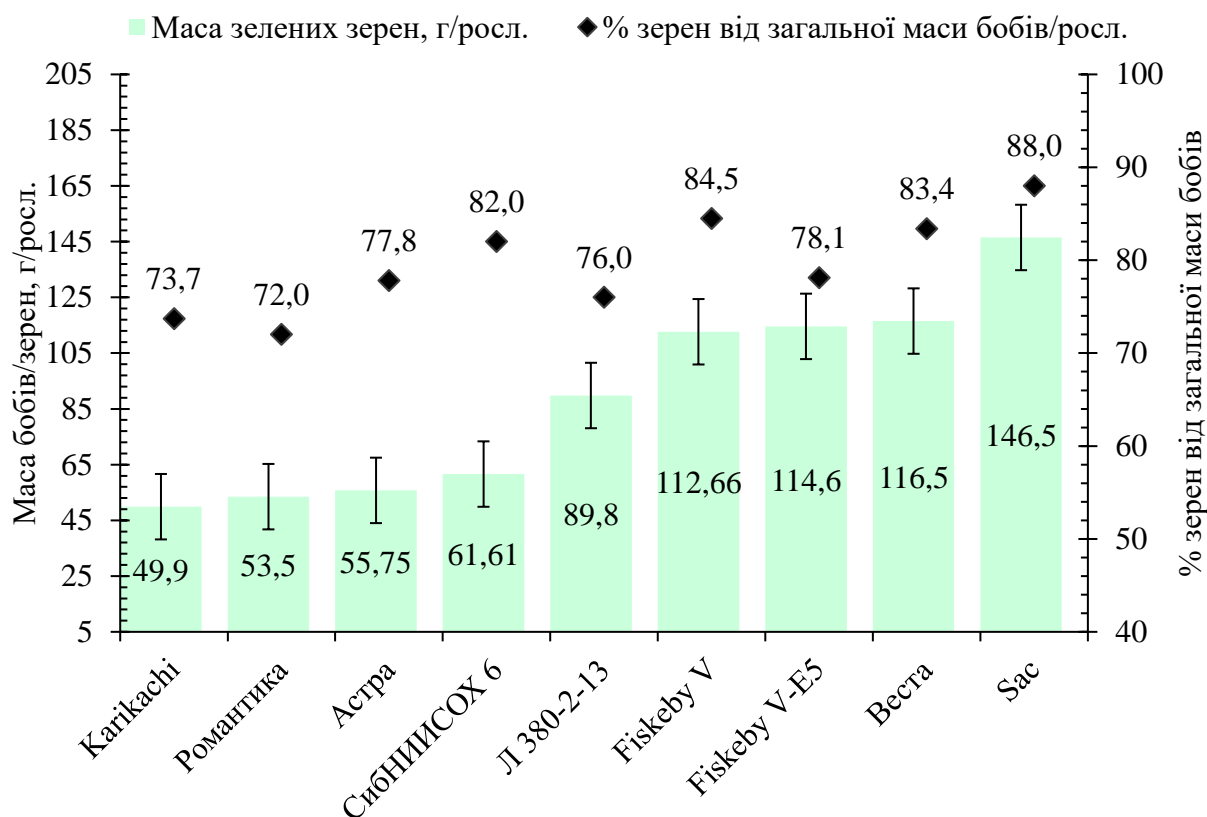


Рисунок 6.3. Співвідношення маси зелених зерен до загальної маси бобів колекційних зразків сої овочевої, %, (ВВСН 79), (2020–2022).

Аналізуючи узагальнене співвідношення споживчої частини врожаю і стулок бобів, видно те, що у середньому даний показник складав 80/20 %. (рис. 6.4).

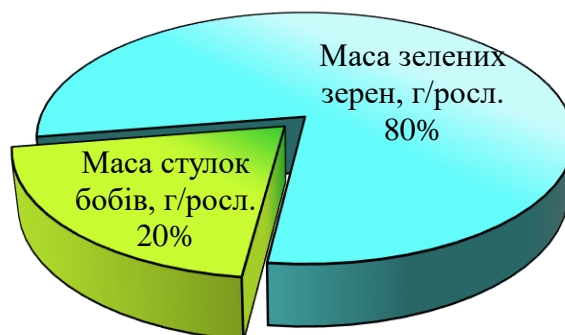


Рисунок 6.4. Узагальнене співвідношення маси зелених зерен і маси стулок бобів сої овочевої, %, (ВВСН 79), (2020–2022).

Погодні умови років досліджень істотно впливали на ріст, розвиток і врожайність сої. Варто відмітити, що її врожайність визначалася перш за все вологозабезпеченістю посівів (вмістом продуктивної вологи у ґрунті та кількістю опадів за період вегетації), яка суттєво коливалася за роками.

Рівень врожайності варіював залежно від сорту та від погодних умов року у межах 5,30–22,40 т/га (CV= 19–41 %). Так, найвищий врожай одержано у 2022 році, де відмічена найбільша кількість опадів упродовж вегетації рослин – 10,50 – 22,40 т/га (у середньому 16,22 т/га).

У 2021 році найкраще себе показали сорти Веста (18,80 т/га), Sac (19,60 т/га), Fiskeby V (21,40 т/га) та Fiskeby V - E5 (22,40 т/га), які переважали сорт-стандарт на 7,50–11,10 т/га. Наступним відповідно до показника врожайності був 2022 рік, де ця ознака варіювала у межах 5,30–13,20 т/га (CV = 30 %). Найврожайнішими виявилися сорти Веста (11,30 т/га), Sac (12,00 т/га), Л 380-2-13 (12,40 т/га) та Fiskeby V - E5 (13,20 т/га), що було більше від стандарту на 3,30–5,20 т/га. Найменш продуктивним виявився 2020 рік (з мінімальною кількістю опадів у період утворення і наливання бобів). Середнє значення врожайності становило 7,60 т/га, а варіював даний

показник у межах 6,00–11,80 т/га ($CV = 23 \%$). Найбільш продуктивним виявився один сорт – Fiskeby V з врожайністю 11,80 т/га, що більше від стандарту на 4,30 т/га (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

**Урожайність бобів едамаме сортів сої овочевої, т/га, (ВВСН 79),
(2020–2022)**

Сорт	2020	2021	2022	\bar{X} , т/га	SD	$CV, \%$	K_{sfn}
Романтика	7,50	11,30	8,00	8,93	1,69	19	1,51
Fiskeby V	11,80	21,40	8,70	13,97	5,41	39	2,46
Karikachi	6,00	10,50	5,60	7,37	2,22	30	1,88
Астра	6,50	12,70	5,30	8,17	3,24	40	2,40
Веста	6,90	18,80	11,30	12,33	4,91	40	2,72
СибНІІСОХ 6	5,40	12,00	7,40	8,27	2,76	33	2,22
Sac	8,00	19,60	12,00	13,20	4,81	36	2,45
Fiskeby V-E5	8,00	22,40	13,20	14,53	5,95	41	2,80
Л 380-2-13	8,30	17,30	12,40	12,67	3,68	29	2,08
\bar{X}	7,60	16,22	9,32	11,05			
SD	1,75	4,36	2,82	2,66			
$CV, \%$	23	27	30	24			
HIP_{05}	0,47	0,96	0,49	0,56			

У середньому протягом років досліджень за врожайністю більшість колекційних сортів істотно переважали сорт–стандарт Романтика, їх врожайність коливалася у межах 7,37–14,53 т/га. Максимальною врожайністю характеризувалися сорти Л 380–2–13 (12,67 т/га), Веста (12,33 т/га), Sac (13,20 т/га), Fiskeby V (13,97 т/га), Fiskeby V–E5 (14,53 т/га), що більше від стандарту на 6,2–98,2 %. Варіювання врожайності едамаме також було сильним – $CV = 27 \%$. Отже, врожайність сої овочевої значною мірою залежить від сортових особливостей, які істотно різняться між собою за всіма показниками.

Для ознаки «врожайність бобів едамаме» показник CVA був високими – 44,2 %, а співвідношення між CVG/CVA помітним (0,48), що підтверджує залежність продуктивності сої від екологічних умов вирощування.

Відповідно до врожайності бобів едамаме до групи умовно стабільноврожайних можна віднести сорт Романтика і зразки Karikachi,

Астра, СибНИИСОХ 6, саме «умовно» тому, що варіювання цієї ознаки за роками становило 30–40 %, а показник σ^2d був <1 , до групи умовно нестабільно високоврожайних – Fiskeby V, Веста, Sac, Fiskeby V–E5 і Л 380–2–13 у яких варіювання врожайності складало від 29 до 41 %, а коефіцієнт екологічної пластичності становив від 1,28–1,57, що відносить їх до групи інтенсивних сортів за b_i та ІЕП та Ном (формують високий рівень урожайності зелених бобів за сприятливих умов) а сорт Л 380–2–13 – до стабільних за σ^2d і середньопластичних за b_i . За ознакою «врожайність бобів едамаме» найбільш стресостійкими виділено сорти Романтика, Sac і Karikachi, як ті, що можуть у процесі вегетації компенсувати задіяний стрес (КЗ) – Романтика, Karikachi та СибНИИСОХ 6, (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності колекційних сортів сої овочевої за ознакою «врожайність бобів едамаме», т/га (ВВСН 79), (2020–2022)

Сорт/зразок	\bar{X} , т/га	σ^2d	b_i	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Романтика st*	8,93	1,30	0,45	16,3	6,0	1,56	0,85	-3,8	9,4	0,81
Fiskeby V	13,97	2,33	1,32	39,9	9,3	2,05	1,27	-12,7	15,1	1,26
Karikachi	7,37	1,49	0,58	11,1	4,9	1,86	0,68	-4,9	8,1	0,67
Астра	8,17	1,80	0,82	13,6	5,4	2,11	0,74	-7,4	9,0	0,74
Веста	12,33	2,22	1,30	31,1	8,2	2,16	1,09	-11,9	12,9	1,12
СибНИИСОХ 6	8,27	1,66	0,74	14,0	5,5	1,99	0,75	-6,6	8,7	0,75
Sac	13,20	2,19	1,28	35,6	8,8	2,07	1,18	-4,0	10,0	1,19
Fiskeby V–E5	14,53	2,44	1,57	43,2	9,7	2,20	1,28	-14,4	15,2	1,32
Л 380–2–13	12,67	1,92	0,95	32,8	8,4	1,83	1,16	-9,0	12,8	1,15
\bar{X}	11,05									
σ_G^2	23,9									
σ_F^2	5,6									
σ_A^2	29,5									
CVG, %	21,4									
CVP, %	49,2									
CVA, %	44,2									
CVG/CVA	0,48									

* - st – стандарт

У середньому протягом років досліджень за ознакою «маса насіння» лише п'ять сортів переважали сорт-стандарт Романтика, де маса насіння з однієї рослини у середньому за роки коливалася у межах 12,69–28,02 г. До цієї групи віднесено сорти Fiskeby V, Астра, Веста, Sac, Fiskeby V–E5. Характерною особливістю є те, що більшою масою насіння з рослини характеризувалися сорти з крупним насінням, що вказує на значну залежність ознаки від сортових особливостей, які істотно різняться між собою за всіма показниками, (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності колекційних сортів сої овочевої за ознакою «маса насіння», г/росл. (ВВСН 99), (2020–2022)

Сорт/зразок	\bar{x} , г/росл.	$\sigma^2 d$	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Романтика st*	12,32	2,61	1,03	14,3	7,7	2,38	0,71	-15	14	0,75
Fiskeby V	12,69	1,89	0,54	15,1	7,9	1,70	0,80	-8	14	0,77
Karikachi	10,27	1,43	0,28	9,9	6,4	1,44	0,67	-5	10	0,62
Астра	26,41	2,68	1,08	65,5	16,5	1,67	1,68	-16	28	1,60
Веста	18,21	3,10	1,39	31,1	11,4	2,25	1,07	-23	20	1,11
СибНИИСОХ 6	8,61	1,81	0,49	7,0	5,4	1,94	0,53	-7	10	0,52
Sac	28,02	3,99	2,40	73,7	17,5	2,41	1,60	-35	33	1,70
Fiskeby V–E5	19,49	3,46	1,72	35,7	12,2	2,45	1,11	-29	21	1,18
Л 380–2–13	12,07	1,82	0,07	13,7	7,5	1,10	0,83	-8	12	0,73
\bar{x}	16,45									
σ_G^2	23,2									
σ_F^2	136,6									
σ_A^2	113,4									
CVG, %	29,3									
CVP, %	71,0									
CVA, %	64,7									
CVG/CVA	0,45									

* - st - стандарт

Для ознаки «маса насіння з однієї рослини» показник CVA був дуже високими – 64,7 %, а співвідношення між CVG/CVA помітним (0,45), що підтверджує залежність формування параметрів зерна сої від екологічних умов вирощування.

Відповідно до маси насіння з однієї рослини до групи умовно стабільних можна віднести зразки Fiskeby V, Karikachi, СибНИИСОХ 6 та Л 380–2–13, саме «умовно» тому, що варіювання даної ознаки у цих сортів за роками становило 20–28 % (у середньому по сортах за роками – 40–49 %), а показник σ^2d був <1 ; до групи умовно нестабільних – Романтика st, Астра, Веста, Sac, Fiskeby V-E5 у яких варіювання маси насіння складало від 53 до 61 %. За коефіцієнтами b_i , ІЕП та Ном, Астра, Веста, Sac й Fiskeby V–E5, що відносить їх до групи інтенсивних сортів які будуть мати високі показники даної ознаки за сприятливих умов. За ознакою «маса насіння з рослини» найбільш стресостійкими виділено сорти Fiskeby , Karikach, СибНИИСОХ 6, Л 380–2–13, а як ті, що можуть в процесі вегетації компенсувати задіяний стрес (КЗ) – Karikachi, СибНИИСОХ 6, Л 380–2–13.

Продуктивність колекційних сортів сої овочевого типу доцільно оцінювати не лише згідно з врожайністю товарної продукції, а й відповідно до можливості отримання якісного посівного матеріалу. Як і згідно з врожайністю едамаме, тенденція врожайності насіння була такою ж. У 2021 році з оптимальним вологозабезпеченням відзначено і максимальну врожайність (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

**Урожайність насіння колекційних сортів сої овчевої, т/га,
(ВВСН 99), (2020–2022)**

Сорт	2020	2021	2022	Xmed	SD	CV,%	K_{sfn}
Романтика	0,84	2,20	0,99	1,34	0,61	45	2,62
Fiskeby V	1,50	3,63	1,52	2,22	1,00	45	2,42
Karikachi	0,64	2,00	0,64	1,09	0,64	59	3,14
Астра	1,02	2,38	0,92	1,44	0,67	46	2,60
Веста	1,06	2,88	1,44	1,79	0,78	44	2,73
СибНИИСОХ 6	0,93	2,38	1,19	1,50	0,63	42	2,56
Sac	1,21	3,08	1,55	1,95	0,81	42	2,54
Fiskeby V-E5	1,45	4,00	1,92	2,46	1,11	45	2,75
Л 380-2-13	1,07	2,87	1,31	1,75	0,80	46	2,69
\bar{X}	1,08	2,82	1,28	1,73			
SD	0,26	0,63	0,37	0,41			
CV,%	24	22	29	24			
HIP_{05}	0,07	0,20	0,07				

У 2021 році показник врожайності насіння варіював у межах 2,00 – 4,00 т/га (CV=22%). Найбільш врожайними виявилися сорти Fiskeby V та Fiskeby V-E5 – 3,63 і 4,00 т/га. У 2022 році до групи високоврожайних віднесено сорти Fiskeby V, Sac і Fiskeby V-E5 – 1,52; 1,55 і 1,92 т/га (CV=29 %). У 2020 році відзначено найнижчу врожайність насіння сої, проте найбільш продуктивними були сорти Fiskeby V та Fiskeby V-E5 – 1,50 і 1,45 т/га.

Соя характеризувалася істотною залежністю продукційних процесів від погодних умов у період років досліджень, що підтверджується помітною та високою залежністю на різних стадіях стиглості бобів – $r^2=0,7619$ у фазі технічної стиглості та $r=0,8625$ у фазі біологічної стиглості (рис. 6.5.).

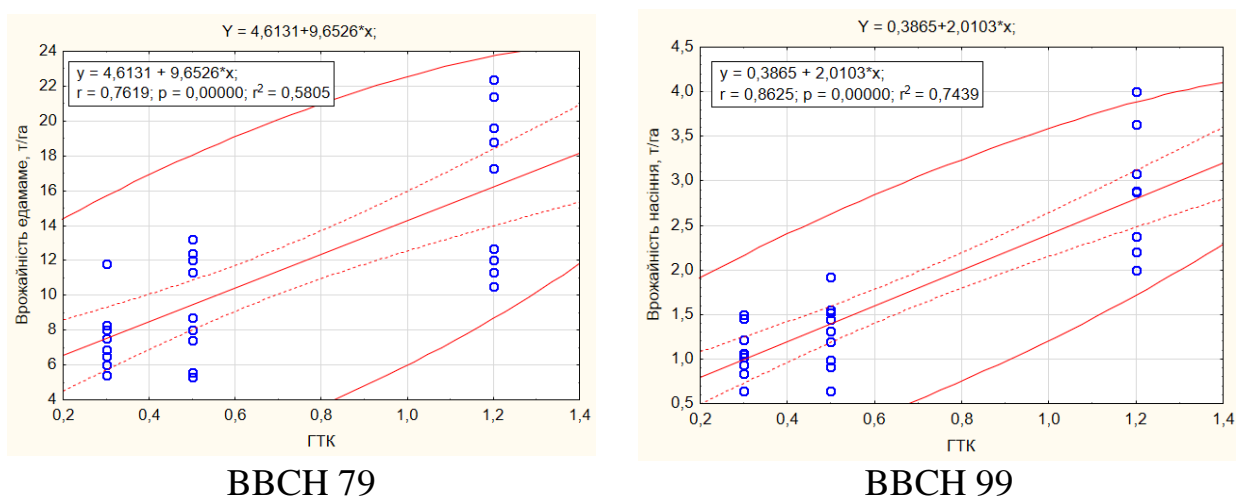


Рисунок 6.5. Статистичні моделі кореляційних зв'язків між показниками врожайності та ГТК.

Високу врожайність насіння, вищу від стандарту, отримано у зразків Л 380–2–13 (1,75 т/га), Sac (1,95 т/га), Веста (1,79 т/га), Fiskeby V (2,22 т/га), Fiskeby V–E5 (2,46 т/га), які переважали стандарт на 8,0–64,8%.

Оцінювання колекційних зразків сої овочевої за ознакою «врожайність насіння» показало сильну варіацію CV = 24 %. Для ознаки «врожайність насіння» показник CVA був вищим від врожайності зелених бобів і становив 52,1 %, співвідношення між CVG/CVA було також вищим – 0,51, що вказує

на більш сильну залежність урожайності насіння сої від екологічних умов вирощування (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності колекційних сортів сої овочевої за ознакою «врожайність насіння», т/га (ВВСН 99), (2020–2022)

Сорт/зразок	Врожайність насіння, т/га	σ^2d	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Романтика st*	1,34	0,78	0,78	2,0	0,8	2,00	0,78	-1,4	1,5	0,78
Fiskeby V	2,22	1,00	1,27	5,5	1,4	1,99	1,29	-2,1	2,6	1,28
Karikachi	1,09	0,80	0,82	1,3	0,7	2,30	0,60	-1,4	1,3	0,63
Астра	1,44	0,82	0,84	2,3	0,9	2,01	0,84	-1,5	1,6	0,83
Веста	1,79	0,89	1,00	3,6	1,1	1,96	1,04	-1,8	2,0	1,04
СибНИИСОХ 6	1,50	0,79	0,81	2,5	0,9	1,93	0,88	-1,5	1,7	0,87
Sac	1,95	0,90	1,04	4,2	1,2	1,92	1,14	-1,9	2,1	1,13
Fiskeby V–E5	2,46	1,05	1,41	6,7	1,6	1,99	1,42	-2,5	2,7	1,42
Л 380–2–13	1,75	0,89	1,02	3,4	1,1	2,01	1,01	-1,8	2,0	1,01
\bar{X}	1,73									
σ_G^2	0,8									
σ_F^2	0,2									
σ_A^2	1,0									
CVG, %	26,8									
CVP, %	58,6									
CVA, %	52,1									
CVG/CVA	0,51									

* - st - стандарт

Параметри адаптивної здатності вказують на досить низьку стабільність врожайності насіння (σ^2d становив від 0,79 до 1,05), хоча врожайність насіння з роками коливалася у межах 0,64–4,00 т/га (CV = 42–59 %). Належність і групування зразків за рівнем врожайності та екологічної пластичності був аналогічним, як і за ознакою «врожайність бобів едамаме». За стабільністю виділилися сорти Романтика st, Karikachi, Астра, Веста, СибНИИСОХ 6. Найбільш адаптивними були зразки Fiskeby V, Fiskeby V–E5, Sac та Л 380–2–13. Найвищу стресостійкість мав зразок Sac, що виділяє його завдяки придатності до насінництва у зоні Лісостепу України. За врожайністю насіння найбільш гомеостатичними виявилися сорти з низькою

стійкістю до стресу – Fiskeby V та Fiskeby V–E5, але мають високу компенсаторну здатність, що відносить їх до інтенсивних сортів за ІЕП.

Результати цього дослідження підтвердили, що інтродуковані сорти більш продуктивні, оскільки багато генотипів з різних екологічних і географічних зон є кращими, ніж сорт-стандарт. Наприклад, лише половина потенційних генотипів едамаме, які вивчалися в цьому дослідженні, показали суттєві результати. З решти генотипів три (Karikachi, Астра, СибНИИСОХ 6) не показали статистично значущих відмінностей в урожайності з st, а інші продемонстрували ще більший потенціал урожайності. Крім того, багато генотипів сої овочевої у нашому дослідженні продемонстрували характеристики стручків, які відповідають умовам виробництва. Серед генотипів також спостерігався широкий діапазон щільності опушення, деякі зразки демонстрували нижчу щільність опушення по відношенню до стандарту, що свідчить про їх технологічність. Відібрано із зразка Л 380-2-13 (UKR001:02894) один скоростиглий зразок без опушення.

Для селекційної практики і подальшого використання сорту у галузі важливу роль відіграє крупність насіння. Маса 1000 шт. насінин залежить від впливу погодних умов, але значною мірою на це впливають саме сортові особливості. Мінливість цієї ознаки характеризує пластичність сорту та його адаптивність і чим менше змінюється це значення, тим більше сорт підходить для конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Відповідно до Широкого уніфікованого класифікатора роду *Glycine max* (L.) Merr., класифікують зразки за масою 1000 насінин за такими параметрами: дуже низька – <40–70 г; низька – 71–130 г; середня – 131–190 г; висока – 191–250 г; дуже висока > 250 г, але всі досліджувані сорти характеризувалися досить крупним насінням, що підтверджує їх належність до групи «едамаме».

Відповідно до маси 1000 насінин досліджувані зразки розподілено на дві групи: з середньою (131–190 г) – сорти Романтика st*, Fiskeby V, Астра, СибНИИСОХ 6, Fiskeby V–E5 і Л 380–2–13, і високою масою 1000 насінин (191–250 г) – сорти Karikachi, Веста і Sac. Сорти з другої групи підходять для

використання як бобів едамаме, а сорти з першої групи – як мікрозелені (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності колекційних сортів сої овочевої за ознакою «маса 1000 насінин», г, (ВВСН 99), (2020–2022)

Сорт/зразок	\bar{X} , г	$\sigma^2 d$	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Романтика st*	161,3	3,09	0,70	539,7	194,1	1,85	0,82	-23,0	162,5	0,82
Fiskeby V	183,7	2,94	0,63	699,5	221,0	1,68	0,93	-13,0	188,5	0,93
Karikachi	237,7	5,16	1,70	1171,3	285,9	2,41	1,20	-64,0	223,5	1,20
Астра	167,7	2,48	0,42	582,9	201,7	1,50	0,85	-15,0	167,5	0,85
Веста	220,7	2,71	0,52	1009,7	265,5	1,47	1,12	-18,0	221,0	1,12
СибНИИСОХ 6	146,3	1,82	0,22	444,0	176,0	1,29	0,74	-8,0	146,0	0,74
Sac	297,0	6,69	2,74	1829,1	357,3	2,82	1,50	-109,0	300,5	1,50
Fiskeby V–E5	182,0	3,69	0,99	686,8	219,0	2,08	0,92	-33,0	183,5	0,92
Л 380–2–13	181,7	3,83	1,08	684,3	218,6	2,18	0,92	-34,0	185,0	0,92
\bar{X}	197,6									
σ_G^2	125,32									
σ_F^2	2451,12									
σ_A^2	2325,80									
CVG, %	5,7									
CVP, %	25,1									
CVA, %	24,4									
CVG/CVA	0,23									

* - st - стандарт

Оцінювання параметрів адаптивної здатності сортів сої овочевої згідно з масою 1000 шт. насінин відповідно до коефіцієнту екологічної пластичності показало, що 67 %, або 6 із 9 сортів за цією ознакою відносяться до групи відносно низькопластичних ($1 > bi$ або $= 0$) – Романтика st, Fiskeby V, Астра, Веста, СибНИИСОХ 6 Fiskeby V–E5; до групи високопластичних або інтенсивних ($bi > 1$) сорти Karikachi, Sac і Л 380–2–13.

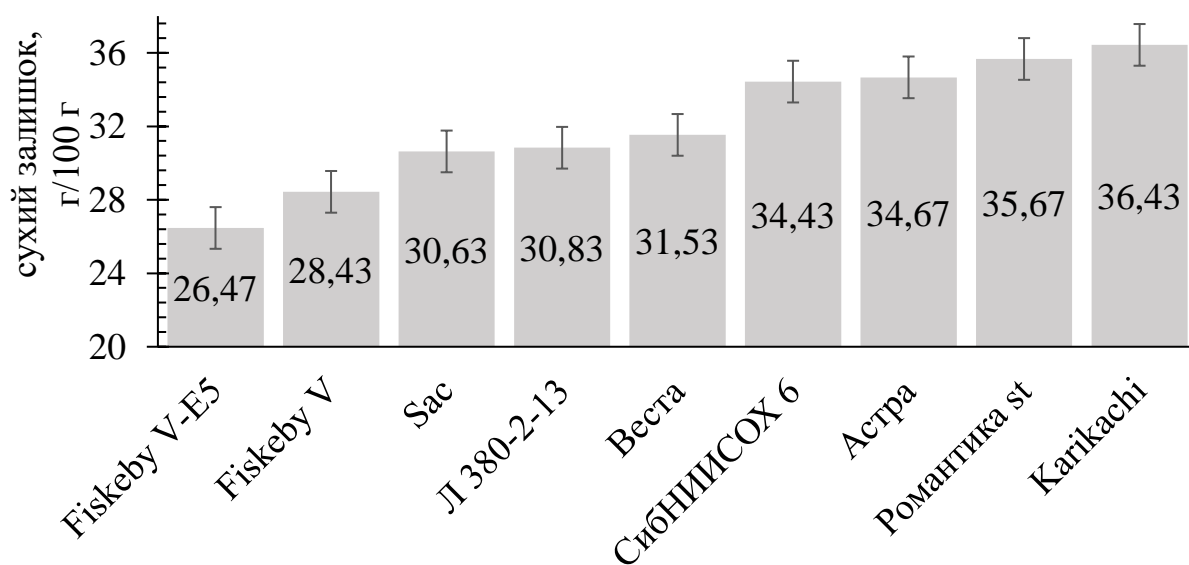
Коефіцієнт варіації середовища (CVA) за ознакою «маса 1000 шт.» у досліджуваних сортів був високим – 24,4 %, що вказує на помітну залежність такої ознаки від умов середовища, у якому відбувається формування продуктивності рослини. Для цієї ознаки залежність між коефіцієнтом генетичної та екологічної варіації (CVG/CVA) була низькою (0,23), що

негативно впливає, а саме ускладнює селекційний процес сої у цих кліматичних умовах.

Адаптивність сорту до умов середовища здебільшого визначається такими параметрами як пластичність, стабільність і адаптивна здатність. За показниками стабільності (σ^2d) виділився зразок СибНІІСОХ 6, і навпаки, найбільш нестабільними були зразки Karikachi та Sac.

Найбільш гомеостатичними та адаптивними (КАА <1) були сорти сої Karikach, Веста, Sac. За стресостійкістю (СС) та компенсаторною здатністю (КЗ) виділився сорт СибНІІСОХ 6, який здатний компенсувати вплив стресових чинників впродовж вегетації рослин.

6.1.3. Параметри біохімічного комплексу, поживної цінності та активність симбіотичного апарату сої овочевої. Сухий залишок – основний показник, від якого залежить енергетична та біоенергетична ефективність виробництва будь-якої продукції, тому аналіз цього показника проводили досить детально. За часткою сухого залишку переважав стандарт, хоч і не істотно, зразок Karikachi – 36,43%. (рис. 6.6).



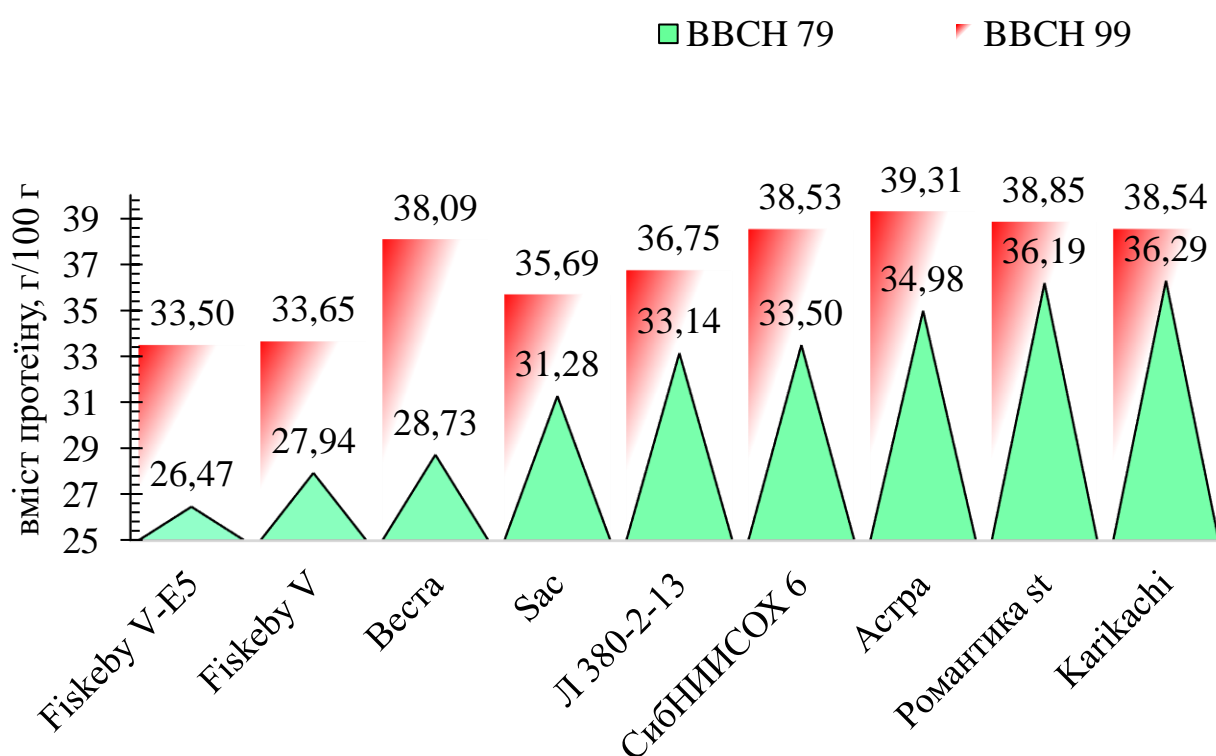
Результати статистичної обробки

$\bar{X} \pm SD$	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	CVG, %	CVP, %	CVA, %	CVG/CVA	HIP_{01} (min – max)
32,12±0,36	6,90	27,74	20,83	81,5	163,4	141,6	0,58	2,25–3,01

Рисунок 6.6. Вміст сухої речовини у фазі технічної стиглості бобів едамаме залежно від сорту (ВВСН 79), (2020-2022 рр.), %/с.р.

Неістотно менший від стандарту був сухий залишок у сортів Астра, і СибНІІСОХ 6 – 34,43 і 34,67 г/100 г. Зразки Веста, Fiskeby V-E5, Fiskeby V, Sac і Л 380–2–13 характеризувалися сухим залишком на рівні 26,47–31,53 г/100 г, що істотно менше від стандарту.

Дослідження вмісту сирого протеїну у незрілому зерні сої овочевої вказало на істотно менший його вміст відносно біологічно зрілого зерна. Концентрація протеїну бобів едамаме знаходилася у межах 27,94–36,29 г/100 г, що менше від аналогічного показника у біологічно зрілому зерні – 33,65–38,85 г/100 г (рис. 6.7).



Результати статистичної обробки

Фаза стиглості зерна	$\bar{X} \pm SD$	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	CVG, %	CVP, %	CVA, %	CVG/CV A	HIP ₀₁ (min – max)
BBCH 79	32,31±3,4	4,7	18,9	14,2	146,9	295,4	256,4	0,57	1,81–2,48
BBCH 99	37,00±2,1	2,8	11,5	8,6	83,4	167,8	145,6	0,57	2,35–3,08

Рисунок 6.7. Вміст сирого протеїну на різних фазах стиглості бобів сої овочевої залежно від сорту (2020-2022 рр.), г/100 г.

Неістотно вищий вміст протеїну відносно стандарту відзначали у одного зразка – Karikachi – 36,29 г/100 г у фазу технічної стиглості та у зразка Астра 39,31 г/100 г у фазу біологічної стиглості. Колекційні зразки Fiskeby V-E5, Fiskeby V, Веста, Sac, СибНІІСОХ 6, Л 380-2-13, накопичували у зерні менше протеїну відносно стандарту на 3,3–26,9 % у фазу технічної стиглості та на 0,8–13,8 % у фазу біологічної стиглості.

Аналізуючи умовний вихід сирого протеїну з одиниці площі у фазу технічної стиглості виділилися сорти Sac і Л 380-2-13 з найвищими значеннями – 0,364 і 0,393 т/га відповідно до сорту, що підтверджує їх високу харчову цінність (рис. 6.8).

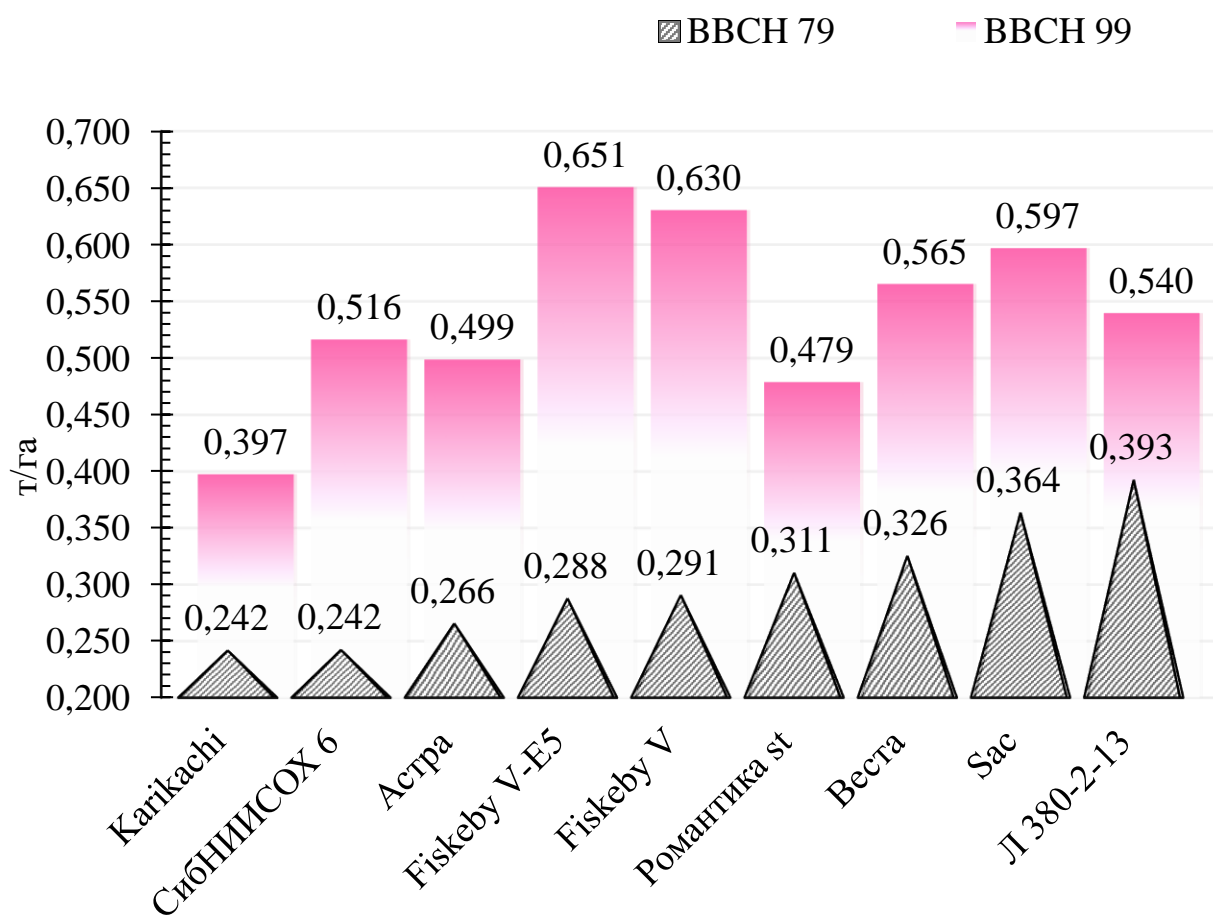


Рисунок 6.8. Умовний вихід протеїну на різних фазах стиглості бобів едамаме залежно від сорту (BBCH 79 і 99) (2020-2022 рр.), т/га.

Динаміка виходу сирого протеїну у фазу біологічної стиглості зерна істотно відрізнялася від попередньої. Таким чином, найвищим виходом сирого протеїну характеризувалися сорти Fiskeby V, Fiskeby V-E5 та Sac, де умовний вихід протеїну складав 0,630; 0,651 і 0,597 т/га відповідно до сорту. Тож сорт Sac навіть у біологічній стиглості характеризувався досить високою концентрацією й виходом протеїну.

Вміст розчинних цукрів, включаючи моносахариди (фруктоза, глюкоза), дисахариди (сахароза) та олігосахариди (рафіноза і стахіоза) у насінні едамаме представлені у таблиці 4. У зразках рослин, що належали до сортів Sac, Karikachi, Астра концентрація фруктози була найвищою – 0,96–1,12 мг/100 г, що більше відносно стандарту на 26,3–47,4%. Зразки ‘СибНИИСОХ 6’, Fiskeby V-E5 мали дещо нижчий вміст фруктози, але переважали стандартний зразок на 15,8–17,1% (табл. 6.12).

Таблиця 6.12

**Вміст розчинних цукрів у бобах сої овочевої,
(ВВСН 79), (2020–2022), ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт/зразок	Фруктоза	Глюкоза	Сахароза	Рафіноза	Стахіоза
	%				
Романтика st	0,83±0,05	0,20±0,03	11,25±1,44	0,38±0,05	0,10±0,03
Fiskeby V	1,10±0,20	0,23±0,02	12,31±2,25	0,25±0,10	0,08±0,01
Karikachi	1,02±0,05	0,16±0,01	8,98±0,54	0,30±0,04	0,10±0,01
Астра	0,96±0,05	0,16±0,02	8,67±0,70	0,19±0,02	0,12±0,01
Веста	0,83±0,09	0,21±0,01	10,96±1,17	0,43±0,03	0,09±0,02
СибНИИСОХ 6	0,88±0,07	0,20±0,03	10,37±1,23	0,33±0,02	0,10±0,01
Sac	1,19±0,05	0,22±0,06	12,77±4,23	0,13±0,02	0,07±0,01
Fiskeby V-E5	1,03±0,10	0,25±0,06	11,24±2,00	0,22±0,07	0,09±0,01
Л 380-2-13	0,78±0,07	0,25±0,03	10,93±1,11	0,48±0,03	0,08±0,02
\bar{X}	0,96	0,21	10,83	0,30	0,09
σ_G^2	0,008	0,001	1,425	0,004	0,0001
σ_F^2	0,034	0,003	6,811	0,019	0,0006
σ_A^2	0,026	0,002	5,386	0,014	0,0004
CVG, %	109,5	82,6	73,3	161,1	75,0
CVP, %	225,8	175,3	160,4	327,8	160,2
CVA, %	197,5	154,7	142,6	285,4	141,6
CVG/CVA	0,55	0,53	0,51	0,56	0,28

Вміст розчинних цукрів, включаючи моносахариди (фруктоза, глюкоза), дисахариди (сахароза) та олігосахариди (рафіноза і стахіоза), які переважно визначають солодкість едамаме (Song et al., 2013). Сахароза була найпоширенішим розчинним цукром у едамаме, і була помітна варіація у сахарозі у насінні едамаме, що представлені в таблиці 5. У зразках рослин, що належали до сортів Sac, Fiskeby V, Fiskeby V-E5 і Karikachi, концентрація фруктози була найвищою – 1,02–1,19 мг/100 г, що більше відносно стандарту на 23,8–44,4 %. Сорти СибНІІСОХ 6, Астра мали дещо нижчий вміст фруктози, але переважали стандартний зразок на 7,0–15,8 %.

Концентрація глюкози в усіх досліджуваних зразках сої овочевої помітно варіювала в межах 0,16–0,25 мг/100 г (CV = 15 %). Нижчою концентрацією від стандарту на 19,0–21,4 % характеризувалися сорти Karikachi і Астра. За показниками концентрації сахарози сорти помітно варіювали CV = 12 %. Високим вмістом сахарози відзначені сорти Sac, Fiskeby V-E5 – 12,77 і 12,31 мг/100 г.

Результати дослідження вказують на дуже сильну диференціацію сортів згідно з усіма господарськими ознаками. Рівень вологозабезпечення – надмірні опади або посуха потенційно можуть вплинути на вміст цукру культури. За умови відповідного водного стресу рослини мають тенденцію до накопичення розчинних цукрів для регулювання їх осмотичного тиску. Надлишок води спричиняє втрату поживних речовин ґрунтом, що потім впливає на вміст цукру в овочах. Таке твердження збігається з нашими представленими результатами, де середній вміст цукрів у 2020 році з максимальним вологозабезпеченням сприяв істотному зменшенню концентрації вільних цукрів.

Рафіноза і стахіоза належать до родини рафінозних олігосахаридів, і вони також є важливими вільними цукрами в едамаме. Олігосахариди не перетравлюються людиною. У процесі переходу у нижній відділ кишечника, їх бродіння у кишечнику викликає метеоризм і призводить до діареї. Отже, генотипи едамаме з низьким рівнем олігосахаридів зазвичай бажані. За

вмістом рафінози спостерігалася сильна варіація $CV = 36\%$. Досліджувані сорти Sac, Астра, Fiskeby V-E5, Fiskeby V характеризувалися найбільш низькою концентрацією – 0,13 – 0,25 мг/100 г. Концентрація стахіози була помітноваріабельною – $CV=13\%$. Низький вміст стахіози мали сорти Sac, Fiskeby V, Л 380-2-13, Веста, Fiskeby V-E5 – 0,07 – 0,09 мг/100 г. З високим вмістом моносахаридів і найменшим вмістом олігосахаридів відзначилися сорти Sac, Fiskeby V і Fiskeby V-E5', які у подальшому можна використовувати як джерело цієї ознаки у селекційних дослідженнях.

Аналізуючи узагальнене співвідношення цукрів у бобах едамаме, видно те, що масова частка олігосахаридів не перевищувала 3% від загальної суми цукрів, а основну масу всіх цукрів складає сахароза – 87% (рис. 6.9).

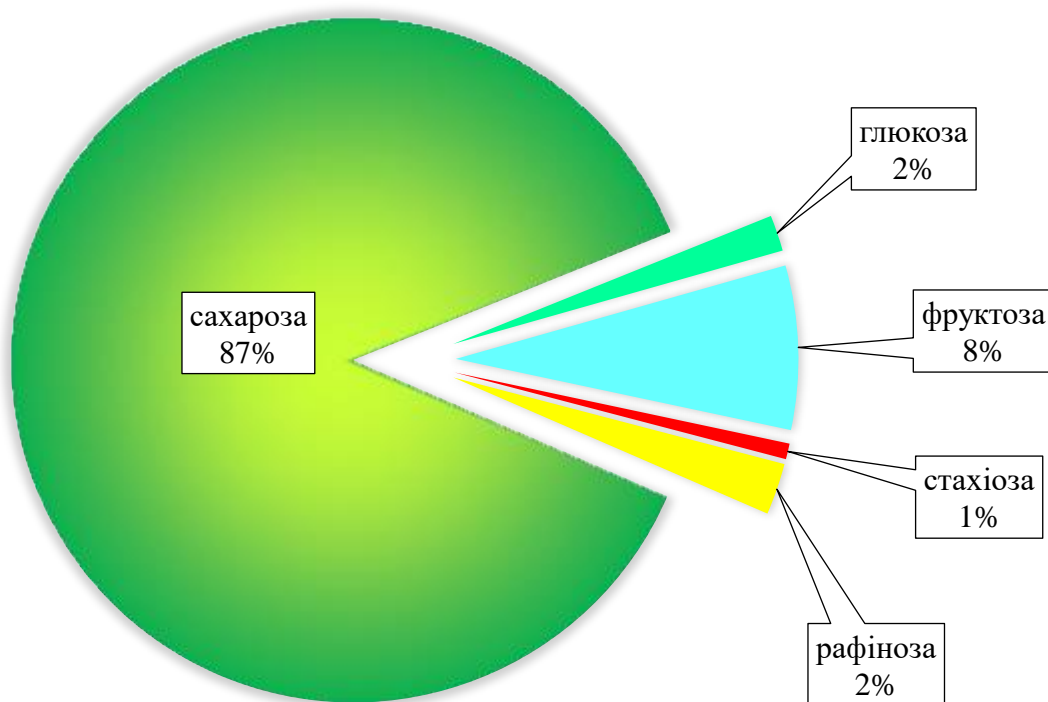


Рисунок 6.9. Узагальнене співвідношення розчинних цукрів у бобах едамаме, %, (ВВСН 79), (2020–2022).

Результати дослідження вказують на дуже сильну диференціацію сортів за всіма господарськими ознаками.

Варіювання даних вмісту протеїну складало 11 %, а вмісту вуглеводів 4 %, що вказує на високу стабільність культури за показниками поживної цінності (табл. 6.13).

Таблиця 6.13

Поживна цінність бобів едамаме колекційних сортів сої овочевої (ВВСН 79), (2020–2022), ($\bar{X} \pm SD$)

Сорт/зразок	Суша речовина, %	Зола	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал, 100 г с.м.
		г/100 г сирої маси			
Романтика st	35,67±2,82	5,65±0,10	30,51±0,37	11,24±0,69	368±14
Fiskeby V	28,43±3,90	5,66±0,07	28,03±0,53	14,93±1,11	358±15
Karikachi	36,43±3,14	5,64±0,07	31,43±0,33	11,54±0,69	375±14
Астра	34,67±2,81	5,49±0,03	30,63±0,49	12,09±0,79	371±14
Веста	31,53±3,08	5,45±0,04	29,33±0,47	14,43±1,27	362±19
СибНІІСОХ 6	34,43±3,12	4,67±0,15	30,03±0,37	12,82±1,05	369±13
Sac	30,63±3,72	5,20±0,10	28,74±0,49	13,93±0,95	365±18
Fiskeby V-E5	26,47±2,98	5,00±0,12	28,43±0,59	16,53±1,15	368±16
Л 380-2-13	30,83±3,45	4,54±0,39	29,72±0,51	12,56±0,48	364±13
\bar{X}	32,12	5,26	29,65	13,34	
σ_G^2	6,90	0,06	0,44	1,18	
σ_F^2	27,74	0,25	1,78	4,77	
σ_A^2	20,83	0,19	1,34	3,59	
CVG, %	81,5	205,0	144,2	119,4	
CVP, %	163,4	419,1	289,0	240,4	
CVA, %	141,6	365,5	250,4	208,7	
CVG/CVA	0,58	0,56	0,58	0,57	

Найвищий вміст жиру відзначали у сортів Fiskeby V-E5, Fiskeby V, Веста і Sac – 13,93–16,53 г/100 г сирої маси. Енергетична цінність продукції едамаме знаходилася у межах 358 – 375 ккал/100 г, варіювання цієї ознаки було мінімальним у досліді і складало лише 1 %.

У рослин сої тип азотного живлення змінюється залежно від умов росту. З погляду біологізації землеробства вигідніше симбіотрофне живлення, ніж автотрофне, тому що при цьому покращуються екологічні умови в агроценозі та знижується техногенне навантаження на ґрунт, а також економія виробничих витрат. Для цього необхідно забезпечити оптимальні

умови для бобово-ризобіального симбіозу. Фіксація атмосферного азоту бульбочковими бактеріями починається приблизно на 15-20-й день після появи сходів, але на початку вегетаційного періоду азотфіксація проходить повільно. Триває цей процес до старіння рослин, а помітна активність його спостерігається у фазі цвітіння – утворення бобів. З результатів наведених у таблиці 6.14 видно, що сорти Романтика st, Fiskeby V і Sac утворювали найбільшу загальну кількість бульбочок на одній рослині – 10,00–12,33 шт./росл., всі інші сорти утворювали від 3,04 до 6,93 шт./росл., що було істотно менше від вище згаданих сортів. Міжсортowa диференціація рослин сої згідно з цією ознакою була дуже великою CV = 44 %. За показником кількість активних бульбочок виділилися сорти Sac – 8,00 шт/росл.; Fiskeby V – 7,67 шт./росл. і сорт-стандарт Романтика – 6,00 шт./росл. У інших сортів цей показник коливався у межах 3,33–5,67 шт./росл. активних бульбочок, варіація цієї ознаки складала 32 %.

Таблиця 6.14

**Розвиток нодуляційного апарату сортів сої овочевої
(ВВСН 79), (2020–2022) ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт/зразок	Кількість бульбочок, шт/росл,		Маса бульбочок, г/росл,	
	Загальна	Активних	Загальна	Активних
Романтика st	10,33±1,70	6,00±0,82	0,18±0,04	0,11±0,02
Fiskeby V	12,33±3,68	7,67±1,25	0,15±0,04	0,10±0,01
Karikachi	3,33±1,25	3,00±0,82	0,12±0,04	0,11±0,02
Астра	5,33±1,89	4,67±0,94	0,17±0,03	0,15±0,01
Веста	5,00±2,16	4,00±0,82	0,15±0,03	0,12±0,01
СибНІІСОХ 6	4,00±2,16	3,33±1,25	0,12±0,02	0,10±0,01
Sac	10,00±4,55	8,00±3,27	0,23±0,04	0,19±0,03
Fiskeby V-E5	7,33±0,94	5,67±0,47	0,17±0,02	0,13±0,02
Л 380-2-13	4,67±0,47	4,00±0,00	0,14±0,02	0,12±0,01
\bar{X}	6,93	5,15	0,16	0,13
σ_G^2	4,54	1,34	0,001	0,0003
σ_F^2	19,64	6,08	0,003	0,0014
σ_A^2	15,11	4,74	0,002	0,0011
CVG, %	102,0	103,6	80,8	104,1
CVP, %	212,2	220,7	162,8	215,1
CVA, %	186,1	194,9	141,4	188,2
CVG/CVA	0,55	0,28	0,33	0,55

За показником загальної маси бульбочок на одній рослині сорти варіювали сильно $CV = 20 \%$. Дослідження виявило, що колекційні сорти едамаме утворюють бульбочки менші за масою від сорту-стандарту на 9,1–32,7 %, за виключенням сорту Sac, де їх маса більша за st. на 25,5 %. Найбільшу масу активних бульбочок (з вмістом леоглобіну) утворювали сорти Sac – 0,19 і Астра – 0,15 г/роsl., інші сорти маси масу активних бульбочок в межах 0,10–0,13 г/роsl., що складало 58,46–91,9 % від загальної маси бульбочок (рис. 6.10). Отже, сорти у яких утворювалася мала кількість бульбочок, всі (або їх більшість) були активним.

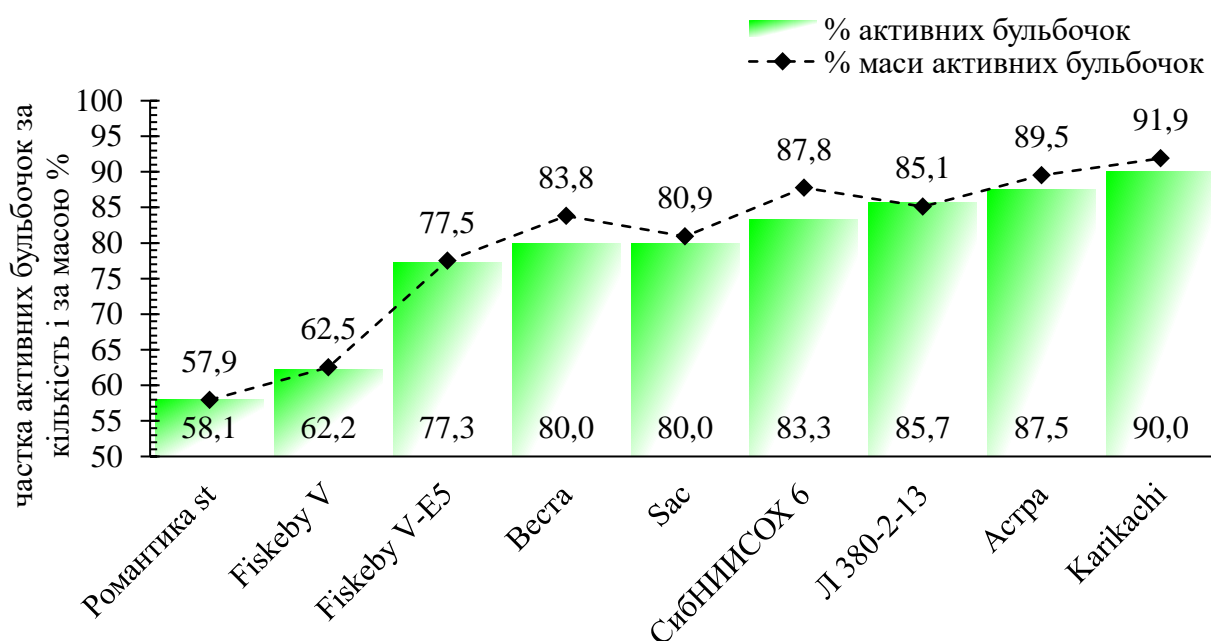


Рисунок 6.10. Відсоток активних бульбочок на рослинах колекційних зразків сої овочевої, %, (ВВСН 79), (2020–2022).

Одним із якісних показників симбіотичного апарату є вміст леоглобіну в бульбочках. Активність азотфіксації більшою мірою залежить якраз від вмісту та концентрації леоглобіну у бульбочках, ніж від їх кількості та маси. Тому вивчення впливу сортових особливостей накопичення леоглобіну має високий практичний інтерес. Високу концентрацію леоглобіну відзначено у бульбочках високою масою – це бульбочки сортів Sac – 12,44 мг/г; Романтика – 9,52 мг/г і Астра – 9,08 мг/г (табл. 4.15). Цю залежність між масою і кількістю бульбочок та

концентрацією леогоглобіну наведено на рисунку 1, де сила зв'язку за шкалою Чеддока складає: між вмістом леогоглобіну і кількістю бульбочок: $r = 0,8102$; $r^2 = 0,6565$; між вмістом леогоглобіну і масою бульбочок: $r = 0,7432$; $r^2 = 0,5524$.

Основним резервом підвищення врожайності бобових культур є науково обґрунтоване використання поживного потенціалу ґрунту, умов, середовища і нових сортів. Відомо, що не менше половини приросту урожаю досягається завдяки використанню добрив. При цьому суттєвим джерелом живлення є біологічний азот. У результаті досліджень виявлено, що найвищу активність симбіотичного потенціалу мали сорти Sac – 34,38 тис. кг·діб/га, при цьому кількість фіксованого азоту складала 168,00 кг/га; Астра – 32,17 тис. кг·діб/га. – 161,67 кг/га фіксованого азоту (табл. 6.15).

Таблиця 6.15

**Активність симбіотичного апарату сортів сої овочевої
(ВВСН 79), (2020–2022) ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт/зразок	Вміст леогоглобіну, мг/г	Активний симбіотичний потенціал, тис.кг×діб/га	Кількість фіксованого азоту, кг/га
Романтика st	9,52±0,98	26,17±1,00	143,91±8,61
Fiskeby V	8,30±2,33	25,25±1,70	135,82±6,60
Karikachi	6,75±1,54	27,00±2,16	148,50±11,88
Астра	9,08±1,36	32,17±2,18	161,67±2,36
Веста	7,44±0,73	27,47±2,86	145,94±10,00
СибНИИСОХ 6	6,41±0,93	29,22±1,38	158,19±4,56
Sac	12,44±1,92	34,38±3,31	168,00±4,32
Fiskeby V-E5	8,92±1,22	29,52±1,24	151,00±2,94
Л 380-2-13	7,46±0,52	29,49±1,18	152,60±8,95
\bar{X}	8,48	28,96	151,74
σ_G^2	1,54	3,7	43,3
σ_F^2	6,44	15,4	183,0
σ_A^2	4,91	11,7	139,7
CVG, %	96,8	101,9	98,3
CVP, %	198,3	207,7	202,1
CVA, %	173,1	181,0	176,6
CVG/CVA	0,31	0,32	0,56

Між вище згаданими показниками проведено регресійний аналіз залежності, який виявив сильну залежність азотфіксації на одиниці площі від активності симбіотичного потенціалу – $r = 0,9546$; $r^2 = 0,9113$; виявлено помірну залежність активності симбіотичного потенціалу від вмісту левоглобіну у активних бульбочках – $r = 0,5930$; $r^2 = 0,3517$, що продемонстровано на рисунку 6.11.

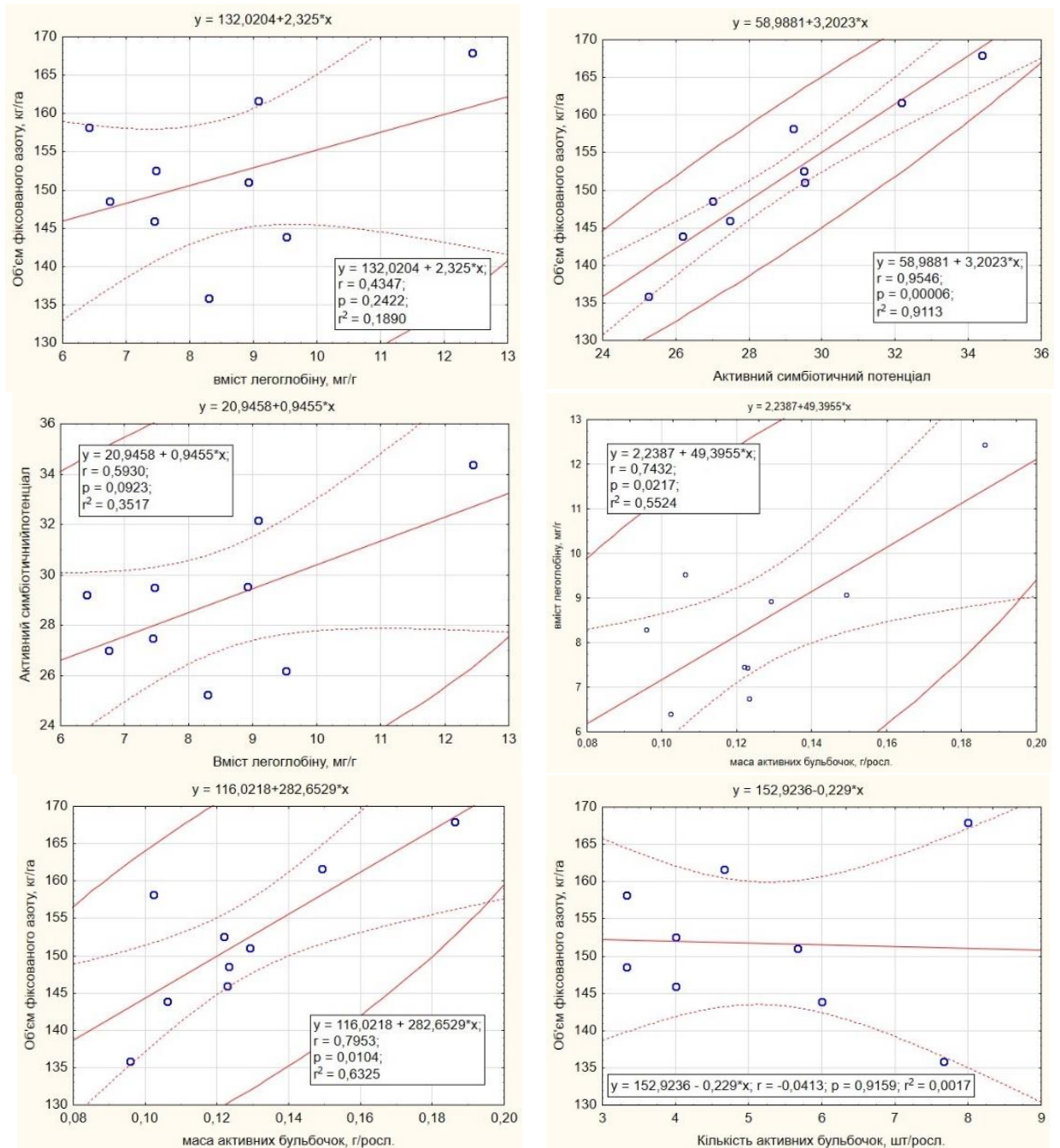
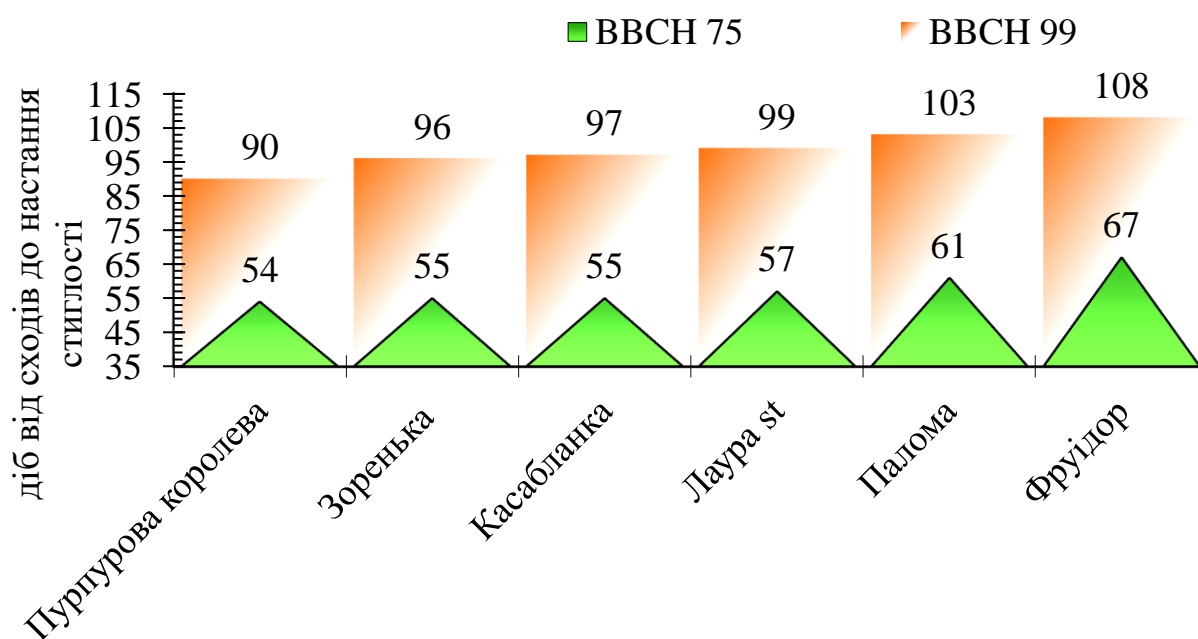


Рисунок 6.11. Статистичні моделі залежності між показниками розвитку нодуляційного апарату та активності симбіотичного потенціалу сортів сої овочевої.

6.2. Адаптивно-продуктивний потенціал сортів квасолі овочевої.

6.2.1. Тривалість періоду від сходів до настання стиглості рослин квасолі овочевої. Спостереження показують, що сучасні сорти квасолі характеризуються різною тривалістю вегетації (60–180 діб), що зумовлюється генетичними особливостями. Швидкість проходження основних етапів органогенезу має важливе значення у вирощуванні культури. Чим швидше рослини квасолі закінчують формування вегетативної маси і перейдуть до плодоношення, тим більш тривалий період одержання врожаю лопаток.

Дослідженнями встановлено, що період від сходів до настання технічної стиглості сортів квасолі овочевої складає 54–67 діб, CV = 8 %. Найкоротшим періодом до настання технічної стиглості характеризувався сорт Пурпурова королева – 54 доби та сорти Зоренька і Касабланка – 55 діб (рис. 6.12).



	BBCH 75	BBCH 99
<i>Xmed</i>	58	99
<i>SD</i>	4,6	5,6
<i>CV, %</i>	8	6

Рисунок 6.12. Тривалість періодів від появи сходів до настання технічної/біологічної стиглості сортів квасолі овочевої (2020–2022).

Варіювання періоду від появи сходів до настання біологічної стиглості складало 6 % і знаходилося в межах 90–108 діб. Динаміка настання біологічної стиглості зберігалася така, як і у попередньої ознаки. Більш ранньостиглими були сорти Пурпутова королева – 90 діб та Зоренька і Касабланка – 96 і 97 діб відповідно.

Одержані результати слугуватимуть подальшій розробці конвеєрного виробництва лопаток квасолі шляхом використання різних сортів та підбором строків посіву.

6.2.2. Ріст і формування показників продуктивності та адаптивної здатності рослин квасолі овочевої. Дослідження висоти рослин квасолі овочевої показало, що у середньому протягом років сорти різнилися істотно. Так, найвищими були рослини сорту-стандарту Лаура та сорту Палома – 49,7 і 49,3 см відповідно. Нижчими на 2,3–6,0 см (4,7–12,1 %) були рослини сортів Зоренька, Фруїдор та Касабланка. Сорт Пурпутова королева можна віднести до карликового типу, так як висота його рослин складала 40,7 см, що менше від сорту Лаура на 9 см (18,1 %).

Від висоти прикріплення першого бобу залежить придатність сорту до механізованого збирання врожаю, тому цей показник також обліковувався. Таким чином, найнижче прикріплення першого бобу відзначали у сортів Пурпутова королева – 11,3 см та Фруїдор – 12,3 см, а найвище у сорту Лаура – 15,3 см, проте боби сортів Пурпутова королева та Фруїдор були щільно зібрані у міжвузлі, тоді як у сорту Лаура було більше міжвузлів і вона підходить для ручного збирання у кілька вибірок. Інші досліджувані сорти мали висоту прикріплення 1-го бобу на рівні 14,0–15,7 см, що характеризує їх як сорти, придатні до механізованого збирання.

Серед бобових культур квасоля займає одне з перших місць за різноманіттям морфологічних ознак та їх амплітуді. Це пояснюється її сильною пластичністю і високою пристосованістю до умов вирощування. Рослини квасолі можуть формувати площу листків за оптимальних умов до 36–38 тис. м²/га. Інші дані свідчать, що інтенсивність фотосинтетичної

діяльності квасолі може досягти 4–5 м²/1м². Від належно розвинутого листкового апарату та його функціонування залежить продуктивність рослини і посів загалом. Таким чином, найбільшу листкову площу формували сорти квасолі овочевої Палома (24,1 тис. м²), Касабланка (27,3 тис. м²) і Зоренька (28,1 тис. м²), що більше від стандарту на 5,1–22,7 %. Меншу площу асиміляційної поверхні на 0,4 %, утворював сорт Фруїдор (табл. 6.16).

Таблиця 6.16

Параметри росту і розвитку різних сортів квасолі овочевої, (ВВСН 75), (2020–2022), (Lim ± SD)

Сорт	Листкова площа посівів, тис. м ²		Висота рослин, см		Висота прикріплення I-го боба	
	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %
Палома	16,1-30,4±6,0	25	44-54±4,1	8	11-16±2,2	15
Фруїдор	15,4-28,2±5,3	24	40-50±4,3	9	11-14±1,2	10
Пурпурова королева	18,8-28,0±3,8	16	37-45±3,3	8	10-12±0,9	8
Лаура st	15,5-28,8±5,5	24	44-54±4,2	8	12-18±2,5	16
Зоренька	22,1-33,7±4,7	17	45-50±2,1	4	13-18±2,1	13
Касабланка	23,0-31,8±3,6	13	40-48±3,3	8	13-16±1,2	9
\bar{X}	24,8		46		13,9	
σ_G^2	8,0		4,4		1,1	
σ_F^2	36,8		27,6		6,7	
σ_A^2	28,8		23,2		5,7	
CVG, %	11,4		4,5		7,4	
CVP, %	24,5		11,4		18,7	
CVA, %	21,7		10,4		17,1	
CVG/CVA	0,53		0,44		0,43	

Аналізуючи залежність параметрів росту рослин квасолі овочевої, видно те, що дані ознаки більшою мірою залежать від умов (CVA = 21,7; 10,4 і 17,1 %), в яких вони формувалися, аніж від генотипової складової (CVG = 11,4; 4,5 і 7,4 % відповідно до ознаки).

За кількістю пагонів на рослині, високим показником кущистості відзначалися сорти Лаура, Фруїдор і Касабланка – 3–8 пагонів/росл. Щільні,

пряmostоячі кущі з невеликою кількістю пагонів мали сорти Пурпурова королева, Палома і Зоренька – 3–5 шт./роsl.

Великою кількістю бобів на рослині характеризувалися сорти Пурпурова королева та Палома – 12,3 і 13,0 шт. відповідно. Меншою від стандарту кількістю бобів володіли сорти Зоренька (10 шт.), Касабланка (9,3 шт.) та Фруідор (5,7 шт.), що менше на 9,1–48,5 %.

За кількістю пагонів та бобів на рослині коефіцієнт варіації середовища (CVA) був у високих межах – 31,9 і 35,8 %, а залежність між коефіцієнтом генетичної та екологічної варіації (CVG/CVA) була помітною (0,47 і 0,44), що вказує на досить сприятливі умови середовища для вирощування даної культури (табл. 6.17).

Таблиця 6.17

**Параметри індивідуальної продуктивності різних сортів квасолі
овочевої, (ВВСН 75), (2020–2022), (Lim ± SD)**

Сорт	Кількість пагонів, шт./роsl.		Кількість бобів, шт./роsl.	
	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %
Палома	3-5±0,82	20	8-18±4,2	34
Фруідор	3-7±1,63	33	5-6±0,5	8
Пурпурова королева	3-4±0,47	13	11-15±1,6	13
Лаура st	4-8±1,70	27	7-16±3,7	34
Зоренька	3-5±0,94	22	8-14±2,8	28
Касабланка	3-6±1,25	27	8-12±1,9	20
\bar{X}	4,7		10,2	
σ_G^2	0,5		2,6	
σ_F^2	2,7		16,0	
σ_A^2	2,2		13,4	
CVG, %	15,1		15,6	
CVP, %	35,3		39,1	
CVA, %	31,9		35,8	
CVG/CVA	0,47		0,44	

* - st – стандарт

За показником маси зелених бобів на рослині більшими від стандарту були сорти Зоренька (59,7 г), Касабланка (38,0 г) і Палома (31,7 г) та

Пурпурова королева (31,7 г), що більше на 8,0–103,4 %, або 2,3–30,0 г. Нижчим показником відносно стандарту на 68,2 % характеризувався сорт Фруїдор. Генетико-статистичний аналіз цієї ознаки показав, що найбільш стабільними (за показниками $\sigma^2 d$ і КМ, Ном) був сорт Фруїдор. За показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності $\sigma^2 d$ сорти Палома, Лаура, Зоренька і Касабланка характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2 d > 0$, тобто мають кращі результати за сприятливих умов вирощування. Сорти Фруїдор і Пурпурова королева характеризувалися співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2 d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні (табл. 6.18).

Таблиця 6.18

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів квасолі овочевої за ознакою «маса бобів», г/роsl., (ВВСН 75), (2020–2022).

Сорт	Маса бобів, г/роsl.	$\sigma^2 d$	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Палома	31,7	3,39	1,10	51,1	2,6	14,38	0,93	-27	30	0,95
Фруїдор	9,3	0,69	0,01	4,4	0,8	1,37	0,31	-1	10	0,04
Пурпурова королева	31,7	2,12	0,35	51,0	2,6	5,25	1,04	-10	33	2,14
Лаура st	29,3	3,33	1,06	43,8	2,4	14,97	0,86	-26	27	0,08
Зоренька	59,7	4,90	2,30	181,2	4,9	15,88	1,73	-58	57	1,07
Касабланка	38,0	3,52	1,18	73,5	3,1	13,00	1,13	-29	36	0,09
\bar{X}	33,3									
σ_G^2	55,7									
σ_F^2	441,7									
σ_A^2	386,0									
CVG, %	22,4									
CVP, %	63,1									
CVA, %	59,0									
CVG/CVA	0,38									

* - st - стандарт

За показником стресостійкості (СС) виділився сорт Зоренька, що вказує на його високу продуктивність в оптимальних умовах вирощування. За компенсаторною здатністю (КЗ) досліджувані сорти характеризувалися

істотною варіацією, але сорти Зоренька і Касаланка мали найвищі показники даного параметру, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу.

За ознакою «маса насіння» за показником абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Пурпурова королева і Зоренька. Сорт Палома відноситься до середньоадаптивних і сорти Фруїдор, Лаура та Касабланка відзначені як низькоадаптивні. Низька продуктивність сортів квасолі підтверджується високим впливом зовнішніх умов ($CVA = 59,0 \%$) та низьким співвідношенням $CVG/CVA = 0,38$.

Урожайність зелених бобів (лопаток) складається в основному з двох елементів структури – кількості рослин на одиниці площі і маси бобів з рослини. Ознака «врожайність лопаток» варіювала у середньому від 1,9 до 12,7 т/га (за роками від 1,8 т/га (2022 рік) у сорту Фруїдор до 19,35 т/га (2021 рік) у сорту Зоренька). Урожайність сортів квасолі овочевої залежала не тільки від сортових особливостей рослин, а й від погодних умов. Так, у роки з оптимальним вологозабезпеченням (2020 і 2021 рр.) вказаний показник досягав свого теоретичного максимуму, а у 2022 – мінімуму.

Сортові особливості істотно впливали на формування продуктивності посівів квасолі овочевої. У середньому за 2020–2021 рр. врожайність лопаток за одноразового збору коливалася від 1,80 т/га (сорт Фруїдор) у 2022 році до 19,35 т/га (сорт Зоренька) у 2021 році.

Аналіз формування показників врожайності за роками показав, що максимальну врожайність отримано за оптимальних гідротермічних умов у 2021 році, де середньосортовий показник складав 9,86 т/га, але сорти мали високу варіацію ознаки від 2,02 до 19,35 т/га, ($CV=52 \%$). 2020 рік займав проміжне місце за забезпеченістю гідротермічними умовами, що сприяло формуванню середньосортової врожайності на рівні 7,46 т/га, а варіював цей показник у межах 2,00–13,00 т/га, ($CV= 43 \%$). Гідротермічні умови 2022 року сприяли формуванню найнижчої врожайності квасолі овочевої – 1,80–6,02 т/га, ($CV = 40\%$), (табл. 6.19).

Урожайність лопатки сортів квасолі овочевої за одноразового збору, т/га (ВВСН 75), (2020–2022)

Сорт	2020	2021	2022	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	K_{sfn}
Палома	7,63	9,39	3,20	6,74	2,6	39	2,94
Фруідор	2,00	2,02	1,80	1,94	0,1	5	1,12
Пурпурова королева	6,38	8,21	6,02	6,87	1,0	14	1,36
Лаура st	7,14	8,68	2,60	6,14	2,6	42	3,34
Зоренька	13,00	19,35	5,80	12,72	5,5	44	3,34
Касабланка	8,60	11,53	4,03	8,05	3,1	38	2,86
\bar{X}	7,46	9,86	3,91	7,1			
<i>SD</i>	3,24	5,14	1,57	3,17			
<i>CV, %</i>	43	52	40	45			
HIP_{05}	2,06	2,68	1,59	0,40			

Найбільш врожайним і найменш стабільним за такою ознакою був сорт Зоренька, в якого врожайність складала у середньому за роки 12,72 т/га (за роками від 5,80 до 19,35 т/га), що більше від стандарту на 5,98 т/га (за роками на 2,60 – 9,96 т/га). Істотно більшою врожайністю характеризувався ще один сорт – Касабланка – 8,05 т/га у середньому за роки досліджень. Найбільш стабільним ($CV=5\%$) та найменш врожайним (1,94 т/га) був сорт Фруідор.

За ознакою «врожайність лопаток» більшими від стандарту на 9,8–107,1 %, або 0,6–6,6 т/га були сорти Зоренька (12,72 т/га), Касабланка (8,05 т/га) і Палома (6,74 т/га) та Пурпурова королева (6,87 т/га). Нижчим показником відносно стандарту на 68,4 %, або 4,2 т/га характеризувався сорт Фруідор.

Генетико-статистичний аналіз такої ознаки показав, що найбільш стабільними (за показниками σ^2d і КМ, Ном) був сорт Фруідор. За показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d сорти Палома, Лаура, Зоренька і Касабланка характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за сприятливих умов вирощування. Сорт Фруідор характеризувався співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто показував кращі результати за несприятливих умов, нестабільний. Сорт Пурпурова королева

характеризувався співвідношенням $b_i = 1$, $\sigma^2 d > 0$, що добре відгукується на поліпшення умов, нестабільний (табл. 6.20).

Таблиця 6.20

**Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів квасолі
овочевої за ознакою «врожайність лопаток», т/га**

Сорт	\bar{X} , т/га	$\sigma^2 d$	b_i	Hom	Sc	KM	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Палома	6,74	1,61	1,06	10,4	2,4	3,99	0,93	-6	6	0,95
Фруідор	1,94	0,31	0,04	0,9	0,7	1,37	0,31	0	2	0,19
Пурпурова королева	6,87	0,98	0,35	10,8	2,5	1,97	1,08	-2	7	2,17
Лаура st	6,14	1,61	1,04	8,6	2,2	4,24	0,83	-6	6	0,32
Зоренька	12,72	2,35	2,26	37,0	4,6	4,39	1,73	-14	13	4,20
Касабланка	8,05	1,76	1,26	14,8	2,9	3,99	1,12	-7	8	0,36
\bar{X}	7,08									
σ_G^2	3,0									
σ_F^2	22,1									
σ_A^2	19,1									
CVG, %	24,6									
CVP, %	66,5									
CVA, %	61,8									
CVG/CVA	0,40									

* - st – стандарт

Відповідно до коефіцієнта екологічної пластичності до групи високопластичних відносяться сорти Палома, Лаура, Зоренька і Касабланка; до групи низькопластичних Фруідор і Пурпурова королева.

За показником стресостійкості (СС) виділився сорт Зоренька, що вказує на його високу продуктивність в оптимальних умовах вирощування. За компенсаторною здатністю (КЗ) досліджувані сорти характеризувалися

істотною варіацією, але сорти Зоренька, Касабланка, Лаура і Палома мали найвищі показники цього параметра, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу.

За ознакою «врожайність лопаток» відповідно до показника абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Пурпурова королева і Зоренька. Сорт Палома відноситься до середньоадаптивних, сорти Фруїдор, Лаура та Касабланка віднесені до групи низькоадаптивних. Низька продуктивність сортів кvasолі підтверджується високим впливом зовнішніх умов ($CVA = 61,8 \%$) та низьким співвідношенням $CVG/CVA = 0,40$.

Рівень насінневої продуктивності кvasолі залежить від сортових особливостей і формується завдяки більшій кількості бобів на китиці і насінин у бобі, більш високою порівняно до інших сортів маси 1000 насінин, а також кількості рослин на одиниці площі. Маса насіння з рослини – ознака комплексна і безпосередньо залежить від довжини боба, кількості бобів на рослині та насінин у бобі. Дослідження цієї ознаки показало її істотну варіацію у середніх межах 1,70–12,00 г (за роками досліджень 1,70–17,00 г/роsl.). Найбільш сприятливими для формування цієї ознаки виявилися погодні умови 2020 і 2021 рр. Вищою від стандарту масою насіння з однієї рослини виявилися сорти Пурпурова королева (27,8 % або 2,2 г), Зоренька (72,2 % або 5,8 г) і Касабланка (53,5 % або 4,3 г). Сорти Палома і Фруїдор характеризувалися масою насіння з рослини меншою від стандарту на 35,7 і 71,2 % відповідно до сорту.

Статистичні дослідження показали, що найбільш стабільними (за показниками σ^2d і КМ, Ном) був сорт Фруїдор. Відповідно до показників співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d сорти Лаура, Зоренька і Касабланка характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за сприятливих умов вирощування. Сорти Палома і Фруїдор характеризувалися співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні.

Сорт Пурпутова королева характеризувався співвідношенням $b_i = 1$, $\sigma^2 d > 0$, що добре реагує на поліпшення умов, нестабільний. За коефіцієнтом екологічної пластичності до групи високопластичних відносяться сорти Лаура, Зоренька і Касабланка; до групи низькопластичних Палома, Фруїдор і Пурпутова королева. Низька продуктивність сортів квасолі підтверджується високим впливом зовнішніх умов ($CVA = 51,0 \%$) та низьким співвідношенням $CVG/CVA = 0,25$ (табл. 6.21).

Таблиця 6.21

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів квасолі овочевої за ознакою «маса насіння», г/роsl. (ВВСН 99), (2020–2022)

Сорт	\bar{X} , г/роsl.	$\sigma^2 d$	b_i	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Палома	5,2	0,95	0,57	6,0	2,7	3,15	0,60	-2	5	0,60
Фруїдор	2,3	0,74	0,08	1,2	1,2	1,65	0,27	-1	2	0,14
Пурпутова королева	10,3	1,24	0,98	23,9	5,4	2,86	1,19	-4	11	2,57
Лаура st	8,0	1,44	1,28	14,6	4,2	4,11	0,92	-5	8	0,41
Зоренька	13,8	1,28	1,08	43,3	7,3	2,52	1,61	-4	14	11,67
Касабланка	12,3	1,82	2,02	34,4	6,5	4,19	1,41	-7	14	0,60
\bar{X}	8,7									
σ_G^2	1,2									
σ_F^2	20,7									
σ_A^2	19,5									
CVG, %	12,6									
CVP, %	52,6									
CVA, %	51,0									
CVG/CVA	0,25									

* - st – стандарт

Відповідно до показника стресостійкості (СС) виділилися сорти Лаура і Касабланка, що вказує на їх високу продуктивність в оптимальних умовах вирощування. За компенсаторною здатністю (КЗ) досліджувані сорти характеризувалися істотною варіацією, але сорти Пурпутова королева,

Зоренька і Касабланка мали найвищі показники даного параметру, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу.

За ознакою «маса насіння» за показником абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Пурпурова королева і Зоренька. Сорти Палома і Касабланка відносяться до середньоадаптивних і сорти Фруїдор та Лаура віднесені до групи низькоадаптивних.

Урожайність насіння складається в основному з двох елементів продуктивності: кількості рослин на одиниці площі та маси насіння з рослини. Параметри даної ознаки в середньому були у межах 0,47 – 2,89 т/га (за роками: від 0,33 т/га у 2022 р. до 3,78 т/га у 2021 р.), (табл. 6.22).

Таблиця 6.22

**Урожайність насіння сортів квасолі овочевої, т/га,
(ВВСН 99), (2020–2022)**

Сорти	2020	2021	2022	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>CV,%</i>	K_{sfn}
Палома	1,10	1,42	0,80	1,11	0,3	23	1,78
Фруїдор	0,62	0,47	0,33	0,47	0,1	25	1,89
Пурпурова королева	2,04	2,65	1,96	2,22	0,3	14	1,35
Лаура st	1,70	2,31	1,07	1,69	0,5	30	2,16
Зоренька	2,81	3,51	2,35	2,89	0,5	17	1,49
Касабланка	2,03	3,78	1,92	2,58	0,8	33	1,97
\bar{X}	1,72	2,36	1,40	1,83			
<i>SD</i>	0,71	1,15	0,72	0,84			
<i>CV,%</i>	41	49	51	46			
HIP_{05}	0,08	0,19	0,09				

* - st – стандарт

Високі показники насінневої продуктивності отримували у 2021 році, де середньосортова врожайність складала 2,36 т/га, а коливання цього показника у поточному році складало від 0,47 до 3,78 т/га, ($CV=49\%$). Проміжне місце за величиною врожайності насіння квасолі овочевої

належало 2020 року, де середньосортовий показник складав 1,72 т/га, а варіювання показника складало від 0,62 до 2,81 т/га, (CV=41 %). Мінімальну врожайність насіння одержано у 2022 році- 1,40 т/га (0,33 – 2,35 т/га, CV = 46 %).

Найбільш врожайними виявилися сорти Пурпурова королева, Зоренька і Касабланка, які переважали сорт-стандарт на 1,11 – 1,78 т/га (50–62 %).

За врожайністю насіння виділилися сорти Пурпурова королева, Зоренька та Касабланка, врожайність яких була на рівні 2,22–2,89 т/га, що більше від стандарту на 30,8–70,6 % або 0,5–1,2 т/га (табл. 6.23).

Таблиця 6.23

**Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів квасолі
овочевої за ознакою «врожайність насіння», т/га,
(ВВСН 99), (2020–2022),**

Сорт	\bar{X} , т/га	$\sigma^2 d$	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Палома	1,11	0,50	0,63	1,3	2,6	1,53	0,60	-1	1	0,61
Фруідор	0,47	0,35	0,09	0,2	1,1	1,18	0,26	0	0	0,67
Пурпурова королева	2,22	0,55	0,76	5,1	5,3	1,32	1,24	-1	2	2,64
Лаура st	1,69	0,71	1,25	3,0	4,0	1,69	0,91	-1	2	1,82
Зоренька	2,89	0,69	1,20	8,6	6,9	1,39	1,60	-1	3	37,70
Касабланка	2,58	0,92	2,07	6,9	6,1	1,75	1,38	-2	3	2,55
\bar{X}	1,83									
σ_G^2	0,08									
σ_F^2	1,01									
σ_A^2	0,93									
CVG, %	15,2									
CVP, %	55,1									
CVA, %	52,9									
CVG/CVA	0,29									

* - st – стандарт

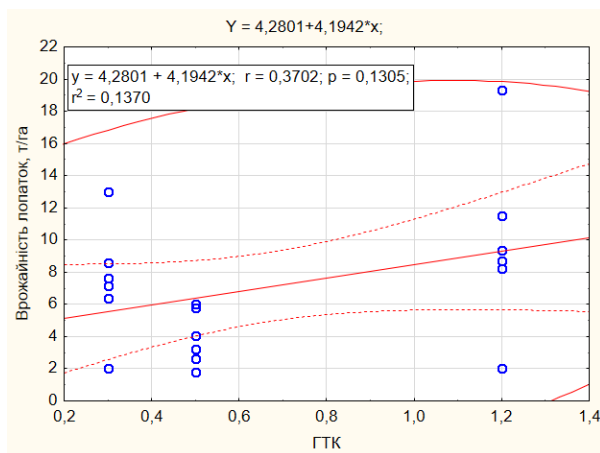
Статистичний аналіз показав, що за показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності $\sigma^2 d$ сорт Лаура, характеризувався

співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто має кращі результати за сприятливих умов вирощування. Сорти Палома, Фруїдор, Зоренька і Касабланка характеризувалися співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні. Сорт Пурпурова королева характеризувався співвідношенням $bi = 1$, $\sigma^2d > 0$, що добре реагує на поліпшення умов, нестабільний. За коефіцієнтом екологічної пластичності до групи високопластичних відноситься сорт Лаура; до групи низькопластичних всі інші досліджувані сорти. Досить не висока насіннева продуктивність сортів квасолі підтверджується істотним впливом зовнішніх умов ($CVA = 52,9\%$) та низьким співвідношенням $CVG/CVA = 0,29$.

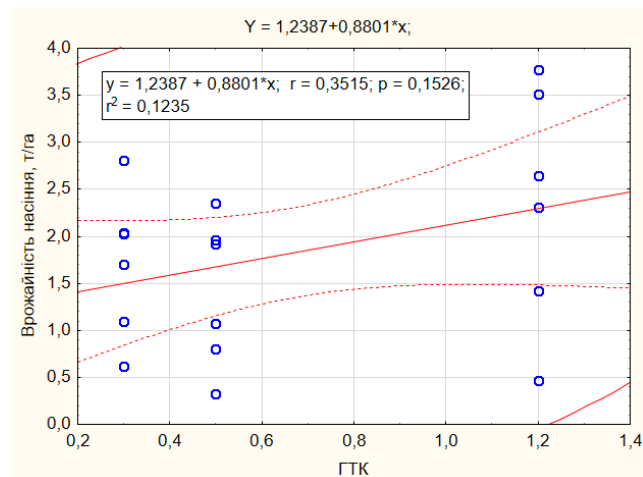
За показником стресостійкості (СС) виділився сорт Касабланка, що вказує на його високу продуктивність в оптимальних умовах вирощування. За компенсаторною здатністю (КЗ) досліджувані сорти характеризувалися достатньою вирівняністю, але сорти Зоренька і Касабланка мали найвищі показники цього параметру, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу. За ознакою «маса насіння» за показником абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Пурпурова королева, Зоренька, Лаура і Касабланка. Сорти Палома і Фруїдор відносяться до середньоадаптивних.

Насіннева продуктивність рослин визначається комплексом морфологічних і фізіологічних ознак. Не менш важлива роль належить рівномірному співвідношенню елементів структури врожаю. Основний із них – маса 1000 насінин. У досліджуваних сортів ознака «маса 1000 шт.» варіювала в межах 134,7–214,3 г (за роками: від 142,0 до 223,0 г).

Статистична обробка даних показала слабкий і недостовірний кореляційний зв'язок між показниками врожайності та гідротермічними умовами років досліджень, що підтверджує високу диференціацію сортів та їх біологічних особливостей (рис. 6.13).



Технічна стиглість



Біологічна стиглість

Рисунок 6.13. Статистичні моделі залежності між показниками врожайності й ГТК.

Досліджуючи масу 1000 насінини за показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d сорт Лаура, характеризувався співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто має кращі результати за сприятливих умов вирощування. Сорти Палома, Фруідор, Зоренька і Касабланка характеризувалися співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні. Сорт Пурпутова королева характеризувався співвідношенням $bi = 1$, $\sigma^2d > 0$, що добре реагує на поліпшення умов, нестабільний. За коефіцієнтом екологічної пластичності до групи високопластичних відноситься сорт Лаура; до групи низькопластичних всі інші досліджувані сорти. Досить висока маса 1000 шт. насінин сортів квасолі підтверджується істотно нижчим впливом екологічних умов відносно попередніх ознак на формування цього показника ($CVA = 19,9\%$) та низьким співвідношенням $CVG/CVA = 0,11$. Відповідно до показника стресостійкості (СС) виділилися сорти Лаура, Пурпутова королева та Палома, що вказує на їх високу продуктивність в оптимальних умовах вирощування. За компенсаторною здатністю (КЗ) досліджувані сорти характеризувалися помірною варіабельністю, але сорти Фруідор і Пурпутова королева мали найвищі показники цього параметру, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу (табл. 6.24).

**Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів квасолі
овочевої за ознакою «маса 1000 насінин», г**

Сорт	\bar{X}	$\sigma^2 d$	bi	Hom	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Палома	196	2,48	0,93	1107,3	35,1	6,67	1,13	-15	196	1,13
Фруїдор	210	2,05	0,65	1279,5	37,7	4,72	1,21	-10	211	0,18
Пурпурова королева	214	2,52	0,99	1328,7	38,4	6,52	1,23	-15	216	6,32
Лаура st	151	3,22	1,60	656,6	27,0	13,73	0,87	-24	153	0,13
Зоренька	135	2,39	0,89	524,5	24,1	8,89	0,78	-14	135	8,93
Касабланка	137	2,45	0,93	540,2	24,5	9,18	0,79	-14	138	0,11
\bar{X}	173									
σ_G^2	15,07									
σ_F^2	1210,50									
σ_A^2	1195,42									
CVG, %	2,2									
CVP, %	20,0									
CVA, %	19,9									
CVG/CVA	0,11									

* - st – стандарт

За ознакою «маса 1000 шт. насінин» відповідно до показника абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Пурпурова королева, Зоренька, Палома. Сорти Фруїдор, Лаура і Касабланка відносяться до низькоадаптивних.

6.2.3. Параметри біохімічного комплексу, поживної цінності та активність симбіотичного апарату квасолі овочевої. Овочеві культури, у кожної із яких неповторний біохімічний склад, роблять наше харчування різноманітним і позитивно впливають на здоров'я. Біохімічний склад бобів квасолі овочевої не є постійним, він піддається мінливості у залежності від виду і сорту, а також коливається під впливом умов вирощування.

Дослідження показали, що сорти квасолі овочевої характеризувалися низькою варіацією біохімічних показників ($CV = 1-9 \%$). Вміст цукрів у лопатках з роками знаходився у межах $1,91-2,78 \%$. У середньому за роки досліджень за даною ознакою виділилися сорти Пурпурова королева ($2,60 \%$), Лаура і Фруїдор ($2,50 \%$), які були на рівні стандарту та/або переважали його на $4,0 \%$. Сорти Касабланка, Палома та Зоренька накопичували істотно менше цукрів відносно інших сортів та стандарту зокрема – $2,00 - 2,40 \%$.

За концентрацією аскорбінової кислоти варіювання було середнім – $CV = 16 \%$, а параметри такої ознаки з роками коливалися в межах $11,97 - 22,57$ мг/100 г залежно від сорту. За вмістом АК виділився лише один сорт, який істотно більше від стандарту її накопичував – Фруїдор ($21,41$ мг/100, що більше від st на $33,6 \%$). Сорти Палома та Пурпурова королева накопичували неістотно більше АК відносно st , а сорти Зоренька і Касабланка володіли істотно меншою концентрацією АК (табл. 6.25).

Таблиця 6.25

Вміст окремих компонентів біохімічного складу у лопатках сортів квасолі овочевої (ВВСН 75), (2020–2022), ($X \pm SD$)

Сорт	Частка цукрів, %		Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г		Вміст нітратів, мг/кг		
	$X \pm SD$	CV, %	$X \pm SD$	CV, %	$X \pm SD$	CV, %	
Палома	$2,10 \pm 0,07$	3	$16,03 \pm 1,13$	7	$148,3 \pm 3,7$	3	
Фруїдор	$2,50 \pm 0,02$	3	$21,41 \pm 1,43$	7	$145,1 \pm 6,4$	4	
Пурпурова королева	$2,60 \pm 0,06$	4	$16,20 \pm 1,02$	6	$127,9 \pm 6,2$	5	
Лаура st	$2,50 \pm 0,03$	1	$16,02 \pm 1,42$	9	$136,3 \pm 4,1$	3	
Зоренька	$2,00 \pm 0,08$	4	$13,22 \pm 0,91$	7	$145,8 \pm 4,7$	3	
Касабланка	$2,40 \pm 0,07$	4	$14,05 \pm 0,89$	6	$151,2 \pm 6,0$	4	
	\bar{X}	$2,35 \pm 0,21$		$16,20 \pm 2,60$		$148,3 \pm 7,96$	3
	σ_G^2	0,001		0,44		9,4	
	σ_F^2	0,049		8,54		100,8	
	σ_A^2	0,049		8,10		91,5	
	CVG, %	1,47		4,12		2,1	
	CVP, %	9,59		18,09		7,0	
	CVA, %	9,48		17,61		6,7	
	CVG/CVA	0,15		0,23		0,32	

* - st – стандарт

Концентрація нітратів у середньому варіювала мало, а з роками коливалася у межах 119,2–159,5 мг/кг залежно від сорту. З низькою концентрацією нітратів виділився сорт Пурпурова королева, де цей показник був меншим від сорту-стандарту на 6,2 % або 8,4 мг/кг. Сорти Палома, Фруїдор, Зоренька та Касабланка характеризувалися підвищеним вмістом нітратів відносно стандарту на 7,0–10,9 %.

Цінність сортів квасолі овочевої овочевого призначення полягає у високому вмісті протеїну та сухої речовини. У сучасних умовах селекційна робота з квасолею спаржевою повинна бути направлена на задоволення потреб переробної промисловості, що розширить ареал вирощування культури і сфери її використання. В успішному вирішенні цього завдання провідна роль належить селекції на якість. Генетичні джерела і донори таких ознак відносяться числа найбільш дефіцитних рослинних ресурсів. У зв'язку з цим науково обґрунтований підбір сортів квасолі овочевої з наступним впровадженням їх у промислове виробництво є надзвичайно важливим.

Поживна цінність квасолі овочевої велика і зумовлена вмістом різноманітних і мінеральних речовин, вітамінів, макро- і мікроелементів. Загальновідомо, що біохімічний склад бобів квасолі непостійний і піддається впливу багатьох факторів. Дослідження показали, що вміст сухої речовини був стабільним, як у сортів окремо ($CV = 3-5\%$), так і з роками ($CV = 9\%$). За ознакою «вміст сухих речовин» виділився лише один сорт – Палома, у якого цей показник знаходився на рівні 11,00 % та переважав стандарт на 22,2 %. У ході проведення експериментальних досліджень виявлено, що вміст протеїну варіював сильно в межах 18–21 % за сортами та 12 % за роками. З підвищеним вмістом протеїну виділено два сорти – Фруїдор (17,13 г/100 г) та Пурпурова королева (15,34 г/100 г), які переважали стандарт на 17,3 і 5,0 % відповідно (табл. 6.26).

**Поживна цінність лопаток різних сортів квасолі овочевої
(ВВСН 75), (2020–2022), ($\bar{X} \pm SD$)**

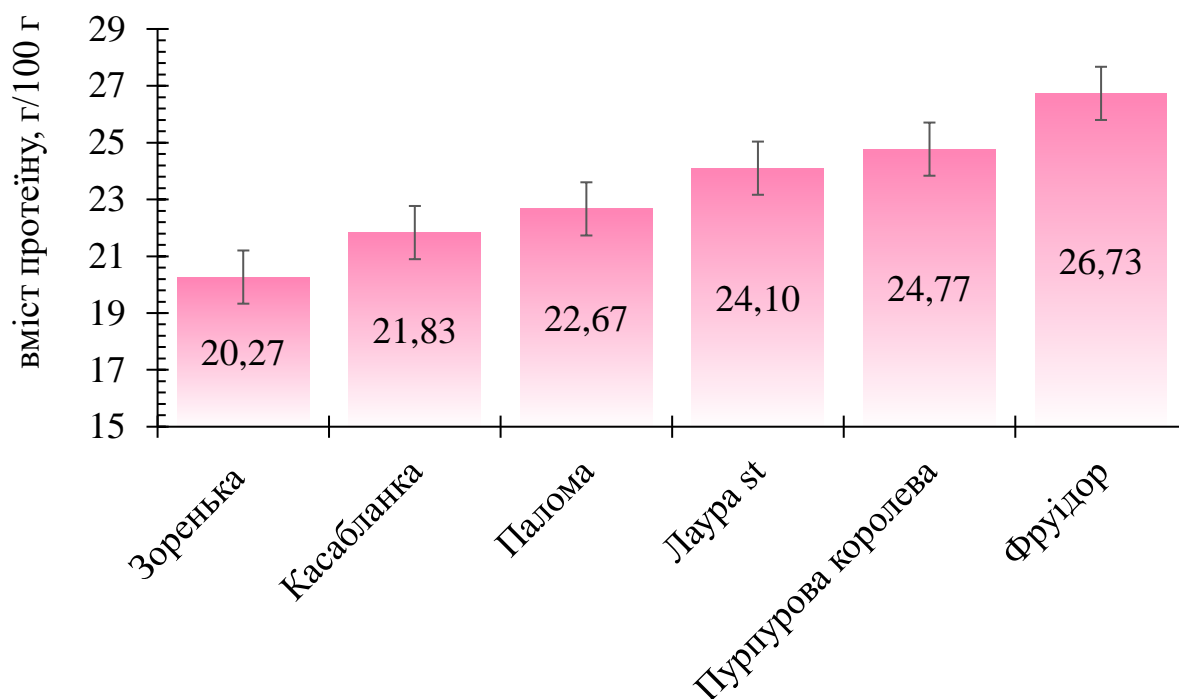
Сорт	Суша речовина, %	Протеїн	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал. 100 г
		г/100 г			
Палома	11,00±0,30	14,05±2,77	6,87±1,38	3,36±0,83	113,92±24
Фруїдор	9,00±0,23	17,13±3,20	8,23±1,53	3,96±0,79	137,10±26
Пурпурова королева	9,30±0,49	15,34±3,06	7,70±1,51	3,71±0,86	125,53±26
Лаура st	9,00±0,30	14,60±3,01	7,30±1,51	3,55±0,80	119,55±25
Зоренька	8,60±0,35	11,33±2,05	5,73±0,95	2,90±0,54	94,36±17
Касабланка	8,80±0,25	13,37±2,34	6,70±1,10	3,15±0,68	108,67±20
	\bar{X}	9,30	14,30	7,09	3,44
	σ_G^2	0,03	2,56	0,61	0,19
	σ_F^2	0,77	13,37	3,05	0,89
	σ_A^2	0,73	10,82	2,45	0,70
	<i>CVG</i> , %	1,97	11,18	10,99	12,70
	<i>CVP</i> , %	9,44	25,57	24,65	27,37
	<i>CVA</i> , %	9,23	22,99	22,07	24,24
	<i>CVG/CVA</i>	0,21	0,49	0,50	0,52

* - st – стандарт

З підвищеним вмістом вуглеводів і жирів виділено два сорти – Фруїдор і Пурпурова королева, що характеризує їх як перспективні джерела ознак харчової цінності для селекції.

Дані статистичної обробки вказують на сильний вплив екологічних умов на формування параметрів харчової цінності ($CVA = 9,23\text{--}24,24\%$, а співвідношення $CVG/CVA = 0,21\text{--}0,52$), хоча для одержання високих

показників продуктивності співвідношення CVG/CVA має бути близьким до 1. Всі представлені сорти рекомендовані для використання у виді джерел високих смакових якостей; придатні до консервування і заморожування; створення конвєсу зелених бобів.



\bar{X} 23,4
SD 2,09
CV,% 9

Рисунок 6.14. Вміст протеїну у біологічно зрілому насінні різних сортів квасолі овочевої, (ВВСН 99), (2020–2022).

Умовний вихід протеїну у фазу технічної стиглості варіював на рівні 33 %, у фазу біологічної стиглості – на рівні 42 %, що підтверджує сильну диференціацію сортів відповідно до параметрів біохімічного комплексу. Таким чином, за цією ознакою у фазі технічної стиглості лопаток квасолі овочевої виділився сорт Зоренька з максимальним виходом протеїну на рівні 0,295 т/га. Загалом всі досліджувані сорти, окрім, сорту Фруїдор переважали

стандарт. У фазу біологічної стиглості динаміка була схожою, але більшість сортів збільшували даний показник 98,55–149,19 %, а сорт Палома лише на 1,03 %. У фазу біологічної стиглості за показником умовного виходу протеїну виділено сорти Касабланка, Пурпурова королева та Зоренька, де даний показник знаходився на рівні 0,549–0,586 т/га (рис. 6.15).

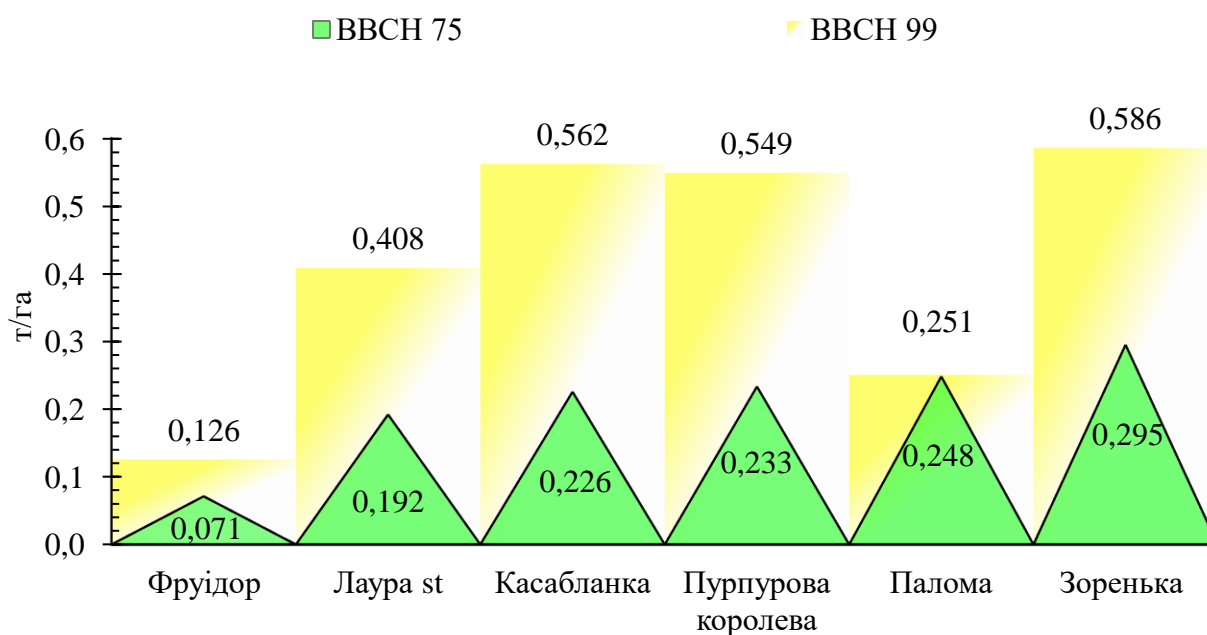


Рисунок 6.15. Умовний вихід протеїну з лопаток і зрілого насіння квасолі овочевої залежно від сорту, (BBCH 75 і 99) (2020-2022 рр.), т/га.

З результатів наведених у таблиці 6,27 видно, що сорти Палома, Фруїдор і Касабланка утворювали найбільшу загальну кількість бульбочок на одній рослині – 14,0–16,3 шт./росл., всі інші сорти утворювали від 7,7 до 12,7 шт./росл., що було істотно менше від вище згаданих сортів. За показником кількість **активних** бульбочок виділилися ті ж сорти (Палома, Фруїдор, Касабланка) 7,0–8,0 шт./росл. У інших сортів даний показник коливався в межах 4,3–6,7 шт./росл. активних бульбочок.

**Розвиток нодуляційного апарату сортів квасолі овочевої, (ВВСН 75),
(2020–2022) ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт	Кількість бульбочок, шт./росл.		Маса бульбочок, г/росл.	
	Загальна	Активних	Загальна	Активних
Палома	14,0±4,9	7,0±4,2	0,18±0,05	0,09±0,04
Фруідор	15,7±5,7	8,0±5,0	0,20±0,07	0,09±0,02
Пурпурова королева	7,7±2,1	4,3±1,9	0,12±0,02	0,08±0,01
Лаура st	12,0±4,1	5,7±3,1	0,16±0,05	0,09±0,02
Зоренька	12,7±4,5	6,7±3,8	0,12±0,03	0,05±0,01
Касабланка	16,3±6,5	8,0±5,0	0,20±0,08	0,08±0,01
\bar{X}	13,06	6,61	0,16	0,08
σ_G^2	7,83	5,26	0,001	0,0002
σ_F^2	39,44	22,72	0,005	0,0008
σ_A^2	31,61	17,46	0,004	0,0007
CVG, %	21,43	34,69	19,25	16,11
CVP, %	48,10	72,10	43,26	36,55
CVA, %	43,06	63,20	38,74	32,81
CVG/CVA	0,50	0,55	0,50	0,49

* - st – стандарт

Дослідження виявили, що найбільшу масу **активних** бульбочок (з вмістом леоглобіну) утворювали сорти Палома, Фруідор і Лаура 0,09 г/росл., інші сорти маси масу **активних** бульбочок в межах 0,05–0,08 г/росл., що складало 40,0–41,6 % від загальної маси бульбочок. Отже, сорти в яких утворювалася мала кількість бульбочок, їх більшість були активними (рис. 6.16).

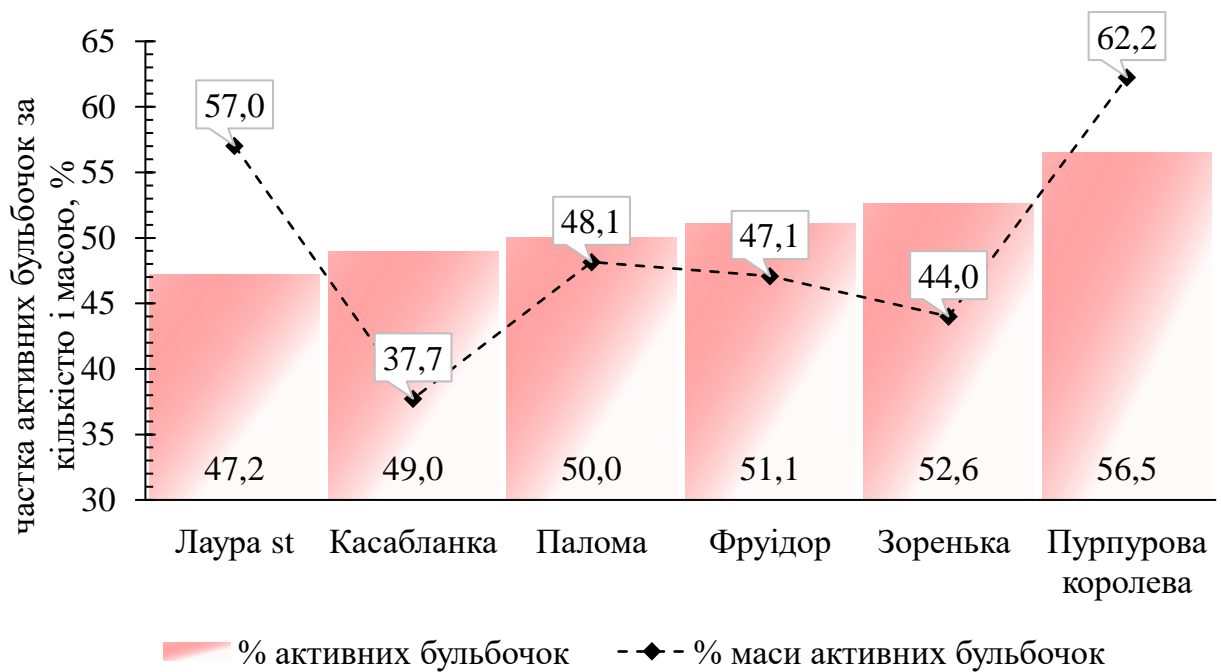


Рисунок 6.16. Відсоток активних бульбочок на рослинах сортів квасолі овочевої, %, (ВВСН 75), (2020–2022).

Одним із якісних показників симбіотичного апарату є вміст леоглобіну у бульбочках. Активність азотфіксації більшою мірою залежить якраз від вмісту та концентрації леоглобіну у бульбочках, ніж від їх кількості. Тому вивчення впливу сортових особливостей накопичення леоглобіну має високий практичний інтерес. Високу концентрацію леоглобіну відзначено у бульбочках високою масою – це бульбочки сортів Пурпурова королева, Лаура і Зоренька 48,3–60,6 мг/г (табл. 6.28).

Основним резервом підвищення врожайності бобових культур є науково обґрунтоване використання поживного потенціалу ґрунту, умов середовища і нових сортів. Відомо, що не менше половини приросту урожаю досягається завдяки використанню добрив. При цьому суттєвим джерелом живлення є біологічний азот. У результаті досліджень виявлено, що найвищу активність симбіотичного потенціалу мали сорти Палома – 3,3 тис. кг·діб/га, при цьому кількість фіксованого азоту складала 51,5 кг/га; Фруїдор – 3,7 тис. кг·діб/га. – 54,6 кг/га фіксованого азоту та Касабланка – 4,2 тис. кг·діб/га та 60,9 кг/га фіксованого азоту відповідно.

**Активність симбіотичного апарату сортів квасолі овочевої, (ВВСН 75)
(2020–2022) ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт	Вміст легоглобіну, мг/г	Активний симбіотичний потенціал, тис.кг×діб/га	Кількість фіксованого азоту, кг/га	
Палома	44,5±3,7	3,3±0,8	51,5±19,1	
Фруідор	43,9±4,7	3,7±1,0	54,6±24,4	
Пурпурова королева	48,3±19,6	2,2±0,2	37,9±7,0	
Лаура st	51,9±12,7	3,1±0,7	50,0±16,2	
Зоренька	60,6±9,7	2,6±0,3	36,6±10,5	
Касабланка	40,6±5,2	4,2±0,9	60,0±25,9	
	\bar{X}	48,3	3,2	48,5
	σ_G^2	38,93	0,17	114,06
	σ_F^2	198,53	1,09	528,79
	σ_A^2	159,59	0,93	414,73
	<i>CVG</i> , %	12,92	12,88	22,05
	<i>CVP</i> , %	29,17	33,14	47,47
	<i>CVA</i> , %	26,15	30,53	42,04
	<i>CVG/CVA</i>	0,49	0,42	0,52

* - st – стандарт

Результати свідчать і підтверджують переваги квасолі овочевої, як дієтичного продукту, із підвищеним вмістом протеїну у фазу технічної стиглості – Пурпурова королева, Палома, Зоренька та Касабланка, Пурпурова королева і Зоренька – у фазу біологічної стиглості зерна.

Оцінка адаптивності і стабільності сортів квасолі овочевої дозволяє виділити сорти, які належать до інтенсивного типу. Згідно з результатами досліджень виявлено сорти, які здатні успішно адаптуватися до лімітуючих і стресових факторів в умовах Лісостепу. Таким чином, в умовах застосування інтенсивних технологій вирощувати доцільно сорти Палома, Лаура, Зоренька і Касабланка характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2 d > 0$ – тобто мають кращі результати за сприятливих умов вирощування та характеризувалися широкою агроекологічною пристосованістю та належать до сортів інтенсивного типу за ознакою «врожайність зелених бобів».

З одержаних даних видно, що врожайність залежить від кількості бобів на одній рослині. Кількість бобів на одній рослині у більшому ступені залежала від екологічних умов, ніж від сортових особливостей, така ж тенденція зберігалася і за показниками маси насіння з однієї рослини, та врожайності бобів і насіння.

У напрямі азотфіксації у виробництві або, як джерело ознаки у селекційному процесі слід використовувати сорти Фруідор і Касабланка, в яких рівень біологічно фіксованого азоту складає 54,6 і 60,0 кг/га.

Отримані результати надають корисну інформацію щодо товарної й насінневої продуктивності та азотфіксуючої здатності для впровадження у промислове виробництво або подальшої селекційної практики і доводять, що сорти квасолі овочевої придатні як для отримання овочевої продукції, так і для якісного насіння, а також для біологізації виробництва шляхом використання біологічно фіксованого азоту.

6.3. Адаптивно-продуктивний потенціал сортів бобів кінських.

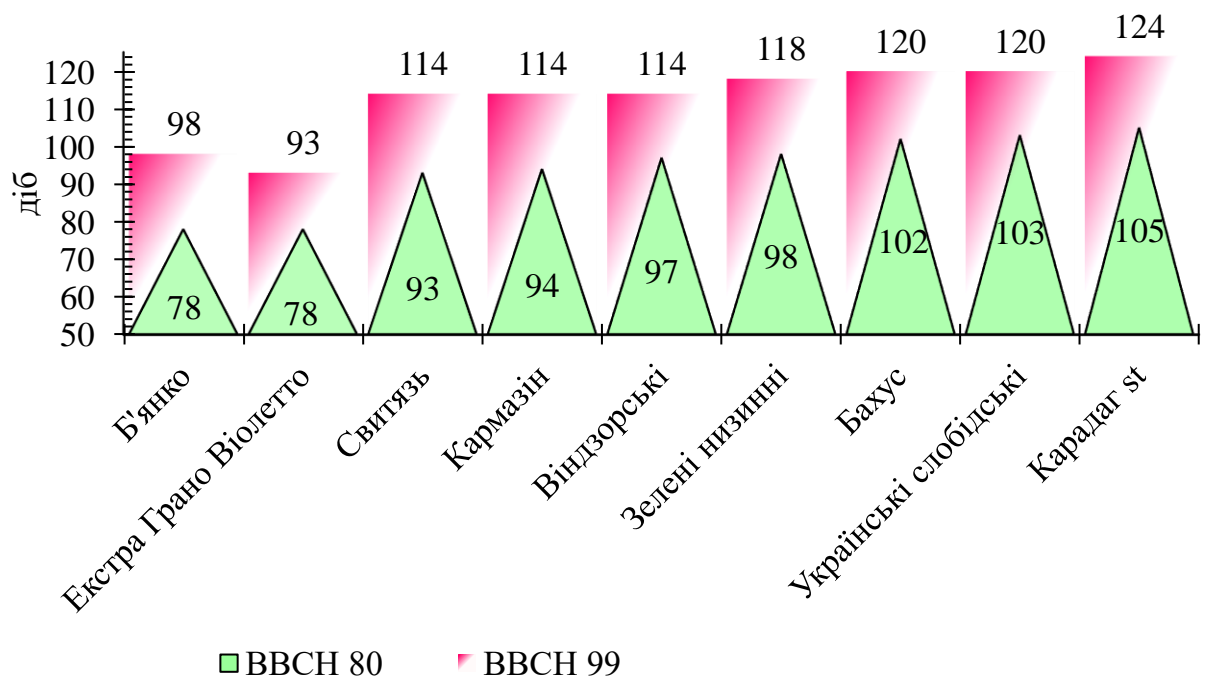
Впровадження у виробництво високоякісних, стійких до хвороб сортів дозволяє без додаткових витрат підвищити врожайність та якість продукції. Однак, у разі використання цінних сортів, отриманих в інших природно-кліматичних зонах, високої продуктивності вдається досягти не завжди. Основною складністю розширення ареалу вирощування таких сортів полягає у тому, що створені в іншій зоні і показали там високу продуктивність, вони виявляються непридатними для інтродукції, тому кожен регіон культивування повинен мати свій сортовий склад, адаптований до місцевих ґрунтово-кліматичних умов і стійкий до основних захворювань.

Боби – рослина, що має високу екологічну чутливість до змін ґрунтово-кліматичних умов вирощування, яка реагує на особливості клімату, ґрунту, водного та поживного режиму.

6.3.1. Тривалість періоду від сходів до настання стиглості рослин бобів кінських. У сортів тривалість періоду цвітіння – технічна стиглість переважно контролюється генотипом, тому під час добору враховується тривалість цього періоду. У випадку зони Лісостепу, у зв'язку з особливостями клімату, вирішення питань скоростиглості сортів бобів також має значення.

Дослідження виявили, що період від сходів до цвітіння – більш постійний та характерний, ніж період від посіву до повного дозрівання. Оптимальна тривалість дня для вегетаційного та репродуктивного розвитку не збігаються: для першого оптимальною тривалістю є 12-годинний, для другого – 18-годинний день. Усі вирощувані в Україні форми бобів відносяться до рослин довгого дня, і тому в умовах просування на північ їх вегетаційний період скорочується.

Досліджувані сорти, згідно з класифікацією [1], були поділені на дві групи стиглості: середньоранні та середньостиглі. Тривалість періоду від сходів до настання технічної стиглості у дослідах змінювалася неістотно залежно від агрометеорологічних умов року і у середньому становила: у ранньостиглих форм – 78 діб, середньоранні – 93 – 94 доби, середньостиглих – 97–105 діб; тривалість вегетаційного періоду у дослідах змінювалася також неістотно і у середньому становила: у ранньостиглих форм – 93–98 діб, середньоранніх – 113–118 діб; середньостиглих – 118–124 доби. Більшу частку колекції, що вивчалася, склали зразки з середньоранньої групи – 33 % (Світязь, Кармазін, Віндзорські) та у середньостиглої групи – 44 % (Зелені низинні, Бахус, Українські слобідські та Карадаг), тоді як сорти ранньостиглої групи склали лише 22 %, або два сорти – Б'янка і Екстра Грано Віолетто (рис. 6.17).



	<i>BBCH 80</i>	<i>BBCH 99</i>
<i>Xmed</i>	94	113
<i>SD</i>	8,65	9,02
<i>CV, %</i>	8	7

Рисунок 6.17. Тривалість періодів від появи сходів до настання технічної/біологічної стиглості сортів бобів кінських (2020–2022).

Підсумовуючи та узагальнюючи отримані дані щодо тривалості вегетаційного періоду сортів колекції, можна відзначити: періоди сходів – технічна стиглість та сходи – біологічна стиглість залежать не тільки від температури повітря та вологості ґрунту, але й від генетичних особливостей сорту. За умов зниження температури та збільшенні кількості опадів тривалість їх, як правило, подовжується.

Інтродукція в умови Правобережного Лісостепу України скоростиглих і продуктивних сортів бобів – реально можливе завдання, оскільки не виявлено достовірного впливу на рівень насінневої врожайності тривалості міжфазних періодів сходи – технічна стиглість, сходи – біологічна стиглість.

Відповідно до результатів вивчення періоду вегетації можна рекомендувати для використання у виробництві та селекції на

скоростиглість, як джерело коротких міжфазних періодів та скоростиглості, сорти Б'янка і Екстра Грано Віолетто.

6.3.2. Ріст і формування показників продуктивності та адаптивної здатності рослин бобів кінських. Формування листкової площі залежно від сорту та року вирощування варіювало істотно – від 20,1 у сорту Бахус в 2022 році до 61,0 у Віндзорські у 2021 році. Варіювання цієї ознаки було сильним і коливалося в межах 25–43 %.

Ріст листкової площі впливав на формування складових врожайності, тому досить детально вивчався. Так, найбільшу площу листків формували сорти Віндзорські та Б'янка – у середньому 43,74 і 39,03 тис. м², що більше від стандарту на 24,3 і 10,9 %. Проміжне місце цього показника належало сортам Карадаг, Українські слобідські, Бахус, Кармазін, Світязь і Екстра Грано Віолетто – 30,02–36,40 тис. м². Мінімальну листову площу формували посіви сорту Зелені низинні (26,80 тис. м²), який характеризувався найнижчою врожайністю.

З усіх бобових культур саме боби найскладніше збирати механізовано. Для сучасних сортів бобів, що у виробництві, характерний індетермінантний габітус, тобто вегетативний ріст триває після утворення репродуктивних органів. Це призводить у вологих погодних умовах до переростання рослин, вилягання, опадання плодів і затруднення механізованого збирання. Таким чином, схильність до росту – одна з основних причин, що знижують і дестабілізують урожайність бобів, зокрема насіння, тому зусилля селекціонерів і добір сортів має бути спрямований на зміну габітусу рослин і створення високопродуктивних детермінантних форм. Вивчена колекція, за ознаками придатності до механізованого збирання: висотою рослини та прикріпленням нижнього бобу, показала, що лише один сорт має стабільно високе прикріплення нижнього бобу – Кармазін – 11-16±2,36 см, що вище від стандарту на 26 % або 2,67 см. З одержаних даних видно, що висота прикріплення нижнього бобу залежала від погодних умов: у роки з підвищеною кількістю опадів – більш високе, у роки із зменшеною кількістю

опадів – навпаки низьке. Варіювання даної ознаку знаходилося в межах від 13 % у сорту Бахус до 29 % у сорту Екстра Грано Віолетто, що підтверджується істотно вищим показником коефіцієнту екологічної варіації (CVA) = 21,42–38,20 % відносно коефіцієнту генетичної варіації (CVG) = 11,03–20,66 % умов в яких формувався фенотип (табл. 6.29).

Таблиця 6.29

Параметри росту і розвитку різних сортів бобів кінських, (ВВСН 80) (2020–2022), (Lim ± SD)

Сорт	Листкова площа посівів, тис. м ²		Висота рослин, см		Висота прикріплення І-го боба	
	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %
Карадаг st	24,2-46,2±11,0	31	55-89±14,7	21	8-12±1,63	16
Українські слобідські	23,0-41,8±9,4	29	56-93±15,1	20	8-14±2,49	23
Віндзорські	26,5-61,0±17,3	39	75-102±12,2	14	7-12±2,16	22
Бахус	20,1-47,9±12,7	42	67-108±16,8	19	8-11±1,25	13
Кармазін	22,0-55,2±14,8	43	62-98±15,0	18	11-16±2,36	19
Зелені низинні	22,0-36,3±6,7	25	52-84±13,1	19	7-14±2,94	27
Свитязь	25,0-56,0±13,9	38	68-111±17,8	19	8-14±2,45	22
Б'янка	26,5-58,5±14,0	36	63-100±15,8	19	8-16±3,27	27
Екстра Грано Віолетто	24,8-57,0±14,7	41	55-93±16,7	21	7-14±2,94	29
\bar{X}	34,9		80		11	
σ_G^2	52,07		78,30		2,02	
σ_F^2	229,98		373,37		9,11	
σ_A^2	177,92		295,07		7,07	
CVG, %	20,66		11,03		13,25	
CVP, %	43,43		24,10		28,09	
CVA, %	38,20		21,42		24,77	
CVG/CVA, %	0,54		0,52		0,53	

Залежно від умов року більшість показників індивідуальної продуктивності варіювали дуже сильно. Кількість пагонів варіювала у межах 34–56 %, це пояснюється тим, що у 2022 році відзначали мінімальну кількість пагонів – 1 шт./росл, лише у сорту Бахус – 2 шт./росл., а в 2020 і 2021 роках їх кількість була на рівні 3–6 шт./росл. У середньому найбільшу кількість пагонів утворювали рослини сортів Бахус, Кармазін, Б'янка і Екстра Грано Віолетто – 3,67 шт./росл., що більше від стандарту на 22,2 % (табл. 6.30).

**Параметри індивідуальної продуктивності різних сортів бобів кінських
(BBCN 80), (2020–2022), (Lim ± SD)**

Сорт	Кількість пагонів, шт./росл.		Кількість бобів, шт./росл.		Кількість насінин, шт./біб	
	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %	Lim±SD	CV, %
Карадаг st	1-5±1,6	54	2-12±4,2	55	2-3±0,5	20
Українські слобідські	1-5±1,6	54	2-12±4,1	58	2-3±0,5	20
Віндзорські	1-5±1,7	51	2-12±4,1	56	2-4±0,5	14
Бахус	1-5±1,2	34	4-15±4,6	45	2-4±0,8	27
Кармазін	1-6±2,1	56	3-13±4,5	48	2-3±0,5	18
Зелені низинні	1-4±1,2	47	2-10±3,3	54	2-3±0,5	18
Світязь	1-4±1,4	47	2-15±5,4	59	4±0	0
Б'янка	1-5±1,9	51	2-12±4,1	62	4±0	0
Екстра Грано Віолетто	1-6±2,1	56	3-10±2,9	42	3-4±0,5	13
\bar{X}	3		8		3	
σ_G^2	0,94		5,84		0,07	
σ_F^2	3,89		25,18		0,69	
σ_A^2	2,95		19,34		0,62	
<i>CVG</i> , %	29,39		30,93		8,75	
<i>CVP</i> , %	59,81		64,21		26,73	
<i>CVA</i> , %	52,10		56,27		25,25	
<i>CVG/CVA</i> , %	0,56		0,55		0,35	

* - st – стандарт

Кількість бобів з рослини – один із показників, який знаходиться під впливом факторів довкілля і лише на 45 % визначається сортовими особливостями. Це одна з основних кількісних ознак зернобобових культур, яка відповідає за їх насінневу врожайність. Істотно більшу кількість бобів утворювали рослини сортів Бахус і Кармазін – 10,33 і 9,33 шт./росл, що більше від стандарту на 34,8 і 21,7 %. Сорти Українські слобідські, Віндзорські, Зелені низинні, Б'янка та Екстра Грано Віолетто формували 6,0 – 7,3 шт./росл., що менше від стандарту на 4,3–21,7 %, або 0,33–1,67 шт. Виділені за даною ознакою сорти Бахус і Кармазін, рекомендуються в якості джерел для селекції по збільшенню кількості бобів з рослини.

Аналізуючи кількість насінин у одному бобі, виділилися сорти Світязь і Б'янка у яких така ознака не змінювалася впродовж років – 4 шт./біб.

Загалом варіювання даної ознаки складало 13–27 %. Істотно більшу від стандарту кількість насінин у бобі формували сорти Віндзорські – 3,33 шт., Бахус – 3,0 шт., Екстра Грано Віолетто – 3,67 шт., та відповідно Світязь і Б'янку – 4 шт. Виділені сорти Світязь і Б'янку рекомендуються як джерела для селекції зі збільшення кількості насінин у бобі.

Статистичний аналіз формування показників індивідуальної продуктивності підтвердив сильну залежність від умов середовища істотно вищим показником коефіцієнту екологічної варіації (CVA) = 25,25–56,27 % відносно коефіцієнту генетичної варіації (CVG) = 8,75–30,93 %.

За ознакою «маса бобів на одній рослині» у середньому за три роки виділено два сорти – Віндзорські та Б'янку, які істотно переважали стандарт. Менш істотно більшу масу бобів утворювали сорти Кармазін, Світязь та Екстра Грано Віолетто. Сорти Українські слобідські та Бахус утворювали неістотно меншу масу бобів на рослині, а сорт Зелені низинні – істотно меншу від усіх досліджуваних сортів.

Генетико-статистичний аналіз даної ознаки показав, що найбільш стабільними (за комплексом показників σ^2d і КМ, Ном) був сорт Зелені низинні (σ^2d – 5,19; КМ – 1,82; Ном – 50,1), але сорт характеризувався низькою селекційною цінністю ($Sc = 79,9$).

За показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d всі досліджувані сорти Віндзорські, Світязь і Б'янку мали показники $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$ – тобто мають кращі результати за сприятливих умов вирощування. Сорти Карадаг st, Українські слобідські, Бахус, Кармазін, Зелені низинні й Екстра Грано Віолетто мали показники $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні. За коефіцієнтом екологічної пластичності ($bi > 1$) сорти Віндзорські, Світязь і Б'янку відносяться до високопластичних, а всі інші сорти до групи відносно стабільних або низькопластичних ($bi < 1$).

Високою селекційною цінністю (Sc) і компенсаторною здатністю (КЗ) характеризувалися сорти Віндзорські та Б'янку, які переважали всі інші

сорта за цими параметрами. Виділено найбільш стресостійкі сорти Зелені низинні, Екстра Грано Віолетто. Найменш стресостійкими виявилися сорти Віндзорські, Свитязь і Б'янка. Високою адаптивною здатністю згідно з цією ознакою характеризувалися сорти Віндзорські, Свитязь, Б'янка в яких КАА був більше 1 (табл. 6.31).

Таблиця 6.31

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів бобів кінських за ознакою «маса бобів», г/роsl., (ВВСН 80), (2020–2022)

Сорт	Маса бобів, г/роsl.	$\sigma^2 d$	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Карадаг st	75,12	6,13	0,76	83,3	103,0	1,87	0,90	-87	60	0,88
Українські слобідські	73,52	5,92	0,68	78,7	100,1	1,80	0,90	-78	56	0,86
Віндзорські	123,65	9,67	1,94	241,8	175,5	2,29	1,28	-225	130	1,50
Бахус	72,60	5,79	0,68	75,3	97,9	1,81	0,90	-78	58	0,84
Кармазін	84,40	6,10	0,75	100,1	112,9	1,77	1,06	-86	66	0,97
Зелені низинні	59,77	5,19	0,56	50,1	79,9	1,82	0,75	-64	49	0,68
Свитязь	87,33	8,25	1,38	117,9	122,5	2,32	0,92	-160	95	1,05
Б'янка	103,57	8,52	1,53	168,3	146,4	2,22	1,10	-177	104	1,25
Екстра Грано Віолетто	88,73	5,79	0,71	99,2	112,4	1,74	1,20	-45	95	0,96
\bar{X}	77,66									
σ_G^2	950,7									
σ_F^2	4126,1									
σ_A^2	3175,4									
CVG, %	39,7									
CVP, %	82,7									
CVA, %	72,6									
CVG/CVA, %	0,55									

* - st - стандарт

Структурний аналіз показників співвідношення маси зелених зерен до загальної маси бобів показав, що лише чотири сорти утворювали масу

зелених зерен більшу від маси стулок бобів: Віндзорські (97,62 г/роsl. або 78,9 % від загальної маси бобів); Бахус (44,27 г/роsl або 61,0 % від загальної маси бобів); Б'янку (57,88 г/роsl. або 55,9 % від загальної маси бобів) і Свитязь (47,76 г/роsl. або 54,7 % від загальної маси бобів), всі інші досліджувані сорти утворювали зерна масою менше 50 % від загальної маси бобів (рис. 6.18).

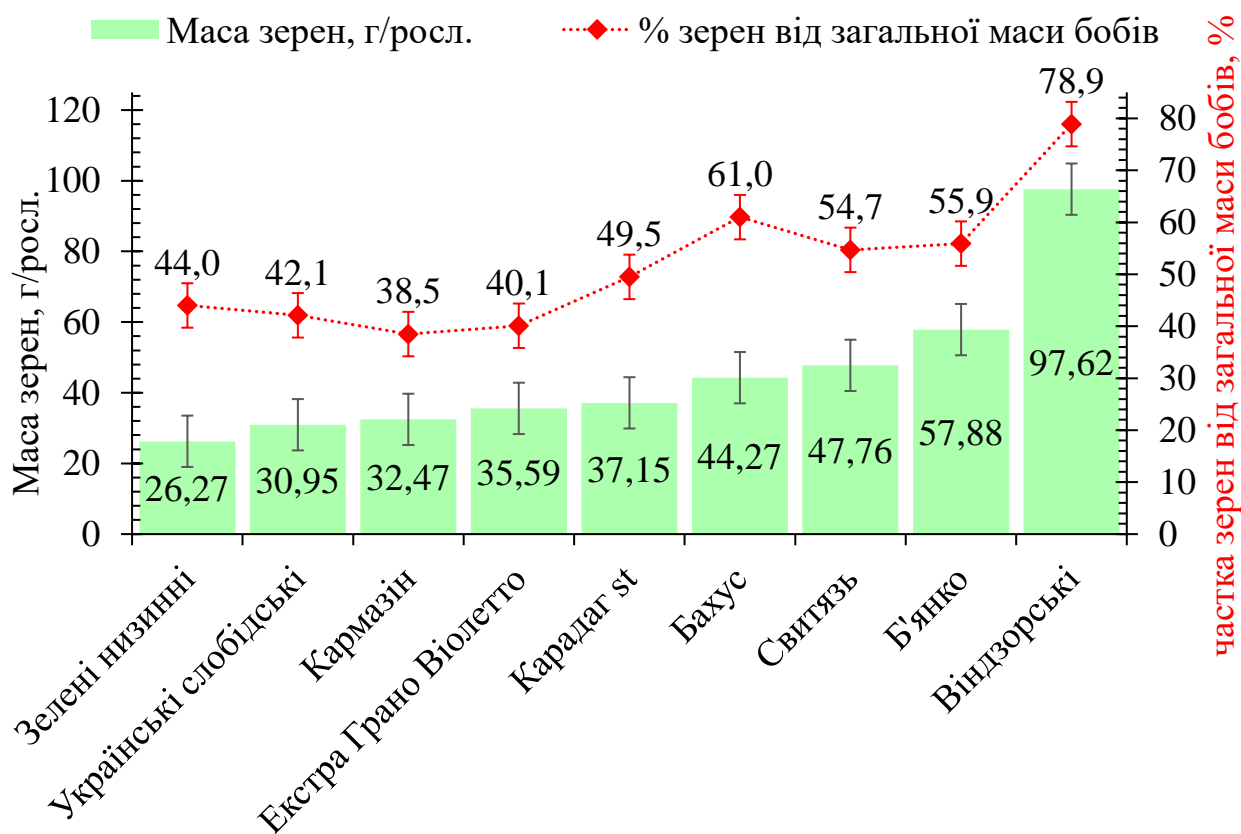


Рисунок 6.18. Співвідношення маси зелених зерен до загальної маси бобів бобів кінських, %, (ВВСН 80), (2020–2022).

Меншим співвідношенням маси зелених зерен до загальної маси бобів відносно стандарту характеризувалися сорти Українські слобідські, Кармазін, Зелені низинні та Екстра Грано Віолетто.

Узагальнене співвідношення маси зелених зерен і стулок бобів показало перевагу зерен – 52 %. Тобто так звані «кухонні відходи» у середньому по культурі бобу овочевого складатимуть 48 % від загальної маси (рис. 6.19).

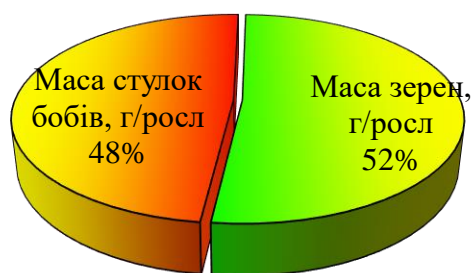


Рисунок 6.19. Узагальнене співвідношення маси зелених зерен і стулок бобів кінських, %, (2020–2022).

Розподіл врожайності зелених бобів за роками показав, що найбільш врожайним виявився 2021 рік, де цей показник варіював у межах 11,20–33,80 т/га ($CV = 42\%$). Істотно переважали стандарт сорти Віндзорські, Свितязь і Б'янка, всі інші сорти мали врожайність неістотно вищу від стандарту (табл. 6.32).

Таблиця 6.32

Урожайність зелених бобів сортів бобів кінських, т/га, (ВВСН 80), (2020–2022),

Сорт	2020	2021	2022	\bar{X}	SD	$CV, \%$	K_{sfn}
Карадаг st	10,20	12,00	4,37	8,86	3,26	37	2,75
Українські слобідські	10,46	11,50	4,48	8,81	3,09	35	2,57
Віндзорські	10,91	33,80	4,56	16,42	12,56	76	7,41
Бахус	9,62	13,50	4,92	9,35	3,51	38	2,74
Кармазін	11,16	14,70	6,14	10,67	3,51	33	2,39
Зелені низинні	7,48	11,20	4,37	7,68	2,79	36	2,56
Свितязь	6,20	24,50	3,84	11,51	9,23	80	6,38
Б'янка	10,30	26,80	4,08	13,73	9,59	70	6,57
Екстра Грано Віолетто	8,20	16,40	7,53	10,71	4,03	38	2,18
\bar{X}	9,39	18,27	4,92	10,86			
SD	1,61	7,65	1,11	2,59			
$CV, \%$	17	42	23	24			
HIP_{05}	0,53	1,50	0,24	0,96			

Гідротермічні умови 2020 року сприяли формуванню врожайності нарівні 6,20–11,16 т/га ($CV = 17\%$). У поточному році істотно вищий врожай зелених бобів одержали у сортів Віндзорські й Кармазін. Погодні умови 2022 року були несприятливими для формування врожаю бобів. Цей показник варіював сильно ($CV = 23\%$), хоча врожайність була дуже низькою – 3,84–

7,53 т/га. Статистично достовірну різницю у збільшенні врожайності одержано у сортів Кармазін та Екстра Грано Віолетто. Всі інші досліджувані сорти формували врожайність близьку до стандарту і відрізнялися неістотно.

У середньому за три роки врожайність бобів коливалася від 8,81 до 16,42 т/га. За цією ознакою виділено Віндзорські та Б'янку. Хоча, не залежно від умов вирощування, найбільш врожайним був сорт Віндзорські, який давав стабільно високий врожай відносно інших досліджуваних сортів.

Аналіз параметрів адаптивної здатності дозволив виділити відповідно до показників співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d сорти Віндзорські, Свитязь і Б'янку, які мають кращі результати за сприятливих умов вирощування й мали показники $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$ – тобто високовластичні. Сорти Карадаг st, Українські слобідські, Бахус, Кармазін, Зелені низинні й Екстра Грано Віолетто мали показники $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні, малоластичні (табл. 6.33).

Таблиця 6.33

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів бобів кінських за ознакою «врожайність зелених бобів», т/га

Сорт	\bar{X} , т/га	σ^2d	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Карадаг st	8,86	1,80	0,52	10,9	13,4	1,64	0,88	-8	8	0,82
Українські слобідські	8,81	1,76	0,47	10,8	13,3	1,58	0,88	-7	8	0,81
Віндзорські	16,42	3,54	2,25	37,6	24,8	2,48	1,31	-29	19	1,51
Бахус	9,35	1,87	0,61	12,2	14,1	1,71	0,92	-9	9	0,86
Кармазін	10,67	1,87	0,61	15,9	16,1	1,62	1,08	-9	10	0,98
Зелені низинні	7,68	1,67	0,50	8,2	11,6	1,71	0,77	-7	8	0,71
Свитязь	11,51	3,04	1,62	18,5	17,4	2,53	0,93	-21	14	1,06
Б'янку	13,73	3,10	1,72	26,2	20,8	2,36	1,13	-23	15	1,26
Екстра Грано Віолетто	10,71	2,01	0,70	16,0	16,2	1,71	1,10	-9	12	0,99
\bar{X}	10,86									
σ_G^2	15,0									
σ_F^2	66,5									
σ_A^2	51,6									
CVG, %	35,6									
CVP, %	75,1									
CVA, %	66,1									
CVG/CVA	0,54									

* - st - стандарт

Високою селекційною цінністю (Sc) та компенсаторною здатністю ($K3$) характеризувалися сорти Віндзорські та Б'янка, які переважали всі інші сорти за цими параметрами. Виділено найбільш стресостійкі сорти Карадаг st, Українські слобідські і Зелені низинні. Найменш стресостійкими виявилися сорти Віндзорські, Свитязь і Б'янка. Високою адаптивною здатністю згідно з даною ознакою характеризувалися сорти Віндзорські, Свитязь, Б'янка в яких КАА був більше 1.

Насіннева продуктивність рослин визначається комплексом морфологічних й фізіологічних ознак. Основні з них: кількість насінин з рослини, маса насіння з рослини та маса 1000 насінин.

Досліджувані сорти бобу овочевого характеризувалися сильною мінливістю ознаки «маса насіння з однієї рослини», у середньому за роки CV коливався у межах 11–18 %, а по сортах за роками даний показник коливався від 27 до 47 %. Найбільш стабільними відзначені сорти Кармазін, Свитязь та Екстра Грано Віолетто – 27–29 %, найбільш мінливими були сорти Українські слобідські та Карадаг – 41 і 47 % відповідно до сорту. У середньому за роки досліджень найбільш продуктивними виявилися сорти Свитязь і Бахус – 8,33 і 8,17 г/росл., що більше від стандарту на 20,8 і 18,4 % відповідно до сорту. Нижчу продуктивність від стандарту відзначено у сортів Українські слобідські, Зелені низинні та Віндзорські – 5,67–6,83 г/росл.

Статистичний аналіз одержаних даних насінневої продуктивності рослин показав, що найбільш стабільними за комплексом показників (за показниками σ^2d і КМ, Ном) був сорт Зелені низинні в якого стабільність становила 1,30, коефіцієнт мультиплікативності – 1,84 та гомеостатичністю 12,2 та Екстра Грано Віолетто ($\sigma^2d = 1,39$; КМ = 1,76; Ном = 19,5). За показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d сорти Карадаг st, Українські слобідські, Бахус та Свитязь характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$ – тобто показують кращу продуктивність за сприятливих умов вирощування. Сорти Кармазін, Зелені низинні, Б'янка та Екстра Грано Віолетто характеризувалися співвідношенням

показників $bi < 1$, $\sigma^2 d > 0$, тобто більш продуктивні за несприятливих умов, нестабільні. Сорт Віндзорські характеризувався співвідношенням $bi = 1$, $\sigma^2 d > 0$ – добре реагує на поліпшення умов, нестабільний. За коефіцієнтом екологічної пластичності (bi) до групи високопластичних, або інтенсивних відносяться сорти Карадаг, Бахус і Свитязь; до групи низькопластичних сорти Кармазін, Зелені низинні, Б'янка і Екстра Грано Віолетто. Статистичні дані вказують на істотний вплив умов вирощування на продуктивність сортів бобу овочевого і більшу залежність від екологічних умов ($CVA = 37,2\%$) аніж від генетичної складової ($CVG = 20,4$) та досить високим співвідношенням $CVG/CVA = 0,55$ (табл. 6.34).

Таблиця 6.34

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів бобів кінських за ознакою «маса насіння», г/роsl.

Сорт	\bar{X} , г/роsl.	$\sigma^2 d$	bi	Hom	Sc	KM	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Карадаг st	6,90	1,81	1,35	18,1	6,7	2,39	0,92	-8	7	0,98
Українські слобідські	5,93	1,57	1,02	13,4	5,7	2,21	0,82	-6	6	0,84
Віндзорські	6,83	1,57	1,01	17,7	6,6	2,05	0,96	-6	7	0,97
Бахус	8,17	1,77	1,28	25,3	7,9	2,11	1,13	-8	8	1,15
Кармазін	7,33	1,45	0,86	20,4	7,1	1,83	1,06	-5	7	1,04
Зелені низинні	5,67	1,30	0,67	12,2	5,5	1,84	0,83	-4	6	0,80
Свитязь	8,33	1,70	1,19	26,4	8,0	2,01	1,17	-3	8	1,18
Б'янка	7,33	1,43	0,84	20,4	7,1	1,81	1,07	-5	8	1,04
Екстра Грано Віолетто	7,17	1,39	0,77	19,5	6,9	1,76	1,04	-5	7	1,01
\bar{X}	7,07									
σ_G^2	2,08									
σ_F^2	9,01									
σ_A^2	6,93									
CVG, %	20,4									
CVP, %	42,4									
CVA, %	37,2									
CVG/CVA	0,55									

* - st - стандарт

Відповідно до показника стресостійкості (СС) виділилися сорти Свитязь і Зелені низинні, що вказує на їх високу продуктивність в оптимальних умовах вирощування, адже виділилися саме сорти найвищою та найнижчою продуктивністю. За компенсаторною здатністю (КЗ)

досліджувані сорти характеризувалися як досить стабільні, що дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу.

За ознакою «маса насіння» за показником абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Бахус і Свितязь, сорти Кармазін, Б'янка і Екстра Грано Віолетто відносяться до середньоадаптивних і сорти Карадаг, Українські слобідські, Віндзорські та Зелені низинні віднесені до групи низькоадаптивних.

В умовах Правобережного Лісостепу боби є малопоширеною культурою, відсутні дані щодо сортових особливостей формування продуктивності. Результати досліджень показали середню варіацію врожайності – CV = 12 %, хоча сорти за роками варіювали в межах 21–34 % (табл. 6.35).

Таблиця 6.35

**Урожайність насіння сортів бобів кінських, т/га,
(ВВСН 99), (2020–2022)**

Сорт	Урожайність насіння, г/роsl.			\bar{X}	SD	CV,%	K_{sfn}
	2020	2021	2022				
Карадаг st	1,60	2,20	0,90	1,57	0,53	34	2,44
Українські слобідські	1,52	1,80	0,86	1,39	0,39	28	2,09
Віндзорські	1,80	1,84	1,08	1,57	0,35	22	1,70
Бахус	2,15	2,56	1,06	1,92	0,63	33	2,42
Кармазін	1,91	1,90	1,11	1,64	0,38	23	1,72
Зелені низинні	1,20	1,60	0,97	1,26	0,26	21	1,65
Свितязь	2,15	2,42	1,13	1,90	0,56	29	2,14
Б'янка	1,67	2,00	1,08	1,58	0,38	24	1,85
Екстра Грано Віолетто	1,91	1,80	1,12	1,61	0,35	22	1,71
\bar{X}	1,77	2,01	1,03	1,61			
SD	0,29	0,30	0,09	0,20			
CV,%	16	15	9	12			
HIP_{05}	0,09	0,12	0,06				

Оптимальними умовами для формування продуктивності сортів бобу овочевого характеризувався 2021 рік, де врожайність насіння варіювала у

межах 1,60–2,56 т/га. Найбільш врожайними виявилися сорти Бахус і Свитязь, у яких такий показник був вищим від стандарту на 16,4 % або 0,36 т/га та 10,0 % або 0,22 т/га відповідно до сорту. У 2020 році одержано середні дані з врожайності бобів овочевих, проте варіювання було найбільшим – CV = 16 %. У поточному році відзначено сорти, які істотно переважали стандарт – Бахус і Свитязь (+0,55 т/га або 34,4 %). Найменш продуктивними рослини бобу овочевого були у 2022 році, цьому сприяли посушливі умови у період вегетації. Урожайність у поточному році варіювала мало – CV = 9 %, однак більшість сортів були істотно продуктивнішими від стандарту, серед них виділилися Кармазін (+0,21 т/га або 23,3 %), Свитязь (+0,23 т/га або 25,6 %) і Екстра Грано Віолетто (+0,22 т/га або 24,4 %).

Аналіз усереднених показників врожайності насіння сортів бобів овочевих показав, що всі сорти мали подібну варіацію даних та істотно залежали від погодних умов року вегетації, однак це сприяло виділенню з їх числа більш продуктивних: Бахус – 1,92 т/га та Свитязь – 1,90 т/га. Сорт Українські слобідські мав врожайність нижчу від стандарту на 11,1 %, всі інші досліджувані сорти переважали стандарт неістотно.

Статистичний аналіз одержаних даних врожайності насіння бобів овочевих показав, що найбільш стабільними за комплексом показників (за показниками σ^2d і КМ, Ном) був сорт Зелені низинні в якого стабільність становила 0,51, коефіцієнт мультиплікативності – 1,72 та гомеостатичністю 3,3 та сорт Екстра Грано Віолетто ($\sigma^2d = 0,59$; КМ = 1,78; Ном = 5,4). Відповідно до показників співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d сорти Карадаг st, Українські слобідські, Віндзорські, Кармазін, Зелені низинні та Б'янка характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто показують кращу продуктивність за сприятливих умов вирощування. Сорти Карадаг, Бахус і Свитязь характеризувалися співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто більш продуктивні за несприятливих умов, нестабільні. Відповідно до коефіцієнта екологічної пластичності (bi) до групи високопластичних або інтенсивних

відносяться сорти Карадаг, Бахус і Свитязь, тобто ці сорти добре реагують на поліпшення умов вирощування; до групи відносно низькопластичних сорти Українські слобідські, Віндзорські, Кармазін, Зелені низинні, Б'янка і Екстра Грано Віолетто. Статистичні дані вказують на істотний вплив умов вирощування на врожайність насіння сортів бобу овочевого і більшу залежність від екологічних умов ($CVA = 30,1 \%$) аніж від генетичної складової ($CVG = 15,8$) та досить високим співвідношенням $CVG/CVA = 0,53$.

Відповідно до показника стресостійкості (СС) виділилися сорти Зелені низинні, оскільки цей сорт мав мінімальний розрив між мінімальною і максимальною врожайністю, що вказує на вищу стійкість сорту до стресової ситуації і ширший діапазон його пристосувальних можливостей. Відповідно до компенсаторної здатності (КЗ) серед досліджуваних сортів виділено два – Бахус і Свитязь, оскільки поняття «компенсація» близьке до «пластичності», це дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу (табл. 6.36).

Таблиця 6.36

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів бобів кінських за ознакою «врожайність насіння», т/га

Сорт	\bar{X} , т/га	$\sigma^2 d$	bi	Hom	Sc	KM	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Карадаг st	1,57	0,73	1,24	5,1	1,5	2,27	0,96	-1,3	1,6	0,98
Українські слобідські	1,39	0,63	0,95	4,0	1,4	2,09	0,86	-0,9	1,3	0,87
Віндзорські	1,57	0,59	0,82	5,1	1,5	1,84	0,99	-0,8	1,5	0,98
Бахус	1,92	0,80	1,52	7,7	1,9	2,27	1,17	-1,5	1,8	1,20
Кармазін	1,64	0,61	0,87	5,6	1,6	1,85	1,03	-0,8	1,5	1,02
Зелені низинні	1,26	0,51	0,57	3,3	1,2	1,72	0,80	-0,6	1,3	0,78
Свитязь	1,90	0,75	1,33	7,5	1,9	2,13	1,17	-1,3	1,8	1,18
Б'янка	1,58	0,62	0,91	5,2	1,6	1,92	0,99	-0,9	1,5	0,99
Екстра Грано Віолетто	1,61	0,59	0,78	5,4	1,6	1,78	1,02	-0,8	1,5	1,00
\bar{X}	1,61									
σ_G^2	0,06									
σ_F^2	0,30									
σ_A^2	0,23									
CVG, %	15,8									
CVP, %	34,0									
CVA, %	30,1									
CVG/CVA	0,53									

* - st – стандарт

За ознакою «врожайність насіння» відповідно до показника абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Бахус і Свитязь, сорти Кармазін, Екстра Грано Віолетто і Б'янка відносяться до середньоадаптивних і сорти Карадаг, Українські слобідські, Карадаг, Віндзорські та Зелені низинні віднесені до групи малоадаптивних.

Для селекційної практики велике значення відводиться крупності насіння. Маса 1000 насінин істотно залежить від сортових особливостей, кліматичних умов вирощування та агротехніки культури, а мінливість такої ознаки характеризує пластичність генотипу.

За масою 1000 насінин досліджені сорти бобів овочевих умовно розділили на три групи з низькою масою 1000 насінин (до 1500 г), середньою (1500–2000 г), великою (більше 2000 г). До першої групи віднесено сорти Кармазін і Українські слобідські; до другої: Карадаг, Віндзорські, Бахус, і Зелені низинні; до третьої групи віднесено сорти Свитязь, Б'янка і Екстра Грано Віолетто.

Статистичний аналіз маси 1000 насінин бобів овочевих показав, що найбільш стабільними за комплексом показників (за показниками σ^2d і КМ, Ном) був сорт Кармазін, в якого стабільність становила 3,29, коефіцієнт мультиплікативності – 1,19 та гомеостатичність 4666,9. Згідно з показниками співвідношення параметрів пластичності (bi) і стабільності σ^2d всі сорти Карадаг st, Бахус, Кармазін, Зелені низинні, Свитязь, Екстра Грано Віолетто та Б'янка характеризувалися співвідношенням показників $bi > 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто показують кращу продуктивність за сприятливих умов вирощування. Сорти Українські слобідські та Віндзорські характеризувалися співвідношенням показників $bi < 1$, $\sigma^2d > 0$, тобто мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільні. За коефіцієнтом екологічної пластичності (bi) до групи високопластичних або інтенсивних відносяться сорти Українські слобідські, Бахус, Зелені низинні, Свитязь, Б'янка, Екстра Грано Віолетто, тобто ці сорти добре реагують на поліпшення умов вирощування;

до групи відносно низькопластичних сорти Кармазін, Карадаг і Віндзорські. Статистичні дані вказують на сильний вплив умов вирощування на масу 1000 насінин сортів бобу овочевого і більшу залежність від екологічних умов ($CVA = 20,88 \%$) аніж від генетичної складової ($CVG = 5,76$) та середнім співвідношенням $CVG/CVA = 0,28$.

Відповідно до показника стресостійкості (СС) виділився сорт Кармазін, оскільки цей сорт мав мінімальний розрив між мінімальною і максимальною масою 1000 насінин, що вказує на вищу стійкість сорту до стресової ситуації і ширший діапазон його пристосувальних можливостей, проте цей сорт характеризувався і найменшою масою 1000 насінин. Згідно з компенсаторною здатністю (КЗ) серед досліджуваних сортів виділено два – Бахус, Свितязь, Б'янка і Екстра Грано Віолетто, оскільки поняття «компенсація» близьке до «пластичності», це дозволяє віднести їх до групи сортів пластичного типу (табл. 6.37).

Таблиця 6.37

Параметри адаптивної здатності та селекційної цінності сортів бобів кінських за ознакою «маса 1000 насінин», г

Сорт	\bar{X} , г	$\sigma^2 d$	bi	Ном	Sc	КМ	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Карадаг st	1590	8,56	-0,91	6723,2	1602,1	-0,03	0,89	-163	1561	0,88
Українські слобідські	1453	11,92	1,81	5612,2	1463,8	3,25	0,80	-304	1502	0,81
Віндзорські	1815	16,40	-3,41	8760,2	1828,8	-2,38	1,02	-576	1723	1,01
Бахус	1979	13,84	2,44	10411,0	1993,6	3,22	1,10	-410	2045	1,10
Кармазін	1325	3,29	0,14	4666,9	1334,8	1,19	0,74	-25	1328	0,74
Зелені низинні	1517	10,07	1,30	6114,8	1527,9	2,54	0,84	-220	1550	0,84
Свितязь	2059	17,69	3,97	11266,1	2073,9	4,47	1,14	-666	2168	1,14
Б'янка	2126	12,88	2,12	12011,3	2141,4	2,80	1,18	-360	2180	1,18
Екстра Грано Віолетто	2354	11,96	1,54	14734,6	2371,8	2,18	1,31	-340	2330	1,31
\bar{X}	1802									
σ_G^2	10772,44									
σ_F^2	152285,85									
σ_A^2	141513,41									
CVG, %	5,76									
CVP, %	21,66									
CVA, %	20,88									
CVG/CVA	0,28									

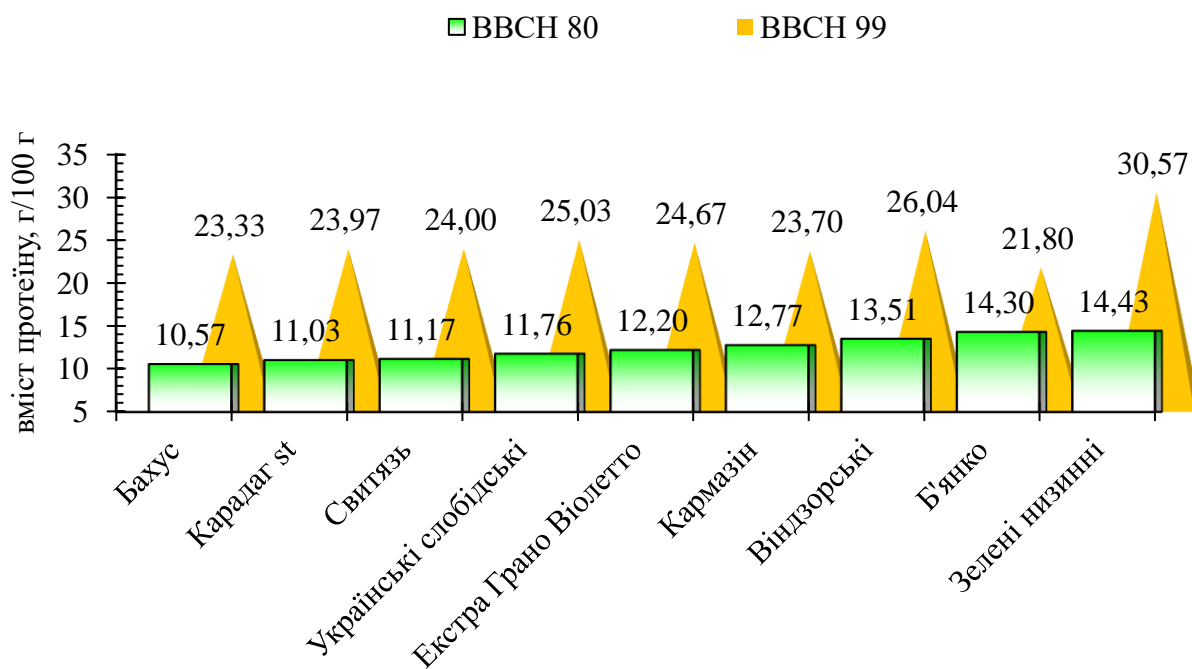
За ознакою «врожайність насіння» згідно з показником абсолютної адаптивності (КАА) виявлено найбільш адаптивні сорти з коефіцієнтом адаптивності (КАА) більше 1 – Бахус, Свитязь, Б'янка і Екстра Грано Віолетто, сорти Карадаг, Українські слобідські, Віндзорські й Зелені низинні відносяться до середньоадаптивних і сорт Кармазін віднесений до групи малоадаптивних.

6.3.3. Параметри біохімічного комплексу, поживної цінності та активність симбіотичного апарату бобів кінських. Основним показником поживної цінності бобів, як і інших бобових культур є вміст протеїну. Дослідження показали, що у середньому концентрація протеїну між фазами технічної і біологічної стиглості зростала на 12,37 %. Так, у фазі технічної стиглості максимальне накопичення протеїну в зеленому зерні відзначали у сортів Віндзорські (13,51 г/100 г), Б'янка (14,30 г/100 г) і Зелені низинні (14,43 г/100 г), в яких цей показник вище від стандарту на 22,5, 15,7 і 30,8 %. Загалом, тільки сорт Бахус мав нижчу концентрацію протеїну від стандарту – 10,57 г/100 г (-4,2 %).

У фазу біологічної стиглості зерна динаміка сортів дещо змінилася і була більш вирівняною. Так, максимальна концентрація протеїну отримана у сорту Зелені низинні – 30,57 г/100 г, що більше від стандарту на 27,5 %. Неістотно менший від стандарту вміст протеїну відзначали у сортів Б'янка, Бахус і Кармазін. Істотно більшу концентрацію відзначено у сорту Віндзорські, а неістотно вищу у сортів Свитязь, Екстра Грано Віолетто, Українські слобідські. Статистичний аналіз вказує на те, що у технічній стиглості сортові особливості і погодні умови мають більший вплив (CVG 8,58 %; CVA 18,39 %; CVG/CVA 0,47 %) на концентрацію протеїну у зерні

аніж у біологічній стиглості (CVG 2,19 %; CVA 10,11 %; CVG/CVA 0,22 %).

(рис. 6.20).



Результати статистичної обробки

Фаза стиглості зерна	$\bar{X} \pm SD$	σ_G^2	σ_F^2	σ_A^2	CVG, %	CVP, %	CVA, %	CVG/CVA	НІР ₀₁ (min – max)
BBCH 80	12,42±1,35	1,13	6,35	5,21	8,58	20,29	18,39	0,47	1,30–1,61
BBCH 99	24,79±2,32	0,29	6,58	6,28	2,19	10,34	10,11	0,22	2,10–2,33

Рисунок 6.20. Вміст сирого протеїну на різних фазах стиглості бобів кінських залежно від їх сорту (2020-2022 рр.), г/100 г.

Умовний вихід протеїну з одиниці площі залежно від сорту зростав від фази технічної стиглості до біологічної в межах 29,1–314,9 %. Так, у фазу технічної стиглості найбільший умовний вихід протеїну з 1 гектара одержано у сортів Віндзорські (0,317 т/га) та Б'янка (0,295 т/га), а в інших сортів таке значення варіювало в межах 0,125–0,176 т/га (CV = 37 %). У фазу біологічної стиглості зерна показники вмісту протеїну стали більш вирівняними – 0,345–

0,456 т/га (CV = 9 %). У біологічно зрілому насінні найвищу концентрацію протеїну відзначено в сортів Бахус і Свितязь (рис. 6.21).

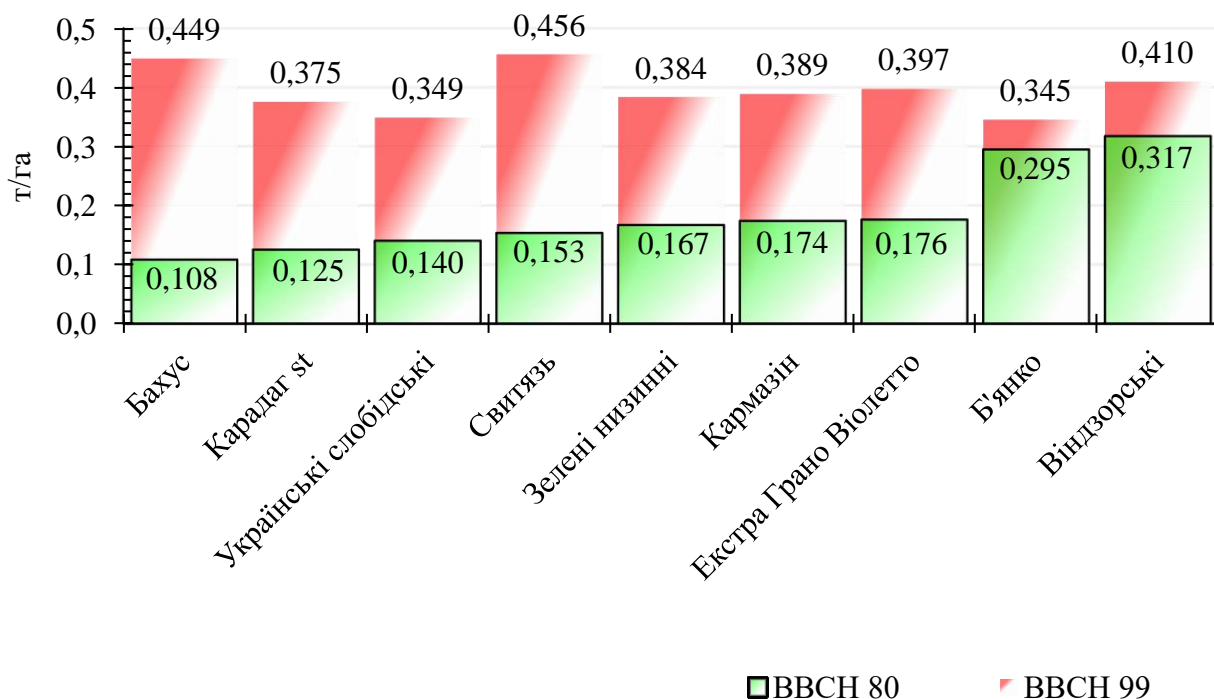


Рисунок 6.21. Умовний вихід сирого протеїну на різних фазах стиглості бобів кінських залежно від сорту, (BBCH 80 і 99), (2020-2022 рр.), т/га.

Аналізуючи параметри біохімічного складу, виявлено, що найбільший залишок сухої речовини у найменш врожайного сорту Зелені низинні – 15,04 %, що більше від стандарту на 2,24 %. Загалом лише п'ять сортів переважали стандарт за таким показником (Зелені низинні, Українські слобідські, Віндзорські, Б'янко та Екстра Грано Віолетто). Меншу кількість від стандарту сухої речовини накопичували найбільш врожайні й адаптивні сорти Бахус і Свितязь. Більше 50 % вуглеводів від маси зеленого насіння відзначено у сортів Віндзорські (51 %), Зелені низинні (60 %) і Б'янко (54 %), що більше від стандарту на 10,0–18,7 %. Динаміка концентрації жирів у зеленому насінні була подібною. Так, найвищу концентрацію жирів відзначено в сортів Зелені низинні (0,84 %), Б'янко (0,82 %), Віндзорські (0,81 %) та Екстра Грано Віолетто (0,80 %), що більше від сорту-стандарту на

0,10–0,14 %. Всі вище наведені показники біохімічного складу сприяють комплексному оцінюванню сортів бобу овочевого шляхом обрахування енергетичної цінності одержаної продукції. Результати визначення калорійності 100 г сирої маси зелених зерен бобів сприяли виділенню найбільш цінних: Зелені низинні (305 ккал), Б'янка (242 ккал) та Віндзорські (266 ккал) показники яких на 23,6–41,5 % або 50,81–89,42 ккал вищі від сорту-стандарту Карадаг. (табл. 6.38).

Таблиця 6.38

**Поживна цінність зелених бобів кінських
(ВВСН 80), (2020–2022), ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт	Суша речовина, %	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал. 100 г с.м.	
		г/100 г сирої маси			
Карадаг st	12,81±1,80	41±5,3	0,71±0,12	216±26	
Українські слобідські	13,51±1,35	46±2,9	0,79±0,14	239±15	
Віндзорські	14,30±1,20	51±7,4	0,81±0,14	266±34	
Бахус	10,95±1,04	38±4,9	0,71±0,11	202±25	
Кармазін	12,75±2,96	49±6,6	0,79±0,14	253±41	
Зелені низинні	15,04±1,50	60±7,8	0,84±0,14	305±39	
Свитязь	11,93±2,91	43±4,6	0,76±0,12	225±29	
Б'янка	15,02±1,64	54±8,0	0,82±0,14	280±40	
Екстра Грано Віолетто	13,47±1,54	47±6,2	0,80±0,14	242±32	
	\bar{X}	13,31	48	0,78	246
	σ_G^2	1,19	12,72	0,004	
	σ_F^2	6,43	90,38	0,018	
	σ_A^2	5,24	77,6	0,014	
	CVG, %	8,20	7,47	8,13	
	CVP, %	19,05	19,90	17,18	
	CVA, %	17,19	18,44	15,13	
	CVG/CVA	0,48	0,40	0,54	

Симбіотичний потенціал бобів овочевих істотно більший ніж у інших бобових культур. Причому інтенсивна фіксація азоту триває від фази бутонізації до повного наливу зерен у бобах верхніх ярусів. У середньому за період досліджень **загальна** кількість бульбочок сильно варіювала, у межах 11–51 шт/росл. (CV = 49 %), у той час як кількість **активних** бульбочок варіювала істотно менше – 6,63–12,76 шт/росл. (CV = 21 %). Саме від кількості активних бульбочок залежить ефективність симбіотичного апарату. Активні бульбочки значно більші за розміром і мають у своєму складі

легоглобін. Загальна маса і маса активних бульбочок варіювали сильно ($CV = 28$ і 37 % відповідно). На формування цих показників істотно впливали як сортові особливості ($CVG = 22,62$ і $21,90$ %), так, ще й значною мірою, умови вирощування ($CVA = 48,36$ і $53,15$ %), що підтверджується помірної сили співвідношенням CVG/CVA , особливо у дослідженні активних бульбочок (табл. 6.39).

Таблиця 6.39

**Розвиток нодуляційного апарату сортів бобів кінських
(ВВСН 80), (2020–2022) ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт	Кількість бульбочок, шт/роsl.		Маса бульбочок, г/роsl.		
	Загальна	Активних	Загальна	Активних	
Карадаг st	23±9,5	6,6±3,6	0,56±0,25	0,28±0,11	
Українські слобідські	51±7,1	10,7±3,3	0,70±0,36	0,41±0,20	
Віндзорські	14±4,5	9,7±3,7	0,71±0,34	0,47±0,21	
Бахус	17±5,3	9,4±3,5	0,58±0,15	0,24±0,05	
Кармазін	21±5,7	9,8±3,6	0,51±0,23	0,23±0,10	
Зелені низинні	11±2,5	8,6±2,3	0,33±0,18	0,26±0,14	
Свитязь	18±3,1	12,8±3,2	0,33±0,06	0,22±0,03	
Б'янка	39±12,3	10,4±4,6	0,80±0,16	0,46±0,10	
Екстра Грано Віолетто	28±4,6	6,1±1,8	0,78±0,18	0,61±0,14	
	\bar{X}	25	9,34	0,59	0,35
	σ_G^2	15,16	3,77	0,02	0,01
	σ_F^2	204,96	18,76	0,10	0,04
	σ_A^2	189,80	14,99	0,08	0,04
	CVG, %	15,81	20,78	22,61	21,90
	CVP, %	58,13	46,37	53,38	57,49
	CVA, %	55,94	41,45	48,36	53,15
	CVG/CVA	0,28	0,50	0,47	0,41

Аналіз одержаних даних сприяв виділенню сортів з найкращим розвитком нодуляційного апарату, де відзначали найбільшу масу і кількість бульбочок, – це сорти Українські слобідські та Б'янка, в яких кількість бульбочок складала 51 і 39 шт/роsl., а їх маса 0,70 і 0,80 г/роsl. Максимальну кількість активних бульбочок відзначено у сортів Свитязь (12,76 шт/роsl.), Українські слобідські (10,70 шт/роsl.) та Б'янка (10,40 шт/роsl.).

Найбільший відсоток активних бульбочок від загальної кількості отримано у сорту Зелені низинні – 78,7 %, що складало 80,6 % від їх

загальної маси. Велику кількість, але з малою масою бульбочок, одержано у сорту Екстра Грано Віолетто (рис. 6.22).

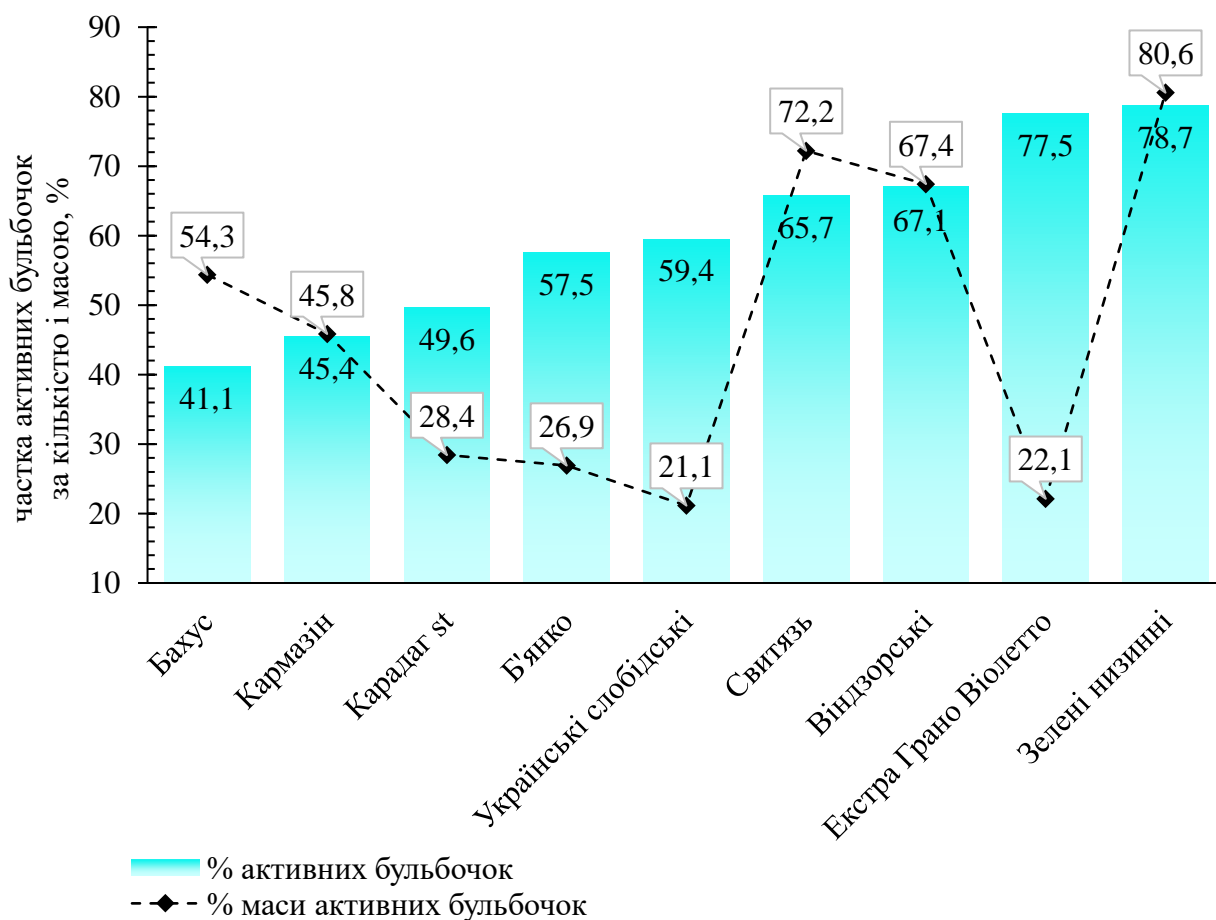


Рисунок 6.22. Відсоток активних бульбочок на рослинах сортів бобів кінських, %, (ВВСН 80), (2020–2022).

Найкращий розвиток нодуляційного апарату виявлено у сортів Українські слобідські, Віндзорські, Б'янка та Екстра Грано Віолетто, в яких була найбільша концентрація леоглобіну, найвища активність симбіотичного потенціалу та відповідно найбільша кількість фіксованого азоту. Так, рослини сорту Екстра Грано Віолетто найбільше фіксували азоту серед інших – 75,7 кг/га, що більше від сорту-стандарту на 25,5 кг або 54,0 %. Істотно більше від стандарту фіксували азоту сорти Українські слобідські та Віндзорські – 67,7 кг/га (+37,7 % д st) і 71,0 кг/га (+44,5 % до st) відповідно до сорту. Неістотно менше від стандарту фіксували азоту сорти Бахус, Кармазін і Зелені низинні. Статистичний аналіз підтвердив помітний вплив умов вирощування на формування продуктивності симбіотичного

потенціалу. Загалом вплив екологічних умов був майже вдвічі сильнішим ніж генетична складова: $CVA = 41,28-53,44 \%$; $CVG = 19,26-27,35 \%$, що підтверджено і співвідношенням $CVG/CVA 0,47-0,53$ (табл. 6.40).

Таблиця 6.40

**Активність симбіотичного апарату сортів бобів кінських
(ВВСН 80), (2020–2022) ($\bar{X} \pm SD$)**

Сорт	Вміст легоглобіну, мг/г	Активний симбіотичний потенціал, тис.кг×діб/га	Кількість фіксованого азоту, кг/га
Карадаг st	4,52±1,29	15,7±8,2	49,1±26,7
Українські слобідські	5,82±1,73	19,3±8,3	67,7±25,2
Віндзорські	6,45±2,15	22,0±7,9	71,0±27,0
Бахус	3,34±1,24	11,3±5,6	45,0±20,6
Кармазін	4,16±1,06	13,7±7,4	47,0±20,3
Зелені низинні	4,46±1,17	12,0±6,5	46,3±22,6
Свитязь	4,34±1,41	15,7±9,0	50,0±23,0
Б'янка	5,15±2,03	17,7±9,7	50,0±30,6
Екстра Грано Віолетто	7,58±2,56	24,3±8,5	75,7±28,7
\bar{X}	16,85	5,09	55,8
σ_G^2	21,24	0,96	211,71
σ_F^2	102,33	5,38	975,96
σ_A^2	81,09	4,42	764,25
CVG, %	27,35	19,26	26,10
CVP, %	60,03	45,55	56,03
CVA, %	53,44	41,28	49,58
CVG/CVA	0,51	0,47	0,53

У процесі статистичного аналізу виявлено помітний зв'язок за шкалою Чеддока – $r = 0,6591$ між врожайністю бобів у фазі технічної стиглості і показником ГТК: $y = 2,6836 + 12,2646 \cdot x$, де x – це ГТК, y – врожайність, т/га (рис. 4.22). Помірний зв'язок ($r = 0,4519$) виявлено між врожайністю у фазі біологічної стиглості насіння і ГТК, який пояснюється рівнянням регресії $y = 1,2277 - 0,5665 \cdot x$, де x – ГТК, y – врожайність у

біологічній стиглості. Враховуючи показники статистичної надійності рівнянь, відповідну залежність зображено графічно на рисунку 6.23.

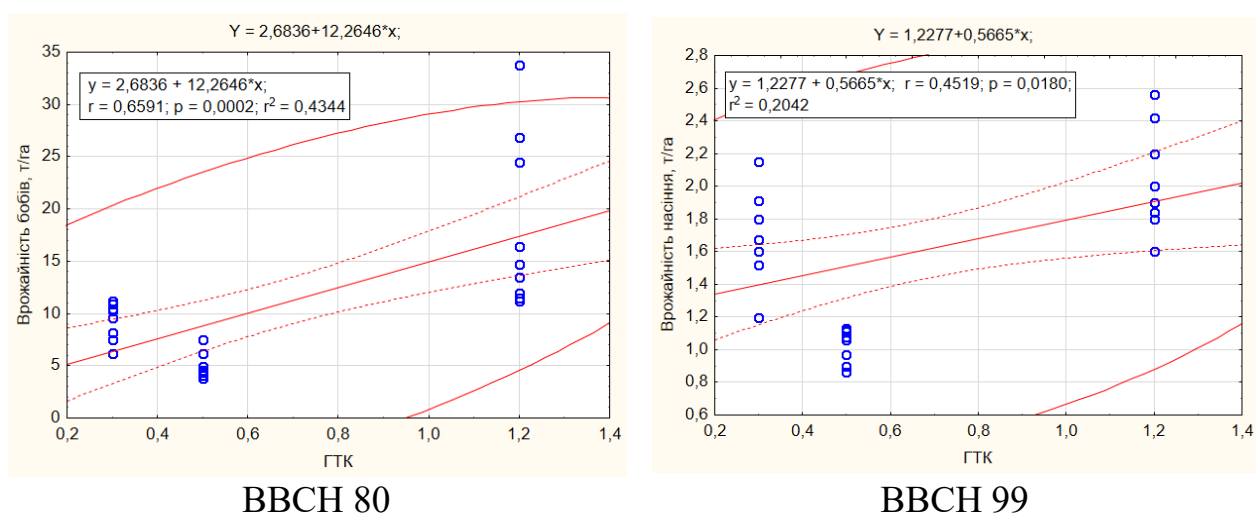
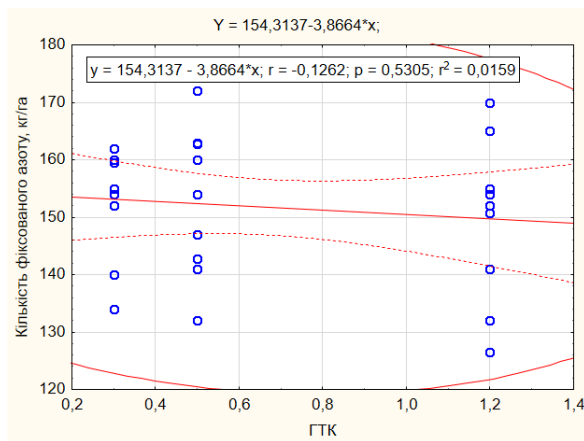


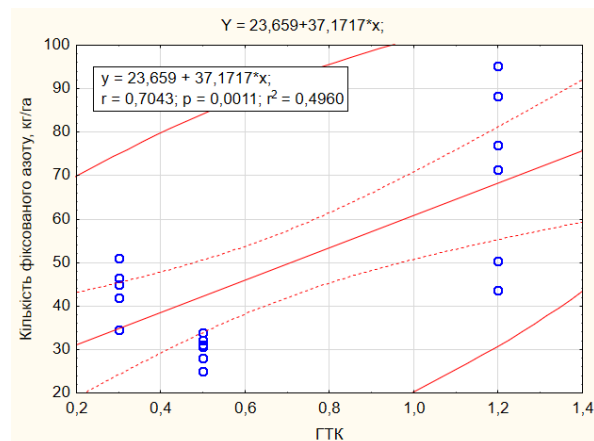
Рисунок 6.23. Статистичні моделі залежності між показниками врожайності бобових овочевих культур у фазі технічної стиглості й ГТК.

Статистичні дослідження взаємозв'язків між об'ємом фіксованого азоту і гідротермічним коефіцієнтом сильно відрізнялися залежно від досліджуваної культури. У сої овочевої у результаті аналізу виявлено слабкий зворотній зв'язок за шкалою Чеддока – $r = -0,1262$ між кількістю фіксованого азоту у фазі технічної стиглості і показником ГТК: $y = 154,3137 - 3,8664 \cdot x$, де x – це ГТК, y – кількість фіксованого азоту, кг/га (рис. 4.24А). Помітний зв'язок ($r = 0,7043$) виявлено між об'ємом фіксованого азоту і ГТК у квасолі овочевої у фазі біологічної стиглості насіння, який пояснюється рівнянням регресії $y = 23,659 + 37,151 \cdot x$, де x – ГТК, y – кількість фіксованого азоту в фазу технічної стиглості (рис. 6.24Б).

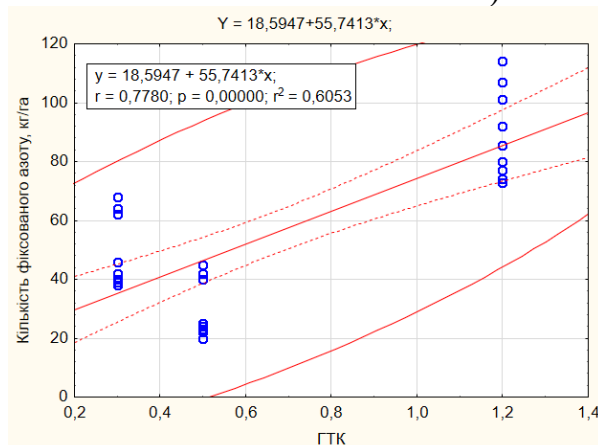
Сильний зв'язок ($r = 0,7780$) виявлено між об'ємом фіксованого азоту і ГТК у бобів кінських, який пояснюється рівнянням регресії $y = 18,5947 + 55,7413 \cdot x$, де x – ГТК, y – кількість фіксованого азоту (рис. 6.24В).



А) Соя овочева



Б) Квасоля овочева



В) Боби овочеві

Рисунок 6.24. Статистичні моделі залежності між показниками ГТК та активності симбіотичної фіксації азоту бобовими овочевими культурами.

6.4. Оптимізація продукційного процесу бобів кінських добром сортів і застосуванням краплинного зрошення.

Результатами біометричного аналізу встановлено, що вирощування бобів овочевих за зрошення сприяє збільшенню висоти рослин на 7,1–18,2 % (4,3–12,5 см) відносно варіантів на богарі. Так, у середньому за три роки рослини сортів Українські слобідські, Білоруські і Віндзорські, вирощені на богарі, мали істотно більшу висоту рослин проти стандарту на 8, 12 і 16 см або 13,5, 19,2 і 26,8 % ($p \leq 0,05 = 5,73$ см). За вирощування бобів за зрошення різниця збільшувалася до 16, 15 і 20 см відповідно до варіанту.

У середньому за три роки кількість пагонів на одній рослині за вирощування за зрошення зростала на 48,4–63,8 %, або 1,3–1,7 шт./роsl. при

$p \leq 0.05 = 0,94$ шт./росл. Істотна міжсортowa різниця відзначалася у сортів Білоруські і Віндзорські на богарі +0,3–0,6 шт./росл., Білоруські і Віндзорські за зрошення +0,6–0,8 шт./росл., у сорту Українські слобідські приріст цього показника був неістотним.

У середньому по сортах, за три роки листкова площа посівів бобу овочевого збільшувалася на краплинному зрошенні на 22,2–23,7 %. Сорти Українські слобідські та Білоруські формували листкову площу меншу від стандарту на 1,0 і 1,6 тис. м²/га на богарі ($p \leq 0.05 = 0,88$ тис. м²/га). За зрошення сорти Українські слобідські та Білоруські відзначалися зменшенням цього показника на 1,1 і 2,0 тис. м²/га. Сорт Віндзорські формував більшу листкову площу на 0,9 і 1,5 тис. м²/га проти стандарту (табл. 6.41).

Таблиця 6.41

Ріст рослин і формування листкової площі бобів кінських залежно від сорту та краплинного зрошення, (ВВСН 80), (2019–2020, 2022)

Варіант		Висота рослин, см	Кількість пагонів, шт./росл.	Листкова площі, тис. м ² /га
Богар*	Карадаг st	61	2,4	26,2
	Українські слобідські	69	2,5	25,2
	Білоруські	72	2,7	25,6
	Віндзорські	77	3,0	27,2
Краплинне зрошення	Карадаг st	65	3,7	33,4
	Українські слобідські	81	3,9	31,9
	Білоруські	80	4,4	31,4
	Віндзорські	85	4,5	34,4
	\bar{X}	74	3,4	29,4
	<i>SD</i>	7,95	0,80	3,50
	<i>CV, %</i>	11%	24%	12%
	<i>A</i>	3,31	0,54	0,51
	<i>HIP₀₅ B</i>	4,05	0,66	0,62
	<i>AB</i>	5,73	0,94	0,88

Примітка: * – контроль, st – стандарт.

Кількість бобів у середньому за три роки збільшувалася на варіантах з краплинним зрошенням на 76,9 і 76,0 % у сортів Українські слобідські та Білоруські, на 82,2 % – у сорту Карадаг і у сорту Віндзорські – на 100 % відносно варіанту без зрошення, що було істотним ($p \leq 0.05 = 1,37$ шт./роsl.) (табл. 6.42).

Таблиця 6.42

Морфометричні показники бобів кінських залежно від сорту та краплинного зрошення ($\bar{X} \pm SD$), (ВВСН 80), (2019–2020, 2022)

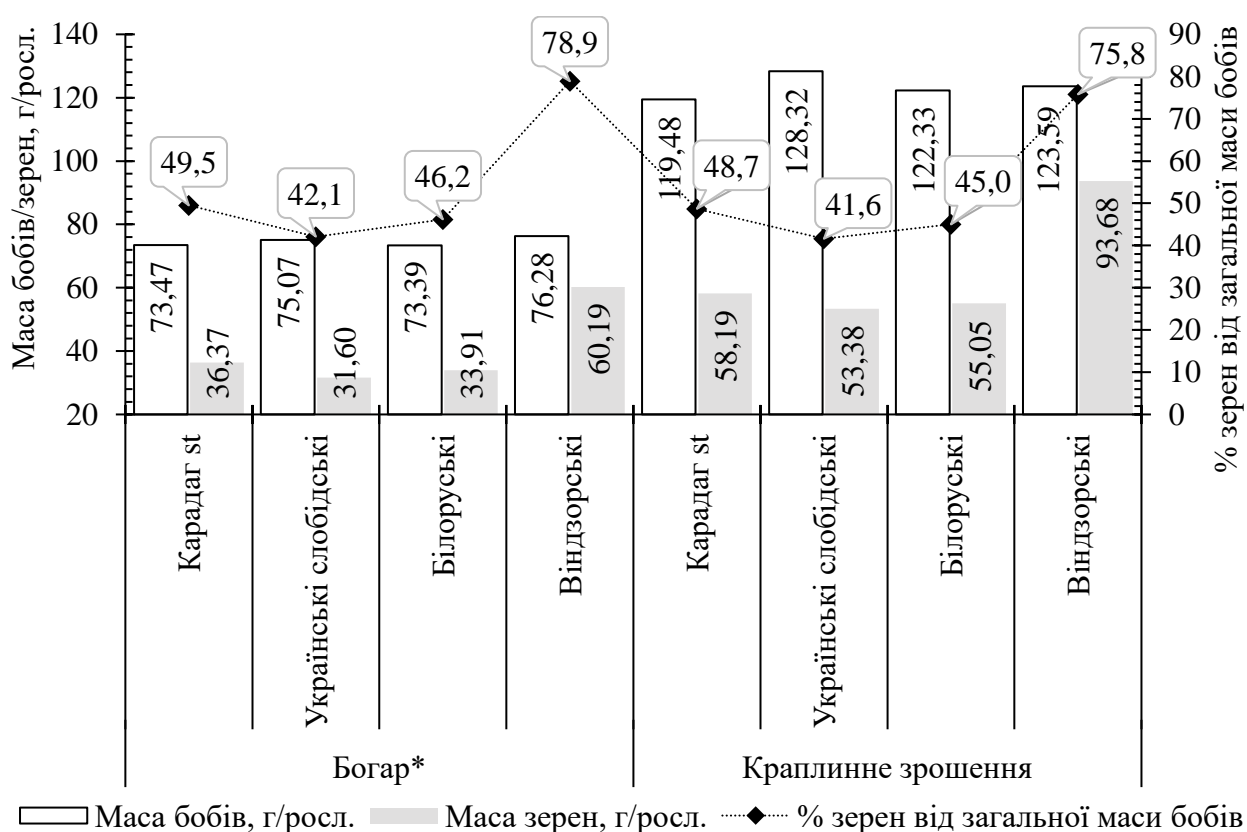
Варіант		Кількість бобів, шт./роsl.	CV, %	Кількість насінин, шт./біб	CV, %
Богар*	Карадаг st	2–14	56	2,0–2,4	7
	Українські слобідські	2–12	54	2,0–2,6	11
	Білоруські	2–12	54	2,0–2,5	10
	Віндзорські	2–12	54	2,2–3,0	13
Краплинне зрошення	Карадаг st	12–20	21	2,6–3,0	7
	Українські слобідські	10–18	25	3,0–4,0	14
	Білоруські	10–18	23	3,0–4,0	12
	Віндзорські	13–19	18	3,5–4,0	6
\bar{X}		12,4		2,9	
SD		3,76		0,59	
CV, %		30%		21%	
A		0,61		0,30	
HIP ₀₅ B		0,75		0,37	
AB		1,37		0,53	

Примітка: * – контроль, st – стандарт.

Міжсортова відмінність була істотною на всіх варіантах. Так, за богарного вирощування кількість бобів у сортів Українські слобідські, Білоруські і Віндзорські була меншою на 1 шт./роsl. відносно стандарту. За краплинного зрошення різниця між варіантами зростала. Так, у сорту Українські слобідські і Білоруські відзначали меншу кількість бобів відносно

стандарту на 2,0 шт./росл. ($p \leq 0.05 = 1,37$ шт.). Схожі результати отримано Ashenafi та Mekuria (2015) [2], де повідомляється про значну міжсорткову відміну за кількістю бобів на рослині. Відповідно до цього, Awol та ін. (2016) [3], а також Tafere та ін. (2012) [4] вказали, що кількість бобів на рослині перш за все залежить від сорту.

Краплинне зрошення сприяло суттєвому збільшенню маси зелених бобів на рослині на 46,9–53,2 г/росл. при $p \leq 0.05 = 4,95$ (рис. 6.25).

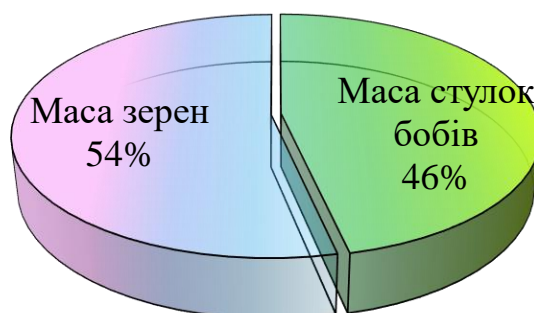


	Маса бобів, г/росл.				Маса зерен, г/росл.			
	2019	2020	2022	\bar{X}	2019	2020	2022	\bar{X}
\bar{X}	118,8	105,7	72,5	99,0	52,7	52,4	53,2	52,7
SD	20,64	18,64	34,56	24,56	19,76	18,39	18,50	19,76
CV,%	17	18	48	25	37	35	35	37
HIP ₀₅ A	4,84	3,18	2,77	2,86	2,73	1,75	1,96	1,53
B	5,93	3,89	3,39	3,50	3,35	2,14	2,41	1,88
AB	8,39	5,51	4,80	4,95	4,74	3,04	3,41	2,66

Примітка: * – контроль, st – стандарт.

Рисунок 6.25. Маса зелених бобів кінських залежно від сорту та краплинного зрошення, (ВВСН 80), (2019–2020, 2022).

Так, у сорту Білоруські відзначали меншу масу бобів проти сорту Карадаг на 0,1 г/роsl. за вирощування на богарі та вищу масу на 2,8 г/роsl. за зрошення. У сортів Українські слобідські цей показник переважав контроль на 1,6 і 8,8 г відповідно до способів вирощування. У сорту Віндзорські маса зелених бобів збільшувалася на 2,8 і 4,1 г/роsl. відповідно до варіанту. Найвищу масу зерен з однієї рослини і відповідно найвищий вихід зерен з боба отримано у обох варіантах сорту Віндзорські (60,19 і 93,68 г/роsl та 78,9 і 75,8 % відповідно до варіанту). Серед інших сортів жоден не давав масу, яка перевищувала хоча б 50 % від загальної маси боба. Усереднені дані показали співвідношення маси зерен до ступок бобів – 54/46 %. Дані вказують, що незалежно від умов року вирощування частка зелених зерен у бобах є приблизно однаковою, тобто маса бобів значно зростає за рахунок «м'ясистості» ступок бобів (рис. 6.26).

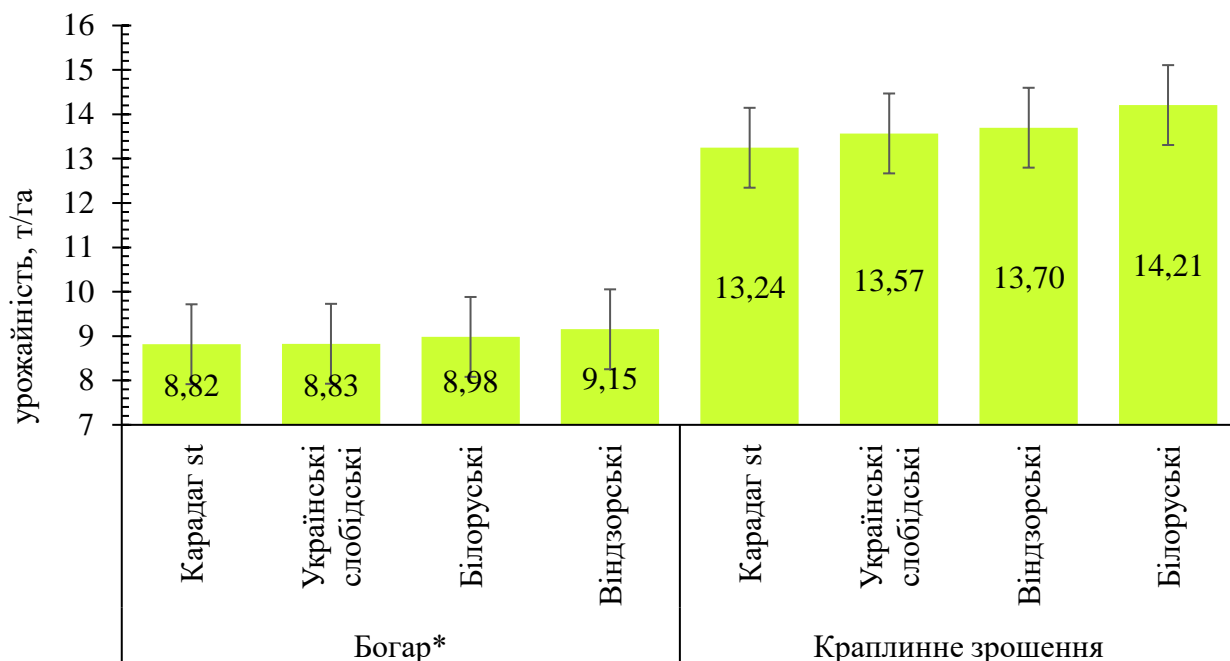


■ Маса ступок бобів ■ Маса зерен

Рисунок 6.26. Співвідношення маси зелених зерен до загальної маси бобів, %.

Урожайність культури є найважливішим показником ефективності технології вирощування. За краплинного зрошення показник товарної врожайності зростав на 4,4–5,2 т/га ($p \leq 0.05 = 0,72$), або 49,6–58,2 %. Так, сорт Українські слобідські мав вищу врожайність від сорту-стандарту на 0,16 т/га на богарі і на 0,96 т/га за зрошення. Сорт Віндзорські мав врожайність вищу від стандарту на 0,34 і 0,45 т/га відповідно до способу вирощування.

Сорт Білоруські характеризувався вищою врожайністю проти стандарту на 0,02 т/га на богарі та вищою на 0,32 т/га за зрошення (рис. 6.27).



	2019	2020	2022	\bar{X}
\bar{X}	11,5	11,1	12,0	11,5
SD	1,13	1,28	1,37	1,15
CV,%	10	12	11	10
HIP ₀₅ A	0,51	0,47	0,31	0,41
B	0,63	0,57	0,38	0,51
AB	0,90	0,81	0,54	0,72

Примітка: * – контроль, st – стандарт.

Рисунок 6.27. Врожайність зелених бобів кінських залежно від сорту і зрошення, (ВВСН 80), (2019–2020, 2022).

З отриманих результатів видно, що сорти приблизно однаково реагують на покращення умов вирощування (краплинне зрошення).

Вміст білка за краплинного зрошення зменшувався на 12,7–15,7 % залежно від сорту. За роками варіювання вмісту протеїну було слабким – CV = 1–10 %. Найнижчий показник вмісту білка було отримано у сортів за зрошення: Карадаг (10,3 г/100 г), Українські слобідські (10,8 г/100 г), і Білоруські (9,9 г/100 г). Такий факт може бути пов'язано з тим, що білок вважається хорошим показником стійкості рослин до дефіциту води, тому що

надходження води спричиняє гідроліз та катаболізм білків, вивільняючи вільні амінокислоти (зокрема, пролін) та аміак (табл. 6.43).

Таблиця 6.43

Вміст білка і сухої речовини у зелених бобах залежно від сорту і краплинного зрошення, (ВВСН 80), (2019–2020, 2022)

Варіант		Вміст білка, г/100 г	± до К*	Вміст сухої речовини, %	± до К*
Богар*	Карадаг st	11,8		13,4	
	Українські слобідські	12,4		13,8	
	Білоруські	11,7		13,6	
	Віндзорські	13,8		14,4	
Краплинне зрошення	Карадаг st	10,3	-1,5	11,4	-2,0
	Українські слобідські	10,8	-1,6	11,8	-2,0
	Білоруські	9,9	-1,8	11,7	-1,8
	Віндзорські	11,6	-2,2	12,7	-1,7
\bar{X}		11,5		12,9	
SD		1,15		1,05	
CV, %		10		8	

Примітка: * – контроль, st – стандарт.

Таким чином, за вирощування на богарі вміст білка у сорту Білоруські був неістотно меншим відносно стандарту (0,10 і 0,33 % при $p \leq 0.05 = 1,03$ %), у сорту Українські слобідські вмісту білка був більшим 0,53 % у обох варіантах, а у сорту Віндзорські вміст був більшим на 1,95 і 1,35 %.

Вирощування бобів на краплинному зрошення сприяло істотному зменшенню вмісту сухої речовини на 1,7–2,0 % ($p \leq 0.05 = 1,16$). Сорт Українські слобідські мав більший вміст сухої речовини на 0,4 %. Сорт Віндзорські переважав сорт Карадаг на 1,0 і 1,3 % відповідно до способу вирощування, сорт Білоруські на 0,1 і 0,3 % за вирощування на богарі і зрошенні відповідно.

Дослідження формування нодуляційного апарату показали, що вирощування бобів за зрошення сприяло істотному збільшенню маси азотфіксуючих бульбочок (ризобій) від 79,4 % у сорту Віндзорські до 151,6 % у сорту Білоруські на рівні $p \leq 0.05 = 0,03$ г/роsl. (табл. 6.44).

Розвиток нодуляційного апарату бобів кінських від сорту і краплинного зрошення (2019–2020, 2022)

Варіант		Кількість бульбочок, шт/роsl.		Маса бульбочок, г/роsl.	
		Загальна	Активних	Загальна	Активних
Богар*	Карадаг st	21,3	5,3	0,54	0,24
	Українські слобідські	50,3	11,0	0,70	0,39
	Білоруські	32,8	17,3	0,21	0,16
	Віндзорські	12,0	6,0	0,65	0,52
Краплинне зрошення	Карадаг st	26,0	11,2	0,99	0,62
	Українські слобідські	61,0	25,0	1,20	0,69
	Білоруські	39,3	21,3	0,54	0,35
	Віндзорські	18,5	7,7	1,16	0,60
\bar{X}		32,7	13,1	0,75	0,45
SD		15,64	6,85	0,32	0,18
$CV, \%$		48	52	43	40

За вирощування *на богарі*, за масою бульбочок, найбільш істотно переважав стандарт сорт Українські слобідські (+28,8 %), дещо нижчою була різниця у сорту Віндзорські (+19,02 %). Сорт Білоруські утворював менші за масою ризобії на 60,7 % відносно сорту Карадаг. За вирощування *за зрошення* збереглася така ж тенденція, але різниця між варіантами скоротилася. Так, сорт Українські слобідські та сорт Віндзорські формували ризобії більші за масою на 20,5 і 16,8 % відносно сорту-стандарту Карадаг, сорт Білоруські мав на 45,9 % менші за масою ризобії. Маса активних бульбочок у середньому складала 61,8 % від загальної маси. За вирощування на богарі цей показник становив 59,4 %, а за зрошення 61,79 %. Загалом, вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяло збільшенню маси активних бульбочок на 15,8 – 158,7 % залежно від сорту.

Вирощування бобів *на краплинному зрошенні* сприяло істотному збільшенню кількості ризобій на рослині. Так, сорт Карадаг збільшив їх

кількість відносно варіанту без зрошення на 21,9 % або 4,7 шт/росл., сорт Українські слобідські на 21,2 % або 10,7 шт/росл., сорт Білоруські – на 19,8 % або 6,5 шт/росл., сорт Віндзорські – на 54,4 % або 6,5 шт/росл. За вирощування на богарі сорти Українські слобідські і Білоруські утворювали на 29,0 і 11,5 шт./росл. бульбочок відносно сорту Карадаг, а сорт Віндзорські – менше на 9,3 шт/росл. Середній показник активних бульбочок становив 13,1 шт/росл. або 41,2 % від загальної кількості. Краплинне зрошення посівів сприяло збільшенню кількості активних бульбочок на 23,1–127,3 % (табл. 6.45).

Таблиця 6.45

Активність симбіотичного апарату бобів кінських залежно від сорту і краплинного зрошення ((ВВСН 80), (2019–2020, 2022))

Варіант		Вміст леоглобіну, мг/г	Активний симбіотичний потенціал, тис.кг×діб/га	Кількість фіксованого азоту, кг/га
Богар*	Карадаг st	5,3	11,3	36,2
	Українські слобідські	7,1	14,3	52,0
	Білоруські	5,0	16,9	56,3
	Віндзорські	7,7	17,7	58,0
Краплинне зрошення	Карадаг st	7,9	15,8	67,0
	Українські слобідські	10,3	21,9	90,9
	Білоруські	8,1	21,1	87,3
	Віндзорські	9,6	22,8	95,0
\bar{X}		7,6	17,7	67,8
SD		1,72	3,73	19,78
CV,%		23	21	29

Застосування краплинного зрошення оптимізувало водний режим посівів бобу овочевого, що сприяло підвищенню продуктивності нодуляційного апарату за рахунок чого концентрація леоглобіну у бульбочках зросла на 24,1–48,9 %. Найвищу концентрацію леоглобіну за богарних умов відзначено в сорту Віндзорські (7,7 мг/г), а за зрошення – у

сорту Українські слобідські (10,3 мг/г). Варіювання цього показника було сильним CV = 23 %, але у 2022 році, коли за богарних умов концентрація леоглобіну була мінімальною CV = 29 %.

Досліджувані фактори також впливали на формування активного симбіотичного потенціалу бобів. Так, на контролі сорту Карадаг АСП становив 11,3 тис. кг·діб/га, при цьому фіксовано 36,2 кг/га симбіотичного азоту. Вирощування даного сорту за зрошення підвищило показник активного симбіотичного потенціалу порівняно із контролем на 4,5 тис. кг·діб/га (39,7 %) – до 15,8 тис. кг·діб/га., що сприяло підвищенню рівня накопичення біологічного азоту на 30,8 кг/га або 85,1 %. Всі інші сорти накопичували азоту на 43,7–60,2 % більше від стандарту на богарі. Вирощування сортів бобу овочевого за зрошення сприяло підвищенню кількості фіксованого азоту на 30,8–38,9 кг/га, або 55,0–85,1 %. Найкращою реакцією на зрошення у напрямі азотфіксації відзначався сорт Карадаг. Проте найвищий рівень біологічно фіксованого азоту виявлено у сорту Віндзрські – 95,0 кг/га.

Висновки до розділу 6

1. У результаті порівняльного вивчення надано характеристику різних параметрів адаптивного потенціалу колекційних сортів/зразків сої овочевої, квасолі овочевої, бобу овочевого за ознаками:

- ✓ настання фази технічної стиглості:
 - соя овочева ранньостиглі сорти з вегетаційним періодом у 73–80 діб (Fiskeby V, СибНИИСОХ 6, Fiskeby V-E5);
 - квасоля овочева – Пурпурова королева (54 доби), Зоренька і Касабланка – 55 діб;
 - боби кінські – Б'янка і Екстра Грано Віолетто – 78 діб;
- ✓ з великою масою бобів з однієї рослини:
 - соя овочева – Fiskeby V, Веста, Sac, Fiskeby V-E5;

- квасоля овочева – Зоренька (59,7 г);
- боби кінські – Віндзорські (123,65 г) і Б'янка (103,57 г);
- ✓ кількість зерен у бобі:
 - соя овочева – Fiskeby V, Астра, Sac – 3 шт./біб;
 - боби кінські – Б'янка і Екстра Грано Віолетто – 4 шт./біб;
- ✓ урожайність й адаптивність у фазу технічної стиглості:
 - соя овочева – Sac (13,20 т/га), Fiskeby V (13,97 т/га), Fiskeby V - E5 (14,53 т/га)
 - квасоля овочева – Зоренька (12,7 т/га);
 - боби кінські – Віндзорські (16,42 т/га), Б'янка (13,73 т/га) і Свитязь (11,51 т/га);
- ✓ урожайність і адаптивність у фазі біологічної стиглості:
 - соя овочева Sac (1,95 т/га), Fiskeby V (2,22 т/га), Fiskeby V-E5 (2,46 т/га);
 - квасоля овочева – Пурпурова королева (2,22 т/га), Зоренька (2,89 т/га), Касабланка (2,58 т/га);
 - боби кінські – Бахус (1,92 т/га) і Свитязь (1,90 т/га);
- ✓ маса насіння з однієї рослини у фазі біологічної стиглості:
 - соя овочева – Астра (26,41), Sac (28,02);
 - квасоля овочева – Пурпурова королева (10,3 г), Зоренька (13,8 г), Касабланка (12,3 г);
 - боби кінські – Бахус (8,17 г), Свитязь (8,33 г) і Б'янка (7,33 г);
- ✓ з великою масою 1000 шт. насінин:
 - соя овочева – Karikachi (237,7 г), Веста (220,7), Sac (297,0);
квасоля овочева – Фруїдор (210 г) і Пурпурова королева (214 г);
 - боби кінські – Б'янка (2126 г), Екстра Грано Віолетто (2354 г) і Свитязь (2059 г);
- ✓ мінімальне накопичення олігосахаридів:
 - соя овочева – Sac (рафіноза – 0,13 %, стахіоза – 0,07 %);

- ✓ високий вміст білка у фазі технічної стиглості:
 - соя овочева – Karikachi – 36,29 г/100 г;
 - квасоля овочева – Фруїдор (17,13 г/100 г);
 - боби кінські – Кармазін (12,77 г/100 г), Віндзорські (13,51 г/100 г), Б'янка (14,30 г/100 г), Зелені низинні (14,43 г/100 г);
- ✓ високий вміст білка у фазі біологічної стиглості:
 - соя овочева – Астра (39,31 г/100 г);
 - квасоля овочева – Пурпурова королева (24,77 г/100 г) і Фруїдор (26,73 г/100 г);
 - боби кінські – Зелені низинні (30,57 г/100 г);
- ✓ висока азотфіксуюча здатність:
 - соя овочева – Астра (161,67 кг/га), Sac (168,00 кг/га);
 - квасоля овочева – Палома (51,5 кг/га), Фруїдор (54,6 кг/га), Касабланка (60,0 кг/га);
 - боби кінські – Українські слобідські (67,7 кг/га), Віндзорські (71,0 кг/га) і Екстра Грано Віолетто (75,7 кг/га).

2. Встановлено, що врожайність бобових культур залежить від кількості бобів на одній рослині. Кількість бобів на одній рослині у більшому ступені залежала від екологічних умов ніж від сортових особливостей, кількість насінин у бобі також залежала від екологічних умов вирощування, така ж тенденція збереглася і за показниками маси насіння з однієї рослини, та врожайності бобів і насіння.

3. З'ясовано, що за вирощування бобів на краплинному зрошенні кількість пагонів на одній рослині збільшувалася на 17,3–30,0 %, або 0,7–1,0 шт./роsl., листкова площа посівів зростала на 21,2–24,9 %, а кількість бобів збільшувалася на варіантах з краплинним зрошенням на 47,8 % у сорту Білоруські, на 50 % – у сортів Карадаг st і Українські слобідські, у сорту Віндзорські – на 62,5 % відносно варіанту без зрошення.

4. Відзначено, що краплинне зрошення сприяло збільшенню маси зелених бобів на рослині на 35,9–41,9 г/роsl., а показник товарної врожайності зростав на 3,5–4,2 т/га, або 31,3–39,2 %. Вміст сирого протеїну за краплинного зрошення зменшувався на 1,6–2,2 %. Аналіз отриманих даних вказує на те, що краплинне зрошення сприяє збільшенню рівня реалізації біологічного потенціалу, який є особливо високим у сортів Українські слобідські, Білоруські і Віндзорські.

5. Виявлено, що вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяло істотному збільшенню кількості азотфіксуючих бульбочок на рослині на 34,2–114,9 % та їх маси на 5,7–46,7 %, що відповідно й збільшило концентрацію біологічного азоту у ґрунті. Вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяє істотному покращенню формування бобово-ризобіальної системи, що позитивно впливає на концентрацію біологічного азоту у ґрунті.

6. Отримані результати надають корисну інформацію щодо продуктивності та адаптивної здатності для подальшої селекційної практики і доводять, що інтродуковані в умови Лісостепу сорти бобових овочів придатні, як для отримання овочевої продукції, так і для насіння.

Матеріали розділу опубліковано у працях згідно додатку Є.1: 3, 5, 6, 7, 20, 38, 40

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 4

-
- 1 Francis C., Enneking Dirk El-Moneim A. When and where will vetches have an impact as grain legumes. 2000, pp. 375–384. 10.1007/978-94-011-4385-1_34.
 - 2 Ashenafi M., Mekuria W. Effect of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties on yield attributes at Sinana and Agarfa districts of Bale zone, Southeastern Ethiopia.

Jordan Journal of Biological Sciences. 2015, 8(4): 281–286. DOI: 10.12816/0027064.

- 3 Awol M., Seyum A., Eyeberu A., Niguse S. Participatory evaluations of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in Wollo, Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics, Extension and Rural Development*. 2016, 4(7): 488–495.
- 4 Tafere M., Tadesse D., Yigzaw D. Participatory varietal selection of faba bean (*Vicia faba* L.) for yield and yield components in Dabat district, Ethiopia. *Wudpecker Journal of Agricultural Research*. 2012, 1(7): 270–274.

РОЗДІЛ 7

МОДЕЛЬ БІОЛОГІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БОБОВИХ ОВОЧІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОІНОКУЛЯНТІВ ТА МІКОРИЗНОГО ПРЕПАРАТУ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

7.1. Формування продуктивності сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолайн окремо та сумісно з міокризоутворювачем Мікофренд.

Вплив біоінокулянтів та мікоризи на формування показників індивідуальної продуктивності був слабким але істотним. Так, кількість бобів на рослині варіювала слабо – $CV = 8 \%$, проте істотно зростала за використання Різолайну та сумішей інокулянтів з Мікофрендом. Так, суміш Мікофренд + Андеріз сприяла збільшенню кількості бобів на 23,7 і 13,8 % відповідно до сорту Романтика та Sac. Суміш Різолайн + Мікофренд сприяла більш істотному збільшенню кількості бобів – 26,2 % або 8 шт/росл. у сорту Романтика та 19,8 % або 6,0 шт у сорту Sac.

На кількість зерен у бобі застосування біоперпаратів впливало неістотно, однак у сорту Романтика відзначено збільшення їх кількості на 0,13 за використання інокулянтів, на 0,07 шт за використання мікоризи та на 0,17 і 0,20 шт за використання комбінацій біопрепаратів Андеріз + Мікофренд і Різолайн + Мікофренд відповідно. У сорту Sac відзначали неістотне збільшення (+0,03 шт) цього показника лише у варіанті, де використовували Різолайн + Мікофренд.

Маса бобів є визначальним фактором продуктивності рослин сої. Таким чином, використання біоінокулянтів окремо і сумісно з Мікофрендом сприяло істотному збільшенню даного показника. Застосування біоінокулянту Андеріз сприяло збільшенню маси бобів на рослині на 6,5 % або 4,8 г у сорту Романтика та 4,7 % або 7,5 г у сорту Sac. Використання біоінокулянту Різолайн було більш ефективним. Маса бобів на рослині у технічній стиглості зростала

на 7,3 % або 5,4 г у сорту Романтика і 7,2 % або 11,5 г у сорту Sac. Застосування комбінацій інокулянтів та мікоризи мало найбільший ефект. Так, суміш Андеріз + Мікофренд сприяла збільшенню даного показника на 12,1 і 9,5 % у сортів Романтика та Sac. За використання суміші Різолاین + Мікофренд збільшення маси бобів відзначали на рівні 13,8 і 11,1 % відповідно до сорту (табл. 7.1).

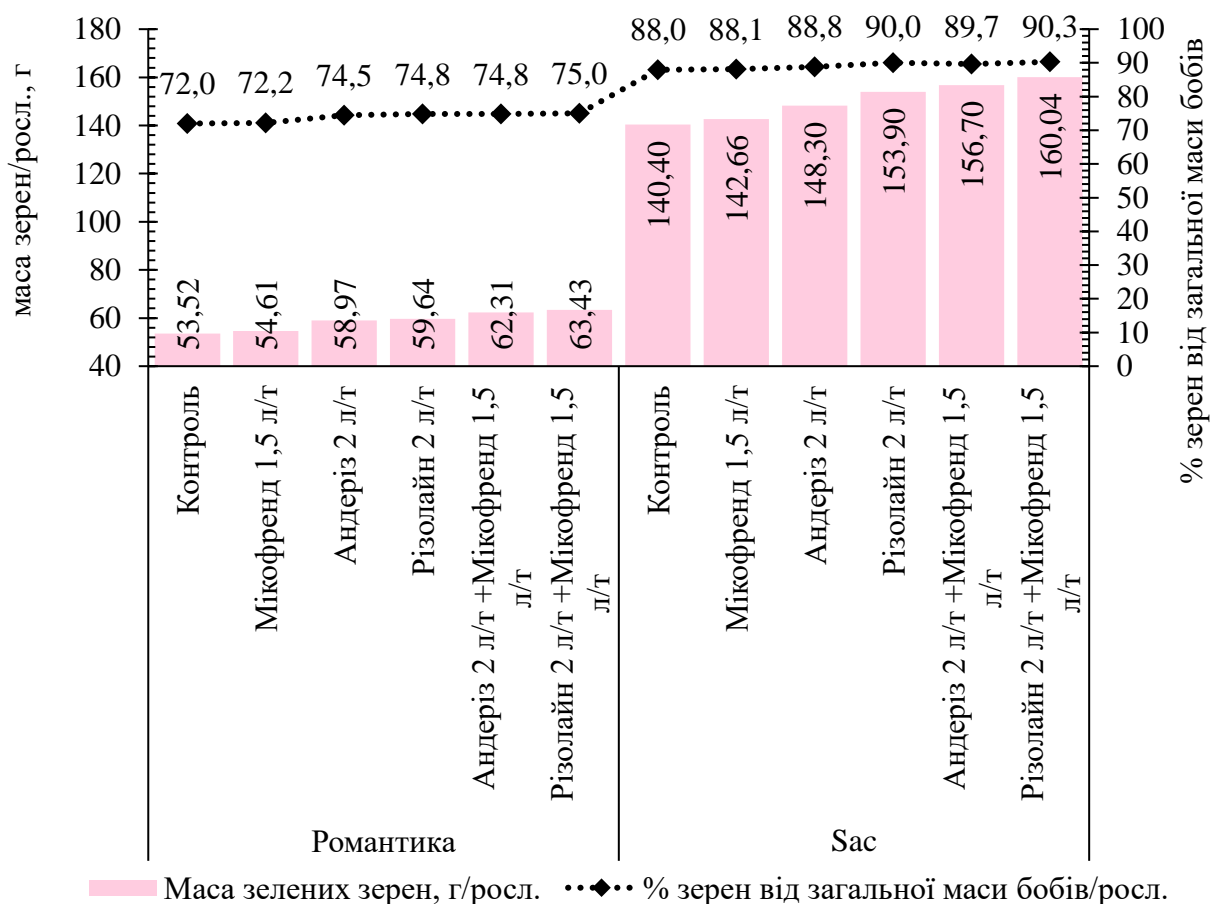
Таблиця 7.1

Індивідуальна продуктивність рослин сортів сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолاین окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд ($X \pm SD$), (ВВСН 79), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Кількість бобів, шт./росл.	Маса бобів, г/росл.	Кількість насінин, шт./біб
Романтика	Контроль	31±12,3	74,33±11,1	2,3±0,38
	Андеріз 2 л/т	34±13,2	79,17±13,5	2,4±0,43
	Різолاین 2 л/т	36±14,6	79,73±13,5	2,4±0,43
	Мікофренд 1,5 л/т	32±13,2	75,60±11,7	2,3±0,47
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	38±15,3	83,30±15,1	2,4±0,42
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	39±16,0	84,57±15,4	2,5±0,41
Sac	Контроль	32±18,5	159,53±27,0	3,0±0,0
	Андеріз 2 л/т	35±18,9	167,00±27,4	3,0±0,0
	Різолاین 2 л/т	36±19,9	171,00±27,1	3,0±0,0
	Мікофренд 1,5 л/т	33±19,1	161,93±27,0	3,0±0,0
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	38±19,9	174,70±28,0	3,0±0,0
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	38±19,6	177,23±27,3	3,0±0,05
	<i>X</i>	35	124,01	2,7
	<i>SD</i>	3	44,86	0,31
	<i>CV, %</i>	8	36	12
	<i>HIP₀₅ A</i>	1,18	3,47	0,12
	<i>B</i>	1,44	4,30	0,14
	<i>AB</i>	2,04	6,01	0,20

Використання біоінокулянтів і мікоризи в біологізованій технології вирощування сої овочевої сприяло збільшенню маси зелених зерен сої у бобах на 2,0–18,5 % у сорту Романтика (з 72 % у контролі до 75,0 % від загальної

маси бобів у варіанті Різолайн+Мікофренд) та 1,6–14,0 % у сорту Sac (з 88,0 до 90,3 % від загальної маси бобів у варіанті Різолайн+Мікофренд). Збереглася закономірна динаміка, де за окремого і комбінованого застосування інокулянт Різолайн мав кращу ефективність. Так, мінімальне збільшення маси зерен від загальної маси бобів складало 0,3 і 0,1 % за використання Мікофренду відповідно до сорту. За окремого застосування інокулянтів зростання цього показника дорівнювало 3,5 і 3,9 % у сорту Романтика та 0,9 і 2,3 % у сорту Sac. Комбіноване застосування інокулянту Різолайн+Мікофренд сприяло зростанню маси зелених зерен на 4,2 і 2,6 % відповідно до сорту (рис. 7.1).



<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>HIP₀₅</i>		
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
105	46	44	5,60	6,86	9,71

Рисунок 7.1. Співвідношення маси зелених зерен і ступок бобів сортів сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріс і Різолайн окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 79), (2020–2022).

Використання суміші Андеріз + Мікофренд сприяло підвищенню врожайності 11,0 % або 1,0 т/га у сорту Романтика та 10,0 % або 1,3 т/га у сорту Sac. Суміш Різолاین + Мікофренд була більш ефективною, врожайність за її використання збільшувалася на 12,7 і 11,3 % або 1,1 і 1,5 т/га відповідно до сорту. При цьому варіювання врожайності едамаме було значним – CV = 20 % (рис. 7.2).

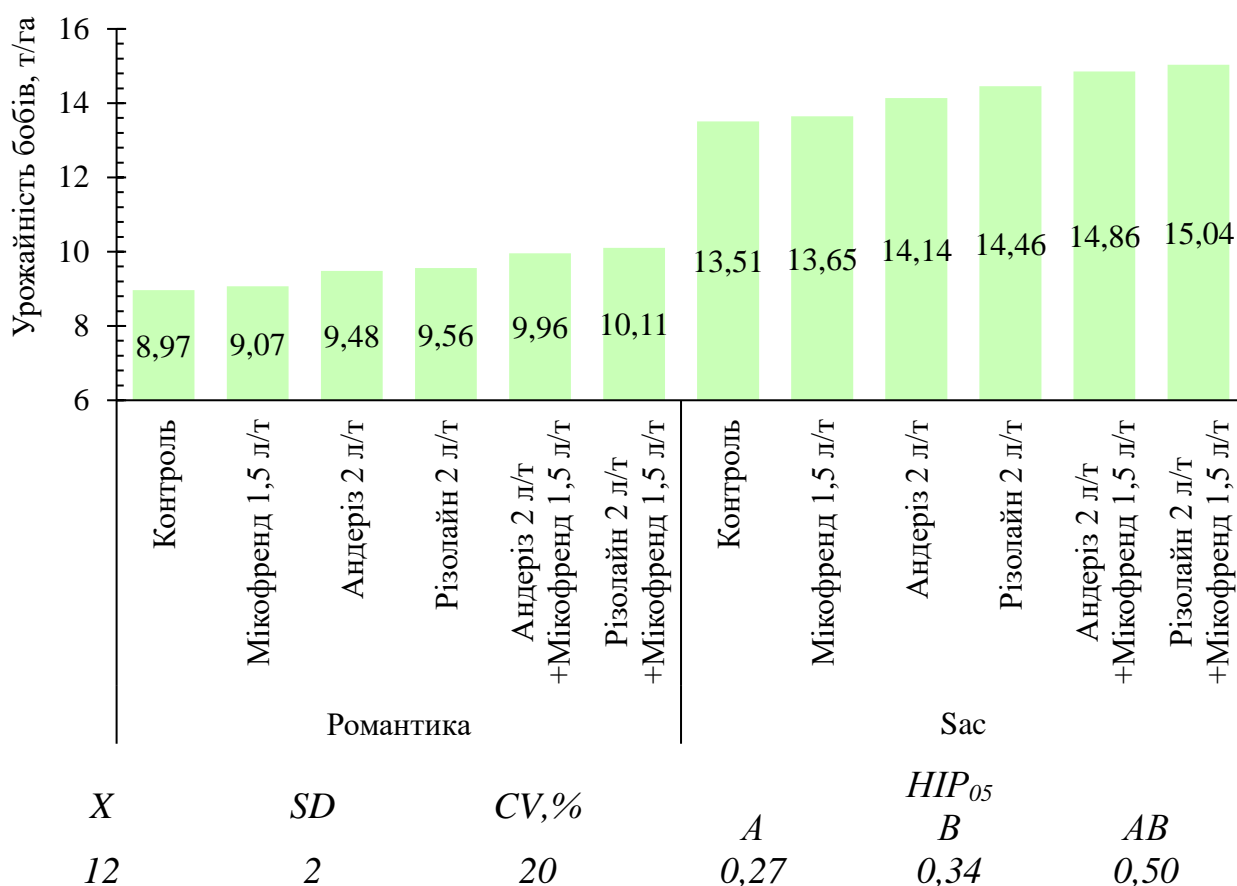


Рисунок 7.2 Урожайність бобів едамаме за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолاین окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, т/га, (ВВСН 79), (2020–2022).

Застосування інокулянтів окремо і сумісно з мікоризоутворювачем сприяло збільшенню маси насіння з однієї рослини у сорту Романтика з 12,3 г у контролі до 13,7 г, сорту сорту Sac з 28,0 г у контролі до 30,8 г у варіанті Різолاین+Мікофренд. Варіювання даної ознаки складало 39 % (за роками 37–40 %). Найменш ефективним виявилось застосування мікоризного препарату Мікофренд, де маса насіння збільшувалася лише на 0,6 і 1,1 % відповідно до сорту. Істотної різниці між біоінокулянтами, які застосовували окремо не

виявлено. Так, у сорту Романтика маса насіння збільшувалася на 5,1–7,1 % або 0,6–0,9 г/роsl., у сорту Sac – на 3,1–5,6 % або 0,9–1,6 г/роsl. відповідно до варіанту. Комплексне застосуванні інокулянтів і мікоризи приляло більш істотному збільшенню даного показника, проте різниця між інокулянтами лишалася неістотною. Так, у сорту Романтика маса насіння з однієї рослини збільшилася на 1,2 і 1,4 г або 9,6 і 11,0 %, у сорту Sac – 2,1 і 2,8 г або 7,6 і 10,0 % (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Маса насіння та маса 1000 шт. насінин сортів сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолан окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд ($X \pm SD$), (ВВСН 99), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Маса насіння, г/роsl.	Маса 1000 шт., г
Романтика	Контроль	12,3±6,9	161,2±9,3
	Андеріз 2 л/т	13,0±6,8	161,1±9,4
	Різолан 2 л/т	13,2±6,8	160,6±9,6
	Мікофренд 1,5 л/т	12,4±6,9	161,2±9,3
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	13,5±6,9	159,6±10,4
	Різолан 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	13,7±6,8	159,3±10,6
Sac	Контроль	28,0±15,9	297,2±44,7
	Андеріз 2 л/т	28,9±16,4	296,8±44,6
	Різолан 2 л/т	29,6±16,7	296,5±44,5
	Мікофренд 1,5 л/т	28,3±16,1	296,9±44,7
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	30,2±16,7	295,6±44,7
	Різолан 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	30,8±17,1	295,4±44,5
	<i>X</i>	21,2	228,4
	<i>SD</i>	8,19	67,95
	<i>CV, %</i>	39	30
	<i>HIP₀₅ A</i>	1,30	6,34
	<i>B</i>	1,59	7,78
	<i>AB</i>	2,25	10,99

Маса 1000 насінин також є важливим структурним елементом продуктивності сої, тому також вивчалася. Дослідження такого показника показало істотну варіацію – $CV = 30\%$ (за роками 22–34 %), що пояснюється істотною міжсортною відмінністю. Так, у сорту Романтика дослідження впливу мікоризного препарату Мікофренд не виявлено змін, застосування

біоінокулянтів Андерізі і Різолاین спричиняло зменшення маси 1000 шт на 0,1 і 0,4 % або 0,1 і 0,6 г, тоді як за комбінованого застосування інокулянтів з мікоризою зменшувало масу 1000 шт насінин на 1,0 і 1,2 % або 1,6 і 1,9 г. У сорту Sac зберігалася подібна динаміка, проте за використання Мікофренду маса 1000 насінин неістотно зменшилася – на 0,1 % або 0,2 г; за окремого використання інокулянтів – на 0,1 і 0,2 % або 0,4 і 0,7 г; за комбінованого використання препаратів – на 0,5 і 0,6 % або 1,6 і 1,8 г відповідно до варіанту.

Вивчення ефективності біоінокулянтів та мікоризи на формування насінневої продуктивності також є важливими елементом технології. Урожайність насіння коливалася помітно ($CV = 18\%$), залежно від варіанту – 1,34–2,14 т/га (рис. 7.3).

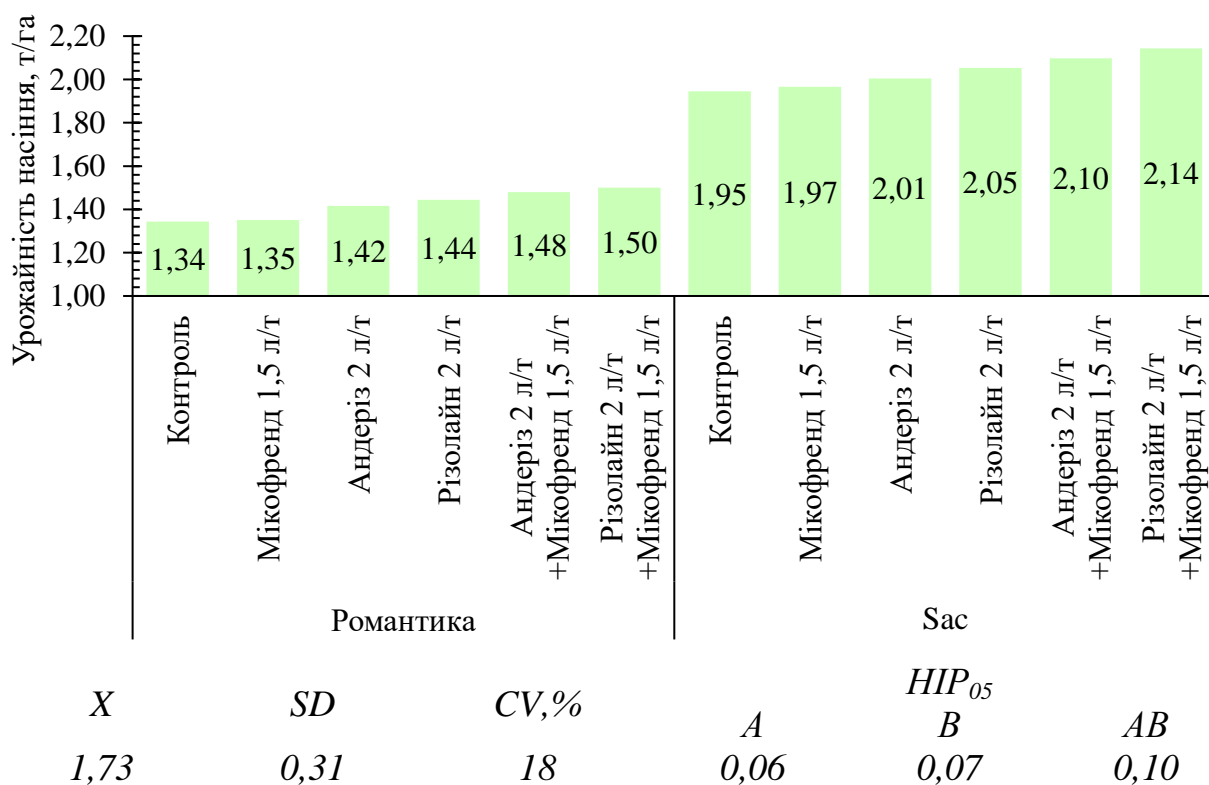


Рисунок 7.3. Урожайність насіння сої овочевої за використання біоінокулянтів Андерізі і Різолاین окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, т/га, (ВВСН 99), (2020–2022).

Найбільшу врожайність формували посіви сої овочевої за використання суміші Різолاین + Мікофренд – 1,50 і 2,14 т/га у сортів Романтика та Sac, що забезпечило приріст даного показника відносно контрольних варіантів на рівні

11,7 і 10,2 % або 160 і 200 кг/га. Суміш Андеріз + Мікофренд також була ефективною. Урожайність насіння сорту Романтика збільшилася на 10,1 % або 140 кг/га, сорту Sac – 7,8 % або 150 кг/га

Вміст сухих речовин варіював слабо – $CV = 8\%$ і збільшувався неістотно. Таким чином, застосування комбінації препаратів сприяло максимальному зростанню даного показника – 2,1–2,7 % залежно від сорту і суміші препаратів. Окреме застосування біоінокулянтів сприяло збільшенню концентрації сухих речовин на 0,5–1,4 % залежно від сорту. Використання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд було більш ефективним відносно інокулянтів і сприяло збільшенню даного показника на 1,7–1,9 % відповідно до варіанту (рис. 7.4).

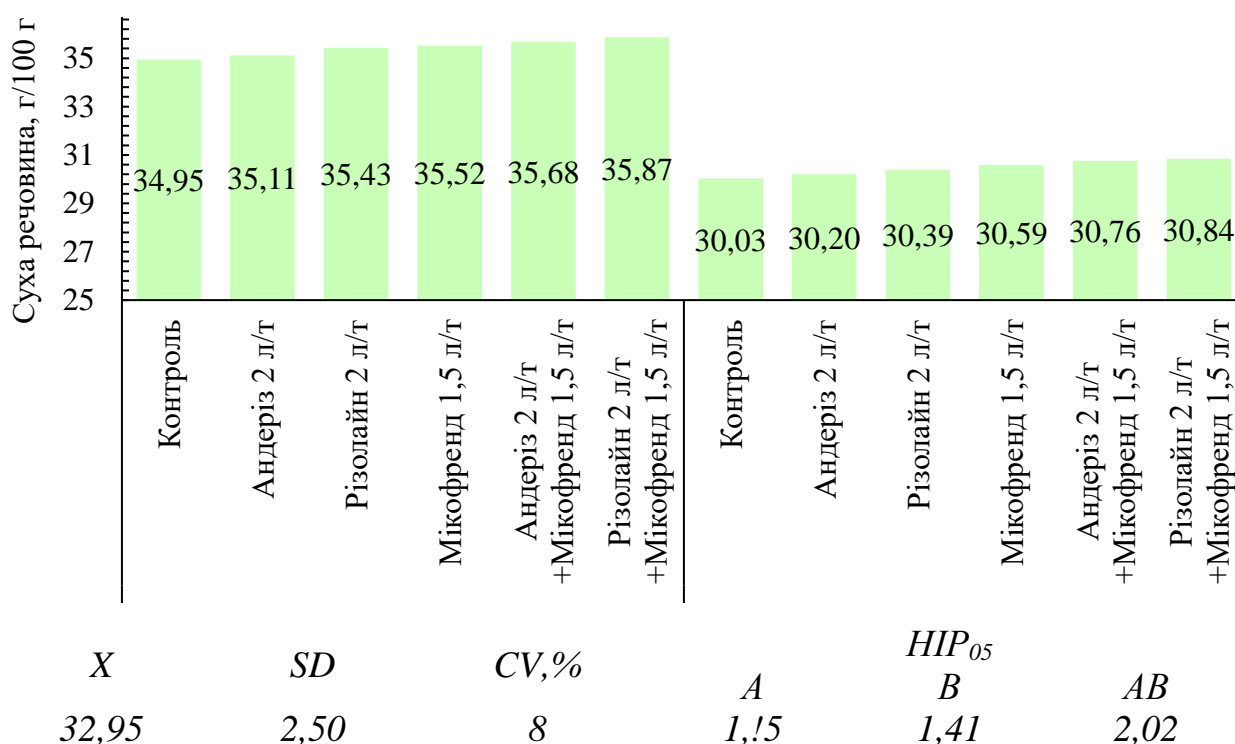
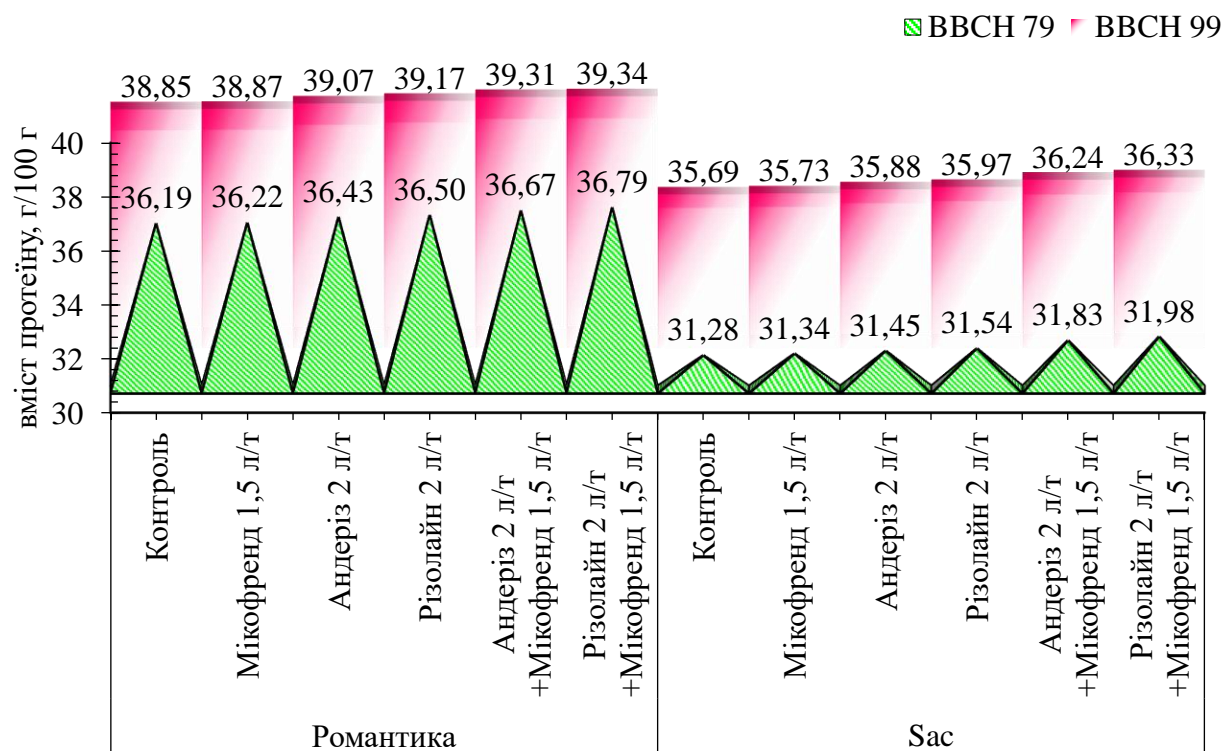


Рисунок 7.4. Суха речовина бобів едамаме за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолайн окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, г/100 г, (ВВСН 79), (2020–2022).

Вміст протеїну є важливим показником, від якого залежить енергетична ефективність технології вирощування та поживна цінність сировини. Тому, у своїх дослідях ми вивчили, як змінювалася концентрація протеїну в зерні у

фазі технічної та біологічної стиглості зерна. Загальна тенденція за вмістом протеїну була однаковою – сорт Романтика накопичував більше протеїну в обидві фази, а застосування комбінацій інокулянтів з мікоризою виявилось більш ефективним (рис. 7.5).



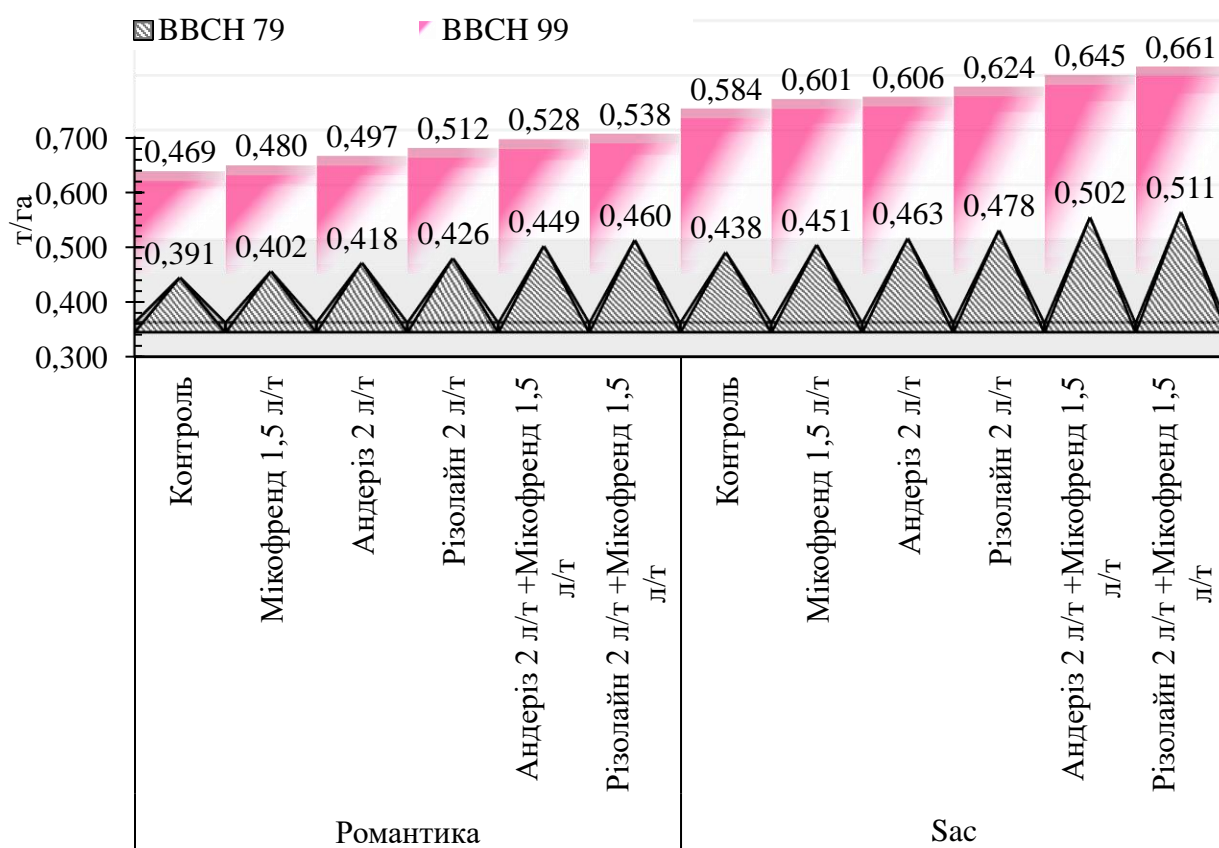
	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>HIP₀₅</i>		
				<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
<i>BBSH 79</i>	34,02	2,46	7	1,53	1,87	2,65
<i>BBSH 99</i>	37,54	1,58	4	1,11	1,36	1,92

Рисунок 7.5. Вміст протеїну у бобах едамаме на різних фазах стиглості за використання біоінокулянтів Андеріс і Різолайн окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (BBSH 79), (2020–2022).

У фазі технічної стиглості зерна концентрація протеїну варіювала слабо ($CV = 7\%$), і знаходилася у межах 31,28–36,79 г/100 залежно від сорту. Застосування сумішей Різолайн + Мікофренд та Андеріс + Мікофренд сприяло збільшенню концентрації протеїну на 1,3 і 1,6 % або 0,5 і 0,6 г/100 г у сорту Романтика і 1,8 і 2,2 % або 0,6 і 0,7 г/100 г у сорту Sac. У фазу біологічної зрілості зерна концентрація протеїну варіювала дуже слабо – 4 % (за роками 2–6 %) і зростає до 35,69–39,34 г/100 г, при цьому різниця між варіантами

зменшилася. Застосування сумішей Різолاین + Мікофренд та Андеріз + Мікофренд сприяло збільшенню концентрації протеїну 1,2–1,3 % або 0,5 г/100 г у сорту Романтика та 1,5–1,8 % або 0,5–0,6 г/100 г у сорту Sac. Окреме застосування біоінокулянтів сприяло менш значному збільшенню концентрації протеїну в зерні – 0,1–0,3 % залежно від сорту та інокулянту

Дослідження умовного виходу протеїну з одиниці площі на різних фазах стиглості сої овочевої показало істотно міжсортову варіацію. Так, у сорту Романтика даний показник був у межах 0,391–0,460 т/га у фазі технічної стиглості й збільшувався на 17,5–20,0 %, що складало 0,469–0,538 т/га у фазу біологічної стиглості (рис. 7.6).



	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>HIP₀₅</i>		
				<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
<i>BVCH 79</i>	0,449	0,035	8	0,012	0,016	0,022
<i>BVCH 99</i>	0,562	0,063	11	0,020	0,025	0,036

Рисунок 7.6. Умовний вихід протеїну з бобів едамаме на різних фазах стиглості за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолاین окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (BVCH 79), (2020–2022).

У сорту Sac вихід протеїну на цих же фазах складав 0,438–0,511 т/га та 0,584–0,661 т/га, що відповідно більше від фази технічної стиглості на 28,6–33,5 %. Відзначено, що у обох сортів максимальний приріст умовного виходу протеїну між фазами стиглості у контролі, а мінімальний – за комбінованого застосування інокулянтів з мікоризою.

Максимальної кількості бульбочок на одній рослині було досягнуто за комбінованого використання біоінокулянтів Андеріз та Різолан з мікоризоутворювачем Мікофренд – 18 і 19 шт./роsl. у сорту Романтика та 19 і 21 шт./роsl. у сорту Sac (табл. 7.3).

Таблиця 7.3

Розвиток нодуляційного апарату сортів сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолан окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд ($X \pm SD$), (ВВСН 79), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Кількість бульбочок, шт./роsl,		Маса бульбочок, г/роsl,	
		Загальна	Активних	Загальна	Активних
Романтика	Контроль	10±1,7	6±0,8	0,18±0,04	0,11±0,02
	Андеріз 2 л/т	15±1,4	13±1,3	0,23±0,03	0,16±0,04
	Різолан 2 л/т	17±1,9	14±1,3	0,24±0,04	0,18±0,05
	Мікофренд 1,5 л/т	11±1,6	9±1,2	0,18±0,04	0,13±0,05
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	18±1,8	16±1,1	0,26±0,04	0,21±0,05
	Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	19±2,1	17±2,0	0,29±0,04	0,23±0,05
Sac	Контроль	10±4,5	8±3,3	0,23±0,04	0,18±0,03
	Андеріз 2 л/т	15±5,8	12±4,9	0,26±0,03	0,21±0,04
	Різолан 2 л/т	16±6,4	13±5,3	0,27±0,04	0,22±0,04
	Мікофренд 1,5 л/т	11±4,7	9±3,9	0,25±0,04	0,19±0,04
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	19±6,1	17±4,8	0,31±0,06	0,25±0,06
	Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	21±6,4	20±5,8	0,33±0,07	0,27±0,07
	<i>X</i>	15	13	0,25	0,20
	<i>SD</i>	4	4	0,04	0,05
	<i>CV,%</i>	24	32	17	23
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,62	0,57	0,0074	0,0107
	<i>B</i>	0,76	0,70	0,0091	0,0133
	<i>AB</i>	1,08	1,00	0,0129	0,0184

За таких умов відсоток активних бульбочок був вищим у варіантах Різолاین + Мікофренд – 92,9 і 94,5 % відповідно до сорту. Відзначено і суттєву міжсорткову різницю. Так, сорт Sac характеризувався кращим розвитком нодуляційного апарату. У сорту Романтика відсоток активних бульбочок коливалася від 58,1 у контролі до 92,9 у варіанті Різолاین + Мікофренд, а у сорту Sac різниця була менш суттєвою – 80,0–94,5 %

Визначення загальної маси бульбочок показало, що за окремого і комбінованого використання біоінокулянтів з мікоризоутворювачем, вищою вона була у варіантах з біоінокулянтом Різолاین. Так, окреме і комбіноване використання препаратів сприяло збільшенню загальної маси бульбочок від 29,1 до 56,4 % у сорту Романтика та 15,9–42,0 % у сорту Sac відносно контролю обох сортів.

Застосування досліджуваних препаратів також сприяло збільшенню частки активних бульбочок. Так, частка активних збільшувалася у сорту Романтика з 54,5 % у контролі до 78,4 % у варіанті комбінованого застосування Різолайну з Мікофрендом та з 79,7 до 83,0 % на відповідних варіантах у сорту Sac.

Наявність леоглобіну у бульбочках власне і вказує на їх симбіотичну активність, бульбочки, які не мають леоглобіну не накопичують азот. За таким показником відзначали помітну міжсорткову різницю. Так, бульбочки сорту Романтика накопичували від 9,52 до 10,37 мг/г леоглобіну, тоді як сорт Sac мав показники на рівні 12,44–12,89 мг/г. У обох сортів максимальне накопичення леоглобіну відзначали у варіанті комбінованого застосування Різолайну з Мікофрендом, мінімальне у контролі та з окремим застосуванням мікоризоутворювача.

Показником, що узагальнює величину активності симбіотичного апарату, є активний симбіотичний потенціал (АСП). Метод визначення АСП заснований на відносній стабільності маси бульбочок за певний період розвитку рослин та залежності активності бобово-ризобіальної системи від маси бульбочок, що містять леоглобін (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Активність симбіотичного апарату сортів сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Різолан окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд ($X \pm SD$), (ВВСН 79), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Вміст легоглобіну, мг/г	Активний симбіотичний потенціал, тис,кг×діб/га	Кількість фіксованого азоту, кг/га
Романтика	Контроль	9,52±0,98	26,2±1,00	143,9±8,6
	Андеріз 2 л/т	9,55±0,99	27,7±2,01	148,6±8,8
	Різолан 2 л/т	9,72±1,19	29,5±2,04	159,4±7,4
	Мікофренд 1,5 л/т	9,84±1,32	30,9±1,51	166,6±7,3
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	10,32±1,23	31,7±1,73	173,6±11,9
	Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	10,37±1,26	35,6±1,72	188,3±15,4
Сас	Контроль	12,44±1,92	34,4±3,31	168,0±4,3
	Андеріз 2 л/т	12,46±1,93	34,5±3,31	172,5±5,6
	Різолан 2 л/т	12,57±1,96	35,6±3,07	185,8±14,9
	Мікофренд 1,5 л/т	12,62±1,97	36,1±2,29	189,8±11,2
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	12,73±2,04	36,5±2,84	194,6±9,9
	Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	12,89±2,18	37,9±2,19	201,6±11,3
	<i>X</i>	11,25	33,1	174,4
	<i>SD</i>	1,39	3,61	17,41
	<i>CV,%</i>	12	11	10
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,44	1,07	3,59
	<i>B</i>	0,54	1,31	4,39
	<i>AB</i>	0,76	1,85	6,21

Ефективність впливу передпосівної обробки насіння на активність симбіозу багато у чому залежала від погодних умов. Проведеними дослідженнями доведено, що соя в умовах зони нестійкого зволоження Черкаської області формує досить великий симбіотичний потенціал: так, у 2021 році, коли випадала необхідна для рослин кількість опадів, за період вегетації цвітіння – наливу бобів, АСП становив від 27,5 до 39,5 тис,кг×діб/га. Однак, в умовах зниження вологості ґрунту, коливання температурного режиму відбувалося помітне зниження активного симбіотичного потенціалу.

Основним резервом підвищення врожайності бобових культур є науково обґрунтоване використання поживного потенціалу ґрунту, умов середовища і нових сортів. Відомо, що не менше половини приросту урожаю досягається за рахунок використання добрив. За таких умов суттєвим джерелом живлення є біологічний азот. У результаті досліджень виявлено, що найвищу активність симбіотичного потенціалу мали варіанти інокуляції насіння препаратами Андеріс та Різолан, особливо у комбінації з мікоризоутворювачем Мікофренд, – 27,7–35,6 тис. кг·діб/га у сорту Романтика, при цьому кількість фіксованого азоту складала 148,6–188,3 кг/га; сорту Sac – 34,5–37,9 тис. кг·діб/га. та 172,5–201,6 кг/га фіксованого азоту.

Встановлено, що передпосівна обробка насіння сої біоінокулянтами сприяє збільшенню активності симбіозу рослин. Застосування інокуляції насіння препаратами Андеріс та Різолан, особливо у комбінації з мікоризоутворювачем Мікофренд, впливає не тільки на кількість і масу сирих бульбочок, але і на активність симбіотичного апарату та фіксацію біологічного азоту, ці показники мають суттєве збільшення відносно контролю. В усіх варіантах досліді інокуляція чи мікоризація посилювали азотфіксацію сої.

Статистичні дослідження взаємозв'язків між параметрами активності симбіотичного потенціалу сої овочевої за передпосівної обробки інокулянтами й мікоризоутворювачем сприяли посиленню кореляційних зв'язків. У результаті аналізу виявлено тісний зв'язок за шкалою Чеддока – $r = 0,9557$ між кількістю фіксованого азоту у фазі технічної стиглості і показником активного симбіотичного потенціалу(АСП): $y = 22,08 + 4,6083 * x$, де x – це АСП тис,кг×діб/га, y – кількість фіксованого азоту, кг/га. Міцний зв'язок ($r = 0,7573$) виявлено між об'ємом фіксованого азоту і концентрацією леоглобіну у ризобіях, який пояснюється рівнянням регресії $y = 67,7824 + 9,474 * x$, де x – концентрація леоглобіну, мг/г, y – кількість фіксованого азоту у фазі технічної стиглості, кг/га. Ще сильніший зв'язок ($r = 0,8701$) виявлено між концентрацією леоглобіну й АСП, який

пояснюється рівнянням регресії $y = 0,1691 + 0,3353 * x$, де x – АСП, y – вміст леоглобіну, мг/г (рис. 7.7).

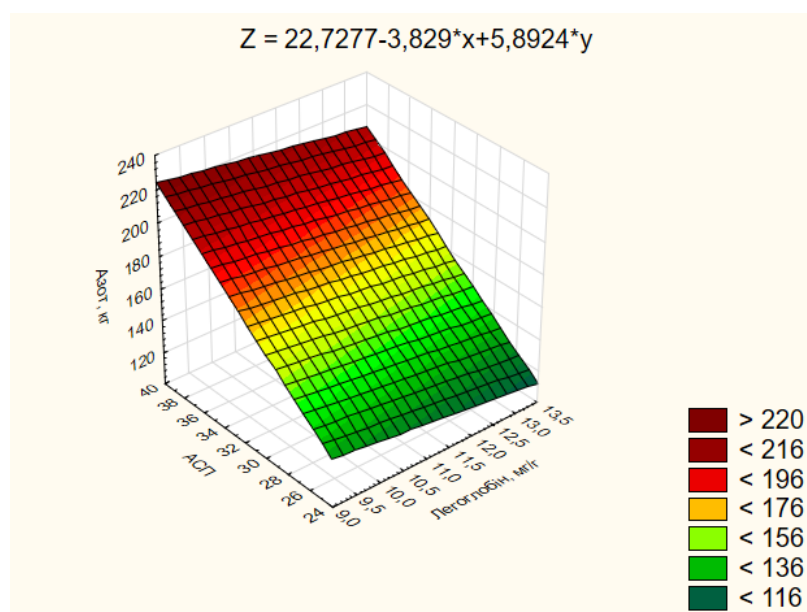


Рисунок 7.7. Тривимірна модель залежності між показниками активності симбіотичного потенціалу сої овочевої за інокуляції та мікоризації посівів.

Оскільки одержані дані характеризуються високою достовірністю, таку залежність зображено тривимірною на рисунку 7.7, а точкові графіки з теоретичною лінією регресії показані в додатку Д.3.

7.2. Формування продуктивності квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з міокризоутворювачем Мікофренд.

Дослідженнями виявлено, що у середньому варіювання кількості бобів на одній рослині було середнім – 11,0–17,0 шт/росл., CV = 12 % (за роками 7,0–21,0 шт/росл., CV = 10–23 %). Відзначено й істотну міжсорткову різницю. У сорту Лаура даний показник був у межах 11,0–14,2 шт/росл (за роками 7,0–20,1 шт/росл), а в сорту Пурпурова королева 13,0–17,0 шт/росл. (за роками 11,1–21,0 шт/росл.).

Застосування передпосівної обробки насіння показало, що за окремого застосування більш ефективним був інокулянт Ризоактив бобові. На цьому варіанті кількість бобів на одній рослині становила 12,8 і 14,9 шт./роsl відповідно до сортів Лаура та Пурпутова королева, що більше від контролю на 1,8 і 1,9 шт., або 16,7 і 14,8 % відносно контролю (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

Індивідуальна продуктивність рослин сортів квасолі овчевої за використання біоінокулянтів Андеріс й Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд (X±SD), (ВВСН 75), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Кількість бобів, шт./роsl.	Маса бобів, г/роsl.
Лаура*	Контроль	11±4	25,00±11,3
	Андеріс 2 л/т	12±4	25,97±11,5
	Ризоактив бобові 2 л/т	13±5	26,38±12,0
	Мікофренд 1,5 л/т	12±4	25,37±11,4
	Андеріс 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	14±5	28,04±12,8
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	14±5	27,46±12,4
Пурпутова королева	Контроль	13±2	24,53±9,9
	Андеріс 2 л/т	15±2	25,78±10,1
	Ризоактив бобові 2 л/т	15±2	26,44±10,5
	Мікофренд 1,5 л/т	14±2	24,88±10,0
	Андеріс 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	17±3	30,83±13,6
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	16±4	29,50±12,7
	<i>X</i>	13,7	26,68
	<i>SD</i>	1,6	1,86
	<i>CV,%</i>	12	7
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,66	1,03
	<i>B</i>	0,80	1,27
	<i>AB</i>	1,14	1,80

Окреме застосування інокулянту Андеріс сприяло збільшенню кількості бобів на рослині на 13,4 і 12,2 % відповідно до сорту. Передпосівна обробка насіння мікоризоутворювачем Мікофренд сприяла неістотному збільшенню

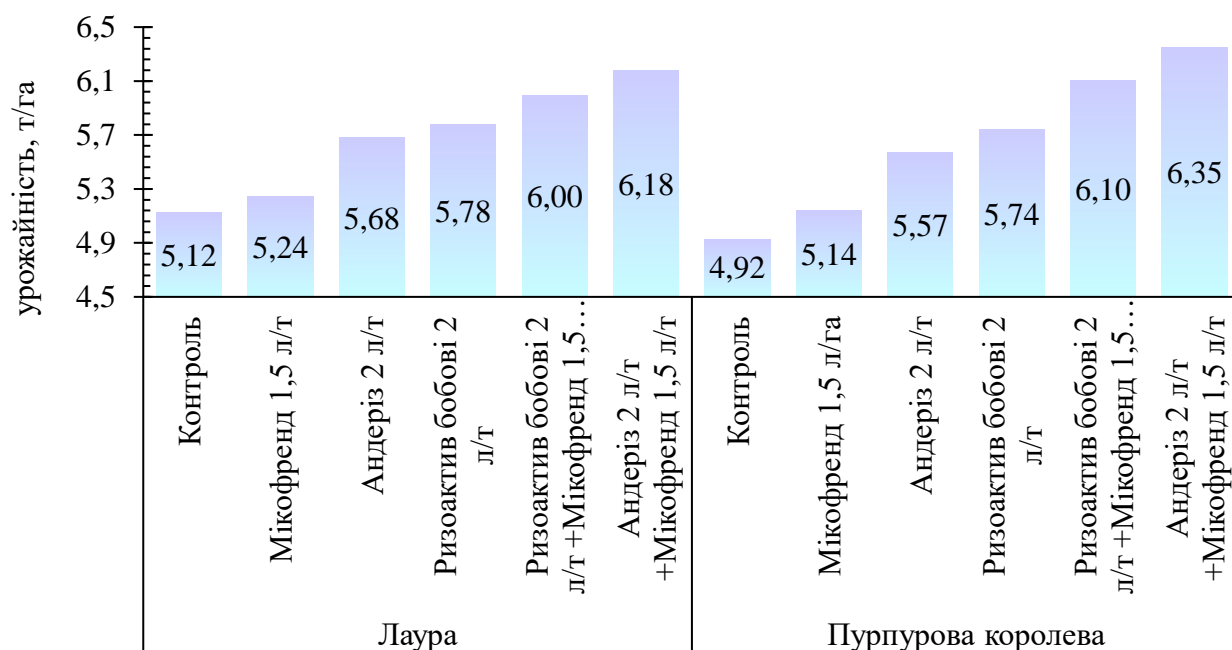
даного показника – на 0,7 шт. або 6,4 % у сорту Лаура та 0,7 шт. або 5,7 % у сорту Пурпурова королева.

Високоєфективним було комбіноване застосування інокулянтів і мікоризоутворювача. Так, за комбінованого застосування перевагу надано варіантам з інокулянтом Андеріз, де кількість бобів на рослині складала 12,0 і 17,0 шт., що більше від контролю на 3,2 і 4,0 шт. або 28,8 і 31,0 % відповідно до сорту Лаура та Пурпурова королева

За масою бобів, як визначальною складовою врожайності не відмічено істотної міжсорткової різниці, такий показник був у межах 25,00–30,83 г/роsl. (CV = 7 %). Істотне збільшення цього показника відзначено лише за сумісного застосування інокулянтів з мікоризоутворювачем. Серед комбінацій ефективнішою була Андеріз+Мікофренд, де маса бобів становила у сорту Лаура 28,04 г, а в сорту Пурпурова королева 30,83 г, що більше від контрольних варіантів відповідних сортів на 12,2 % або 3,0 г та 25,7 % або 6,3 шт./роsl. Суміш Ризоактив бобові+Мікофренд сприяла збільшенню маси бобів з рослини на 9,9 і 20,3 % відповідно до сорту.

Навіть неістотне збільшення маси бобів на одній рослині сприяло істотному збільшенню врожайності лопаток квасолі овочевої. Урожайність лопаток у середньому варіювала в межах 5,12–6,35 т/га, CV = 8 %, варіювання з роками було більш істотним – від 2,27 т/га у 2022 році з мінімальною кількістю опадів і високими температурами до 10,20 т/га у 2021, з оптимальним розподіленням та співвідношенням опадів і температури повітря. Неістотне збільшення врожайності відзначено у обох сортів на варіанті з передпосівною обробкою мікоризним препаратом Мікофренд, де такий показник був на рівні 5,24 т/га у сорту Лаура та 5,14 т/га у сорту Пурпурова королева, що більше від контролю цих сортів на 2,4 і 4,4 % або 0,12 і 0,22 т/га. У свою чергу найбільш істотне зростання врожайності відмічено за комплексного використання препаратів. У варіанті Андеріз+Мікофренд врожайність становила 6,18 і 6,35 т/га, що більше від контролю на 1,05 і 1,43 т/га або 20,5 і 29,0 %. Варіант використання інокулянту Ризоактив бобові

сумісно з Мікофрендом сприяв формуванню врожайності на рівні 6,00 і 6,10 т/га, що вище від контролю на 17,0 і 24,0 % (рис. 7.8).



X	SD	CV,%	H _{IP} ₀₅		
			A	B	AB
5,65	0,44	8	0,23	0,29	0,41

Рисунок 7.8. Урожайність лопаток сортів квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андерізі і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 75), (2020–2022)

У середньому маса насіння з рослини варіювала слабо – 8 %. Впродовж років досліджень цей показник знаходився у межах коливався від 3,80 г до 11,90 г у сорту і від 5,10 г до 10,50 г у сорту Пурпурова королева. Найбільша маса насіння з рослини формувалася у 2021 році з оптимальними погодними умовами, а найменша – у 2022 році. Вплив років вирощування сприяв варіюванню цього показника у межах 36–39 % у сорту Лаура та 21–23 % у сорту Пурпурова королева.

За передпосівної обробки насіння вихід насіння з однієї рослини істотно зростає майже у всіх варіантах. З результатів видно, що сумісне застосування інокулянтів з мікоризоутворювачем було ефективнішим, а серед комбінацій препаратів кращим варіантом був Андерізі+Мікофренд. На цьому варіанті маса

насіння була на рівні 8,59 г у сорту Лаура та 8,76 г у сорту Пурпурова королева, що більше від контролю відповідних сортів на 1,51 та 1,65 г або 21,4 і 23,2 %. Сумісне використання інокулянту Ризоактив бобові та Мікофренду збільшувало масу насіння на рослині на 18,4 і 20,0 % відповідно до сорту. Окреме застосування інокулянтів сприяло підвищенню цього показника на 11,3 і 15,1 % та 14,0 і 18,9 % відповідно до варіанту Андеріз й Ризоактив бобові. Передпосівна обробка мікоризним препаратом Мікофренд сприяла неістотному збільшенню такого показника – на 1,4 і 1,7 %. На формування насінневої продуктивності прослідковується вища ефективність інокулянту Ризоактив бобові, а за сумісного застосування – Андеріз та краща реакція сорту Пурпурова королева на застосування передпосівної обробки (табл. 7.6).

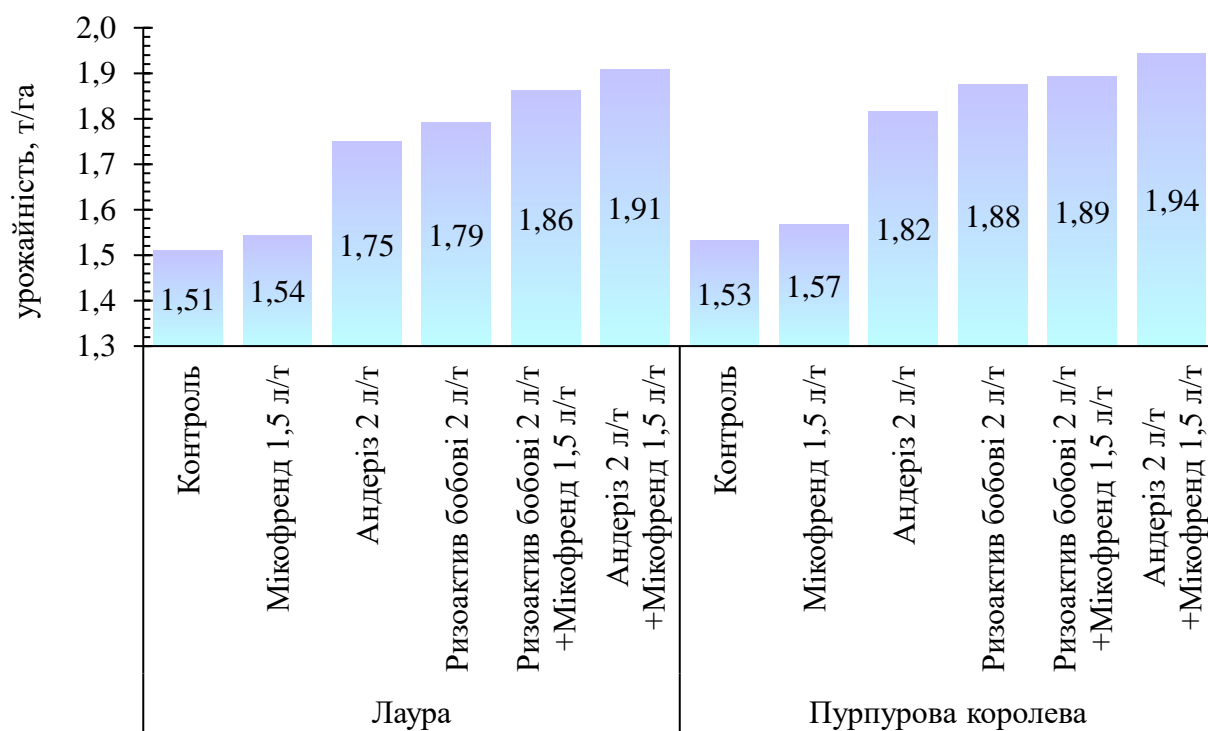
Таблиця 7.6

Маса насіння та маса 1000 шт. насінин сортів квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд ($X \pm SD$), (ВВСН 99), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Маса насіння, г/роsl.	Маса 1000 шт., г
Лаура*	Контроль	7,08±2,7	150,7±10,3
	Андеріз 2 л/т	7,88±2,8	148,0±11,8
	Ризоактив бобові 2 л/т	8,07±2,9	148,3±12,2
	Мікофренд 1,5 л/т	7,18±2,8	150,3±10,7
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	8,59±3,2	144,3±13,0
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	8,38±3,9	146,0±13,1
Пурпурова королева	Контроль	7,11±1,6	214,3±6,3
	Андеріз 2 л/т	8,18±1,8	211,0±7,5
	Ризоактив бобові 2 л/т	8,45±1,9	210,7±6,6
	Мікофренд 1,5 л/т	7,22±1,7	213,7±6,8
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	8,76±2,0	207,0±7,9
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	8,53±1,9	207,7±7,6
	<i>X</i>	7,95	179,3
	<i>SD</i>	0,61	31,49
	<i>CV, %</i>	8	18
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,41	10,02
	<i>B</i>	0,51	12,28
	<i>AB</i>	0,73	17,40

Відповідно до збільшення виходу насіння з рослини зменшувалася маса 1000 насінин, тобто насіння дрібнішало. Дані свідчать, що маса 1000 шт. зменшувалася неістотно у межах 0,2 – 4,2 % у сорту Лаура та 0,3 – 3,4 % у сорту Пурпурова королева.

Урожайність насіння збільшувалася істотно окрім варіанту, де застосовували Мікофренд. На цьому варіанті врожайність насіння зростала лише на 0,03 і 0,04 т/га або 2,3 і 2,4 %. Окреме застосування інокулянтів сприяло збільшенню врожайності насіння на 0,24–0,34 т/га або 15,9–22,5 % відносно контролю. Сумісне застосування інокулянтів з мікоризою сприяло формуванню цього показника на рівні 1,91 і 1,86 т/га у сорту Лаура та 1,94 і 1,89 т/га у сорту Пурпурова королева, що більше від контролю відповідного сорту на 0,40 і 0,35 т/га або 26,4 і 23,3 % та на 0,41 і 0,36 т/га або 26,9 і 23,7 % (рис. 7.9).



<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>HIP₀₅</i>		
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
1,75	0,16	9	0,096	0,118	0,167

Рисунок 7.9. Урожайність насіння сортів квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андерізі і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 99), (2020–2022).

Вміст сухої речовини у лопатках варіював дуже слабо між варіантами досліду – 2 %. Також не відзначено істотно збільшення цього показника у жодному з варіантів. Однак, сорт Пурпура королева накопичував їх суму у контролі більшу ніж кращий варіант сорту Лаура. Комплексне застосування препаратів сприяло збільшенню вмісту сухих речовин на 2,1–2,7 % у сорту Лаура та 1,1–1,5 % в сорту Пурпура королева. За окремого використання інокулянтів цей показник зростав ще менш істотно – на 0,9 і 1,1 % та 0,5 і 0,9 % відповідно до варіанту (рис. 7.10).

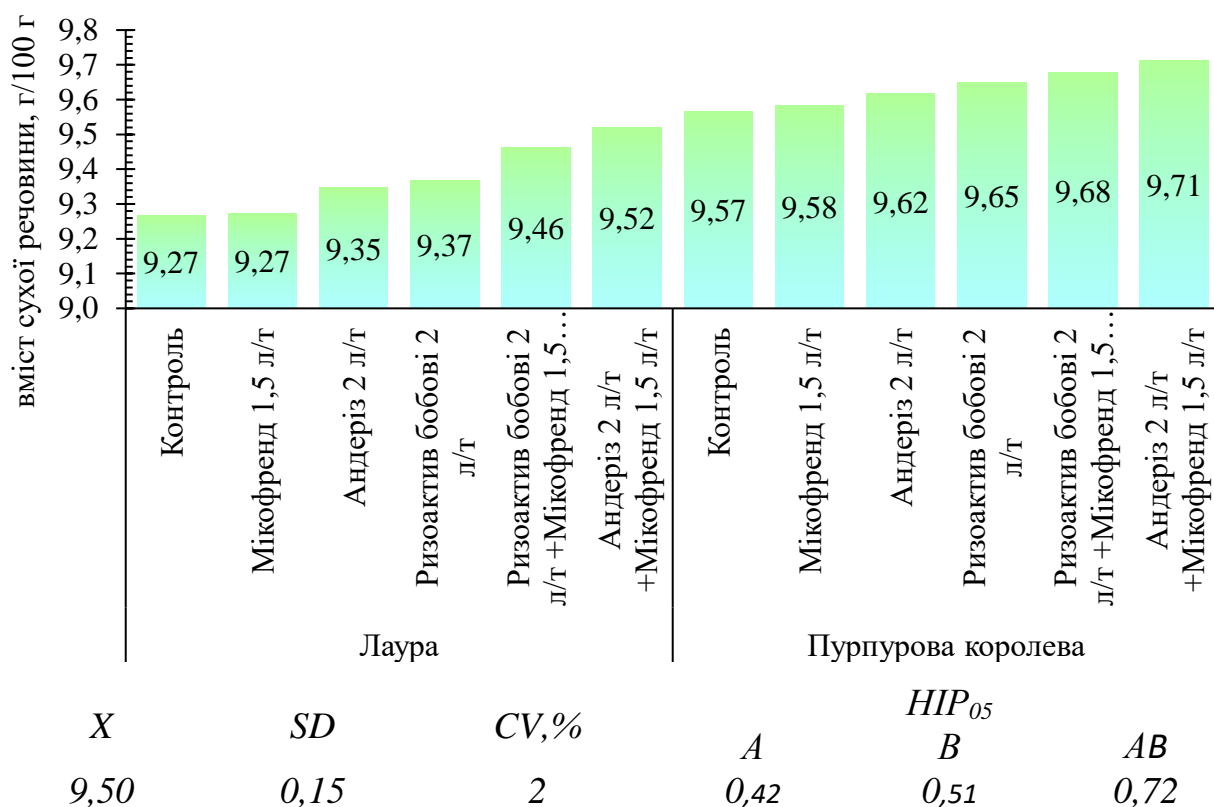


Рисунок 7.10. Суха речовина лопаток квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андеріс і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 75), (2020–2022)

У фазі технічної стиглості бобів концентрація протеїну у лопатках сортів квасолі овочевої досягала 9,71 %, а за передпосівної обробки інокулянтами та мікоризоутворювачем зростала неістотно у всіх варіантах. Однак, сорт Лаура накопичував хоч і менше протеїну, проте краще реагував у відношенні приросту даного показника від застосовуваних препаратів. Так, у фазі

технічної стиглості бобів квасолі овочевої збільшення вмісту протеїну становило 0,8–3,5 % у сорту Лаура та 0,3–1,6 % у сорту Пурпура королева. У обох сортів перевага надана окремому застосуванню інокулянту Ризоактив бобові, а за сумісного застосування інокулянту Андеріз (рис. 7.11).

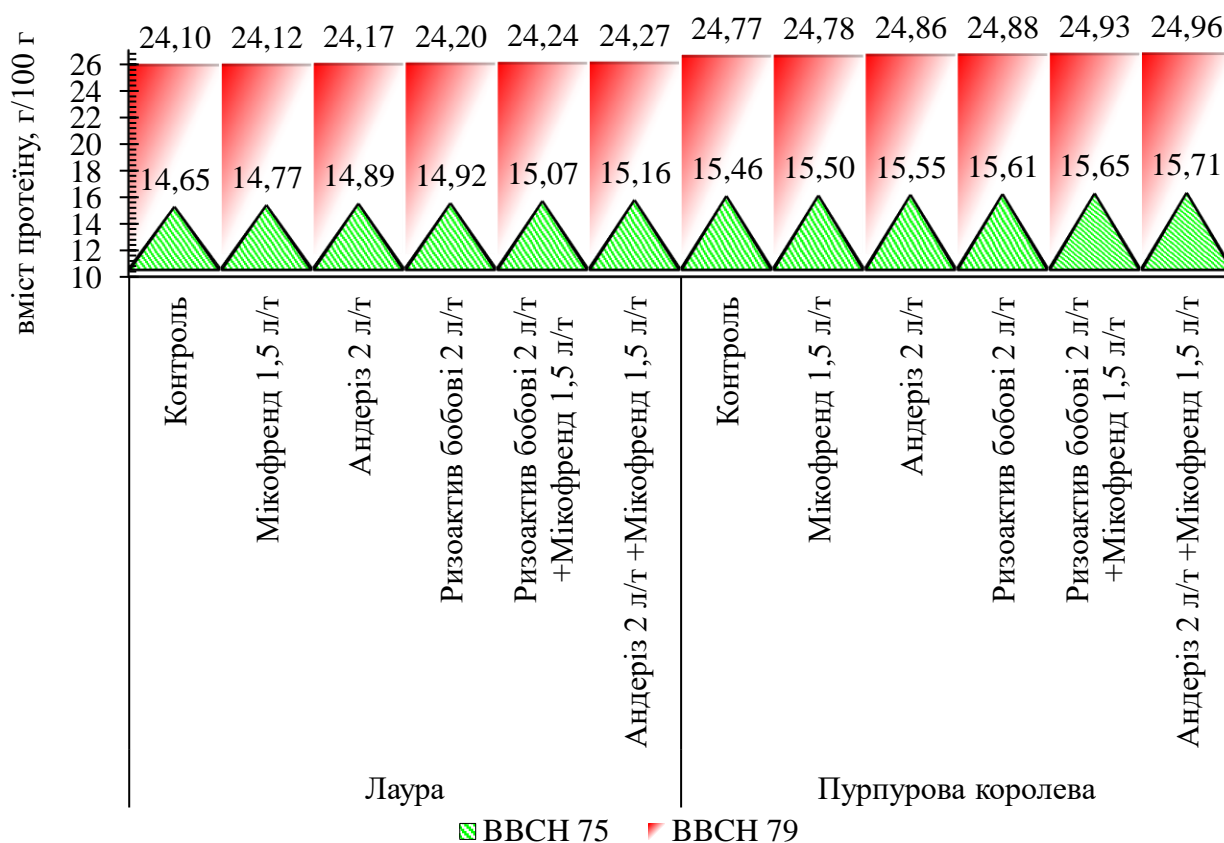


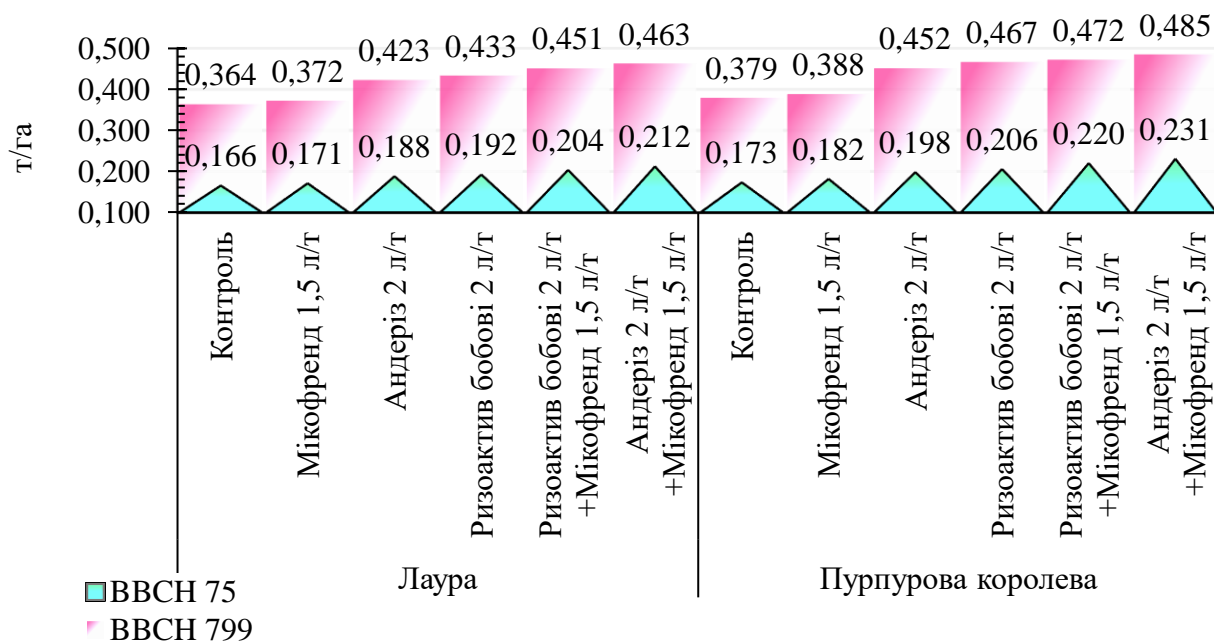
Рисунок 7.11. Вміст протеїну у лопатках і зрілому зерні квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (BVCN 75 і 99), (2020–2022)

Концентрація протеїну у біологічно зрілому зерні зростала відносно фази технічної стиглості на 58,9–64,5 % (у сорту Лаура 60,0 – 64,5 %, у сорту Пурпура королева 58,9–60,3 %). При чому максимальна різниця відзначалася у контрольних варіантах, а мінімальна у дослідних. Тобто, чим вища концентрація протеїну у фазі технічної стиглості, тим менше вона

зростає у фазі біологічної стиглості, очевидно, це пояснюється реалізацією біологічного потенціалу у відповідній фазі.

Так, вміст протеїну у зерні квасолі овочевої досягав 25,0 % (на варіанті Андеріс+Мікофренд), при цьому варіювання такого показника було меншим ніж у фазі технічної стиглості – $CV = 1 \%$, що вказує на подібність і стабільність сортів. Істотного збільшення концентрації протеїну не відмічено у жодному варіанті. Однак, максимальне накопичення було у варіантах з сумісним застосуванням інокулянтів з мікоризоутворювачем.

Більш об'єктивним показником, який відображає позитивну дію інокулянтів й мікоризи на накопичення протеїну, є умовний вихід протеїну з одиниці площі. Так, у фазу технічної стиглості умовний вихід протеїну з одного гектару коливався у межах 0,166–0,231 т/га, за рівня варіювання 10 % (рис. 7.12).



	X	SD	$CV, \%$	A	HIP_{05}	
					B	AB
технічна	0,195	0,019	10	0,011	0,013	0,020
біологічна	0,429	0,041	10	0,027	0,033	0,047

Рисунок 7.12. Умовний вихід протеїну з лопаток й зрілого зерна квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андеріс й Ризоактив бобові окремо і сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (BBSH 75), (2020–2022).

Дослідження показали істотне збільшення як загальної кількості ризобій, так і їх активної частки. Максимальне збільшення таких показників спостерігали у варіантах із сумісним застосуванням препаратів +6,3–9,0 шт/роsl. або 60,7–68,9 % (для загальної кількості) й 5,3 – 8,7 шт/роsl. або 84,2–113,0 % (для активних бульбочок) залежно від сорту і варіанту (табл. 7.7). При цьому частка активних бульбочок складала на цих же варіантах 68,7–74,0 %, проти контролю 58,7 і 60,7 % відповідно до сорту Лаура та Пурпура королева.

Таблиця 7.7

Розвиток нодуляційного апарату сортів квасолі овочевої за використання біоінокулянтів Андерізі й Ризоактив бобові окремо і сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд (X±SD), (ВВСН 75), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Кількість бульбочок, шт/роsl,		Маса бульбочок, г/роsl,	
		Загальна	Активних	Загальна	Активних
Лаура*	Контроль	13±4,3	8±3,9	0,15±0,04	0,07±0,03
	Андерізі 2 л/т	18±5,8	12±5,0	0,21±0,07	0,12±0,06
	Ризоактив бобові 2 л/т	19±5,8	13±5,8	0,23±0,07	0,14±0,06
	Мікофренд 1,5 л/т	13±4,7	9±3,9	0,16±0,04	0,08±0,04
	Андерізі 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	22±8,4	16±7,7	0,24±0,07	0,18±0,08
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	21±7,3	15±6,8	0,23±0,07	0,17±0,08
Пурпура королева	Контроль	10±3,0	6±2,6	0,13±0,03	0,06±0,03
	Андерізі 2 л/т	15±4,1	10±4,1	0,21±0,07	0,12±0,07
	Ризоактив бобові 2 л/т	16±5,1	11±4,9	0,22±0,07	0,13±0,07
	Мікофренд 1,5 л/т	11±3,1	7±2,5	0,14±0,03	0,07±0,03
	Андерізі 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	17±5,5	12±4,9	0,25±0,07	0,19±0,08
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	17±5,4	12±4,9	0,24±0,07	0,19±0,08
	<i>X</i>	16	11	0,20	0,13
	<i>SD</i>	3,6	3,0	0,04	0,05
	<i>CV, %</i>	22	28	21	36
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,84	0,60	0,013	0,009
	<i>B</i>	1,03	0,73	0,016	0,011
	<i>AB</i>	1,45	1,04	0,023	0,016

Використання інокулянтів позитивно впливало і на збільшення маси бульбочок (як загальної, так і активних). Істотне збільшення відзначали за окремого і сумісного використання інокулянтів, проте неістотне за окремого використання мікоризоутворювача Мікофренд. Застосування інокулянтів окремо сприяло збільшенню загальної маси бульбочок на 40,4 і 53,9 % у сорту Лаура та 62,3 і 67,5 % у сорту Пурпурова королева. Маса активних бульбочок на цих же варіантах збільшувалася більш істотно відносно контролю (65,8 і 86,3 % у сорту Лаура та 90,2 і 103,8 % у сорту Пурпурова королева). Сумісне застосування препаратів сприяло підвищенню реалізації біологічного потенціалу й загальна маса бульбочок зростала на 59,6 і 55,1 % та 92,2 і 84,4 % відповідно до сорту і варіанту. При цьому маса активних бульбочок збільшувалась на 145,0 і 138,6 % та 198,7 і 188,3 % відповідно до сорту Лаура та Пурпурова королева.

Загальновідомо, що від наявності леоглобіну залежить процес азотфіксації бобових рослин. Тому, проведені дослідження показали достовірне зростання концентрації леоглобіну у ризобіях у варіантах з комбінованим застосуванням препаратів. Загалом такий показник мав середню варіацію – 23 %, а більшою концентрацією характеризувалися ризобії сорту Лаура. Аналізуючи показник концентрації леоглобіну, виявлено, що варіант із комбінованим застосуванням Андерізі+Мікофренд сприяв підвищенню цього показника з 41,40 мг/га до 47,66 мг/г або на 15,1 % у сорту Лаура та з 26,03 мг/г до 39,98 мг/г або 19,0 % у сорту Пурпурова королева. У той час, як варіант Ризоактив бобові+Мікофренд сприяв збільшенню вмісту леоглобіну на 12,2 і 17,7 % відповідно до сорту.

Від показника активності симбіотичного потенціалу сильно залежить і активність азотфіксації у цілому. Так, показник активного симбіотичного потенціалу варіював слабо (CV = 9 %) і був у межах 3,26–3,90 тис,кг×діб/га у сорту Лаура та 2,96–3,67 тис,кг×діб/га в сорту Пурпурова королева. Найвищу відмітку активного симбіотичного потенціалу одержано у варіанті Андерізі+Мікофренд в обох сортів – 3,90 і 3,67 тис, кг×діб/га, що більше від

контролю на 19,8 і 23,8 %, при цьому азотфіксація зростала на 22,9 і 25,2 кг/га або 44,6 і 55,7 % і становила 74,3 і 70,3 кг/га відповідно до сорту (табл. 7.8).

Таблиця 7.8

Активність симбіотичного апарату сортів квасолі овчевої за використання біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд (X±SD), (ВВСН 75), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Вміст легоглобіну, мг/г	Активний симбіотичний потенціал, тис,кг×діб/га	Кількість фіксованого азоту, кг/га
Лаура*	Контроль	41,40±8,57	3,26±0,82	51,4±20,1
	Андеріз 2 л/т	43,39±9,85	3,65±0,93	69,9±30,1
	Ризоактив бобові 2 л/т	43,96±10,18	3,69±0,94	70,5±30,3
	Мікофренд 1,5 л/т	41,81±8,96	3,28±0,83	62,6±27,0
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	47,66±13,76	3,90±1,04	74,3±33,0
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	46,47±12,17	3,86±1,02	73,5±32,5
Пурпурова копелева	Контроль	26,03±3,79	2,96±0,62	45,1±15,4
	Андеріз 2 л/т	27,53±4,85	3,36±0,75	64,1±25,5
	Ризоактив бобові 2 л/т	27,92±5,11	3,40±0,76	64,8±25,9
	Мікофренд 1,5 л/т	26,55±4,33	2,99±0,62	56,9±21,8
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	30,98±7,52	3,67±0,86	70,3±28,8
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	30,63±6,51	3,57±0,83	68,5±27,8
	<i>X</i>	36,2	3,47	64,3
	<i>SD</i>	8,2	0,30	8,7
	<i>CV, %</i>	23	9	13
	<i>HIP₀₅ A</i>	2,16	0,107	3,94
	<i>B</i>	2,64	0,131	4,83
	<i>AB</i>	3,74	0,186	6,83

Варіант Ризоактив бобові+Мікофренд був неістотно менш ефективним, де рівень активного симбіотичного потенціалу складав 3,86 і 3,57 тис,кг×діб/га, при цьому об'єм фіксованого азоту зріс на 22,1 і 23,3 кг/га й становив 73,5 і 68,5 кг/га. Інші варіанти застосування інокулянтів й мікоризи

сприяли підвищенню азотфіксації на рівні 21,7–43,5 %, де перевага надавалася інокулянту Ризоактив бобові.

Статистичні дослідження взаємозв'язків між параметрами активності симбіотичного потенціалу квасолі овочевої за передпосівної обробки інокулянтами й мікоризоутворювачем сприяли посиленню кореляційних зв'язків. У результаті аналізу виявлено тісний зв'язок за шкалою Чеддока – $r = 0,9154$ між кількістю фіксованого азоту в фазу технічної стиглості й показником активного симбіотичного потенціалу (АСП): $y = -28,0521 + 26,6533 \cdot x$, де x – це АСП тис, кг × діб/га, y – кількість фіксованого азоту, кг/га (рис. 7.13).

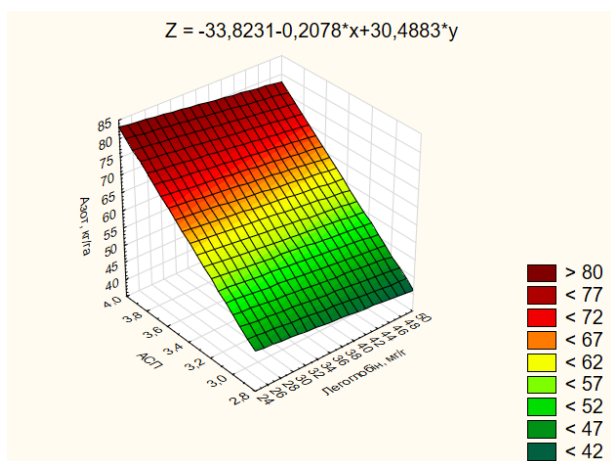


Рисунок 7.13. Тривимірний графік залежності між показниками активності симбіотичного потенціалу квасолі овочевої за інокуляції та мікоризації посівів.

Помітний зв'язок ($r = 0,5042$) виявлено між об'ємом фіксованого азоту і концентрацією леоглобіну у ризобіях, який пояснюється рівнянням регресії $y = 45,0494 + 0,5325 \cdot x$, де x – концентрація леоглобіну, мг/г, y – кількість фіксованого азоту в фазу технічної стиглості, кг/га. Більш сильний помітний зв'язок ($r = 0,6694$) виявлено між концентрацією леоглобіну й АСП, який пояснюється рівнянням регресії $y = -27,7758 + 18,4577 \cdot x$, де x – АСП, y – вміст леоглобіну, мг/г.

Оскільки одержані статистичні дані характеризуються високою надійністю, таку залежність зображено тривимірною на рисунку 5.7, а точкові графіки з теоретичною лінією регресії показані в додатку Д.4.

7.3. Формування продуктивності бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з міокризоутворювачем Мікофренд.

Наші дослідження показали, що створення оптимальних умов для росту і розвитку бобів значно покращує використання факторів інтенсифікації, істотно підвищує їх урожайність завдяки збільшенню показників елементів структури урожаю. При цьому встановлено, що показники елементів структури варіювали у залежності від дії досліджуваних чинників технології.

Кількість бобів на рослині вважається одним з визначальних кількісних ознак бобів кінських, яка відповідає за їх врожайність. Такий показник у досліді варіював у межах 2,0–12,0 шт/росл. (CV за фактором A = 37–59 %, а за роками 8–20 %). Однак максимальне значення досягали за комбінованого використання препаратів – 9,0 і 8,5 шт/росл. у сорту Віндзорські, що більше від контролю даного сорту на 17,4 і 10,4 % та 7,7 і 8,2 шт/росл. у сорту Екстра Грано Віолетто, що більше від контролю на 21,1 і 28,9 % Окреме застосування біоінокулянтів мало значно нижчий ефект відносно комбінованого. Так, передпосівна обробка Андерізом сприяла збільшенню кількості бобів на рослині на 4,3 % або 0,3 шт/росл. у сорту Віндзорські та 15,8 % або 1,0 шт/росл. у сорту Екстра Грано Віолетто. Застосування Ризоактиву бобові сприяло збільшенню даного показника на 8,7 і 18,4 % відповідно до сорту. Виявлено, що в окремому застосуванні біоінокулянт Ризоактив бобові є більш ефективним, у комбінованому способі – Андеріз + Мікофренд.

Кількість насіння у бобі помітніше змінювалася у дослідних варіантах і більшою мірою залежала від сортових особливостей. Так, збільшення такого показника відзначали у всіх варіантах із застосуванням біоінокулянтів і Мікофренду, де цей показник варіював у межах 3,0–3,5 шт/біб у сорту Віндзорські та 3,7–3,8 шт/біб у сорту Екстра Грано Віолетто. (табл. 7.9).

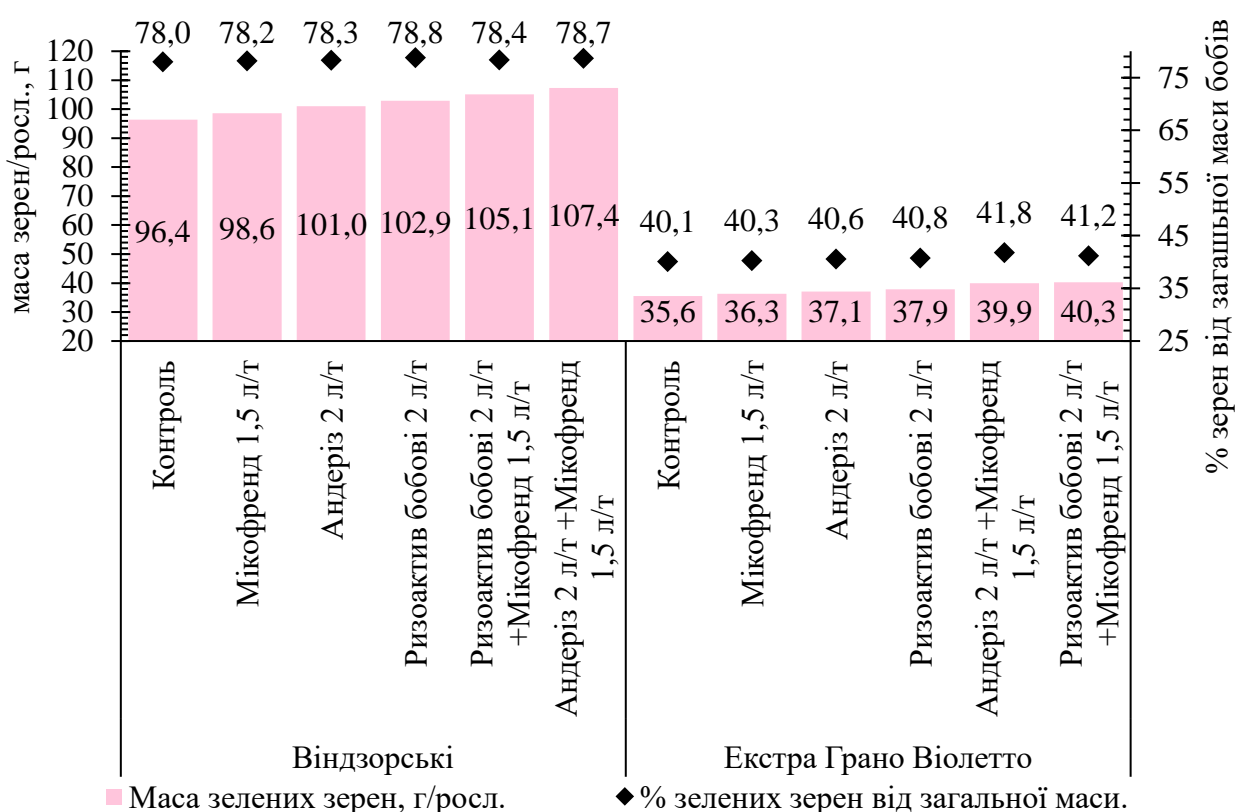
Індивідуальна продуктивність рослин сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд (X±SD), (ВВСН 80), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Кількість бобів, шт./росл.	Маса бобів, г/росл.	Кількість насінин, шт./біб
Віндзорські	Контроль	7,7±4,2	123,63±86,4	2,8±0,6
	Андеріз 2 л/т	8,0±4,3	129,00±88,6	3,0±0,8
	Ризоактив бобові 2 л/т	8,3±4,6	130,53±89,7	3,2±0,8
	Мікофренд 1,5 л/т	7,7±4,2	126,07±89,0	3,0±0,8
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	9,0±5,4	136,43±92,5	3,5±1,1
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	8,5±4,8	134,07±90,4	3,2±1,0
Екстра Грано Віолетто	Контроль	6,3±2,4	88,73±20,1	3,3±0,5
	Андеріз 2 л/т	7,3±3,1	91,37±21,0	3,7±0,6
	Ризоактив бобові 2 л/т	7,5±3,2	92,80±21,4	3,7±0,6
	Мікофренд 1,5 л/т	6,7±2,6	89,97±21,3	3,7±0,6
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	7,7±3,3	95,47±21,6	3,8±0,8
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	8,2±3,7	97,77±21,4	3,8±0,8
	<i>X</i>	7,7	111,32	3,4
	<i>SD</i>	0,71	19,02	0,34
	<i>CV, %</i>	9	17	10
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,31	5,59	0,18
	<i>B</i>	0,38	6,85	0,23
	<i>AB</i>	0,54	9,68	0,33

У ході досліджень виявлено сортову реакцію рослин бобів на дію біоінокулянтів. Так, сорт Віндзорські мав однакового рівня реакцію на використання біоінокулянту Ризоактив бобові як окремо, так і сумісно з мікоризою. Результати показали, що комбіноване використання препаратів є більш ефективним для збільшення кількості насінин у бобі. Сумісне застосування біоінокулянтів з міоризоутворювачем сприяло збільшенню кількості насіни у сорту Екстра Грано Віолетто 15,0 % або 0,5 шт/біб., а у сорту

Віндзорські комбінація перпартів Андерізі+Мікофренд була ефективнішою і сприяла збільшенню цього показника на 23,5 % або 0,7 шт/біб.

Маса бобів збільшувалася істотно тільки у варіантах з комбінованим використанням препаратів. У сорту Віндзорські у варіанті Андерізі+Мікофренд становила 136,43 г/роsl, що більше від контролю на 10,4 %, у варіанті з Ризоактив бобові+Мікофренд – 134,07 г/роsl. (+8,4 % до контролю), тоді як сорт Екстра Грано Віолетто формував кращий показник у варіанті Ризоактив бобові+Мікофренд – 97,77 г/роsl. (+10,2 % до контролю) і 95,47 г/роsl. у варіанті Андерізі+Мікофренд. У всіх інших варіантах такий показник збільшувався у межах 2,0–5,6 % у сорту Віндзорські та 1,4–4,6 у сорту Екстра Грано Віолетто.

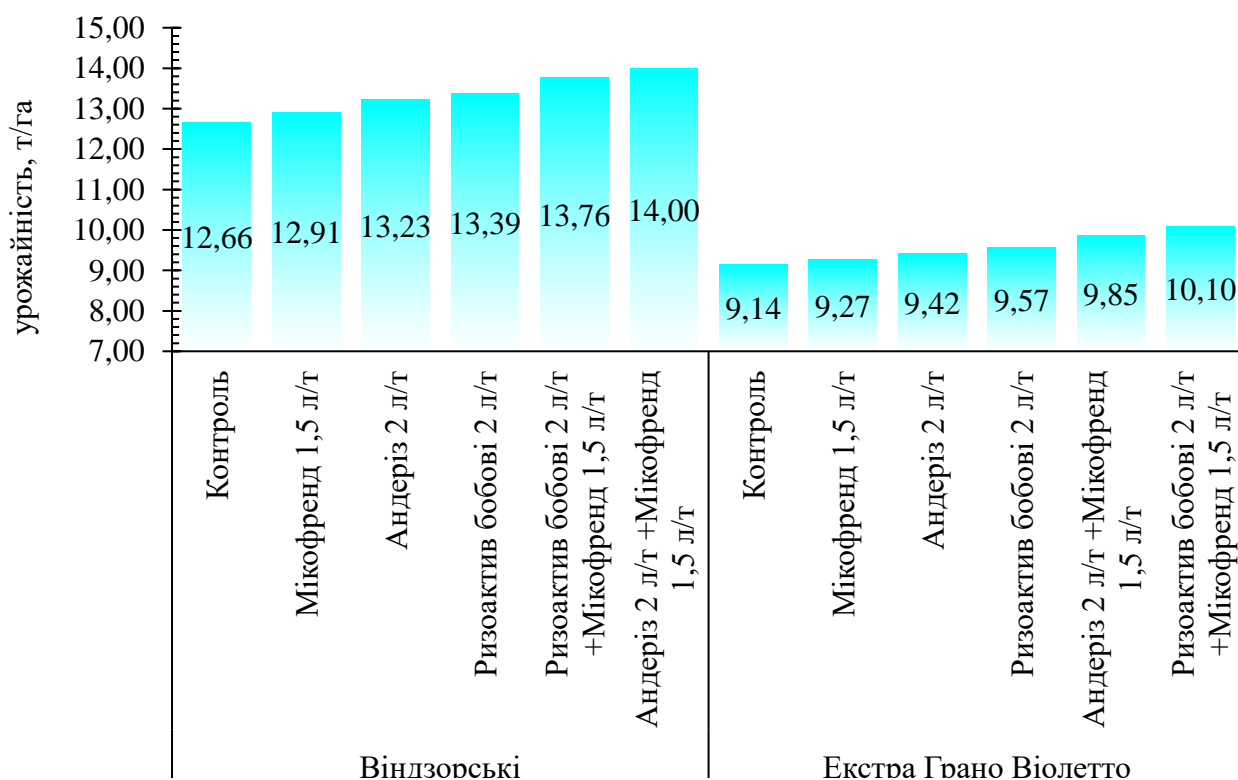


X	SD	CV,%	H _{IP} 05		
			A	B	AB
64,33	32,52	51	3,99	4,89	6,91

Рисунок 7.14. Співвідношення маси зелених зерен і ступок бобів сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андерізі і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 80), (2020–2022).

Маса зелених зерен у сорту Віндзорські була у межах 96,4–107,5 г/роsl, що становило 78,0–78,7 % від загальної маси бобів, у сорту Екстра Грано Віолетто їх маса була значно меншою – 35,6–40,3 г/роsl. (40,1–41,8 %), що пояснюється високою «м'ясистістю» стулок бобів цього сорту (рис. 7.14).

Урожайність зелених бобів у сорту Віндзорські була в межах 12,66–14,0 т/га (за роками 4,37 у 2022 році до 25,36 т/га у 2021 році, CV за фактором A = 61–64 %). Найбільший приріст було відмічено у варіантах із комбінованим застосуванням препаратів. Так, за використання суміші Андеріз + Мікофренд було отримано найвищий урожай – 14,0 т/га, що більше контрольного варіанта на 10,6 %. А за внесення мікробіологічних препаратів у комбінації Ризоактив бобові+Мікофренд було отримано урожайність 13,76 т/га, що дозволило отримати надбавку врожаю 8,7 % (рис. 7.15).



<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>HIP₀₅</i>		
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
11,44	1,93	17	0,52	0,63	0,90

Рисунок 7.15. Урожайність зелених бобів сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 80), (2020–2022).

У сорту Екстра Грано Віолетто збільшення врожаю зелених бобів на варіантах з комбінованим використанням препаратів відзначали на рівні 0,7 і 1,0 т/га або 7,8 і 10,4 %, де перевага належала варіанту Ризоактив бобові +Мікофренд. На інших варіантах досліду відзначали приріст врожаю у межах 1,4 – 5,7 %.

Найбільшу масу насіння формували рослини бобів у варіантах з комбінованим застосуванням препаратів. Так, сорт Віндзорські за сумісного застосування препаратів мав масу насіння 7,86 і 7,74 г/роsl., що вище контролю на 14,0 і 12,2 %, сорт Екстра Грано Віолетто – 8,18 і 8,12 г/роsl., що вище контролю на 14,1 і 13,4 %. При цьому перевага у обох сортів надана варіанту Андеріз+Мікофренд (табл. 7.10).

Таблиця 7.10

Маса насіння та маса 1000 шт. насінин сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд (X±SD), (ВВСН 99), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Маса насіння, г/роsl.	Маса 1000 шт., г
Віндзорські	Контроль	6,90±3,3	1815±269
	Андеріз 2 л/т	7,28±3,4	1804±266
	Ризоактив бобові 2 л/т	7,41±3,4	1800±265
	Мікофренд 1,5 л/т	7,03±3,4	1812±268
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	7,86±3,4	1782±257
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	7,74±3,4	1789±260
Екстра Грано Віолетто	Контроль	7,17±1,9	2354±143
	Андеріз 2 л/т	7,79±2,3	2344±142
	Ризоактив бобові 2 л/т	7,94±2,4	2340±141
	Мікофренд 1,5 л/т	7,35±2,0	2348±140
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	8,18±2,5	2319±140
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	8,12±2,4	2325±139
	X	7,56	2069
	SD	0,41	269
	CV,%	5	13
	HIP ₀₅ A	0,26	71,22
	B	0,33	87,23
	AB	0,46	123,36

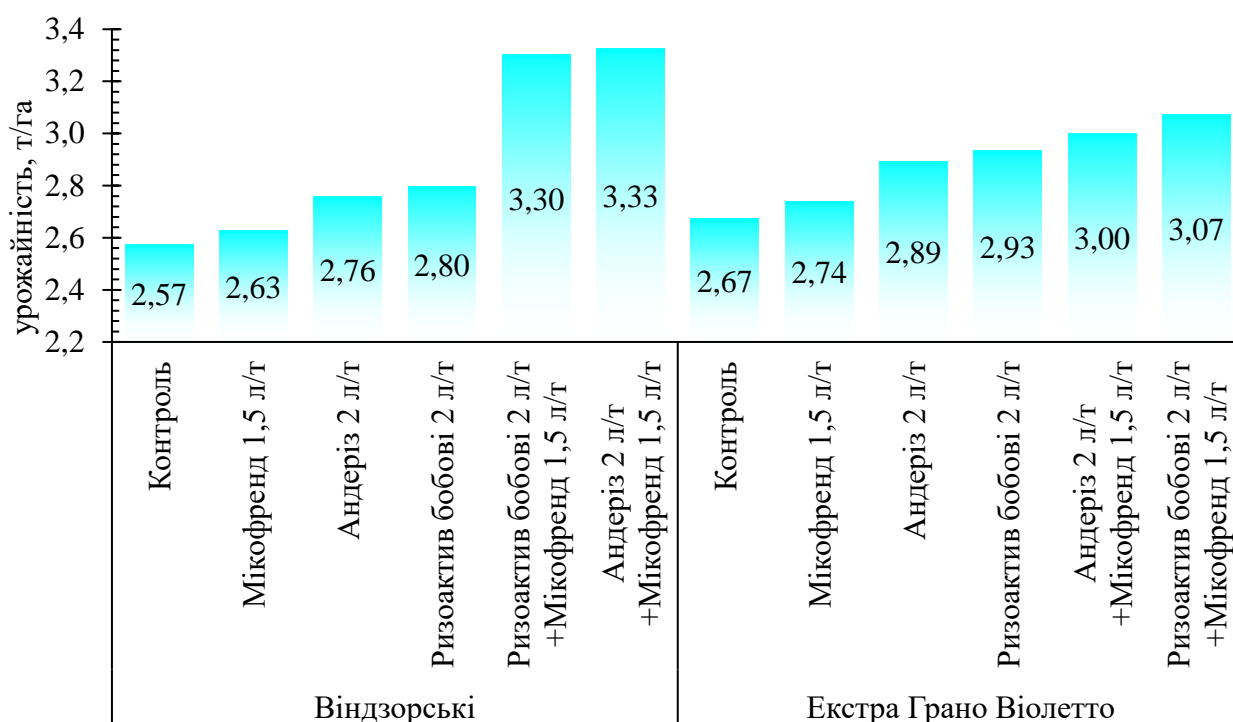
Результати вказують на те, що маса 1000 шт. насінин незалежно від варіанту зменшувалася відносно контролю на 3,3–26,3 г або 0,2–1,8 % у сорту Віндзорські та 6,7–35,3 г або 0,3–1,5 % у сорту Екстра Грано Віолетто. Мінімальну різницю у обох сортів відмічали на варіанті з передпосівною обробкою мікоризоутворювачем Мікофренд, а максимальне за комбінації Андеріз+Мікофренд.

Особливу роль у збільшенні продуктивності посівів бобів кінських відіграло застосування різних біоінокулянтів і їх сумішей з мікоризоутворювачем.

Врожайність насіння була високою, що зумовлено сприятливими погодними умовами років досліджень. Так, середня врожайність насіння у досліді коливалася від 2,57 т/га до 3,07 т/га (за роками 1,98 у 2020 де CV = 7 до 5,14 т/га у 2021 році, де CV = 31 %). Застосування мікоризоутворюючого препарату Мікофренд сприяло збільшенню біологічної врожайності зерна бобів кінських на 0,1 т/га у досліджуваних сортів. Окреме застосування біоінокулянту Андеріз сприяло формуванню цього показника на рівні 2,76 т/га у сорту Віндзорські та 2,89 т/га у сорту Екстра Грано Віолетто, що вище від контрольних варіантів на 0,18 (7,1 %) та 0,22 т/га (8,2 %) відповідно до сорту. Біоінокулянт Ризоактив бобові був більш ефективним. Приріст врожаю від його застосування складав 0,22 т/га і 0,26 т/га у обох сортів, що складало 8,7 % і 9,7 % відповідно до сорту. Високоєфективним було застосування для передпосівної обробки суміші препаратів. Так, суміш Андеріз + Мікофренд сприяла найбільш істотному збільшенню врожайності сорту Віндзорські – 0,75 т/га та 0,33 т/га у сорту Екстра Грано Віолетто. Суміш Ризоактив бобові + Мікофренд була менш ефективною для сорту Віндзорські, де приріст врожаю складав 0,73 т/га, проте більш ефективною для сорту Екстра рано Віолетто – 0,40 т/га.

При цьому найвища врожайність формувалася у 2021 році, де була велика кількість і рівномірність опадів, що співпадало з фазами розвитку рослин бобу, тоді як у 2022 році відмічали тривалі посухи з весни і до кінця вегетації рослин,

що сприяло формуванню найнижчої врожайності насіння бобів кінських (рис. 7.16).



<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>HIP₀₅</i>		
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
2,89	0,24	8	0,122	0,149	0,212

Рисунок 7.16. Урожайність насіння сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 99), (2020–2022).

Суша речовина у варіантах досліджу було у межах 12,94–14,54 %. Найбільших значень вона набула за використання комбінацій препаратів Андеріз+Мікофренд. Однак, істотне збільшення цього показника відзначено лише на варіанті Андеріз+Мікофренд у сорту Екстра Грано Віолетто – 13,75 г/100 г, де збільшення відносно контролю складало 6,3 %. У всіх інших варіантах збільшення такого показника було статистично недостовірним.

Відзначено помітну міжсорткову різницю впливу біоінокулянтів і мікоризи. Сорт Віндзорські реагував менш істотно (приріст сухої речовини

складав 0,1–2,2 %) тоді, як сорту Екстра Грано Віолетто вміст сухих речовин бум у межах 0,8–6,3 % (рис. 7.17).

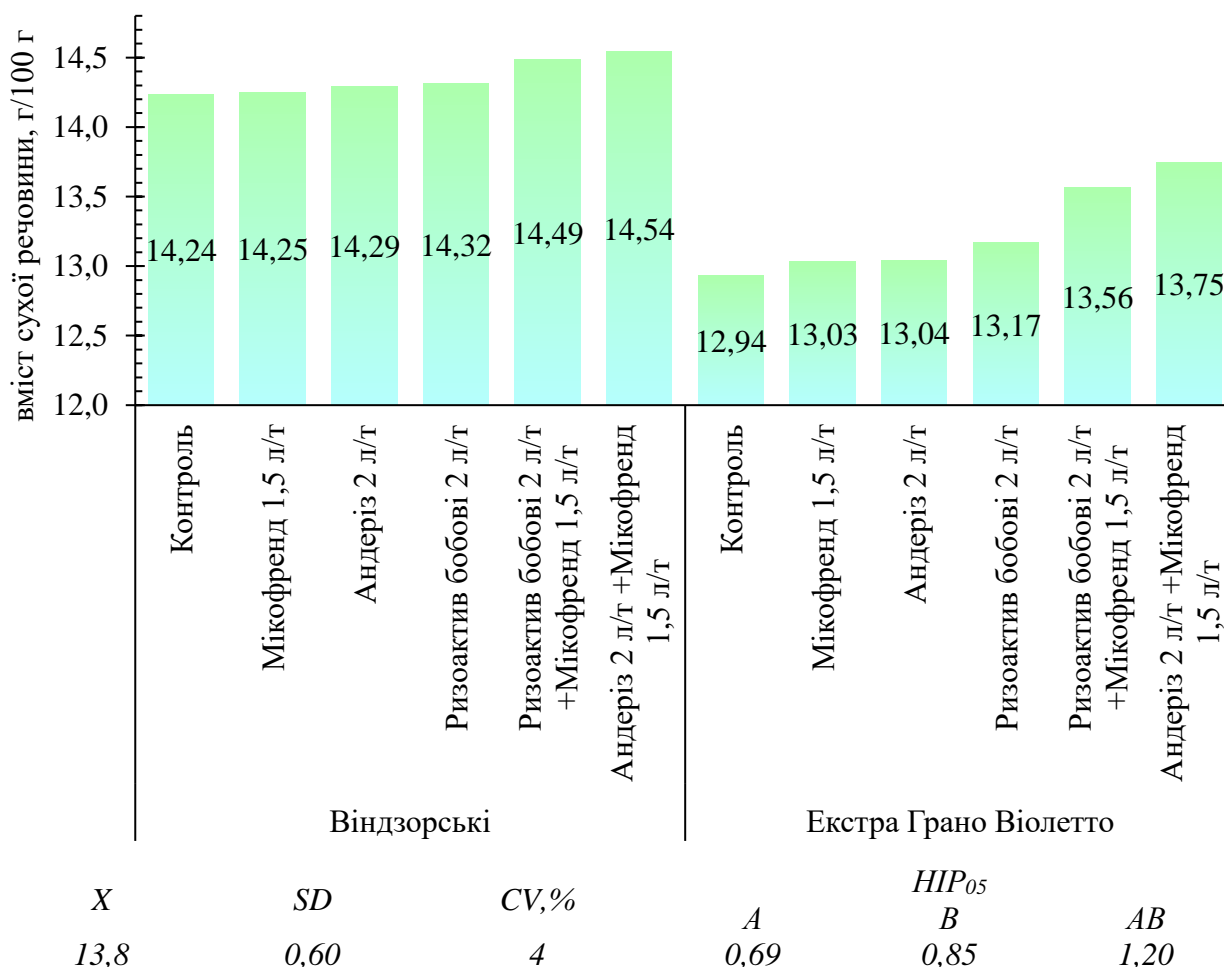
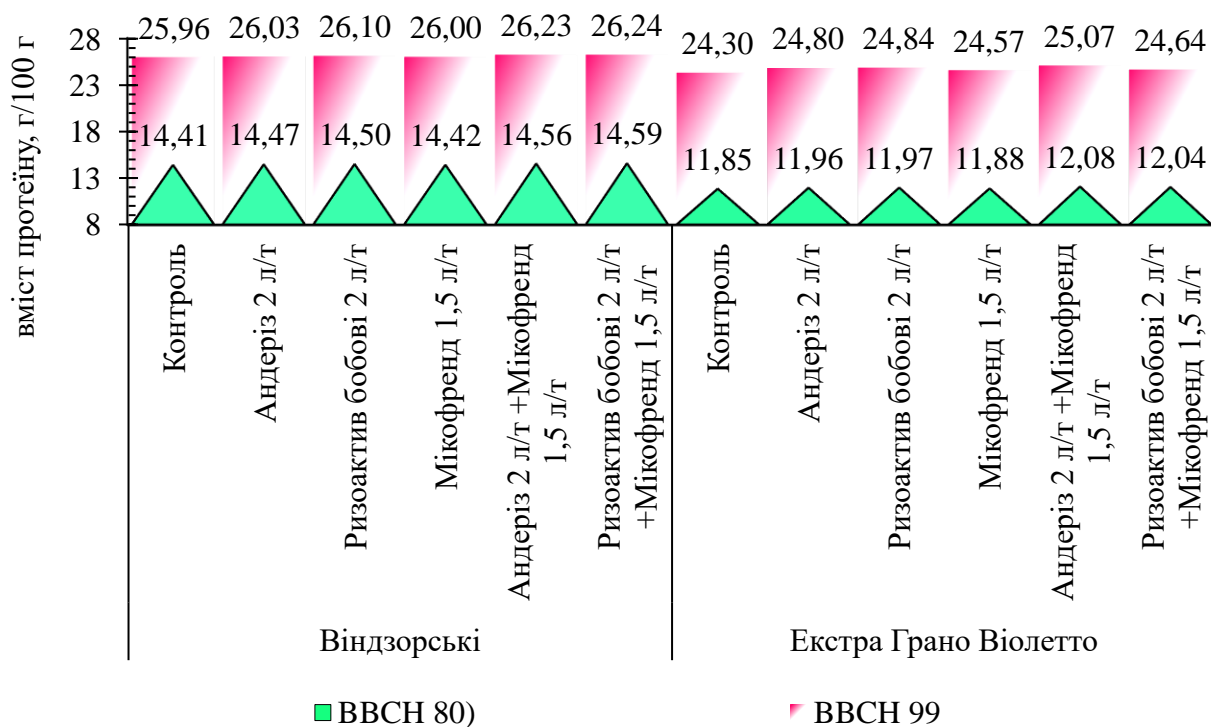


Рисунок 7.17. Суха речовина зелених бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (ВВСН 80), (2020–2022).

Вміст протеїну істотно варіював між сортами, однак, у межах сорту істотних змін не відзначено. Так, вміст протеїну у зелених бобах був у межах 11,85 – 14,59 %. Вищий його вміст відзначено у сорту Віндзорські. Істотного збільшення концентрації протеїну від застосування інокулянтів не відзначено, проте найбільший приріст такого показника фіксували у варіанті з використанням суміші Андеріз + Мікофренд – 14,59 і 12,08 г/100 г відповідно до сортів Віндзорські й Екстра Грано Віолетто. Близькі до цих отримані відмітки вмісту протеїну на варіанті Ризоактив бобові + Мікофренд 14,56 і 12,04 г/100 г або приріст у 1,0 і 1,6 % відповідно до варіанту (рис. 7.18).



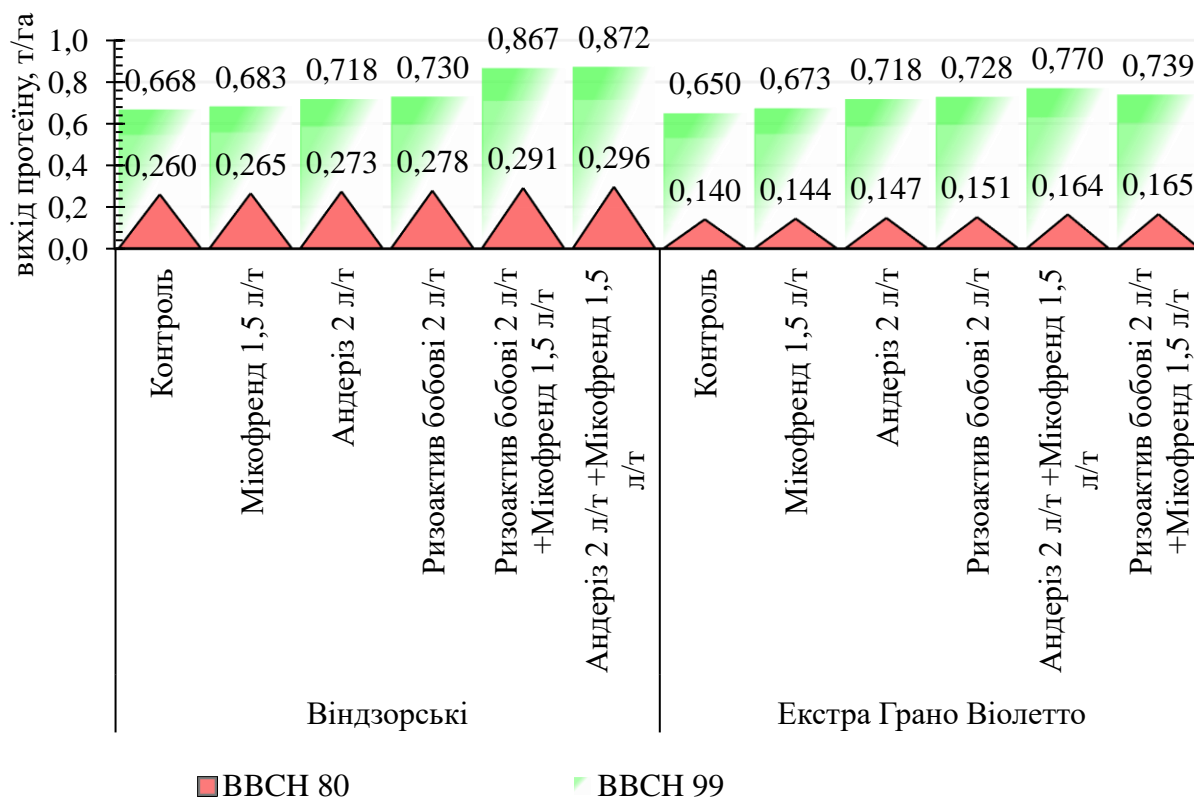
	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
технічна	13,23	1,27	10	0,46	0,57	0,80
біологічна	25,40	0,72	3	1,25	1,54	2,18

Рисунок 7.18. Вміст протеїну у зелених бобах і зрілому зерні бобів кінських за використання біоінокулянтів Андерізі і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (BBCH 80 і 99), (2020–2022).

У фазі біологічної стиглості вміст протеїну у середньому збільшився відносно фази технічної стиглості на 52,1 %. У фазі повної стиглості насіння показники вмісту протеїну варіювали дуже мало у середньому у межах 24,30–26,24 г/100 г ($CV = 3,0 \%$), а з роками від 22,4 г/100 г у 2021 до 27,18 г/100 г у 2022 році. ($CV = 1–6 \%$). Однак, істотного збільшення вмісту протеїну не відзначали ні на жодному варіанті. Проте, прослідковувалася загальна тенденція – більш ефективною була комбінація препаратів Андерізі+Мікофренд, а найменш ефективним виявився Мікофренд.

Незначне збільшення вмісту протеїну у зерні бобів на різних стадіях стиглості сприяло істотному збільшенню умовного виходу протеїну з одиниці площі. Так, у фазу технічної стиглості комбінації препаратів

Андері́з+Мікофренд та Ризоактив бобові+Мікофренд сприяли збору протеїну на рівні 0,297 і 0,290 т/га або збільшенню збору протеїну на 0,04 і 0,03 т/га або 14,3 і 11,7 % у сорту Віндзорські відносно контролю та сорту Екстра Грано Віолетто на рівні 0,164 і 0,165 т/га (+16,7 і 17,6 %), (рис. 7.19).



	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>CV, %</i>	<i>HIP₀₅</i>		
				<i>A</i>	<i>B</i>	<i>AB</i>
технічна	0,214	0,06	30	0,014	0,017	0,024
біологічна	0,735	0,07	9	0,033	0,041	0,057

Рисунок 7.19. Умовний вихід протеїну сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андері́з і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (BVSN 80 і 99), (2020–2022).

У фазі біологічної стиглості умовний вихід протеїну коливався у межах 0,650–0,873 т/га. Використання препаратів комбіновано сприяло зростанню такого показника на 30,6 і 29,7 % або 0,20 т/га у сорту Віндзорські та 18,5 і 13,8 % або 0,12 і 0,09 % у сорту Екстра Грано Віолетто.

Висока ефективність біоінокулянтів проявилася і на розвитку нодуляційного апарату. Так, загальна кількість бульбочок (ризобій) залежно

від варіанту варіювала в межах 14–51 шт./росл. ($CV = 35\%$), за роками даний показник варіював від 9 шт./росл. у 2022 році ($CV = 35\%$) у сорту Віндзорські до 85 шт./росл. у 2021 році ($CV = 43\%$) у сорту Екстра Грано Віолетто (табл. 7.11).

Таблиця 7.11

Розвиток нодуляційного апарату сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд ($X \pm SD$), (ВВСН 80), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Кількість бульбочок, шт./росл,		Маса бульбочок, г/росл,	
		Загальна	Активних	Загальна	Активних
Віндзорські	Контроль	14±4,5	9,4±3,6	0,71±0,34	0,47±0,21
	Андеріз 2 л/т	22±7,1	15,7±6,4	0,90±0,47	0,65±0,38
	Ризоактив бобові 2 л/т	26±9,0	19,1±8,0	0,95±0,51	0,71±0,42
	Мікофренд 1,5 л/т	18±6,5	10,7±3,9	0,76±0,38	0,49±0,22
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	33±12,2	24,0±10,7	1,08±0,62	0,80±0,51
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	30±11,1	21,9±10,6	1,01±0,56	0,76±0,49
Екстра Грано Віолетто	Контроль	28±4,6	6,3±2,1	0,78±0,18	0,61±0,14
	Андеріз 2 л/т	37±12,8	12,4±6,4	0,88±0,24	0,69±0,19
	Ризоактив бобові 2 л/т	44±18,5	17,0±10,4	0,95±0,29	0,74±0,23
	Мікофренд 1,5 л/т	31±8,0	7,3±2,0	0,81±0,20	0,63±0,16
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	49±22,0	21,3±14,4	1,00±0,31	0,78±0,24
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	51±24,5	25,0±16,4	1,10±0,40	0,86±0,31
	<i>X</i>	32	15,8	0,91	0,68
	<i>SD</i>	11	6,26	0,12	0,11
	<i>CV, %</i>	35	40	13	17
	<i>HIP₀₅ A</i>	1,29	0,96	0,031	0,034
	<i>B</i>	1,58	1,18	0,039	0,043
	<i>AB</i>	2,24	1,66	0,055	0,060

Комбіноване застосування препаратів Андеріз+Мікофренд сприяло збільшенню загальної кількості ризобій на 130,2 % у сорту Віндзорські та 77,1 % у сорту Екстра Грано Віолетто, при цьому кількість активних бульбочок зростала більш істотно – на 154,3 % і 237,1 % відповідно до сорту. Комбінація препаратів Ризоактив бобові+Мікофренд сприяла зростанню

загальної кількості на 107,0 і 84,3 % і кількості активних на 132,3 і 294,7 % відповідно до сорту.

Дія інокулянтів окремо і сумісно з мікоризою була статистично ефективною у всіх варіантах. Однак сорти бобів по-різному реагували на комбінації препаратів. Так, сорт Віндзорські мав кращі показники на варіанті Андерізі+Мікофренд, а сорт Екстра Грано Віолетто на варіанті Ризоактив бобові+Мікофренд. Хоча за окремого застосування інокулянтів реакція обох сортів була подібною – Ризоактив бобові мав більшу ефективність проти інокулянту Андерізі. Дана тенденція прослідковується при визначенні, як загальної так і активної кількості ризобій. При цьому частка активних бульбочок збільшувалася з 65,7 % у контролі до 73,8 % на варіанті Ризоактив бобові +Мікофренд у сорту Віндзорські, а їх маса з 67,1 до 75,2 % відповідно до варіанту. У сорту Екстра Грано Віолетто частка активних бульбочок зростала 22,9 % до 49,0 %, а їх маса з 77,5 % до 78,1 %.

При визначенні активності симбіотичної азотфіксації найважливіша роль відводиться концентрації леоглобіну у ризобіях, адже саме ризобії, у яких він присутній здатні до фіксації азоту. Так, у середньому варіювання концентрації леоглобіну було слабким – 9 %, але за роками показники різнилися істотно – від 4,32 у 2022 році до 17,70 у 2021 році. Дослідження показали, що сорт Екстра Грано Віолетто накопичував істотно більше леоглобіну незалежно від варіанту.

Однак, прослідковується загальна тенденція, коли комбінації препаратів більш ефективні за окреме їх застосування. При цьому, знову ж таки, помітна сортова реакція на комбінації препаратів. Ризобії сорту Віндзорські накопичували більше леоглобіну у варіанті Ризоактив бобві+Мікофрен – 7,70 мг/г, що більше від контролю на 19,4 % або 3,33 мг/г тоді, як сорт Екстра Грано Віолетто накопичував більше леоглобіну на варіанті Андерізі+Мікофренд – 8,82 мг/г, що більше від контролю на 16,4 % або 3,07 мг/г (табл. 7.12).

Активність симбіотичного апарату сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів Андеріз і Ризоактив бобові окремо та сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд (X±SD), (ВВСН 80), (2020–2022)

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	Вміст легоглобіну, мг/г	Активний симбіотичний потенціал, тис,кг×діб/га	Кількість фіксованого азоту, кг/га
Віндзорські	Контроль	6,45±2,15	22,0±7,9	71,0±27,0
	Андеріз 2 л/т	6,59±2,15	24,0±7,5	84,1±25,2
	Ризоактив бобові 2 л/т	6,98±2,64	28,1±8,5	93,0±20,0
	Мікофренд 1,5 л/т	7,01±2,88	22,2±7,8	75,2±27,0
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	7,66±3,30	33,6±11,4	105,3±20,4
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	7,70±3,52	32,4±12,4	100,1±21,2
Екстра Грано Віолетто	Контроль	7,58±2,56	24,3±8,5	75,7±28,7
	Андеріз 2 л/т	7,68±2,56	37,0±16,4	91,8±28,0
	Ризоактив бобові 2 л/т	7,92±2,82	45,6±23,6	98,7±30,2
	Мікофренд 1,5 л/т	7,85±2,93	25,3±9,3	78,3±28,2
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	8,82±3,95	55,5±32,9	102,0±29,8
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	8,61±3,60	60,3±34,9	106,7±29,8
	<i>X</i>	7,57	34,0	90,2
	<i>SD</i>	0,69	12,71	12,26
	<i>CV,%</i>	9	37	14
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,32	1,48	4,63
	<i>B</i>	0,40	1,82	5,67
	<i>AB</i>	0,56	2,57	8,03

Відомо, що від активності симбіотичного потенціалу залежить і об'єм азотфіксації. Так, застосування інокулянтів сприяло зростанню активного симбіотичного потенціалу на 2,0 і 6,1 тис,кг×діб/га у сорту Віндзорські, при цьому кількість фіксованого азоту зростала на 13,1 і 22,0 кг/га або 18,4 і 31,0 %. У сорту Екстра Грано Віолетто за використання інокулянтів симбіотичний потенціал зростав на 12,7 і 21,2 тис,кг×діб/га, що сприяло збільшенню азотфіксації на 16,2 і 23,1 кг/га або 21,4 і 30,5 % відносно контролю

За комбінованого застосування препаратів Андерізі+Мікофрнед показник активного симбіотичного потенціалу становив 33,6 і 55,5 тис,кг×діб/га відповідно до сорту, тобто збільшувався відносно контрольних варіантів на 52,6 і 127,9 %, що водночас сприяло фіксації біологічного азоту на рівні 105,3 і 102,0 кг/га, що більше контролю обох сортів на 48,; і 34,8 % або 34,3 і 26,3 кг/га. Показник активного симбіотичного потенціалу на варіанті Ризоактив бобові+Мікофрнед досягав відмітки 32,4 і 60,3 тис,кг×діб/га, тобто був вищим від контролю на 47, і 147,6 % відповідно до сорту Віндзорські та Екстра Грано Віолетто. За використання такої комбінації препаратів об'єм азотфіксації зростав на 41,0 % у обох сортів і складав 100,1 і 106,7 кг/га біологічно фіксованого азоту.

Отже, результати проведеного дослідження свідчать про високу ефективність застосування біоніокулянтів окремо та сумісно з мікоризоутворюючим препаратом як для отримання товарної овочевої продукції, так і для отримання високого врожаю насіннєвого матеріалу, та у результаті збільшення накопичення біологічного азоту в ґрунті.

Статистичні дослідження взаємозв'язків між параметрами активності симбіотичного потенціалу бобу овочевого за передпосівної обробки інокулянтами й мікоризоутворювачем сприяли посилення кореляційних зв'язків. У результаті аналізу виявлено високий зв'язок за шкалою Чеддока – $r = 0,7936$ між кількістю фіксованого азоту у фазі технічної стиглості і показником активного симбіотичного потенціалу (АСП): $y = 63,5929 + 0,7772 * x$, де x – це АСП тис,кг×діб/га, y – кількість фіксованого азоту, кг/га. Помітний зв'язок ($r = 0,6712$) виявлено між об'ємом фіксованого азоту і концентрацією леогоглобіну у ризобіях, який пояснюється рівнянням регресії $y = 0,2309 + 11,8804 * x$, де x – концентрація леогоглобіну, мг/г, y – кількість фіксованого азоту у фазі технічної стиглості, кг/га. Високий кореляційний зв'язок ($r = 0,8548$) виявлено між концентрацією леогоглобіну й АСП, який пояснюється рівнянням регресії $y = 5,9531 + 0,0473 * x$, де x – АСП, y – вміст леогоглобіну, мг/г (рис. 7.20).

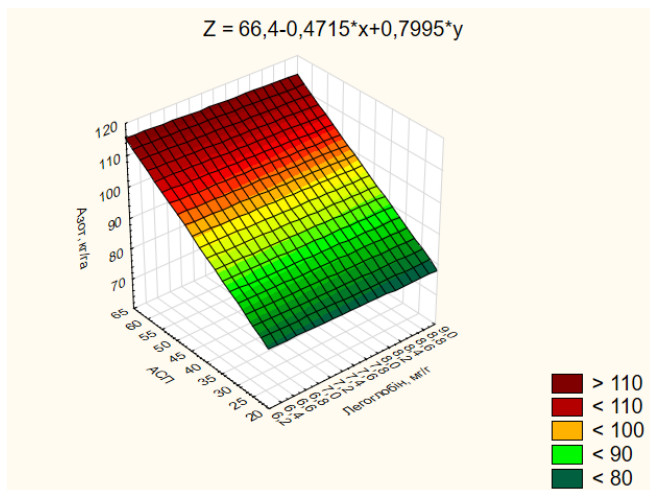


Рисунок 7.20. Тривимірна модель залежності між показниками активності симбіотичного потенціалу бобів кінських за інокуляції та мікоризації посівів.

Оскільки одержані дані характеризуються високою достовірністю, таку залежність зображено тривимірною на рисунку 5.20, а точкові графіки з теоретичною лінією регресії показані в додатку Д.5.

Висновки до розділу 7.

1. Результати дослідження свідчать про те, що застосування біоінокулянтів та мікоризи для рослин бобових овочів є багатообіцяючим підходом до оптимізації продукційних процесів посівів завдяки високій ефективності синергізму інокулянтів з мікоризою та біологізації галузі землеробства. Комплексне застосування біоінокулянтів та мікоризи може допомогти покращити стійкість агроecosystem до несприятливих впливів зміни клімату та сприяти покращенню родючості ґрунту та росту рослин.

2. Застосування біоінокулянтів та мікоризного препарату у суміші сприяло покращенню формування параметрів індивідуальної продуктивності бобових овочів. Зокрема суміш Мікофренд + Андеріз сприяла збільшенню кількості бобів на одній рослині на 23,7 і 13,8 % відповідно до сорту Романтика та Sac. Суміш Різолан + Мікофренд сприяла більш істотному збільшенню кількості бобів – 26,2 % або 8 шт/роsl. у сорту Романтика та 19,8 % або 6,0 шт у сорту Sac, при цьому кількість зерен у бобі збільшувалася неістотно.

3. Застосування комбінацій інокулянтів та мікоризи мало найкращий ефект. Використання суміші Андеріз + Мікофренд сприяло збільшенню маси

бобів з однієї рослини на 12,1 і 9,5 % у сортів Романтика та Sac. За використання суміші Різолан + Мікофренд збільшення маси бобів відзначали на рівні 13,8 і 11,1 %. При цьому врожайність едамаме зростала на 11,0 і 10,0 % у сорту Романтика та 12,7 і 11,3 % у сорту Sac.

4. Вивчення ефективності біоінокулянтів та мікоризи на формування насінневої продуктивності показало, що посіви сої овочевої формували врожайність насіння за використання суміші Різолан + Мікофренд на рівні 1,50 і 2,14 т/га у сортів Романтика та Sac, що забезпечило приріст цього показника відносно контрольних варіантів 11,7 і 10,2 %, а використання суміші Андеріз + Мікофренд врожайність насіння сорту Романтика збільшилася на 10,1 %, сорту Sac – 7,8 %.

5. Дослідження впливу інокулянтів і мікоризного препарату окремо та у комбінаціях показало неістотне збільшення вмісту сухих речовин і протеїну. Досліджувані препарати сприяли максимізації розвитку бобово-ризобіального симбіозу, у результаті чого кількість фіксованого азоту збільшилася від 143,9 кг/га до 188,3 кг/га у сорту Романтика і з 168,0 кг/га до 201,6 кг/га у сорту Sac.

6. У дослідженні квасолі овочевої найефективнішим було використання суміші Андеріз+Мікофренд, де отримано найвищий урожай – 6,18 і 6,35 т/га у сортів квасолі овочевої Лаура та Пурпура королева. За використання комбінації Ризоактив бобові+Мікофренд було отримано урожайність на рівні 6,0 і 6,1 т/га відповідно до сорту, що дозволило отримати надбавку врожаю 17,0 і 24,0 %. Сумісне застосування інокулянтів з мікоризою сприяло формуванню насінневої продуктивності на рівні 1,91 і 1,86 т/г у сорту Лаура та 1,94 і 1,89 т/га у сорту Пурпура королева, що більше від контролю відповідного сорту на 0,40 і 0,35 т/га або 26,4 і 23,3 % та 0,41 і 0,36 т/га або 26,9 і 23,7 %.

7. Інокуляція та мікоризація посівів квасолі овочевої неістотно впливала на покращення параметрів біохімічного комплексу – вміст сухих речовин та протеїну збільшувався неістотно незалежно від варіанту, а от умовний вихід

білка на кращих варіантах збільшувався істотно. Інокуляція й мікоризація посівів квасолі овочевої сприяла покращення розвитку нодуляційного апарату, що сприяло збільшенню азотфіксації з 51,4 кг/га до 74,3 кг/га у сорту Лаура та з 45,1 до 70,3 кг/га у сорту Пурпурова королева.

8. Дослідження впливу інокуляції та мікоризації на посіви бобів кінських показало істотне покращення показників індивідуальної продуктивності, у результаті чого врожайність зелених бобів найбільше зросла на варіантах з комбінованим використанням препаратів. Варто відзначити, що виявлено і сортову реакцію на суміші препаратів. Так, сорт Віндзорські мав вищу продуктивність за сумісного використання інокулянту Андеріз з мікоризою Мікофренд, а сорт Екстра Грано Віолетто на варіанті Ризоактив бобові+Мікофренд. Приріст врожайності зелених бобів на цих варіантах складав 10,6 і 10,4 % відповідно до сорту і варіанту, а врожайність насіння зростала на 29,3 і 14,9 %.

9. Дослідженнями виявлено, що вміст сухих речовин у сорту Віндзорські збільшувався у межах похибки, а от у сорту Екстра Грано Віолетто за комбінованого використання препаратів цей показник зростав істотно відносно всіх варіантів. Концентрація протеїну в обох сортів також збільшувалася у межах статистичної похибки. Азотфіксуючий потенціал сортів бобу овочевого зростав істотно – з 71,0 кг/га до 105,3 кг/га у сорту Віндзорські та з 75,7 і до 106,7 кг/га у сорту Екстра Грано Віолетто.

10. Отже, у результаті дослідження виявлено, що найбільш ефективними для отримання високої продуктивності посівів бобових овочів для продовольчих і насінневих цілей є комбінації інокулянтів з мікоризоутворювачем, проте, слід враховувати індивідуальну реакцію сорту на той чи інший інокулянт.

Матеріали розділу опубліковано у працях згідно додатку Є.1: 13, 14, 15, 41, 47.

РОЗДІЛ 8
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВОЧЕВИХ
АГРОЦЕНОЗІВ ЗАСТОСУВАННЯМ ФІТОГОРМОНІВ, ДОБРИВ ТА
АБСОРБЕНТІВ

8.1. Продукційні процеси часнику озимого сорту Любаша за використання органічних кислот.

Отримані результати досліджень показали, що максимальному збільшенню висоти рослин найкраще сприяла гіберелінова кислота, де цей показник був вищим проти контролю на 10,8 %, тоді як застосування саліцилової і аскорбінової кислот збільшувало висоту рослин на 7,8 та 3,9 % (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

Показники росту рослин, листкового і пігментного комплексу часнику озимого сорту Любаша за дії органічних кислот (2017–2019 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Кількість листків, шт./роsl.	Площа листкової пластинки, см ²	Листкова площа однієї рослини, см ²	Листковий індекс	Вміст суми хлорофілів a+b у листках, г/суху реч.
Контроль	63,37	8,73	95,70	491,59	1,82	1,64
СК	68,33	8,58	103,63	522,81	1,94	1,68
ГК	70,21	9,28	122,20	667,30	2,47	1,81
АК	65,86	9,19	100,25	541,86	2,00	1,68
НІР (0,01)	3,45	0,40	6,06	31,6	0,14	0,135

Основним показником росту та показником, від якого залежить продуктивність рослин часнику, є листковий апарат, тому ми досконально його вивчали. Кількість листків на рослині за застосування гіберелінової та аскорбінової кислот збільшувалася на 0,46–0,55 шт./роsl. (5,3–6,3 %), у той

час саліцилова кислота несуттєво зменшувала даний показник на 0,15 шт./роsl. (1,7 %) при цьому листкова площа зростала на 8,3; 27,7 та 4,8 % за застосування саліцилової, гіберелінової та аскорбінової кислот. Листкова площа однієї рослин та листковий індекс мали дещо іншу динаміку, проте гіберелінова кислота показувала найкращі результати.

Рослини оброблені амінокислотами збільшували вміст суми хлорофілів $a+b$, але у разі застосування гіберелінової кислоти приріст був найбільш суттєвим до контролю – 0,17 % / суху речовину (10,8 %).

У рослинних клітинах спостерігається певний рівень ліпідів для окислення, який залишається постійним завдяки системам антиоксидантного захисту. Істотна роль у захисті клітин від окислювальної деструкції належить ферментній системі, зокрема, супероксиддисмутазі, яка каталізує реакцію супероксидних радикалів ($O^{\cdot-}$). Швидкість взаємодії СОД і $O^{\cdot-}$ залежить від ступеня гідратації клітин. Результати дослідження, показані в таблиці 8.2, підтверджують дані, про які повідомлялося. В рослинах, оброблених саліциловою, гібереліновою та аскорбіновою кислотами зафіксовано збільшення активності СОД у листі на 9,1; 15,0 та 7,5 % порівняно з активністю ферментів у контрольному варіанті. Застосування амінокислот забезпечило активізацію комплексу антиоксидантних ферментів (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

Активність антиоксидантних ферментів у листках часнику озимого сорту Любаша за дії органічних кислот (2017–2019 рр.)

Варіант	Активність антиоксидантних ферментів (ум. од/мг білка)				
	ГВП	СОД	КАТ	ГР	ГСТ
Контроль	85,63	9,77	7,78	10,07	27,32
СК	110,90	10,66	10,82	11,18	31,44
ГК	156,71	11,24	11,35	15,10	38,59
АК	91,60	10,50	9,91	10,62	31,37
НІР (0,01)	8,715	1,100	0,721	0,998	0,721

Активність СОД, КАТ, ГвПО, ГР, GST у листках оброблених амінокислотами рослин часнику мали тенденцію до підвищення. Так, активність СОД була вищою від контролю 7,5–15,0 %; КАТ – 27,4–45,9 %; ГвПО – 7,0–83,0 %; ГР – 5,4–49,9 %; GST – 14,8–41,3 %.

Отримані результати свідчать про те, що найвищу фізіологічну активність проявляє саме гіберелінова кислота, де активність антиоксидантного комплексу суттєво вища як проти контролю, так і проти інших дослідних варіантів.

Результати дослідження вказали на значний вплив органічних кислот на врожайність та її структуру (рис. 3.38, 3.39, 3.40), а саме: масу цибулини та вміст сухої речовини, вітамінів групи В та вітаміну С, – всі ці структурні елементи мали кращі показники в усіх варіантах порівняно з контролем.

Маса цибулини збільшувалася на 4,73; 9,26 та 4,55 г ($HP_{0.05} = 4,05$) за застосування саліцилової, гіберелінової та аскорбінової кислот відповідно (рис. 8.1).

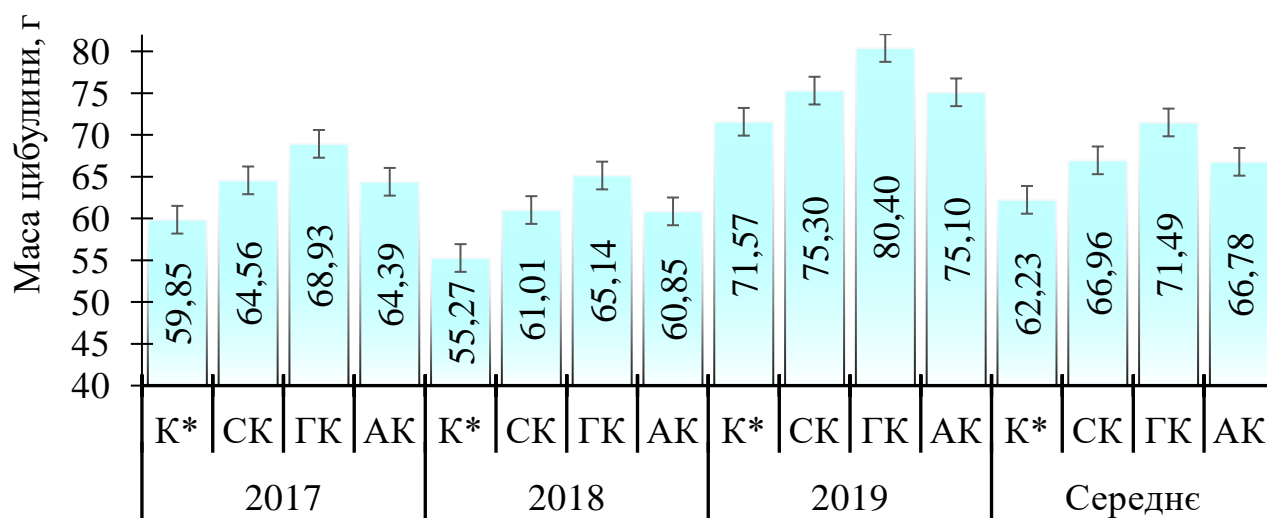


Рисунок 8.1. Маса цибулини часнику озимого сорту Любаша за дії органічних кислот ($HP_{0.05}$: 2017 – 3,26; 2018 – 2,95; 2019 – 5,76).

Зростання врожайності мало таку ж динаміку. У разі застосування саліцилової, гіберелінової та аскорбінової кислот врожайність часнику збільшувалася на 1,18; 2,27 та 1,14 т/га ($HP_{0,05} = 0,89$) (рис. 8.2).

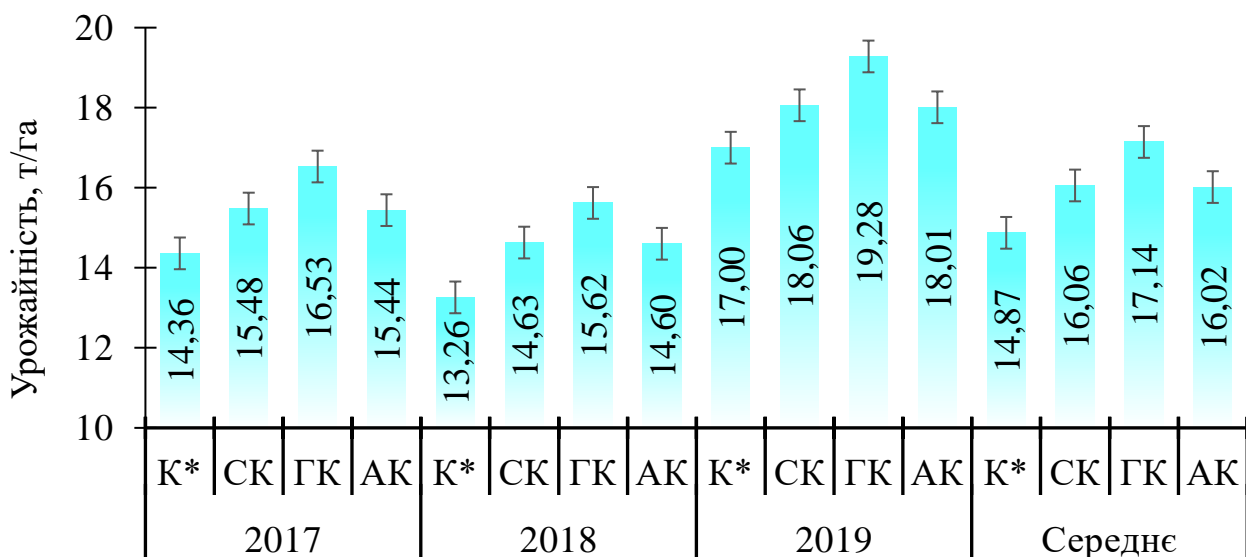


Рисунок 8.2. Урожайність часнику озимого сорту Любаша за дії органічних кислот (HIP_{05} : 2017 – 0,73; 2018 – 0,86; 2019 – 0,89).

Проте вміст сухої речовини (рис. 3.40) у цибулинах часнику у разі застосування амінокислот на найвищому рівні був за використання саліцилової кислоти +4,0 % до контролю та аскорбінової кислоти + 3,7 % до контролю. Гіберелінова кислота зумовлювала мінімальний приріст сухої речовини (рис. 8.3).

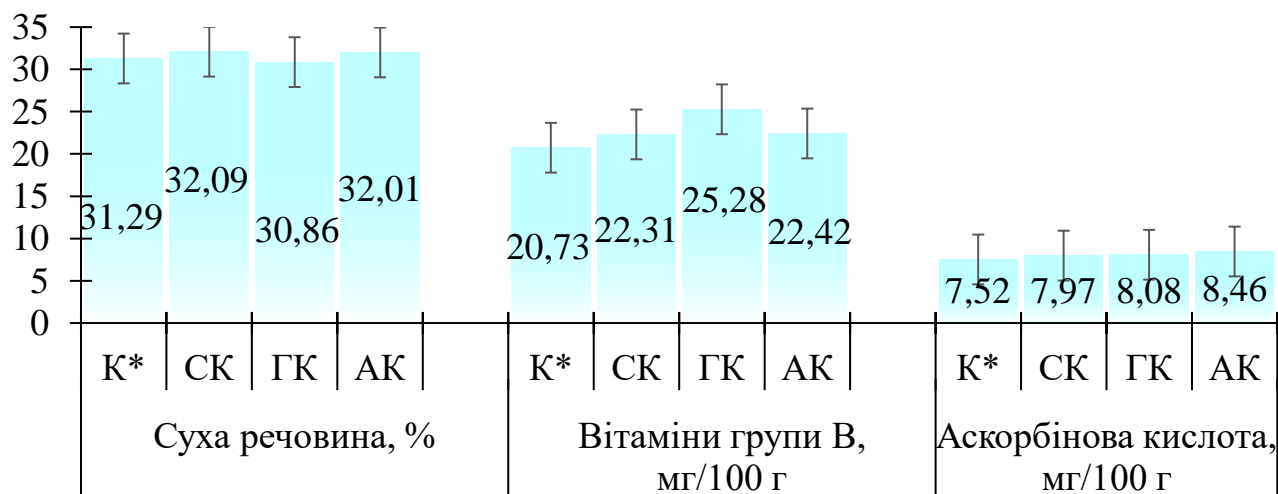


Рис. 8.3. Окремі показники біохімічного складу цибулин часнику озимого сорту Любаша за дії органічних кислот (HIP_{05} : суха речовина – 2,725; вітаміни групи В – 2,128; аскорбінова кислота – 0,558).

Дослідження вмісту вітамінів групи В (рис. 3.40) у зубках часнику показало, що найкращий ефект на їх накопичення мала гіберелінова кислота, де збільшення суми вітамінів групи В сягало 21,9 %, застосування саліцилової і аскорбінової кислот збільшувало їх суму до 7,6 та 8,2 %. Найсуттєвіше збільшення вмісту вітаміну С відзначено за обприскування рослин аскорбіновою кислотою – +12,5 %, тоді як у разі обприскування саліциловою і гібереліновою кислотами, його вміст зростав на 6,0 та 7,5 %.

Як логістичний етап зберігання забезпечує мінімальні втрати якості та кількості впродовж попередньо визначеного терміну. Показниками збереженості є: вихід стандартної продукції, розмір втрат та термін зберігання. Вихід стандартної продукції і втрати пов'язані зворотньою залежністю. Обидва показники залежать від умов і термінів зберігання.

Під час зберігання цибулин часнику, у них відбуваються різноманітні біохімічні процеси та випаровування вологи, яка знаходиться у тканинах. Це призводить до зменшення абсолютної і збільшення відносної кількості сухих речовин. Тому, згідно з динамікою останніх, можна зробити висновок про інтенсивність вище вказаних процесів та їх вплив на лежкість і якість матеріалу часнику, що зберігається. Стан спокою розглядається як блокування процесу поділу клітин, зумовлене зниження фізіолого-біохімічних процесів.

Результати досліджень демонструють, що максимальні втрати маси цибулини відбуваються у першій період (0–30 діб) після збору врожаю – 14,8–18,2 % за теплого і 3,8–6,2 % за холодного зберігання. Динаміка втрат маси цибулин була наступною: за зберігання у неконтрольованих умовах, починаючи з 60–ої до 180–ої доби, щомісячні втрати поступово зростали (у середньому з 1,8 до 3,1 %/міс.), починаючи з 210–ої доби – знижувалися (у середньому з 2,8 до 2,0 %/міс.), (табл. 8.3).

У разі холодного зберігання у контрольованих умовах втрати були значно нижчі, а їх динаміка дещо відрізнялася. Так, починаючи з 60–ої до 150–ої доби спостерігали зниження втрати маси цибулин (в середньому з 0,7 до 0,4

%/міс.), починаючи з 180-ої, відзначали істотне збільшення втрат маси цибулин (в середньому з 0,6 до 1,6 %/міс.).

Таблиця 8.3

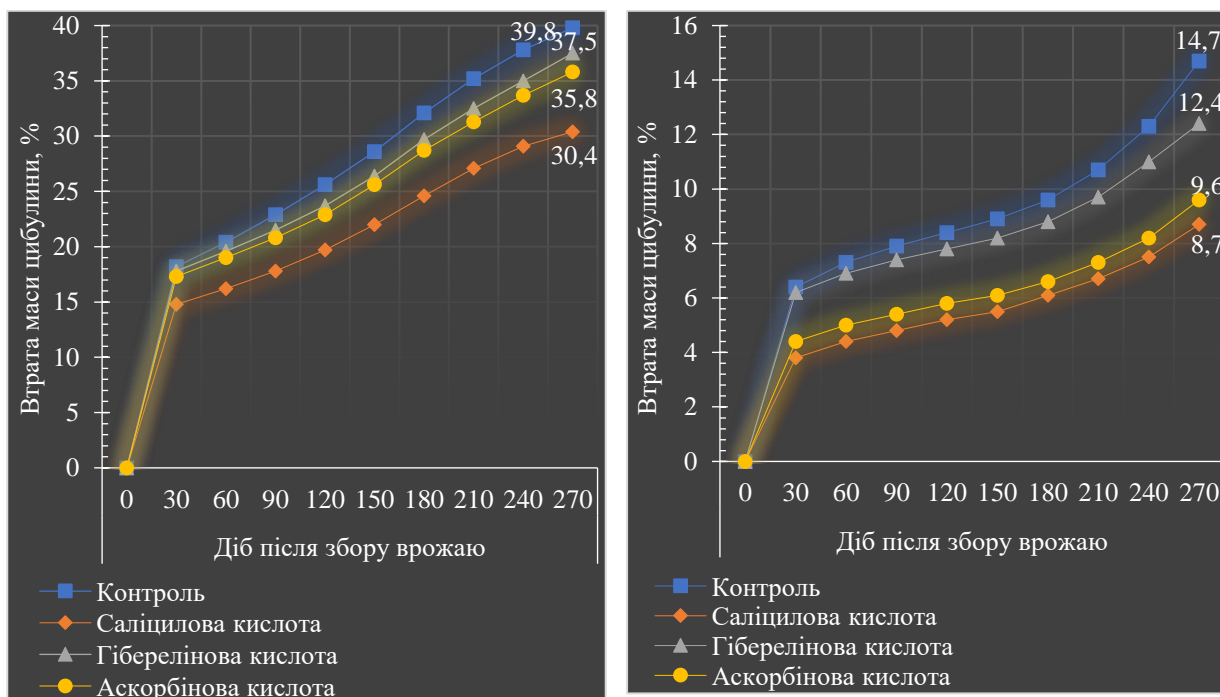
**Структура щомісячних втрат маси цибулини часнику озимого сорту
Любаша за теплого зберігання, %, (2017–2020)**

Варіант	Втрати маси цибулини (%) у період зберігання, діб після збору врожаю								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Зберігання у неконтрольованих умовах									
Контроль	18,2	2,2	2,5	2,7	3,0	3,5	3,1	2,6	2,0
СА	14,8	1,4	1,6	1,9	2,3	2,6	2,5	2,0	1,3
ГК	17,8	1,8	1,9	2,2	2,7	3,3	2,8	2,5	2,5
АК	17,3	1,7	1,8	2,1	2,7	3,1	2,6	2,4	2,1
<i>Xmed</i>	<i>17,0</i>	<i>1,8</i>	<i>2,0</i>	<i>2,2</i>	<i>2,7</i>	<i>3,1</i>	<i>2,8</i>	<i>2,4</i>	<i>2,0</i>
<i>SD</i>	<i>1,32</i>	<i>0,29</i>	<i>0,34</i>	<i>0,29</i>	<i>0,25</i>	<i>0,33</i>	<i>0,23</i>	<i>0,23</i>	<i>0,43</i>
<i>CV,%</i>	<i>8</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>13</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>22</i>
Зберігання у холодильній камері									
Контроль	6,4	0,9	0,6	0,5	0,5	0,7	1,1	1,6	2,4
СА	3,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,8	1,2
ГК	6,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,3	1,4
АК	4,4	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5	0,7	0,9	1,4
<i>Xmed</i>	<i>5,2</i>	<i>0,7</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,8</i>	<i>1,2</i>	<i>1,6</i>
<i>SD</i>	<i>1,12</i>	<i>0,12</i>	<i>0,08</i>	<i>0,04</i>	<i>0,08</i>	<i>0,07</i>	<i>0,19</i>	<i>0,32</i>	<i>0,47</i>
<i>CV,%</i>	<i>22</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>10</i>	<i>22</i>	<i>12</i>	<i>23</i>	<i>28</i>	<i>29</i>

Примітка: СА – саліцилова кислота; ГК – гіберелінова кислота; АК – аскорбінова кислота.

Відзначено, що продукція дослідних варіантів, посіви якої оброблялися розчинами амінокислот, характеризувалася нижчими показниками втрат маси цибулини за зберігання у неконтрольованих умовах у період 0–240 діб,

відносно контролю та впродовж всього терміну за холодного зберігання у контрольованих умовах. Якщо виокремлювати найбільш ефективний варіант обробки рослин, кращим виявився варіант із саліциловою та аскорбіновою кислотами, де сумарні втрати склали 30,4 і 35,8 % та 8,7 і 9,6 % за зберігання у неконтрольованих і контрольованих умовах відповідно (рис. 8.4).



А) неконтрольовані умови

Б) холодильні умови

Рисунок 8.4. Динаміка сумарних втрат маси цибулин часнику озимого сорту Любаша, обробленого амінокислотами за неконтрольованих умов і холодильного зберігання (2017–2020).

Отже, виходячи з отриманих результатів, можна зробити висновок про те, що для тривалого зберігання, незалежно від умов, доцільно використовувати ті цибулини, посіви яких оброблялися саліциловою та аскорбіновою кислотами, що сприяло істотному зниженню сумарних втрат маси.

Найбільша кількість уражених цибулин відзначалася у варіанті з використанням гіберелінової кислоти 3,1 і 1,5 % за теплого і холодного

зберігання, що більше відносно контролю на 0,9 і 0,2 % відповідно до способу зберігання.

Загалом за використання гіберелінової кислоти відзначали найбільші втрати від ураження хворобами, проростання та усохлих цибулин, що можна пояснити високою фізіологічною активністю кислоти і відповідно її впливом на спокій зубків (табл. 8.4).

Таблиця 8.4

Розподіл втрат маси цибулини часнику озимого сорту Любаша відповідно до категорій на кінець періоду зберігання

Варіант	Природні втрати маси, %	Втрати за рахунок ураження хворобами, %	Пророслі цибулини, %	Усохлі цибулини, %
Зберігання у неконтрольованих умовах				
Контроль	29,8	2,2	3,4	4,4
СА	24,6	1,1	2,2	2,5
ГК	25,9	3,1	5,3	3,2
АК	30,0	1,2	1,7	2,9
<i>Xmed</i>	27,6	1,9	3,2	3,3
<i>SD</i>	2,37	0,82	1,39	0,71
<i>CV,%</i>	9	43	44	22
Зберігання у холодильній камері				
Контроль	10,4	1,3	1,3	1,7
СА	6,0	0,6	1,3	0,8
ГК	8,0	1,5	1,7	1,2
АК	6,5	0,7	1,2	1,2
<i>Xmed</i>	7,7	1,0	1,4	1,2
<i>SD</i>	1,71	0,38	0,19	0,32
<i>CV,%</i>	22	37	14	26

Примітка: СА – саліцилова кислота; ГК – гіберелінова кислота; АК – аскорбінова кислота.

Дані отримані іншими науковцями вказують на те, що загалом часник оброблений GA₃ упродовж всього періоду холодного зберігання показав кращий відсоток схожості за весняного садіння. Ці результати узгоджуються із спостереженням [1]. Частка зубків у цибулині збільшувалася за

використання гіберелінів, які підвищили схожість та/або стійкість, що ймовірно, може бути пов'язано з підвищення вмісту амінокислот в зародку, який є джерелом гідролітичного ферменту, необхідного для перетворення ендоспермічного крохмалю, коли зубки відновлюють ріст [2, 3, 4]

Середні дані втрат маси цибулини, наведені на рисунку 3.40, показують, що за зберігання у неконтрольованих умовах динаміка втрат маси наростає до 180 доби і потім поступово знижується. Це пов'язано з більш інтенсивним диханням та закінченням періоду спокою зубків.

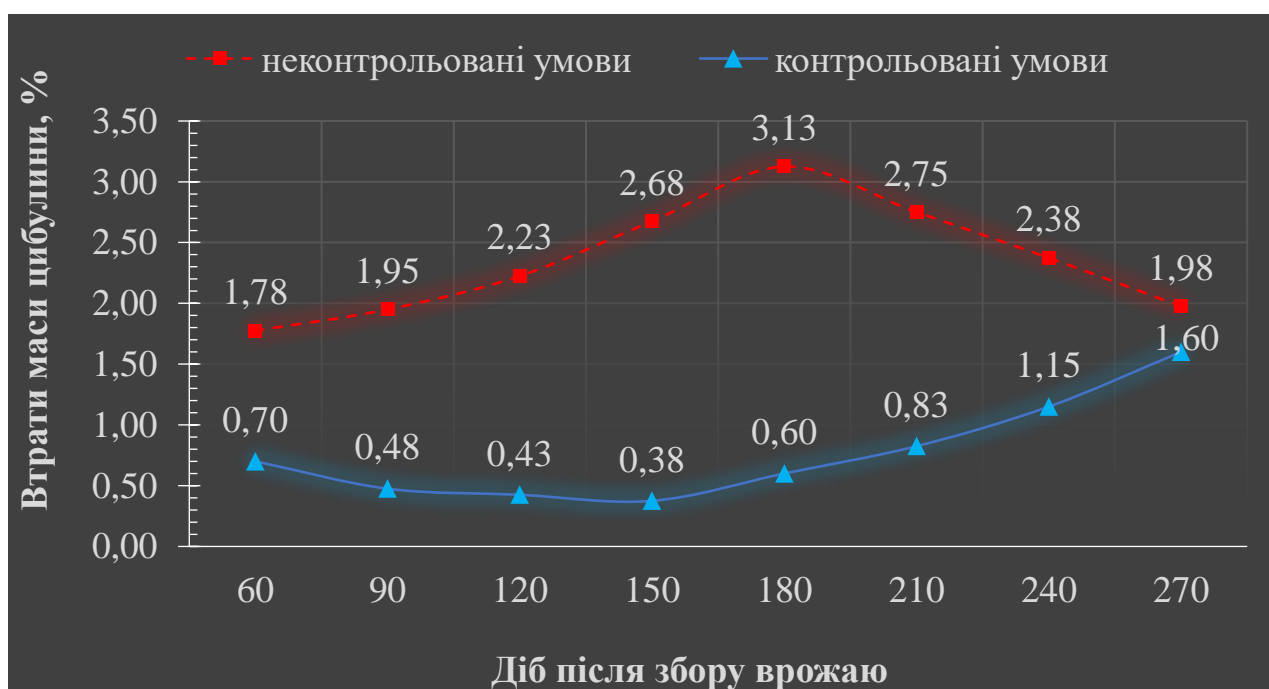


Рисунок 8.5. Усереднені показники (без врахування періоду 0–30 діб) втрат маси цибулини часнику озимого сорту Любаша залежно від температурного режиму (2017–2020).

За умов зберігання у холодильній камері динаміка втрати маси була дещо іншою. Так, низька температура сприяла зниженню інтенсивності дихання цибулин та відповідно, продовженню періоду спокою зубків, що підтверджується зниженням втрат маси цибулини з 60 до 150 доби і поступовим зростанням втрат з 180 доби (рис. 8.5).

У результаті статистичної обробки даних, виявлено середньої сили зв'язок між вмістом сухої речовини у цибулині перед закладанням на

зберігання та втратами її маси упродовж періоду зберігання, де коефіцієнт апроксимації збільшується від 0,52 (за теплового зберігання) до 0,62 (за холодного зберігання) (рис. 8.6).

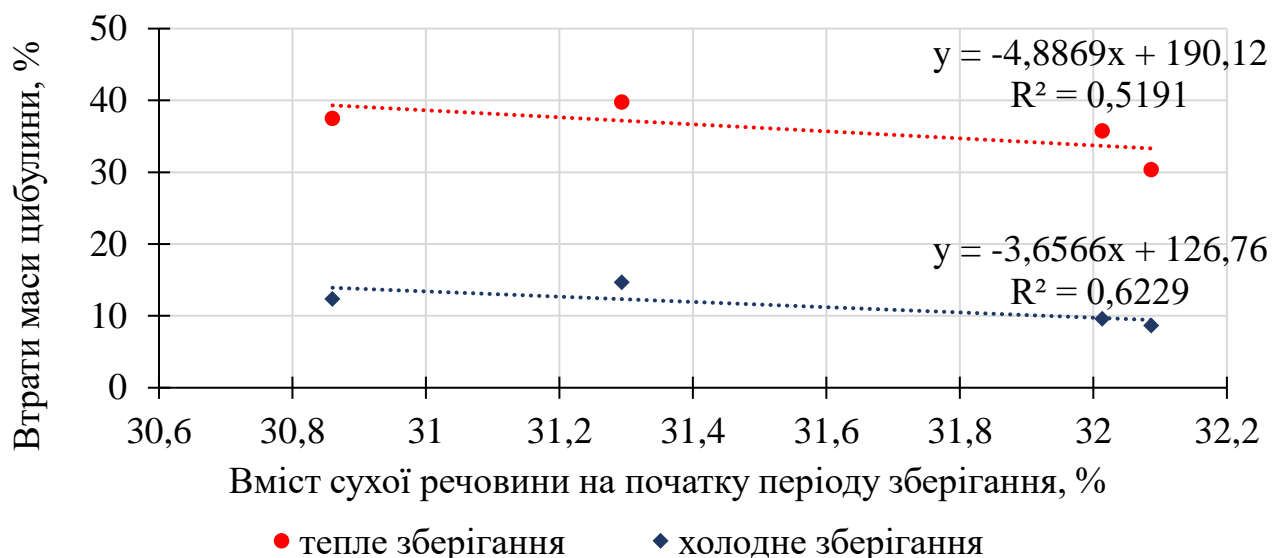


Рисунок 8.6. Статистична модель залежності вихідного вмісту сухої речовини з втратами маси цибулини часнику озимого сорту Любаша протягом зберігання.

Результати цього дослідження виявили, що обприскування рослин розчинами органічних кислот збільшувало параметри росту. Це пов'язано з тим, що органічні кислоти посилюють процеси обміну речовин у тканинах рослин.

Отже, у результаті проведених досліджень вивчено динаміку зміни втрат маси цибулини часнику залежно від обробки посівів розчинами амінокислот. Виявлено, що найбільш інтенсивні втрати маси проходять у перший місяці після збору врожаю за рахунок накопиченого об'єму вологи. Вивчено різницю втрат маси цибулини за категоріями залежно від чинників вирощування та системи зберігання, де вказується, що за холодильної системи зберігання цибулини менше всихають, проростають, уражуються патогенами та істотно повільніше втрачають масу, що прямо впливає на товарність продукції впродовж періоду зберігання. Отримані дані слугуватимуть теоретичною

основою виробникам з огляду на те, для яких цілей вирощується продукція (реалізація у свіжому вигляді, переробки або зберігання).

8.2. Продукційні процеси посівів часнику озимого сорту Любаша за використання абсорбенту і різних норм добрив.

Формування і належне функціонування листкового апарату є визначальним чинником продуктивності рослини і її посівів. Вміст хлорофілів збільшувався при збільшенні концентрації добрив. Вміст хлорофілу *a* знижувався за внесення суперабсорбуючого полімеру, тоді як вміст хлорофілу *b* та загального хлорофілу збільшувався. Найвищий вміст хлорофілу *b* (0,78 мг/г) і загального хлорофілу (2,01 мг/г) було отримано у рослинах, вирощених з використанням абсорбенту та локальним внесенням 100 % добрив (табл. 8.5).

Таблиця 8.5

Пігментний і листковий комплекс рослин часнику озимого сорту Любаша залежно від абсорбенту і удобрення, (ВВСН 15), (2019-2021) ($\bar{X} \pm SD$)

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив, (фактор В)	мг/г		
		Хл <i>a</i>	Хл. <i>b</i>	∑ Хл. <i>a+b</i>
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	1,26 ± 0,032	0,57 ± 0,015	1,83 ± 0,225
	25 % NPK локально	0,98 ± 0,027	0,47 ± 0,010	1,45 ± 0,147
	50 % NPK локально	1,21 ± 0,005	0,57 ± 0,007	1,77 ± 0,200
	75 % NPK локально	1,32 ± 0,036	0,58 ± 0,019	1,90 ± 0,200
	100 % NPK локально	1,34 ± 0,012	0,61 ± 0,019	1,94 ± 0,155
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	1,21 ± 0,025	0,70 ± 0,011	1,91 ± 0,079
	25 % NPK локально	0,91 ± 0,020	0,62 ± 0,011	1,53 ± 0,045
	50 % NPK локально	1,11 ± 0,012	0,73 ± 0,017	1,84 ± 0,034
	75 % NPK локально	1,14 ± 0,014	0,77 ± 0,016	1,91 ± 0,032
	100 % NPK локально	1,17 ± 0,013	0,84 ± 0,023	2,01 ± 0,050
	<i>A</i>	0,029	0,017	0,010
	<i>НІР</i> _{0,05} <i>B</i>	0,046	0,027	0,016
	<i>A</i> × <i>B</i>	0,065	0,038	0,023
<i>Роки</i>	2019	1,21 ± 0,152	0,51 ± 0,108	1,72 ± 0,158
	2020	1,17 ± 0,142	0,59 ± 0,112	1,89 ± 0,179
	2021	1,15 ± 0,115	0,64 ± 0,119	2,00 ± 0,183
	<i>НІР</i> _{0,05}	0,047	0,023	0,075

Показник «кількість листків, шт./роsl.» за внесення абсорбенту зростає у середньому, відносно варіантів без абсорбенту на 0,7–1,1 ($НІР_{0,05} = 0,22$). Локальне внесення добрив у нормі 25 і 50 % від рекомендованої сприяло збільшенню кількості листків проти контролю на 0,1 шт./роsl. За внесення 75 і 100 % добрив локально цей показник зростає на 0,6 і 0,8 шт. (8,6 і 10,5 %). За умови використання абсорбенту з локальним внесенням добрив, рослини часнику збільшували кількість листків на 0,2; 0,5; 0,8 і 1,1 шт./роsl. (+2,4–12,7 % відносно контролю), (табл. 8.6).

Таблиця 8.6

Листковий комплекс рослин часнику озимого сорту Любаша залежно від абсорбенту і удобрення, (ВВСН 15), (2019-2021) ($\bar{X} \pm SD$)

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив (фактор В)	Кількість листків, шт./роsl.	Площа листка, см ²	Листковий індекс	
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	8,1 ± 0,7	60,6 ± 3,2	1,09 ± 0,04	
	25 % NPK локально	7,7 ± 1,1	53,3 ± 0,4	0,92 ± 0,13	
	50 % NPK локально	7,7 ± 1,1	57,2 ± 1,4	0,98 ± 0,11	
	75 % NPK локально	8,2 ± 1,1	60,8 ± 1,0	1,11 ± 0,13	
	100 % NPK локально	8,4 ± 0,8	63,8 ± 0,8	1,19 ± 0,13	
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	8,4 ± 0,5	74,4 ± 3,3	1,39 ± 0,02	
	25 % NPK локально	8,5 ± 0,5	67,1 ± 2,4	1,26 ± 0,03	
	50 % NPK локально	8,8 ± 0,4	71,8 ± 2,8	1,40 ± 0,01	
	75 % NPK локально	9,0 ± 0,6	75,6 ± 3,3	1,51 ± 0,03	
	100 % NPK локально	9,3 ± 0,6	80,1 ± 2,9	1,65 ± 0,04	
	<i>A</i>	0,10	0,88	0,02	
	<i>НІР_{0,05}</i>	<i>B</i>	0,15	1,39	0,02
		<i>A × B</i>	0,22	1,96	0,03
	<i>Роки</i>	2019	7,8 ± 0,64	65,2 ± 10,77	1,15 ± 0,28
		2020	8,8 ± 0,43	63,1 ± 8,77	1,24 ± 0,23
		2021	8,3 ± 0,51	64,1 ± 9,74	1,20 ± 0,25
	<i>НІР_{0,05}</i>	0,41	2,56	0,059	

*-контроль

Показник листової площі збільшувався за використання абсорбенту на 14,8–26,1 % відносно аналогічних варіантів без абсорбенту. Локальне застосування добрив без абсорбенту сприяло збільшенню даного показника на 8,9–30,4 %, з внесенням абсорбенту різниця зростала до 19,6–42,7 %. Застосування абсорбентів сприяло збільшенню листової площі рослин на 24,4–42,5 % відносно аналогічних варіантів без абсорбенту. При чому, за

внесення 50 % добрив локально різниця була найбільш істотною. Збільшення показників кількості листків і їх площі у сумі, сприяло формуванню листової площі рослини і листового індексу більшого від контролю без внесення абсорбенту на 11,0–44,1 %; за використання абсорбенту на 22,4–60,8 %, що суттєво вплинуло на показники продуктивності.

Рослини, що перебували у стресовому стані з дефіцитом води, показали значне збільшення активності супероксиддисмутази (СОД), глутатіон S- трансферази (GST) і поліфенолоксидази (ПОД) у листі порівняно з варіантами без абсорбенту. Застосування суперабсорбенту знижувало активність антиоксидантних ферментів (СОД на 9,5 – 23,2 %; GST на 7,4 – 13,4 %; POD на 8,4 – 19,0 %), (табл. 8.7).

Таблиця 8.7

**Активність ферментів у листках часнику залежно від абсорбенту та
удобрення, (ВВСН 15), (2019-2021) ($\bar{X} \pm SD$)**

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив, (фактор В)	ум. од/мг білка		
		СОД	GST	ПОД
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	8,36 ± 1,34	21,73 ± 3,84	73,14 ± 14,45
	25 % NPK локально	8,50 ± 1,59	21,90 ± 4,12	75,53 ± 18,39
	50 % NPK локально	8,65 ± 1,61	22,53 ± 3,92	80,00 ± 18,24
	75 % NPK локально	8,82 ± 1,66	23,80 ± 4,10	86,04 ± 18,28
	100 % NPK локально	10,32 ± 0,76	26,74 ± 2,07	99,33 ± 7,92
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	6,54 ± 0,25	18,87 ± 1,03	67,01 ± 2,50
	25 % NPK локально	6,62 ± 0,34	18,97 ± 1,86	61,20 ± 1,63
	50 % NPK локально	6,69 ± 0,36	19,60 ± 1,84	65,63 ± 2,10
	75 % NPK локально	6,77 ± 0,40	20,40 ± 1,70	69,73 ± 1,18
	100 % NPK локально	9,33 ± 0,17	24,77 ± 1,03	82,13 ± 1,72
<i>A</i>		0,141	1,30	5,33
<i>НІР_{0,05} B</i>		0,224	2,06	8,43
<i>A×B</i>		0,317	2,92	11,93
<i>Роки 2019</i>		8,97 ± 1,66	25,03 ± 3,05	84,82 ± 16,07
<i>2020</i>		8,20 ± 1,53	21,77 ± 3,28	78,50 ± 12,92
<i>2021</i>		7,02 ± 1,27	18,99 ± 2,57	64,60 ± 12,37
<i>НІР_{0,05}</i>		0,40	1,09	3,79

*-контроль

Активність ґрунтових ферментів відображає загальний діапазон окислювальної активності ґрунтової мікрофлори, а отже використовується як індикатор мікробної активності [5, 6]. Результати досліджень вказують на явні зміни ферментативної активності ґрунту під впливом абсорбенту і диференційованого удобрення. У варіантах удобрення локально у нормі 50 % і більше, активність аналізованих ферментів була значно вищою, ніж у контрольному варіанті (100 % норми врозкид). Активність ферментів протягом вегетаційних періодів залежала переважно від індивідуальних особливостей досліджуваного ферменту. Вплив років дослідження на ферментативну активність був високим, особливо у 2021, що пов'язано з різною реакцією ферментів на атмосферні умови протягом років дослідження. З даних видно, що абсорбент сприяв істотному зниженню активності ферментів (табл. 8.8).

Таблиця 8.8

Активність ферментів у ризосфері часнику залежно від абсорбенту та удобрення, (ВВСН 57), (2019-2021 рр.) ($\bar{X} \pm SD$)

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив, (фактор В)	Активність ферментів		
		Дегідрогеназа (см ³ Н ₂ /кг/добу)	Уреаза (мг NH ₄ NO ₃ + /кг/год.)	Протеаза (мг тирозину /кг/год.)
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	2,19 ± 0,14	12,35 ± 0,42	15,35 ± 0,95
	25 % NPK локально	2,03 ± 0,14	10,79 ± 0,61	15,19 ± 0,50
	50 % NPK локально	2,33 ± 0,19	13,38 ± 0,49	15,90 ± 0,59
	75 % NPK локально	2,98 ± 0,15	14,33 ± 0,49	16,44 ± 0,66
	100 % NPK локально	3,27 ± 0,24	15,24 ± 0,85	17,18 ± 0,54
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	1,97 ± 0,10	8,87 ± 0,15	14,24 ± 0,20
	25 % NPK локально	1,85 ± 0,13	8,69 ± 0,10	13,56 ± 0,21
	50 % NPK локально	2,11 ± 0,13	9,49 ± 0,09	14,62 ± 0,12
	75 % NPK локально	2,57 ± 0,10	9,93 ± 0,10	15,47 ± 0,11
	100 % NPK локально	3,00 ± 0,10	11,92 ± 0,37	15,81 ± 0,15
	<i>A</i>	0,070	0,221	0,209
	<i>HP</i> _{0,05} <i>B</i>	0,110	0,350	0,331
	<i>A</i> × <i>B</i>	0,156	0,496	0,468
	<i>Роки</i> 2019	2,62 ± 0,53	11,97 ± 2,62	15,84 ± 1,24
	2020	2,38 ± 0,48	11,43 ± 2,23	15,41 ± 1,06
	2021	2,28 ± 0,48	11,09 ± 2,11	14,88 ± 0,97
	<i>HP</i> _{0,05}	0,12	0,45	0,76

*-контроль

Маса цибулини у середньому у разі використання абсорбенту збільшувалася на 8,3–21,9 г (31,2–45,4 %) відносно аналогічних варіантів без внесення абсорбенту. Локальне внесення добрив без абсорбенту сприяло збільшенню маси цибулини на 3,1–13,0 г (18,4–22,6 %) відносно контролю, при $HP_{05} = 2,90$ (A), рослини часнику аналогічних варіантів з внесенням абсорбенту збільшували масу цибулини на 1,2–12,3 г (2,1–21,2 %), що вказує на те, що наявність достатнього рівня вологи підвищує ефективність добрив і рівень реалізації біологічного потенціалу. Проте, такий показник у обох варіантах досліді з 25 % норми добрив був меншим від контролю на 8,1 % у варіанті без абсорбенту та 6,8 % з абсорбентом (рис. 8.7).

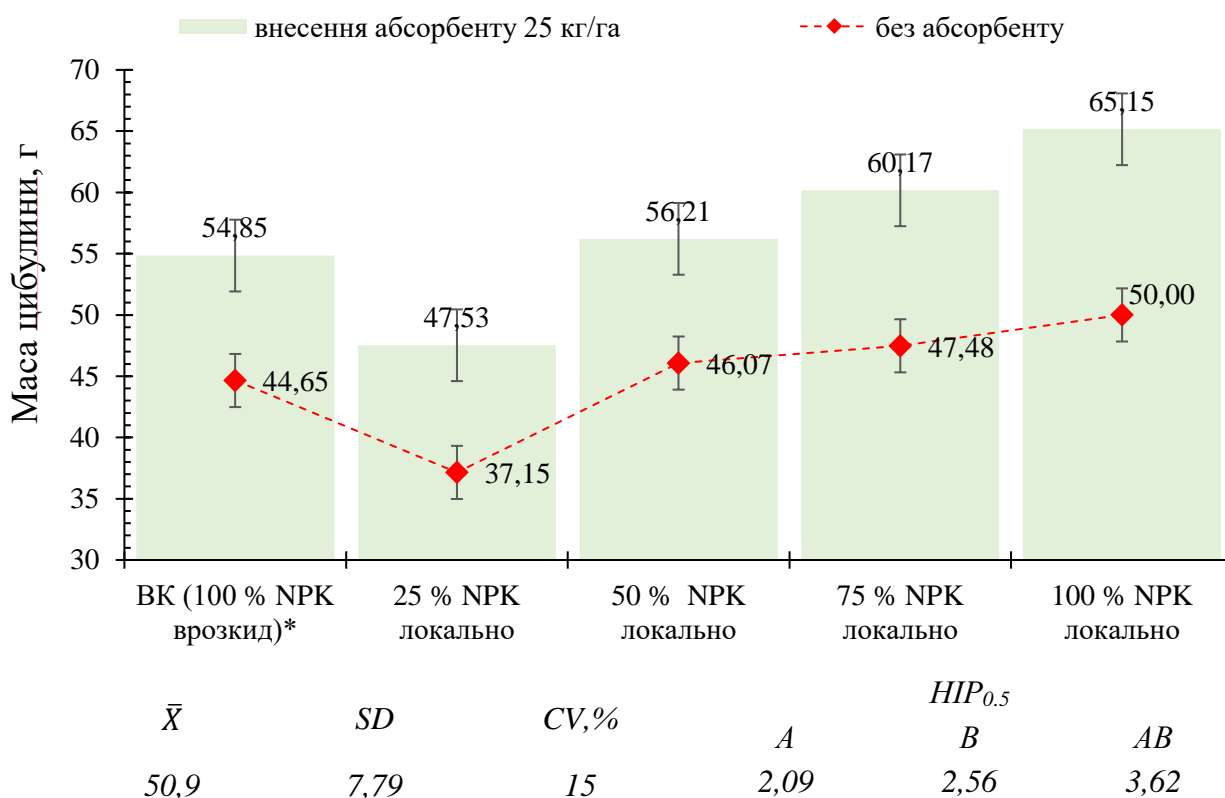


Рисунок 8.7. Маса цибулини часнику залежно від абсорбенту та удобрення, (ВВСН 57), (2019-2021).

Вирощування часнику з внесенням абсорбенту сприяло збільшенню врожайності на 2,4–7,1 т/га відносно аналогічних варіантів без абсорбенту. Локальне удобрення без абсорбенту сприяло збільшенню врожайності

часнику на 0,4–1,5 т/га (3,5–13,9 %) відносно контролю на рівні HP_{05} – 0,79 т/га. З внесенням абсорбенту локальне внесення добрив сприяло збільшенню врожайності на 0,6–3,9 т/га (4,2–25,4 %) відносно виробничого контролю із 100 % внесенням добрив врозкид (рис. 8.8).

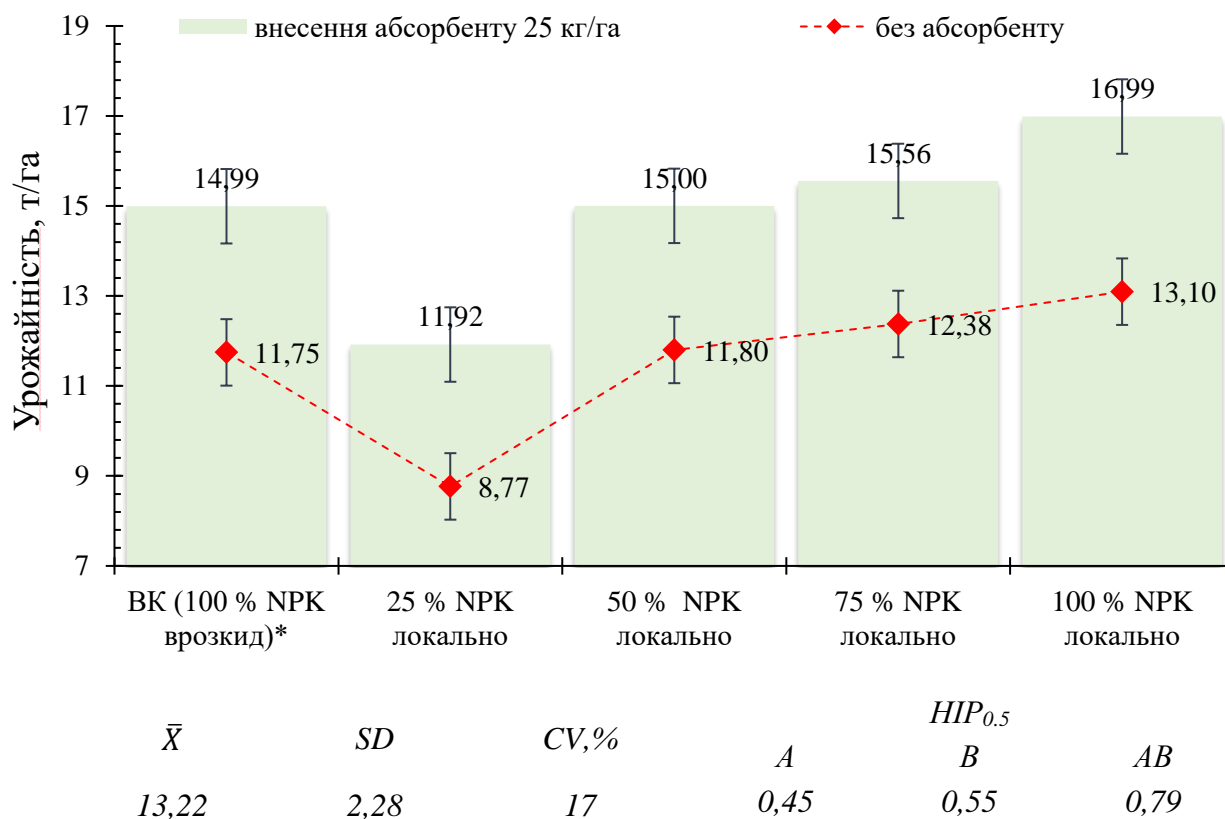
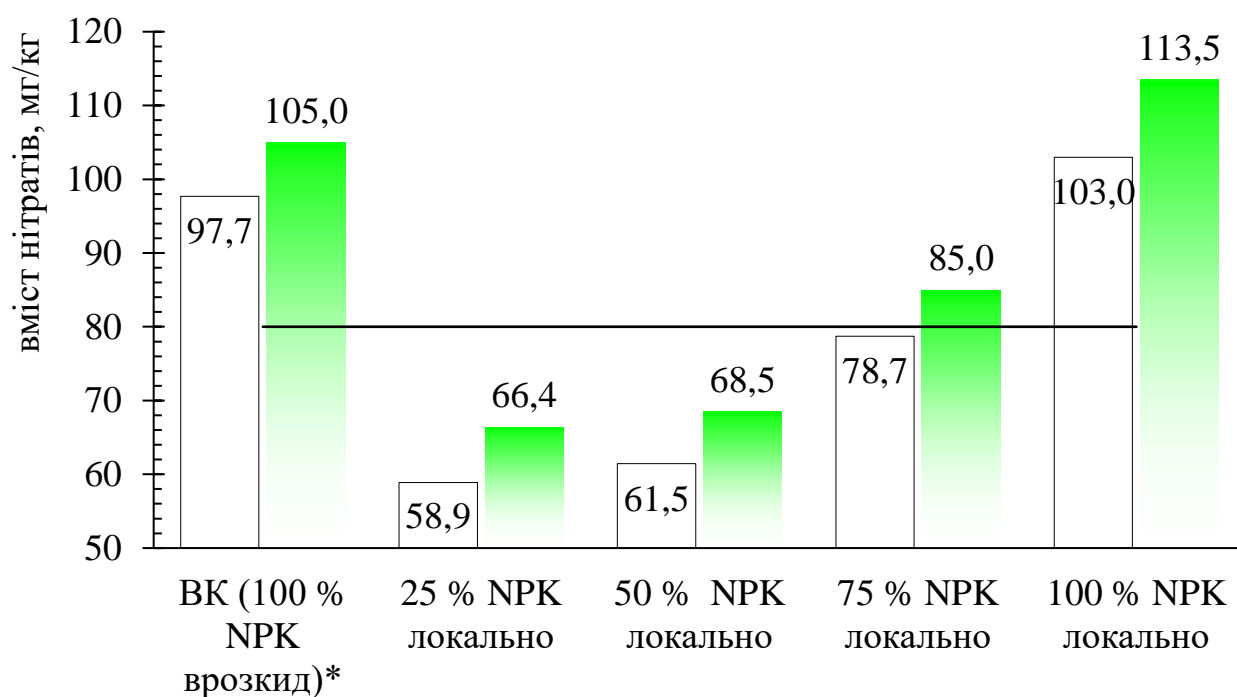


Рисунок 8.8. Урожайність часнику залежно від абсорбенту та удобрения, (ВВСН 57), (2019-2021).

Рівень реалізації біологічного потенціалу був досить низьким. Таке явище можна пояснити тим, що протягом років досліджень у період укорінення спостерігалася досить мала кількість опадів, особливо у 2019/20 сільськогосподарському році. При цьому достатня кількість опадів у період інтенсивного росту сприяла формуванню більшої маси цибулини, відносно 2018/19 року, що відповідно впливало і на врожайність, але при цьому у 2019/20 і 2020/21 році зростав показник ураженості рослин гнилями, розвиток яких знижував рівень врожайності культури.

Без застосування абсорбенту знижується врожайність, проте значно покращуються біохімічні характеристики часнику та збільшується калорійність продукту.

Вміст нітратів і протеїну зменшувався за використання абсорбенту, проте зростав за локального внесення добрив. Відомо, що норма внесення добрив і вологість ґрунту значно впливають на вміст білка й нітратів у цибулинах часнику [7]. Локальне внесення добрив сприяє більшому накопиченню нітратів у цибулинах, тому таку продукцію доцільно використовувати на переробку. Максимально допустима концентрація нітратів становить 80 мг/кг, тоді як у наших дослідженнях їх вміст перевищував допустимий рівень при 50 % добрив локально без абсорбенту та 75 % з абсорбентом (рис. 8.9).



□ без абсорбенту ■ внесення абсорбенту 25 кг/га — МДР

\bar{X}	SD	$CV, \%$	A	$HIP_{0.5}$	AB
83,8	19,94	24	3,90	4,78	6,76

Рисунок 8.9. Вміст нітратів у м'якуші часнику озимого сорту

Любаша залежно від абсорбенту та удобрення, (ВВСН 57), (2019-2021).

Концентрація вуглеводів та жирів також зростала, що вказує на більшу ефективність добрив з використанням абсорбенту. Проте, у межах фактору А максимальних значень вмісту вуглеводів досягали за внесення 50 % добрив, за внесення 100 % спостерігали істотне зниження їх вмісту. Максимальний вміст жиру відзначали за внесення 75 % добрив та істотне зменшення у разі внесення 100 %. Така ж тенденція і прослідковується з калорійністю продукції, де енергетична цінність продукту найвищою є у варіантах з 50 % добрив та істотно зменшується з внесенням 100 % (табл. 8.9).

Таблиця 8.9

Показники вмісту компонентів біохімічного складу та поживної цінності часнику залежно від абсорбенту та норми добрив, (ВВСН 57), ($\bar{X} \pm SD$)

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив, (фактор В)	г/100 г			Енергія, ккал/100 г
		Протеїн	Вуглеводи	Жири	
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	5,84 ± 0,49	27,40 ± 0,20	0,28 ± 0,02	135,48 ± 1,02
	25 % NPK локально	5,69 ± 0,48	25,18 ± 0,18	0,24 ± 0,03	125,68 ± 0,99
	50 % NPK локально	5,90 ± 0,53	27,84 ± 0,25	0,41 ± 0,02	138,61 ± 1,29
	75 % NPK локально	6,43 ± 0,70	26,68 ± 0,19	0,45 ± 0,03	136,49 ± 1,90
	100 % NPK локально	6,61 ± 0,60	24,21 ± 0,16	0,38 ± 0,04	126,70 ± 1,46
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	5,29 ± 0,20	28,04 ± 0,10	0,31 ± 0,03	136,11 ± 1,18
	25 % NPK локально	5,18 ± 0,19	25,80 ± 0,16	0,26 ± 0,03	126,29 ± 0,37
	50 % NPK локально	5,48 ± 0,27	28,57 ± 0,29	0,46 ± 0,03	140,37 ± 0,62
	75 % NPK локально	5,67 ± 0,21	27,23 ± 0,17	0,50 ± 0,04	136,10 ± 0,44
	100 % NPK локально	5,89 ± 0,16	25,05 ± 0,04	0,41 ± 0,03	127,45 ± 0,17
<i>HIP</i> _{0,05}	<i>A</i>	0,14	0,08	0,017	0,31
	<i>B</i>	0,22	0,13	0,027	0,49
	<i>A × B</i>	0,32	0,18	0,038	0,69
<i>Роки</i>	2019	6,16 ± 0,57	26,38 ± 1,41	0,33 ± 0,08	133,17 ± 5,46
	2020	5,96 ± 0,59	26,61 ± 1,48	0,37 ± 0,10	133,58 ± 6,00
	2021	5,29 ± 0,28	26,80 ± 1,49	0,41 ± 0,09	132,04 ± 5,79
<i>HIP</i> _{0,05}		0,29	1,06	0,018	6,64

*-контроль

Наукове обґрунтування локального застосування добрив сумісно з абсорбентом – це важливий засіб для покращення продуктивності та стійкості сільського господарства.

8.3. Тривалість ефективної дії абсорбентів на продукційні процеси в овочевих агрофітоценозах і формування запасів продуктивної вологи у ґрунті.

Результати дослідження вказували на значний вплив абсорбентів на зміну маси рослин васильків справжніх, незалежно від форми абсорбенту у всіх варіантах досліду. Застосування абсорбенту у формі гелю було більш ефективним для вирощування сортів Бадьорий та Рутан протягом років досліджень (табл. 8.10).

Таблиця 8.10

Продуктивність васильків справжніх (1 рік внесення абсорбентів), (ВВСН 51), (2019-2023)

(Дані 2019–2021 рр. отримано спільно з І. О. Кучер)

Сорт (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Маса листя, г/роsl.						SD	CV, %
		2019	2020	2021	2022	2023	\bar{X}		
Бадьорий	Контроль	299,6	354,1	369,4	120,0	211,0	270,8	93,6	35
	Гель	319,6	381,5	393,5	301,0	312,0	341,5	38,2	11
	Порошок	309,6	370,0	373,2	283,0	296,0	326,4	37,9	12
Рутан	Контроль	209,7	259,2	346,2	102,0	236,0	230,6	79,0	34
	Гель	217,7	289,6	363,7	248,0	300,0	283,8	49,7	17
	Порошок	214,2	278,2	359,1	210,0	273,0	266,9	54,2	20
\bar{X}		261,8	322,1	367,5	211	271	286,7		
SD		48,3	47,9	14,4	76,2	36,5	270,8		
CV, %		18	15	4	36	13	13		
HIP _{0.5} A		6,84	9,17	12,94	7,38	13,26	10,86		
B		8,38	11,23	15,85	9,04	16,25	13,30		
A×B		11,85	15,88	22,42	12,79	22,98	18,81		

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

У 2019 році показник маси рослини у разі використання абсорбенту у формі гелю становив 319,6 г що на 6,7 % більше від контролю у сорту Бадьорий та 217,7 г, що на 3,8 % більше від контролю у сорту Рутан. Таку ж

тенденцію видно у 2020 та 2021 році (+7,7 у сорту Бадьорий та 11,6 % у сорту Рутан; залежно від сорту у 2020 році та 6,5 і 5,5 % відповідно до сорту у 2021 році). Абсорбент у формі порошку також спричинив збільшення цього показника в обох сортах (+3,3 і 2,1 % у 2019 році, 4,5 і 7,3% у 2020 році та 1,0 і 3,7 % у 2021 році до контролю залежно від сорту). Статистично достовірне збільшення маси листків одержано у сорту Рутан на варіанті з внесенням абсорбенту у формі гелю впродовж всього періоду досліджень, а у сорту Бадьорий лише у 2020 році. Найбільша ефективність абсорбуючих матеріалів проявилася у роки з мінімальною кількістю опадів – це 2022 і 2023 рр. Приріст маси листків у 2022 році відповідно до сорту складав 150,8 і 143, % за використання гелю і 135,8 і 105,9 % за використання порошку. У 2023 році на відповідних варіантах приріст маси листків становив 47,9 і 27,1 % та 40,3 і 15,7 % відповідно до сорту за використання гелю і порошку.

У середньому за роки досліджень маса рослин найсуттєвіше збільшувалася за використання абсорбенту у формі гелю – 26,1 % або 70,7 г у сорту Бадьорий та 23,1 % або 53,2 г у сорту Рутан. За використання абсорбенту у формі порошку маса листків збільшувалася дещо менше – 20,5 і 15,7 % або 55,6 і 36,6 г відповідно до сорту і форми абсорбенту.

Не відмічено достовірного збільшення маси листків у 2019 і 2021 рр. у сорту Бадьорий на варіанті з порошком та у ці ж роки на обох дослідних варіантах сорту Рутан.

Урожайність є найважливішим показником ефективності технології вирощування. Застосування абсорбенту ТМ «MaxiMarin» у вигляді порошку збільшило урожайність васильків справжніх обох сортів (+ 3,3 і 2,1 т/га або 27,8 і 20,7 % до контролю). Вищі показники врожайності спостерігали за застосування абсорбенту у формі гелю. Таким чином, врожайність сортів Бадьорий та Рутан варіанті з гелем була на рівні 16,2 та 13,3 т/га, що перевищувало контроль на 38,8 та 32,1 % або 4,5 і 3,2 т/га відповідно до варіанту.

Відзначено, що найвищу ефективність абсорбенти проявляли у роки з мінімальною кількістю опадів – 2019, 2020 і 2022 рр. Так, максимальна ефективність абсорбентів відзначена у 2022 році, коли врожайність на дослідних варіантах збільшувалася на 64,6 і 49,0 % або 5,1 і 3,3 т/га та 57,0 і 31,9 % або 4,5 і 2,1 т/га відповідно до сорту і форми абсорбенту (таблиця 8.11).

Таблиця 8.11

**Урожайність васильків справжніх (1 рік внесення абсорбентів),
(ВВСН 51), (2019-2023)**

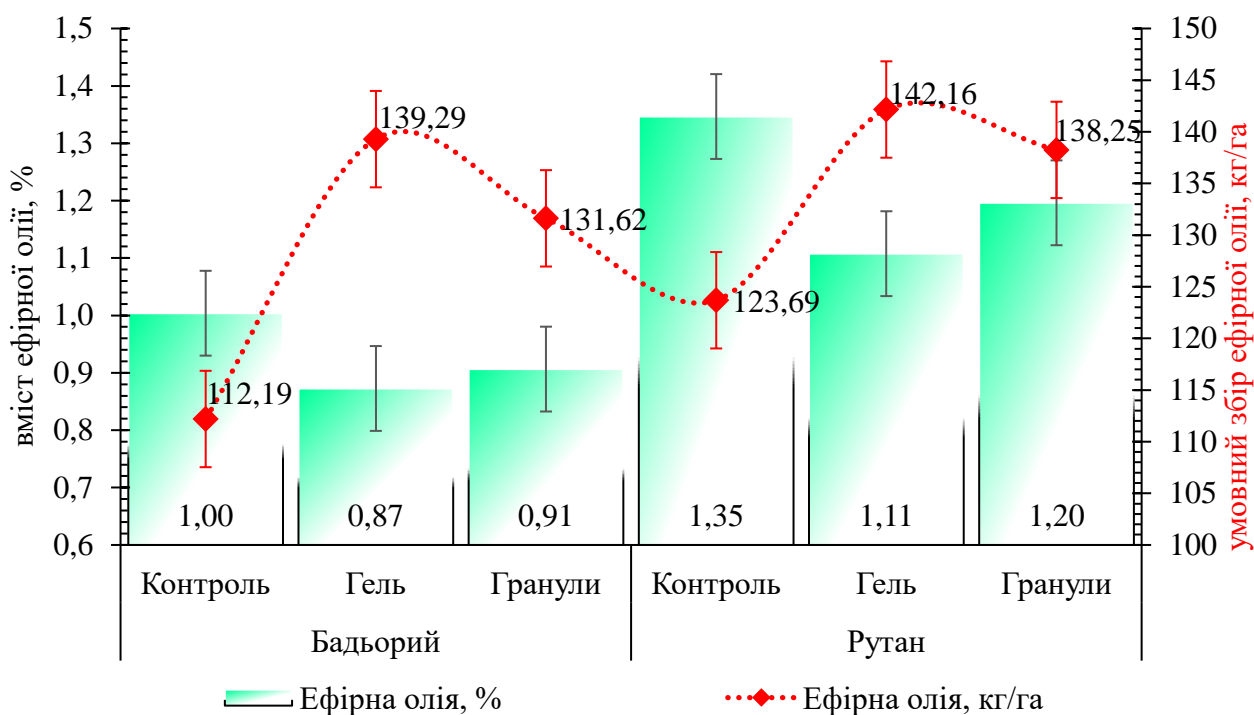
(Дані 2019–2021 рр. отримано спільно з І. О. Кучер)

Сорт (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Урожайність, т/га						SD	CV, %
		2019	2020	2021	2022	2023	\bar{X}		
Бадьорий	Контроль	9,9	11,2	16,8	7,9	12,7	11,7	3,0	26
	Гель	15,3	17,0	16,9	13,0	19,0	16,2	2,0	12
	Порошок	13,2	13,7	16,8	12,4	18,6	14,9	2,4	16
Рутан	Контроль	6,9	7,7	15,0	6,7	14,2	10,1	3,7	37
	Гель	10,3	11,6	15,6	10,0	19,2	13,3	3,6	27
	Порошок	9,1	10,3	15,5	8,9	17,2	12,2	3,5	29
\bar{X}		10,8	11,9	16,1	9,8	16,8	13,1		
SD		2,74	2,88	0,75	2,28	2,53	2,04		
CV, %		25	24	5	23	15	16		
HIP _{0,5} A		0,46	0,69	0,76	0,31	0,64	0,36		
B		0,56	0,84	0,93	0,38	0,78	0,44		
A×B		0,79	1,19	1,31	0,55	1,11	0,62		

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

У контрольних варіантах вміст ефірної олії у сортів Бадьорий та Рутан був більшим – 1,02 та 1,37 відповідно до сорту. Застосування абсорбентів у технології вирощування зумовлює зменшення вмісту ефірної олії незалежно від форми абсорбенту. За використання абсорбенту у формі гелю у сорту Бадьорий та Рутан вміст ефірної олії був найнижчим (-0,05 та 0,12 від контролю). У разі застосування абсорбенту у формі гранул, показник був на 1,01 та 1,31%, що на 0,01 та 0,06 менше від контролю.

Абсорбент у формі гелю сприяв значному збільшенню виходу ефірної олії в обох сортах (+45,41 кг/га у сорту Бадьорий та 35,85 кг/га у сорту Рутан). Використання абсорбенту у вигляді гранул спричинило менш значне збільшення виходу ефірної олії на одиницю площі (+27,39 кг/га у сорту Бадьорий та 26,81 кг/га у сорту Рутан), (рис. 8.10).



	\bar{X}	SD	$CV, \%$	$HIP_{0.5}$		
				A	B	AB
%	1,07	0,17	15	0,037	0,046	0,065
кг/га	131,3	10,47	8	4,93	6,04	8,55

Рисунок 8.10. Концентрація та умовний збір ефірної олії з товарної продукції васильків справжніх за внесення різних форм абсорбенту, (1 рік внесення абсорбентів), (ВВСН 51), (2019–2023)
(Дані 2019–2021 рр. отримано спільно з І. О. Кучер)

У 2019 та 2020 роках за рахунок кліматичних умов близьких до багаторічних даних і типовими для зони проведення досліджень показали достовірну ефективність абсорбуючих матеріалів. У 2021 році завдяки нетиповій великій кількості опадів відносно кліматичної норми вплив

абсорбуючих матеріалів був мінімальним, що видно з коефіцієнту варіації, який був великим у 2019 і 2020 роках – 25 і 24 % та малим у 2021 році – 5 %.

Суттєвий вплив на карпогенез помідора також відзначений. Так, кількість квіток залежно від абсорбенту збільшувалася на 18,3 і 25,0 % та 16,2 і 20,6 % відповідно до гібриду (на 4 і 5 шт./росл.), кількість плодів на відповідних варіантах досліду зростала на 21,7 і 32,6 % та 20,8 і 26,4 % (3 і 5 та 4 і 5 шт./росл.). Відповідно до зміни параметрів утворення квіток змінювалася і кількість зав'язей на рослині. У гібриду Бобкат F₁ ступінь зав'язування плодів збільшувався з 77 % до 79 і 81 %, у гібриду Усмань F₁ – з 78 %, у контролі до 81 та 82 % відповідно до форми абсорбенту. Встановлено, що ефективність абсорбенту у формі гелю була вищою (табл. 8.12).

Таблиця 8.12

Ріст і розвиток рослин помідора за використання різних форм абсорбентів, (2 рік внесення абсорбентів), (2020–2022)

Гібрид	Форма абсорбенту	Кількість квіток, шт/росл ВВСН 60–69	Кількість плодів, шт./росл. ВВСН 89	Ступінь зав'язування, %, ВВСН 89
Бобкат F ₁	Контроль	20±2,94	15±1,89	77
	Гель	24±1,70	19±1,70	79
	Порошок	25±0,82	20±3,09	81
Усмань F ₁	Контроль	23±3,09	18±2,36	78
	Гель	26±1,89	21±1,70	81
	Порошок	27±1,25	22±3,30	82
	\bar{X}	24	19	80
	<i>SD</i>	2,66	3	2
	<i>CV, %</i>	11	13	2

Застосування абсорбентів сприяло збільшенню маси плоду помідора на 2,3–4,5 % відносно контролю. Гібрид Бобкат F₁ реагував більш відчутно, збільшення маси плоду за використання порошку складало 4,5 %, гелю – 2,3 %. У гібриду Усмань F₁ маса плоду зростала на 4,4 і 2,6 % відповідно до варіанту з внесенням порошку і гелю. Гібрид Усмань F₁ характеризувався меншою масою плоду відносно гібриду Бобкат F₁ на 11,4–11,7 %. Достовірне збільшення маси плоду відзначали лише у 2022 році, коли кількість опадів була істотно нижчою від багаторічної позначки, тоді як врожайність достовірно збільшувалася впродовж всього періоду досліджень лише у варіанті вирощування помідора на фоні абсорбенту у формі порошку.

Урожайність томатів за використання абсорбуючих матеріалів істотно зростала. Так, за використання абсорбенту у формі гранул врожайність збільшувалася на 27,1 і 24,0 % відповідно до гібриду Бобкат F₁ і Усмань F₁ (табл. 8.13).

Таблиця 8.13

**Продуктивність помідора
(2 рік після внесення абсорбентів), (ВВСН 89), (2020-2022)**

Сорт (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Маса плоду, г				Урожайність, т/га			
		2020	2021	2022	\bar{X}	2020	2021	2022	\bar{X}
Бобкат F ₁	Контроль	180,0	130,0	152,0	154,0	50,4	23,7	35,6	36,5
	Гель	189,0	135,0	160,0	161,3	64,3	27,8	38,1	43,4
	Порошок	184,0	133,0	170,0	162,3	58,9	29,7	42,2	43,6
Усмань F ₁	Контроль	155,0	119,0	147,0	140,3	49,6	24,8	40,1	38,2
	Гель	162,0	124,0	155,0	147,0	61,6	28,5	41,1	43,7
	Порошок	159,0	122,0	164,0	148,3	57,2	30,6	44,7	44,2
	\bar{X}	171,5	127,2	158,0	152,2	57,0	27,5	40,3	41,6
	<i>SD</i>	15	6	8	9	6	3	3	3
	<i>CV, %</i>	8	5	5	6	10	10	8	8
	<i>HP_{0.5} A</i>	7,70	4,90	4,22	7,11	2,17	1,05	1,55	1,72
	<i>B</i>	9,44	6,01	5,17	8,70	2,66	1,29	1,90	2,11
	<i>A×B</i>	13,35	8,50	7,31	12,31	3,76	1,83	2,70	2,98

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

З одержаних даних видно, що у подальшому вплив абсорбентів був істотно меншим і продуктивність рослин знаходилася у більшій залежності від погодних умов. Дослідження впливу різних форм абсорбенту на третій рік після застосування відзначили більшу ефективність застосування порошку відносно гелю.

На формування кількості плодів гарбуза великоплідного істотного впливу абсорбентів не виявлено ($CV = 4 \%$), проте збільшення їх маси було помітним. Так, вирощування гарбуза на фоні абсорбентів у формі гранул було більш ефективним, що у подальшому і вплинуло на показники врожайності плодів і насіння. Урожайність насіння збільшувалася до 12,8 %, більш ефективними були варіанти із абсорбентами у формі порошку, де врожайність гарбуза сорту Український сірий збільшилася на 26,1 кг/га, а сорту Ювілей на 26,9 кг/га, за післядія абсорбенту у формі гелю сприяла збільшенню врожайності насіння гарбуза на 8,7 і 7,1 % або 17,8 і 14,9 % відповідно до сорту (табл. 8.14).

Таблиця 8.14

Формування кількості плодів на рослині та врожайність насіння гарбуза великоплідного за використання різних форм абсорбентів (3 рік після внесення абсорбентів), (ВВСН 89), (2021–2022)

Сорт	Форма абсорбенту	Кількість плодів, шт/росл.	Урожайність насіння, кг/га
Сірий український	Контроль	1,10±0,08	203,5±28,9
	Гель	1,14±0,06	221,3±31,2
	Порошок	1,20±0,07	229,7±30,6
Ювілей	Контроль	1,07±0,09	210,4±30,4
	Гель	1,12±0,13	225,3±30,6
	Порошок	1,16±0,10	237,3±32,6
	\bar{X}	1,1	221,3
	SD	0,04	11,4
	$CV, \%$	4	5
	$HIP_{0.5} A$	0,037	7,39
	B	0,045	9,05
	$A \times B$	0,064	12,80

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

Так, у середньому за роки досліджень маса плоду гарбуза великоплідного збільшувалася на 7,2 % (0,6 кг) у сорту Сірий український і 6,1 % (1 кг) у сорту Ювілей, тоді як на фоні абсорбенту у формі гелю збільшення маси плоду складало 5,3 % (0,5 кг) і 3,4 % (0,7 кг) відповідно до сорту. Урожайність плодів збільшувалася до 16,4 %, більш ефективними були варіанти із абсорбентами у формі порошку, де врожайність гарбуза сорту Український сірий збільшилася на 5,7 т/га (16,4 %), а сорту Ювілей на 5,2 т/га (14,8 %). Вирощування гарбуза на фоні абсорбенту у формі гелю сприяло збільшенню врожайності лише на 3,0 % у обох сортів, або 8,6 і 8,5 % відповідно до сорту. Дані свідчать, що впродовж всього періоду досліджень статистично істотно вищу врожайність одержували у варіанті з абсорбентом у формі порошку (таблиця 8.15).

Таблиця 8.15

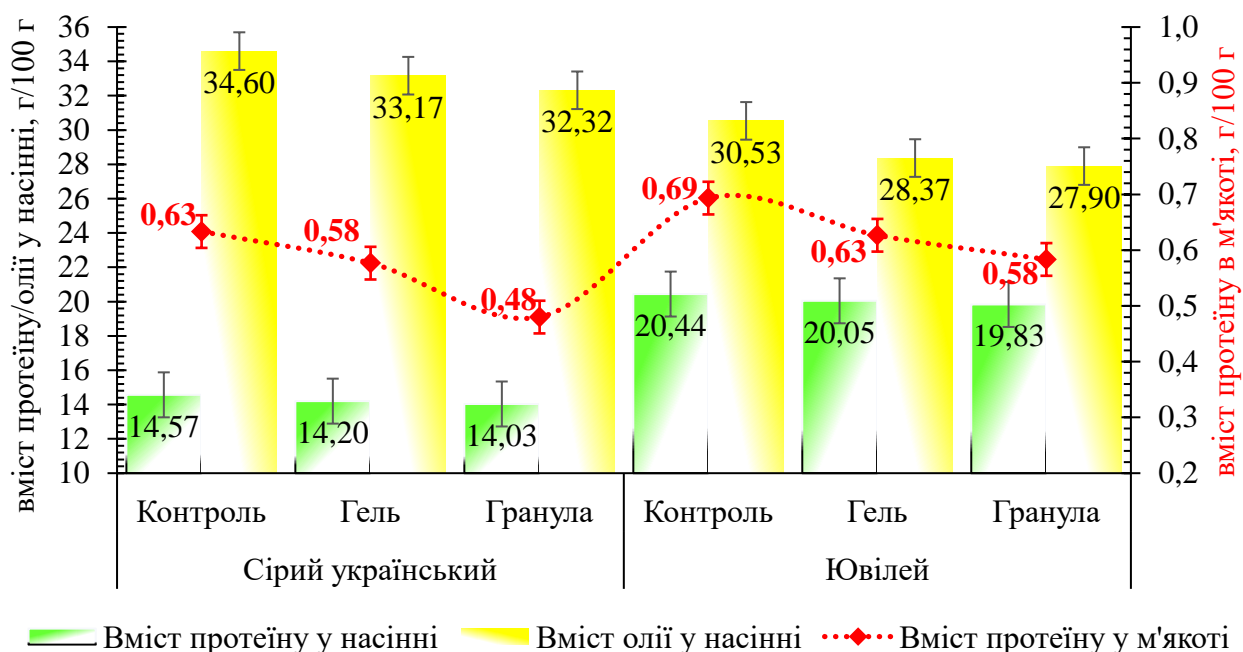
**Продуктивність гарбуза великоплідного
(3 рік після внесення абсорбентів), (ВВСН 89), (2021-2023)**

Сорт (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Маса плоду, кг				Урожайність, т/га			
		2021	2022	2023	\bar{X}	2021	2022	2023	\bar{X}
Сірий український	Контроль	9,24	7,44	9,50	9,24	36,3	26,6	40,7	36,3
	Гель	9,75	8,00	9,83	9,75	38,3	31,4	42,8	38,3
	Порошок	10,01	8,18	9,88	10,01	41,1	33,6	45,9	41,1
Ювілей	Контроль	9,68	7,81	9,90	9,68	34,6	27,9	42,4	34,6
	Гель	10,12	8,05	10,15	10,12	37,9	28,8	47,1	37,9
	Порошок	10,34	8,37	10,35	10,34	39,5	32,9	48,0	39,5
	\bar{X}	9,86	7,98	9,94	9,86	37,9	30,2	44,5	37,9
	SD	0,4	0,3	0,3	0,3	2,1	2,6	2,7	2,2
	CV, %	4	4	3	3	6	9	6	6
	<i>HIP</i> _{0.5} A	0,35	0,29	0,44	0,28	0,97	1,13	2,42	1,23
	B	0,43	0,35	0,54	0,35	1,19	1,39	2,96	1,51
	A×B	0,61	0,50	0,76	0,49	1,68	1,96	4,19	2,13

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

Концентрація протеїну у м'якоті плодів знижувалася істотно (на 24,2 і 15,9 %) у варіанті з післядією абсорбенту у формі гранул, на варіанті з гелем цей показник знижувався на 8,9 і 9,6 % відповідно до сорту, проте його вміст

у насінні знижувався неістотно (на 1,9–3,7 %). Реакція сорту на зміну показників концентрації протеїну у м'якоті була неістотною, проте міжсортова різниця була помітною. Найнижчі показники вмісту протеїну було отримано на дослідних варіантах (рис. 8.11).



	Вміст протеїну, г/100 г		Вміст олії у насінні, г/100 г
	в насінні	в м'якоті	
\bar{X}	17,2	0,6	31,1
SD	2,9	0,1	2,5
CV,%	17	11	8

Рисунок 8.11. Вміст протеїну у плодах і насінні гарбуза великоплідного за використання різних форм абсорбентів (3 рік після внесення абсорбентів), (ВВСН 89), (2021–2022).

Варіювання концентрації олії у насінні сортів гарбуза великоплідного було слабким – 8 %, а її вміст зменшувався істотно у разі післядії абсорбенту у формі порошку (-6,6 і 8,6 %), тоді як у варіантах з гелем зменшення було менш істотним на 4,1 % у сорту Сірий український і 7,1 % у сорту Ювілей.

У 2022–2024 роках висівали кілька маркерних культур, а саме салат головчастий, салат листковий та шпинат, оскільки ці культури мають короткий період вегетації та можуть показати достовірні результати (табл. 8.16).

**Продуктивність зеленних овочевих культур
(4 рік після внесення абсорбентів), (ВВСН 49), (2022-2023)**

Салат головчастий									
Сорт/гібрид (Фактор А)	Форма абсорбенту (Б)	Маса розетки/головки, г				Урожайність, т/га			
		2022	2023	2024	\bar{X}	2022	2023	2024	\bar{X}
Годар	Контроль	212,4	199,3	227,4	213,0	17,0	15,9	18,0	17,0
	Гель	220,1	212,2	229,0	220,4	17,6	17,0	18,3	17,6
	Порошок	229,0	217,6	229,4	225,3	18,8	17,8	18,8	18,3
Fairly	Контроль	260,2	234,4	275,5	256,7	20,8	18,8	21,6	20,2
	Гель	269,1	247,1	278,0	264,7	21,5	19,8	22,2	21,0
	Порошок	273,0	252,0	278,0	267,7	22,4	20,7	22,2	21,4
\bar{X}		244,0	227,1	252,9	241,3	19,7	18,3	20,2	19,3
SD		24,2	19,0	24,3	22,3	2,0	1,6	1,8	1,7
CV, %		10	8	10	9	10	9	9	9
HIP _{0.5} A		10,82	7,19	8,10	8,14	0,63	0,45	0,62	0,61
B		13,25	8,81	9,92	9,97	0,77	0,55	0,77	0,74
A×B		18,74	12,45	14,04	14,10	1,09	0,78	1,08	1,05
Салат листковий									
Дублянський	Контроль	198,3	134,6	204,1	179,0	21,6	14,7	22,0	19,4
	Гель	205,1	144,0	206,0	185,0	22,2	15,6	22,2	20,0
	Порошок	212,4	148,0	206,6	189,0	23,4	16,3	22,7	20,8
Акане	Контроль	208,0	162,0	214,9	195,0	22,7	17,7	23,0	21,1
	Гель	216,0	171,2	216,6	201,3	23,3	18,5	23,4	21,7
	Порошок	223,3	179,0	218,0	206,8	24,6	19,7	24,0	22,7
\bar{X}		210,5	156,5	211,0	192,7	22,9	17,1	22,9	21,0
SD		8,0	15,6	5,6	9,5	1,0	1,7	0,7	1,1
CV, %		4	10	3	5	4	10	3	5
HIP _{0.5} A		8,01	5,99	6,97	9,40	0,74	0,35	0,83	0,62
B		10,71	7,33	8,54	11,52	0,90	0,43	1,02	0,76
A×B		13,88	10,37	12,08	16,29	1,28	0,62	1,44	1,08
Шпинат городній									
Gnu F ₁	Контроль	68,7	56,2	74,5	66,5	21,8	17,8	23,2	20,9
	Гель	70,3	59,1	75,7	68,4	22,5	18,9	24,2	21,9
	Порошок	71,6	62,0	76,1	69,9	22,9	19,8	24,4	22,4
Spiros F ₁	Контроль	64,5	55,0	71,1	63,5	20,4	17,4	22,3	20,1
	Гель	65,9	58,1	73,0	65,7	21,1	18,6	23,4	21,0
	Порошок	68,5	62,0	73,0	67,8	21,9	19,8	23,4	21,7
\bar{X}		68,3	58,7	73,9	67,0	21,8	18,7	23,5	21,3
SD		2,4	2,7	1,7	2,0	0,8	0,9	0,7	0,8
CV, %		4	5	2	3	4	5	3	4
HIP _{0.5} A		2,92	1,49	2,19	2,36	0,91	0,45	0,71	0,74
B		3,58	1,82	2,69	2,89	1,11	0,55	0,88	0,90
A×B		5,06	2,58	3,80	4,09	1,58	0,78	1,24	1,27

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

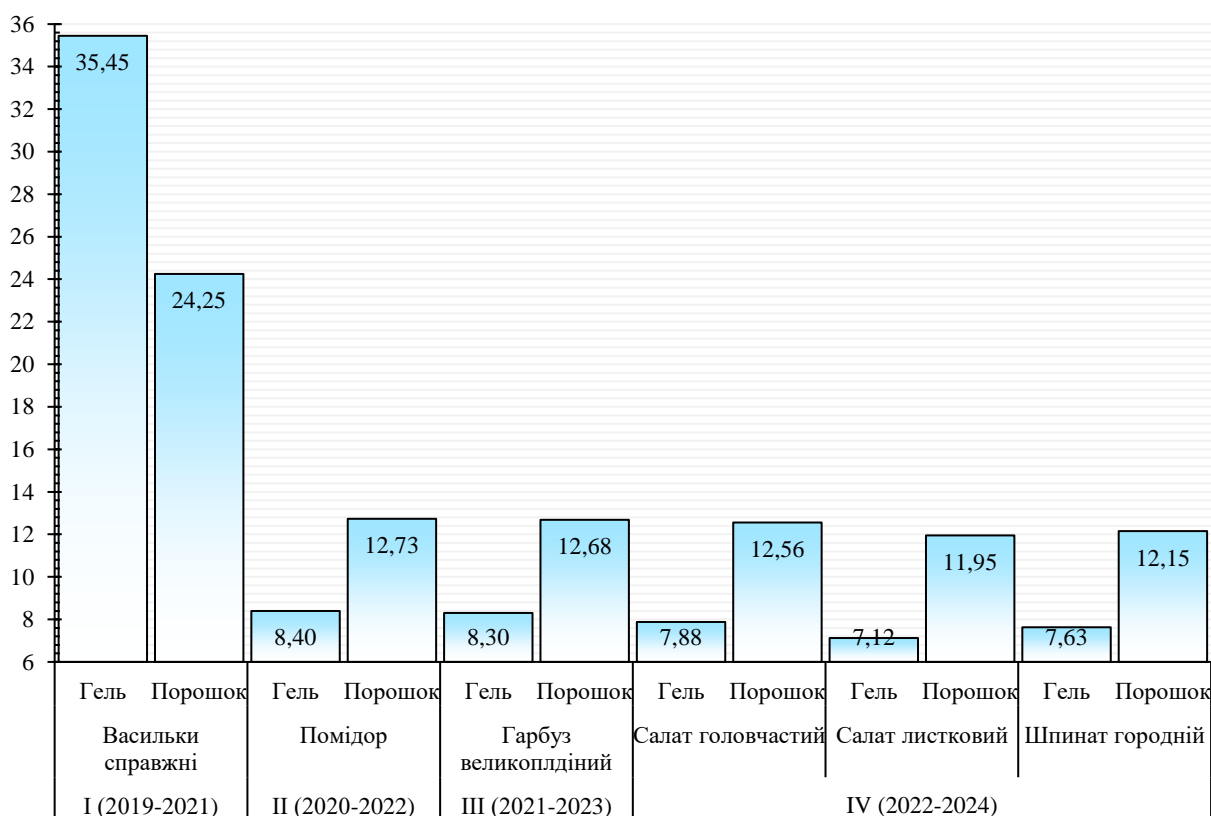
Маса головок салату головчастого істотно збільшувалася лише у 2023 році, на що впливали погодні умови періоду досліджень. Вирощування салату головчастого на фоні абсорбенту у формі порошку збільшувало такий показник на 5,8 і 4,3 % відповідно до сорту, а врожайність зростала на 8,0 і 6,2 %, або 1,4 і 1,3 т/га відповідно до сорту. Так, у середньому за роки маса розетки листків салату листового за вирощування на фоні абсорбенту у формі порошку збільшувалася на 5,6 % або 10,0 г у сорту Дублянський і 6,1 % або 11,8 г Акане, тоді як на фоні абсорбенту у формі гелю маса розетки листків зросла лише на 3,4 % або 6,0 г та 3,2 % або 6,3 г відповідно до сорту. Врожайність салату листового вирощеного на фоні абсорбенту у формі порошку зростала на 7,0 % або 1,4 т/га у сорту Дублянський і 7,7 % або 1,6 т/га у сорту Акане. Достовірне збільшення врожайності відзначено в обох сортів, вирощених на фоні абсорбенту у формі порошку у 2022 і 2023 рр.

Маса розетки листків шпинату вирощеного на фоні абсорбенту у формі порошку збільшувалася на 5,2 і 6,8 % або 3,4 і 4,3 г/роsl. відповідно до гібриду Gnu F₁ і Spiros F₁, при цьому врожайність зросла на 1,4 і 1,6 т/га або 6,9 і 8,2 %. Аналізуючи одержані дані за роками, видно, що статистично достовірно маса листків і врожайність збільшувалися лише у 2023 році на фоні абсорбенту у формі порошку. У середньому впродовж років досліджень достовірно більші показники продуктивності шпинату одержано у варіантах на фоні абсорбенту у формі порошку.

Достовірне підвищення продуктивності зеленних овочів у 2023 році на фоні абсорбенту у формі гелю пояснюється істотно меншою кількістю опадів відносно 2022 та 2024 рр., де велика кількість опадів нівелювала дію абсорбентів.

Високий приріст врожайності помідора пояснюється достатньою кількістю опадів у період досліджень і під попередник порошок вносили локально, а після обробітку ґрунту абсорбенти розподілилися в орному шарі більш рівномірно, що очевидно і вплинуло на більшу ефективність відносно попередньої культури. Усереднені дані свідчать про те, що абсорбент у формі

гелю має високу ефективність лише у перший рік використання, в той час абсорбент у формі порошку є менш ефективним відносно гелю у перший рік використання, проте він забезпечує пролонгацію ефективної дії, що підтверджено зростанням продуктивності (урожайності) овочевих культур (рис. 8.12).



I – рік внесення абсорбентів; II – рік після внесення абсорбентів; III – рік після внесення абсорбентів; IV – рік після внесення абсорбентів.

Рисунок 8.12. Динаміка приросту врожаю досліджуваних культур за дії різних форм абсорбентів.

Дослідження запасів продуктивної вологи в орному шарі показало істотну різницю як між сортами/гібридами досліджуваних культур, так і між культурами загалом. Визначення запасів вологи у прикореневому шарі ґрунту у базилюку показало істотне збільшення запасів вологи впродовж періоду вегетації незалежно від форми абсорбенту у сорту Бадьорій та лише у червні і липні у сорту Рутан (табл. 8.18).

Таблиця 8.17

**Запаси продуктивної вологи у прикореневому шарі рослин
васильків справжніх (1 рік внесення абсорбентів), (2019-2021)**

(Дані отримано спільно з І.О. Кучер)

Сорт (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Травень	Червень	Липень
Бадьорий	Контроль	44,2	32,4	14,1
	Гель	58,7	39,7	17,5
	Порошок	49,9	37,3	15,8
Рутан	Контроль	44,0	27,0	11,8
	Гель	55,5	35,7	14,8
	Порошок	45,5	32,1	13,5
\bar{X}		49,6	34,0	14,6
SD		5,7	4,1	1,8
$CV, \%$		12%	12%	12%
$HIP_{0.5} A$		1,31	1,14	0,49
B		1,61	1,39	0,60
$A \times B$		2,28	1,97	0,85

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

Вирощування помідора на фоні абсорбентів, внесених під попередник, сприяло також істотному збільшенню запасів вологи у ґрунті у травні й червні незалежно від абсорбенту і гібриду, а у липні у гібриду Усмань F₁ на фоні гелю кількість продуктивної вологи була меншою, з чого можна зробити припущення, що даний гібрид потребує і споживає більше вологи (табл. 8.18).

Таблиця 8.18

**Запаси продуктивної вологи у прикореневому шарі рослин помідора (2
рік після внесення абсорбентів), (2020-2022)**

Гібрид (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Травень	Червень	Липень
Бобкат F ₁	Контроль	34,4	31,6	13,6
	Гель	38,9	33,5	15,2
	Порошок	39,7	34,3	16,1
Усмань F ₁	Контроль	33,2	27,0	12,8
	Гель	36,2	28,7	13,3
	Порошок	36,7	29,9	14,4
\bar{X}		36,5	30,8	14,2
SD		2,3	2,6	1,1
$CV, \%$		6%	8%	8%
$HIP_{0.5} A$		1,14	0,97	0,45
B		1,40	1,19	0,55
$A \times B$		1,98	1,69	0,78

Ефективність абсорбентів на накопичення і збереження продуктивної вологи в орному шарі ґрунту під гарбузом істотно варіювала як між сортами, так і між місяцями вегетації. Достовірно більшу кількість вологи у травні–червні відзначали лише у сорту Сірий український на фоні абсорбенту у формі порошку, а у сорту Ювілей – лише у травні, проте у липні запаси вологи за рахунок опадів зрівнялися і її кількість зростала істотно незалежно від сорту чи форми абсорбенту (таблиця 8.19).

Таблиця 8.19

Запаси продуктивної вологи у прикореневому шарі рослин гарбуза великоплідного (3 рік після внесення абсорбентів), (2021-2023)

Сорт (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Травень	Червень	Липень
Сірий український	Контроль	34,0	31,0	20,5
	Гель	36,8	32,9	21,7
	Порошок	38,5	34,1	22,6
Ювілей	Контроль	32,1	30,5	17,9
	Гель	33,6	33,1	20,9
	Порошок	35,2	33,8	21,9
\bar{X}		35,0	32,6	20,9
SD		2,1	1,3	1,5
$CV, \%$		6	4%	7
$HIP_{0.5} A$		1,73	1,19	0,44
B		2,12	1,46	0,55
$A \times B$		3,00	2,07	0,77

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

Запаси продуктивної вологи у посівах салатних овочів зростали істотно у травні на фоні абсорбенту у формі порошку (*Lactuca sativa* L. сорт Годар, *Lactuca sativa* L. var. *Secalina* сорт Акане та *Spinacia oleracea* L. гібрид Spiros F₁), у червні цей показник зростав істотно на фоні порошку (*Lactuca sativa* L. сорт Fairly та *Spinacia oleracea* L. гібриди Gnu F₁ і Spiros F₁) (таблиця 8.20).

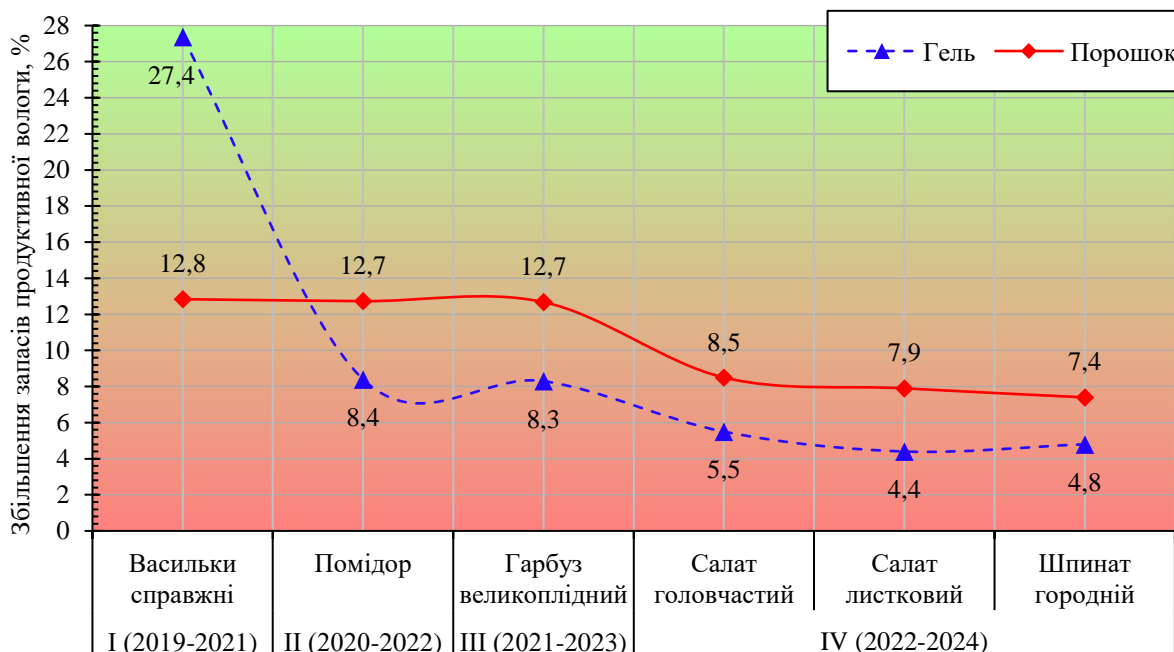
**Запаси продуктивної вологи у прикореневому шарі рослин зеленних
овочевих культур (4 рік після внесення абсорбентів), (2022-2023)**

Сорт/гібрид (Фактор А)	Форма абсорбенту (Фактор Б)	Салат головчастий		Салат листяний		Шпинат городній	
		05	06	05	06	05	06
Годар/ Дублянський/ Gnu F ₁	Контроль	41,5	40,7	41,7	41,1	40,1	39,3
	Гель	43,7	41,5	43,7	42,6	42,0	41,0
	Порошок	45,6	42,6	44,6	44,0	42,7	42,2
Fairly/ Akane/ Spiros F ₁	Контроль	40,8	39,3	40,5	40,9	39,7	38,4
	Гель	43,3	42,7	42,6	42,4	41,4	40,7
	Порошок	44,0	44,0	44,3	44,1	42,0	42,2
	\bar{X}	43,2	41,8	42,9	42,5	41,3	40,6
	<i>SD</i>	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,4
	<i>CV, %</i>	4	4	3	3	3	3
	<i>HIP_{0.5} A</i>	2,09	1,64	1,32	1,77	1,32	1,21
	<i>B</i>	2,56	2,01	1,62	2,17	1,62	1,49
	<i>A × B</i>	3,62	2,84	2,29	3,07	2,29	2,11

Примітка: напівжирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль

Усереднені дані з таблиць 8.22–8.24 динаміки приросту запасів продуктивної вологи залежно від форми абсорбенту, року використання і погодних умов вегетації та овочевої культури вказують на те, що абсорбент у формі порошку є більш ефективним по тривалості дії у сівозміні. Збільшення запасів продуктивної вологи за використання абсорбенту у формі гелю відзначалося в таких межах min.-max.: 4,5–29,5 % у травні; 3,8–27,5 % у червні; 8,0–25,1 % у липні; за використання порошку min.-max. становило: 6,1–12,9 % у травні; 7,6–17,1 % у червні; 13,2–16,3 % у липні.

Аналіз усереднених відсоткових показників збільшення запасів вологи вкотре показав, що абсорбент у формі гелю високоефективний у перший рік використання, але у подальшому його ефективність різко знижується відносно першого року і відносно порошку тоді, як порошок є менш ефективним у перший рік, але більш стабільним упродовж наступних років (рис. 8.13).



I – рік внесення абсорбентів; II – рік після внесення абсорбентів; III – рік після внесення абсорбентів; IV – рік після внесення абсорбентів.

Рисунок 8.13. Приріст запасів продуктивної вологи відносно контролю у прикореневому шарі ґрунту (0–30 см) досліджуваних культур за дії різних форм абсорбентів, %.

У процесі статистичного аналізу виявлено високий зв'язок за шкалою Чеддока – $r = 0,77$ між запасами продуктивної вологи у ґрунті (мм) і гідротермічним коефіцієнтом: $y = 7,5071 + 20,8985 \cdot x$, де x – це показник гідротермічного коефіцієнту, y – запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (0–30 см), мм (рисунок 8.14).

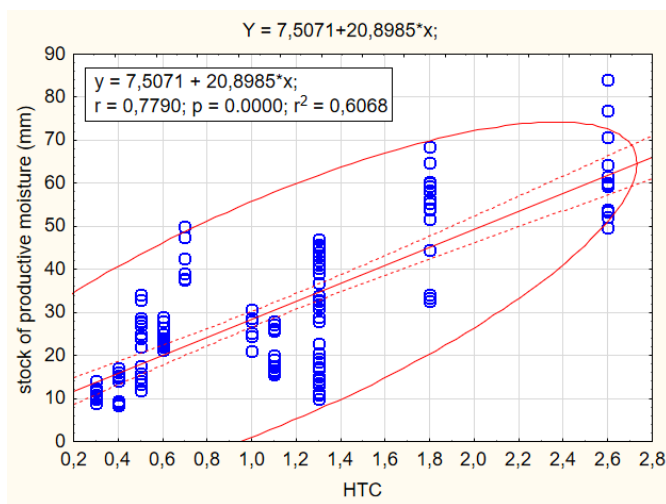


Рисунок 8.14. Статистична модель залежності між показниками запасів продуктивної вологи (%) та гідротермічним коефіцієнтом.

Згідно з результатами проведених раніше досліджень абсорбент, внесений в ґрунт, найбільш ефективний у посушливих умовах. Тому погодні умови у роки досліджень з кількістю опадів вищою від багаторічних даних не сприяли повному розкриттю вологонакопичувального потенціалу гідрогелевого композиту. Крім того, заявлені виробником фізичні показники гідрогелю не відповідали таким на практиці (рис. 8.15).

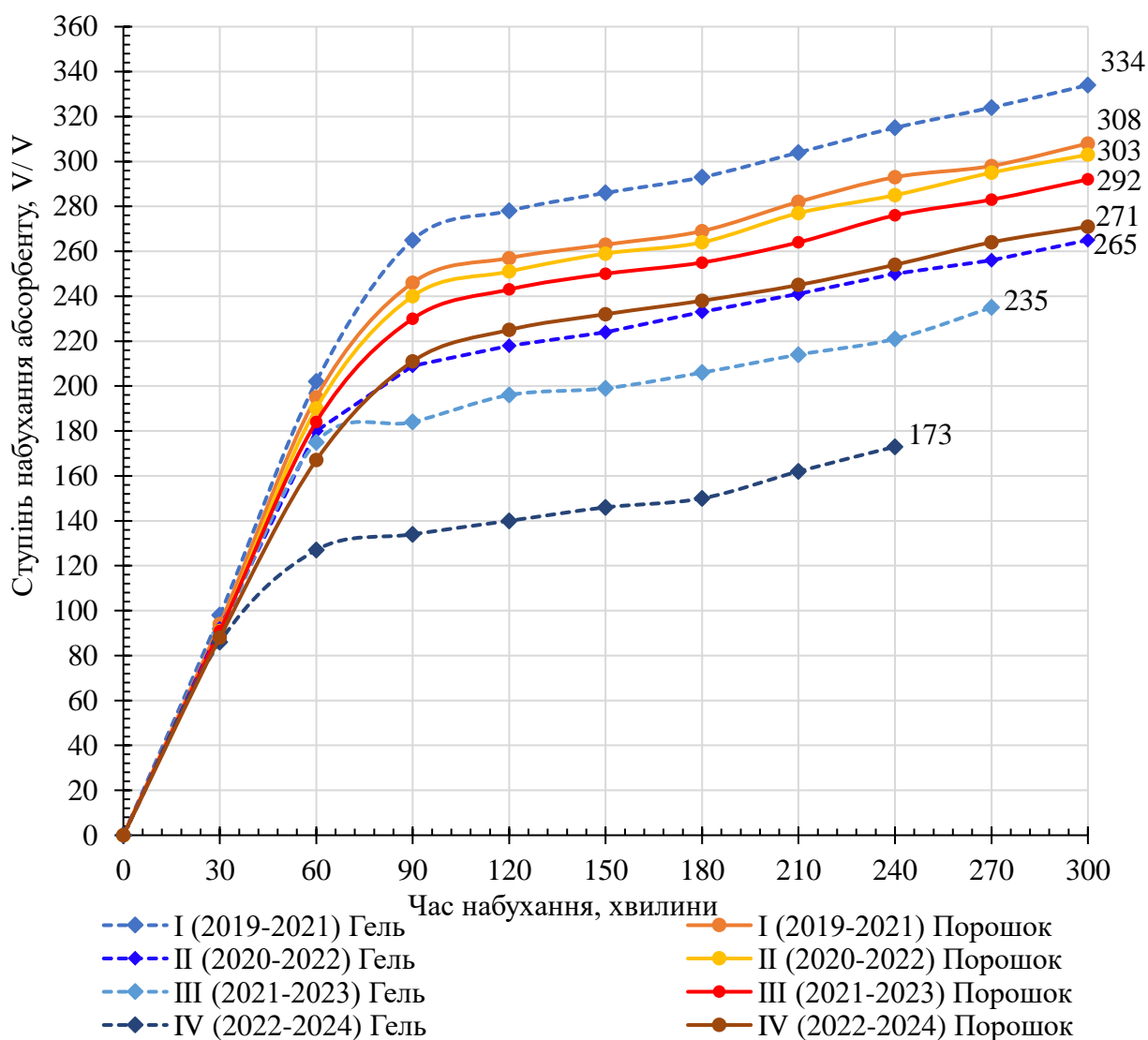


Рисунок 8.15. Графічна крива набухання різних форм абсорбентів залежно від року використання.

Так, ступінь набухання полімерного гідрогелю істотно залежить від концентрації солей у водному розчині. На рисунку 5 наведено графічні криві набухання гідрогелю ТМ 'MaxiMarin' у формі гелю та порошку у різні роки використання у дистильованій воді. Максимальне набухання (в 334 рази)

отримано тільки у перший рік використання абсорбенту у формі гелю. Дослідження водопоглинаючої здатності на другий рік показало, що більше набухання було в абсорбенту у формі порошку – 308 разів проти гелю – 265 разів, тобто ефективність гелю за один рік використання знизилася на 26,0 %, а порошку лише на 8,4 %. Відрізнялася і швидкість вологопоглинаючої здатності абсорбентів. Так, на четвертий рік використання максимальне набухання гелю відзначали через 240 хв після замочування, а збільшення його маси складало 173 рази, що на 93,1 % менше від початкових даних. Набухаюча здатність порошку була досить високою і на четвертий рік використання – 271 разів через 300 хв замочування, що на 13,7 % менше від вихідних даних.

Дослідження водопоглинаючої здатності абсорбентів показало її зміни залежно як від тривалості замочування, так і від року використання абсорбенту, що пояснюється формулами рівнянь регресії, наведеними у таблиці 8.21.

Таблиця 8.21

Моделі для визначення середніх значень вологопоглинаючої здатності різних форм абсорбенту ТМ ‘MaxiMarin’ залежно від тривалості використання

I (2019-2021)	Гель	$y = 0,9109x + 108,73, R^2 = 0,7367$
	Порошок	$y = 0,8285x + 103,45, R^2 = 0,7265$
II (2020-2022)	Гель	$y = 0,6879x + 93,909, R^2 = 0,7143$
	Порошок	$y = 0,8191x + 100,32, R^2 = 0,7328$
III (2021-2023)	Гель	$y = 0,6659x + 82,109, R^2 = 0,6996$
	Порошок	$y = 0,783x + 97,818, R^2 = 0,7307$
IV (2022-2024)	Гель	$y = 0,5433x + 59,022, R^2 = 0,7184$
	Порошок	$y = 0,7276x + 90,409, R^2 = 0,7389$

Стійкість сільського господарства має важливе значення для підвищення продовольчої та водної безпеки, особливо у контексті зміни клімату. Останнім часом застосуванню гідрогелів у сільському господарстві приділялася значна увага як серед дослідників, так і серед фермерів. Подібно

до медичних застосувань, гідрогелі мають ширшу сферу застосування у сільському господарстві. Гідрогель можна розглядати як ефективний кондиціонер ґрунту у посушливих і напівпосушливих регіонах. Це покращить текстуру ґрунту, забезпечить необхідну пористість для оптимального потоку повітря і води, вивільнить накопичену воду у висушеному ґрунті.

Результати цього дослідження показали істотний вплив на збільшення врожайності досліджуваних культур та запасів продуктивної вологи, що цьому сприяли.

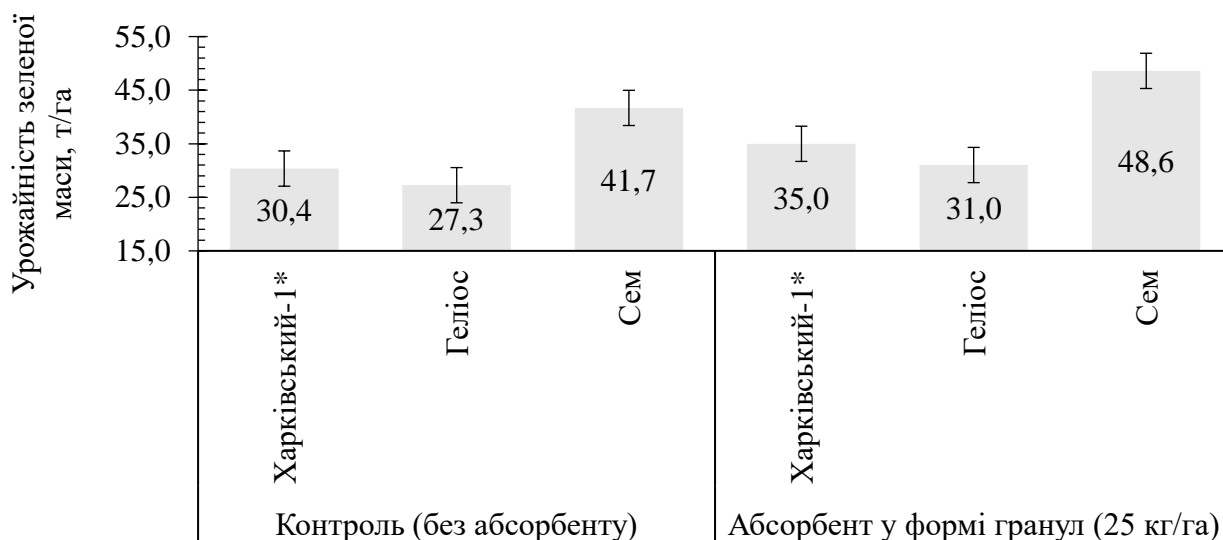
Доведено, що порівняльні дослідження росту рослин є надзвичайно цінними. Гідрогелі є хорошими кондиціонерами ґрунту, які можуть покращити ефективність використання води, здоров'я рослин і врожайність, а також можуть зменшити потребу у воді для поливу. Таким чином, застосування гідрогелю було б корисним для таких культур, як базилік, помідор, гарбуз, салатні листові овочі.

Гідрогелі на основі природних полімерів слід детально вивчити з огляду на покращення здатності до біологічного розкладання та здатності утримувати воду. Таке розуміння допомогло б таким регіонам як Європа підвищити ефективність зрошення та кондиціонування ґрунту для сталого сільськогосподарського виробництва. Подальші дослідження лабораторних методів випробування довговічності гідрогелю виявляються необхідними, щоб зробити його доступним для фермерських громад і для його економічної ефективності під час масштабування до рівня ферми.

Обговорення властивостей і деградації гідрогелю показує, що існує потреба у розробці інтегрованої основи для методів тестування різних властивостей для ефективного порівняння результатів для сільськогосподарського використання. У разі відповідних подальших досліджень ми передбачаємо популяризацію гідрогелів серед фермерських спільнот для різних культур. Інтеграція інноваційних рішень з екологічно чистими гідрогелями у найближче десятиліття сприятиме досягненню цілей сталого розвитку.

8.4. Вплив водопоглинаючого абсорбенту ТМ ‘MaxiMarin’ на продуктивність різних сортів амаранту.

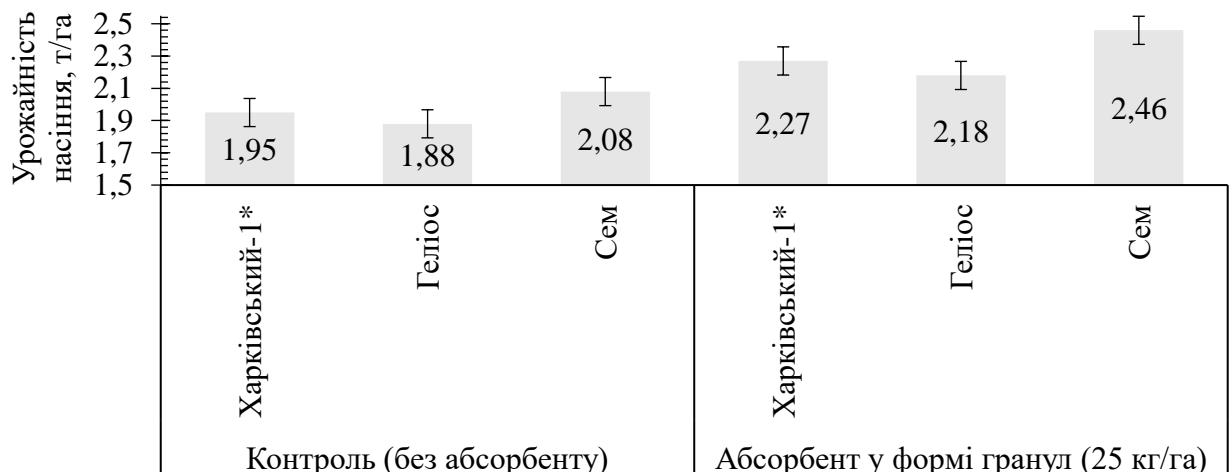
Оскільки амарант використовується і у кормовиробництві, доцільним було б вивчення продуктивності зеленої маси. За врожайністю зеленої маси сорт Сем, незалежно від варіанту, значно переважав інші сорти. Вихід зеленої маси для цього сорту у фазу цвітіння становив 41,7 і 48,6 т/га, залежно від варіанту досліду, що підтверджує його належність до кормового типу. Сорт Геліос мав цей показник на рівні 27,3 і 31,0 т/га, що істотно нижче від показників для сорту Харківський-1. Вирощування амаранту з використанням абсорбенту сприяло формуванню більшої кількості зеленої маси на 13,8–16,6% відносно контролю, при цьому варіювання цього показника було високим – $CV = 21\%$ (рис. 8.16).



*-контроль

Рисунок 8.16. Вплив абсорбенту на врожайність зеленої маси рослин різних сортів амаранту, т/га ($HIP_{05} = A-1,52; B-1,26; AB-2,15$).

Відповідно до показника врожайності насіння виділився сорт Сем – 2,08 і 2,46 т/га, відповідно до варіанту без та з внесенням абсорбенту, що істотно вище від інших варіантів досліду. Сорт Геліос відзначився як найменш врожайний – 1,88 і 2,18 т/га. Внесення абсорбенту сприяло збільшенню урожайності насіння на 16,0–18,3% ,залежно від сорту (рис. 8.17).



*-контроль

Рисунок 8.17. Вплив абсорбенту на урожайність насіння амаранту різних сортів (2021–2023), т/га ($HIP_{05} = A-0,13; B-0,08 AB-0,19$).

Дослідження впливу сортових особливостей та застосування абсорбенту на показники структури врожаю показало істотний вплив обох факторів. Одержані дані показали, що маса насіння з однієї рослини неістотно збільшувалася, а маса 1000 шт. насінин – істотно зменшувалася (рис. 8.18).

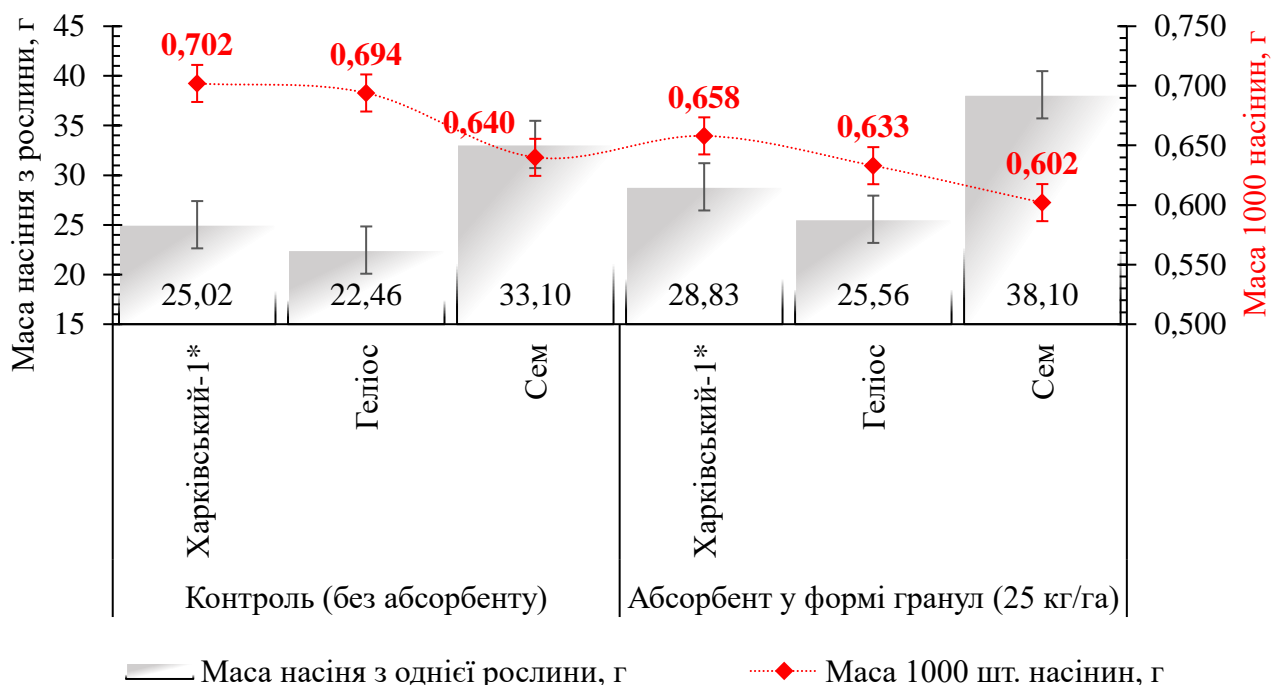


Рисунок 8.18. Вплив абсорбенту на масу насіння з однієї рослини та масу 1000 шт. насінин амаранту різних сортів (2021–2023), г

(HIP_{05} маса насіння з рослини = $A-1,22; B-0,96 AB-1,73$;

HIP_{05} M_{1000} шт. = $A-0,027; B-0,020 AB-0,042$).

У процесі статистичного аналізу виявлено помітний зв'язок за шкалою Чеддока – $r = 0,79$; $r^2 = 0,63$ між врожайністю і масою насіння з однієї рослини: $y = 1,2946 + 0,0292 \cdot x$, де x – це маса насіння з рослини, г, y – врожайність, т/га (рис. 6.13А). Сильний зворотній зв'язок ($r = -0,87$; $r^2 = 0,76$) виявлено між масою 1000 шт. насінин та врожайністю, який пояснюється рівнянням регресії $y = 0,9885 - 0,1562 \cdot x$, де x – врожайність, т/га., y – маса 1000 шт. насінин, г (рис. 8.19Б). Між показниками структури врожаю – масою 1000 насінин та масою насіння з однієї рослини встановлено також сильний зворотній зв'язок – $r = -0,80$; $r^2 = 0,67$, що пояснюється рівнянням регресії $y = 0,8095 - 0,0054 \cdot x$, де x – маса насіння з рослини, г, y – маса 1000 шт. насінин, г., що підтверджується графічно (рис. 8.19В). Враховуючи високі показники статистичної надійності рівнянь, відповідну залежність зображено графічно на рисунку 8.19Г.

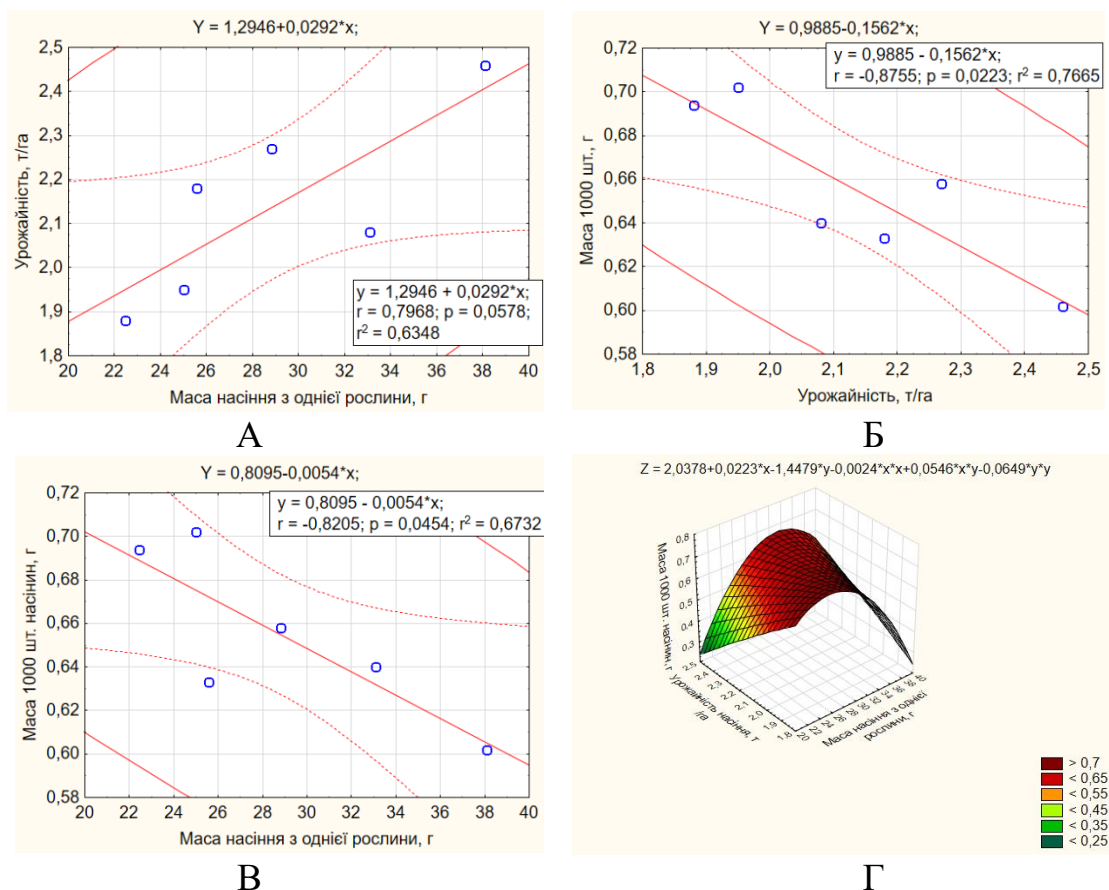
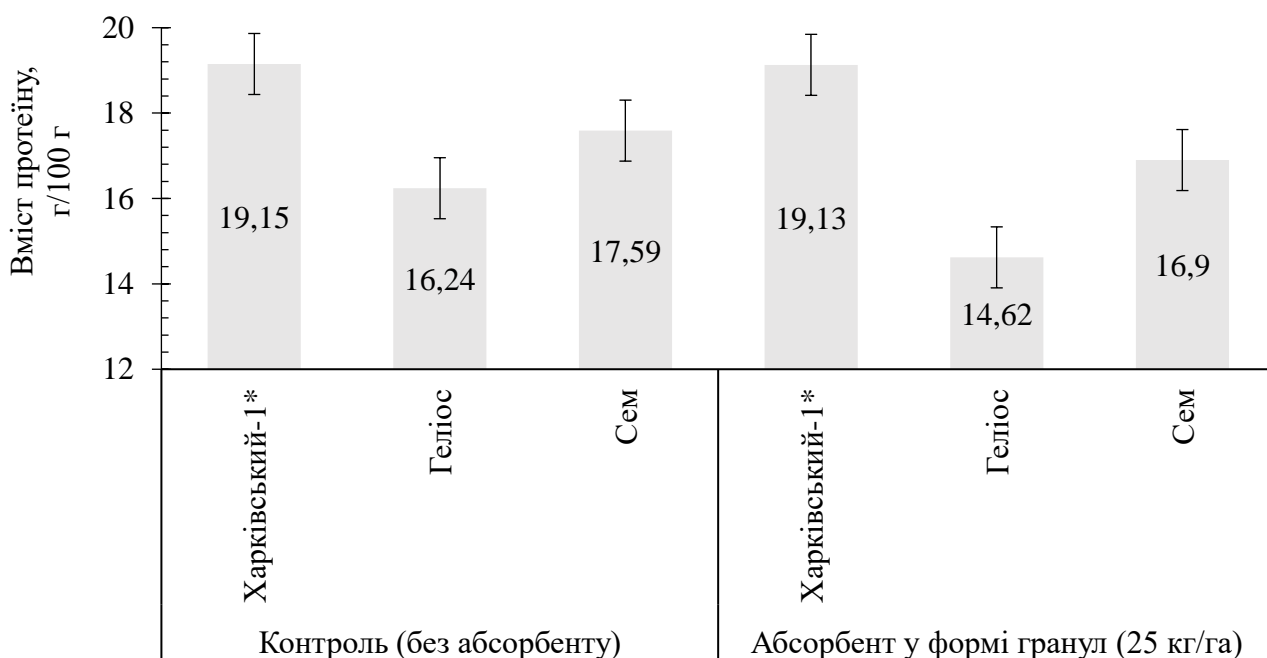


Рисунок 8.19. Статистичні моделі залежності між врожайністю та елементами структури врожаю (масою насіння з однієї рослини і масою 1000 шт. насінин) амаранту.

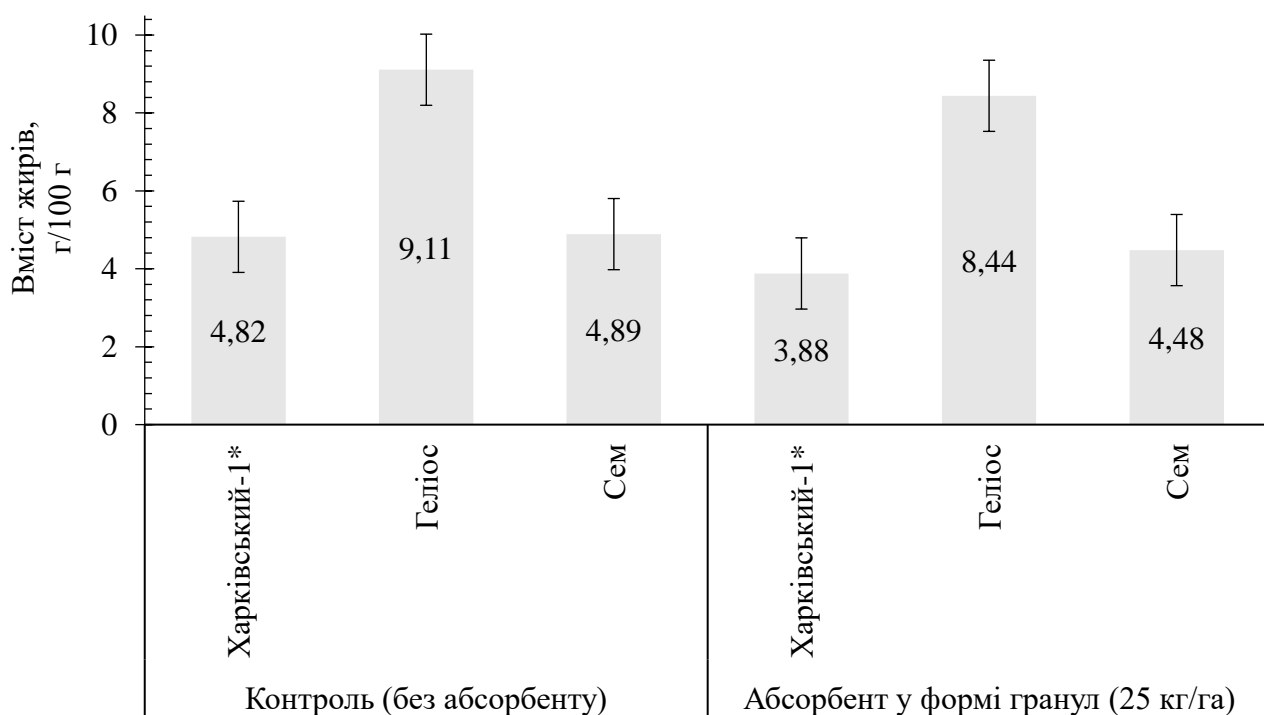
Нами також був проведений аналіз біохімічного складу насіння сортів амаранту Харківський-1, Геліос та Сем. Отримані результати показали, що насіння амаранту сортів Харківський-1, Геліос та Сем характеризуються високим вмістом протеїну. При цьому, найбільшим вміст білка відмічено у насінні сорту Харківський-1, частка вмісту якого складає 19,15 г/100 г, а застосування абсорбенту зумовлювало неістотне зменшення концентрації протеїну на 0,1%. Сорт Сем також мав досить високий вміст протеїну – 17,59–16,90 г/100 г, де зменшення від дії абсорбенту було неістотним. Сорт Геліос відрізнявся високою чутливістю до застосування абсорбенту, що сприяло зменшенню концентрації протеїну з 16,24 г/100 г у контролі до 14,62 г/100 г у варіанті з внесенням абсорбенту (-10,0% від контролю). Нижчий показник вмісту білка було отримано у варіантах з внесенням абсорбенту. Це може бути пов'язано з тим, що білок вважається хорошим показником стійкості рослин до дефіциту води, тому що надходження води спричиняє гідроліз та катаболізм білків, вивільняючи вільні амінокислоти (зокрема, пролін) та аміак (рис. 8.20).



*-контроль

Рисунок 8.20. Вміст протеїну у насінні амаранту різних сортів і за застосування абсорбенту (2021–2023), г/100 г
($HIP_{05} = A-0,63; B-0,51; AB-0,89$).

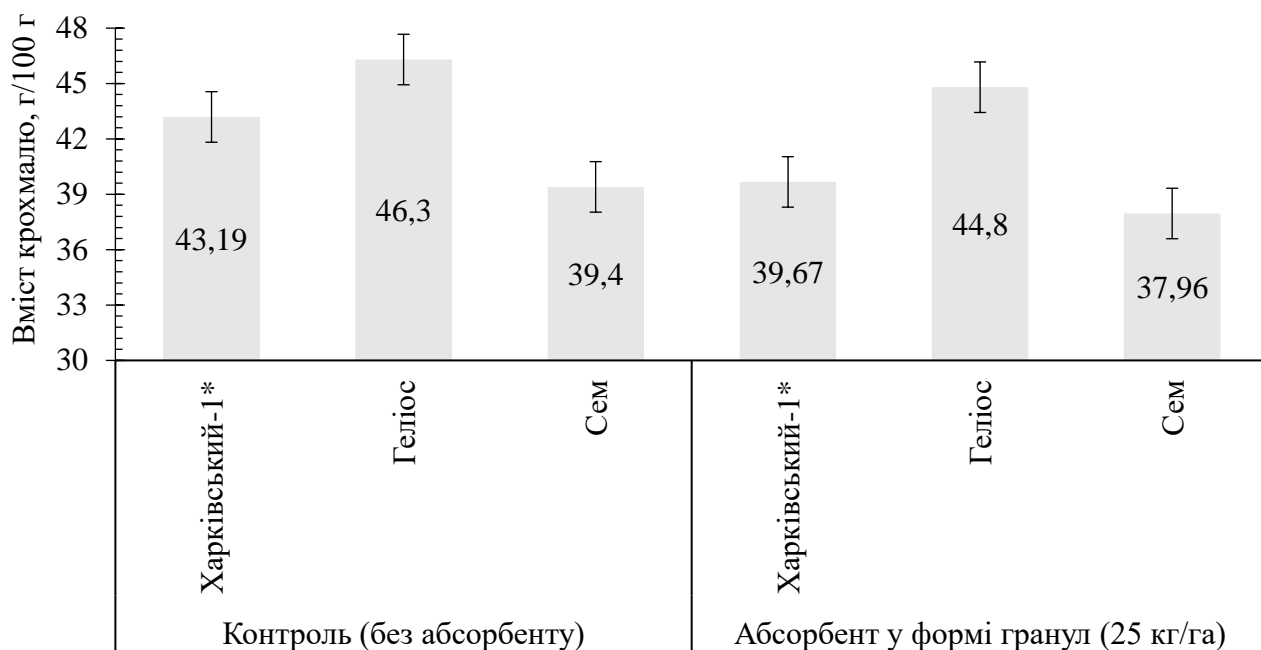
Найбільшою часткою жирів відрізняється насіння сорту Геліос – 8,4–9,1 г/100 г залежно від варіанту дослідів. У сортів Харківський-1 та Сем цей показник наближається до 5 г/100 г. У вирощуванні сортів амаранту з використанням абсорбенту зменшується концентрація жирів у сорту Харківський-1 на 19,5 %, а у сортів Геліос і Сем – на 7,4 і 8,4 % відповідно до сорту (рис. 8.21).



*-контроль

Рисунок 8.21. Вплив абсорбенту на частку жирів у насінні амаранту різних сортів (2021–2023), г/100 г
($HIP_{05} = A-0,28; B-0,24; AB-0,41$).

Відповідно до показника вмісту крохмалю сорти варіювали мало ($CV = 7\%$). Так, найвища концентрація крохмалю відзначена у контрольному варіанті для сорту Геліос – 46,30 г/100 г, найнижча – у сорту Сем за вирощування з внесеним абсорбентом – 37,96 г/100 г. Вирощування амаранту зі внесеним у ґрунт абсорбентом сприяло збільшенню концентрації крохмалю у зерні на рівні 3,3–8,2 % (рис. 8.22).



*-контроль

Рисунок 8.22. Вміст крохмалю у насінні амаранту залежно від сорту і абсорбенту (2021–2023), г/100 г
($HIP_{05} = A-2,29; B-2,24; AB-0,41$).

Максимальні втрати жирів від застосування абсорбенту відзначали у сорту Харківський-1.

Висновки до розділу 8.

1. Виявлено, що антиоксидантний вплив органічних кислот проявив тенденцією до оптимізації цих параметрів. Органічні кислоти підвищували адаптаційний потенціал рослин та оптимізували процеси росту і врожайності. Дослідженням виявлено, що застосування органічних кислот покращує продуктивність часнику у цілому порівняно з контролем. Відзначено збільшення висоти рослини часнику, кількості листя, вміст сухої речовини. Найвищий урожай і маса цибулини були отримані у разі обприскування рослин гібереліновою кислотою, але істотне збільшення накопичення сухої маси було відзначено за застосування саліцилової та аскорбінової кислот.

2. Стійкість сільського господарства має важливе значення для підвищення продовольчої та водної безпеки, особливо у контексті зміни

клімату. Останнім часом застосуванню гідрогелів у сільському господарстві приділялася значна увага як серед дослідників, так і серед фермерів. Подібно до медичних застосувань, гідрогелі мають ширшу сферу застосування у сільському господарстві. Гідрогель можна розглядати як ефективний кондиціонер ґрунту у посушливих і напівпосушливих регіонах. Це покращить текстуру ґрунту, забезпечить необхідну пористість для оптимального потоку повітря і води, вивільнить накопичену воду у висушеному ґрунті.

3. Виявлено істотний вплив на збільшення врожайності досліджуваних культур та запасів продуктивної вологи, що цьому сприяли. Доведено, що порівняльні дослідження росту рослин є надзвичайно цінними. Гідрогелі є хорошими кондиціонерами ґрунту, які можуть покращити ефективність використання води, здоров'я рослин і врожайність, а також можуть зменшити потребу у воді для поливу. Таким чином, застосування гідрогелю було б корисним для таких культур як часник, базилік, помідор, гарбуз, салатні листові овочі.

4. У варіантах з локальним внесенням та із збільшенням норми добрив активність аналізованих ферментів збільшувалася відносно контролю. Інтенсивність біохімічних процесів у ґрунті залежала від типу ферменту, який зв'язаний з індивідуальною чутливістю до факторів навколишнього середовища та вмісту мінеральних речовин для ферментативної реакції у ґрунті. Активність дегідрогенази, уреазы та протеази змінювалася зі збільшенням норми добрив, зокрема це пов'язано з азотом.

5. З'ясовано, що з метою більш ефективного використання добрив та поліпшення родючості ґрунту, доцільно вносити добрива локально у рядки безпосередньо перед або під час висаджування часнику. У вирощуванні часнику для продовольчих цілей (з використанням абсорбенту чи без) та економії добрив до 50 % їх слід вносити у нормі $N_{120}P_{60}K_{60}$ діючої речовини, що забезпечить формування врожайності часнику на рівні 11,8 т/га (без абсорбенту) та 15,0 т/га (з абсорбентом). Для вирощування часнику на переробку та отримання максимального врожаю, слід вносити добрива у

рекомендованій нормі ($N_{240}P_{120}K_{120}$ діючої речовини) локально, що забезпечить врожайність культури на рівні 13,1 т/га (без абсорбенту) та 17,0 т/га (з абсорбентом).

6. Відзначено значний вплив абсорбентів на збільшення маси рослин васильків справжніх незалежно від форми абсорбенту у всіх варіантах досліду. Більшу урожайність відзначали у варіанті з внесенням абсорбенту у формі гелю. Так, урожайність сортів Бадьорий та Рутан переважала контроль на 38,8 та 32,1 % відповідно.

7. Виявлено покращення продукційних процесів сільськогосподарського агроценозу, що в подальшому сприяє підвищенню врожайності помідора. Дослідженнями виявлено, що ефективність абсорбенту у формі гранул є вищою на другий рік відносно гелю, тому з метою формування високої врожайності помідора у богарних умовах товаровиробникам пропонується використовувати у сівозміні абсорбент ТМ «MaxiMargin» у формі порошку, який вноситься локально у борозни перед посівом на глибину 20–25 см з розрахунку 15 кг/га, що забезпечить підвищення врожайності гібридів помідора Бобкат F₁ на 19,3 % і Усмань F₁ на рівні 15,8 %.

8. За використання у сівозміні абсорбенту ТМ «MaxiMargin» у формі порошку, врожайність плодів сортів гарбуза великоплідного Український сірий і Ювілей збільшувалася на 5,2–5,7 т/га або 14,8–16,4 % та насіння на 26,1–26,9 кг/га або 14,9–17,8 % відповідно до сорту.

9. Використовувати як ефективніший абсорбент у формі порошку (гранул) для вирощування наступних культур у сівозміні на фоні внесеного під попередник абсорбенту, що забезпечить приріст врожаю салатних овочів (салату головчастого – 6,2–8,0 %; салату листового – 7,0–7,7 % та шпинату городнього – 6,9–8,2 %).

10. На основі проведених досліджень виявлено, що застосування полімерного гідрогелю у ґрунт позитивно впливало на параметри індивідуальної продуктивності рослин амаранту та сприяло збільшенню

врожайності насіння на 16,4 % (сорт Харківський-1), 16,0 % (сорт Геліос) та 18,3 % (сорт Сем). В основному приріст врожайності отримано за рахунок оптимізації водного режиму орного шару ґрунту. Приріст врожаю насіння був істотним (за взаємодією факторів А і В) лише у сорту Сем, вирощеного на фоні абсорбенту – 2,46 т/га. Виявлено, що внесена норма абсорбенту акумулювала достатню кількість ґрунтової вологи для росту і розвитку рослин амаранту.

11. Оцінка абсорбенту на вміст окремих сполук біохімічного складу показало істотне зменшення концентрації протеїну, жирів та крохмалю відповідно до взаємодії двох факторів.

12. Гідрогелі на основі природних полімерів слід детально вивчити з огляду на покращення здатності до біологічного розкладання та здатності утримувати воду. Таке розуміння допомогло б таким регіонам як Європа підвищити ефективність зрошення та кондиціонування ґрунту для сталого сільськогосподарського виробництва. Подальші дослідження лабораторних методів випробування довговічності гідрогелю виявляються необхідними, щоб зробити його доступним для фермерських громад і для його економічної ефективності під час масштабування до рівня ферми. Обговорення властивостей і деградації гідрогелю показує, що існує потреба у розробці інтегрованої основи для методів тестування різних властивостей для ефективного порівняння результатів для сільськогосподарського використання. У разі відповідних подальших досліджень ми передбачаємо популяризацію гідрогелів серед фермерських спільнот для різних культур. Інтеграція інноваційних рішень із екологічно чистими гідрогелями у найближче десятиліття сприятиме досягненню цілей сталого розвитку.

Матеріали розділу опубліковано у працях згідно додатку Є.1: 1, 2, 4, 8, 16, 18, 22, 23, 35, 36, 37, 39, 40, 45.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 8

1 Rahman H. M., Haquel S. M., Karim A. M., Ahmed A. Effects of Gibberellic acid on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*. 2008, 1560(1): 63–65.

2 Mayer A. M., Poljakoff M. A. *The Germination of Seeds*. 4th ed. UK: Pergamon Press. 1989, 52–56.

3 Soyler D., Khawar K. M. Seed germination of caper (*Capparis ovate* var. *herbacea*) using α naphthalene acetic acid and Gibberellic acid. *International Journal of Agricultural Biology*. 2007, 9: 35–37.

⁴ Tayyaba H., Khalid H., Saba S. Ahtisham U. Effect of Gibberellic acid (GA3) on morphological and physiological attributes of ispaghol (*Plantago ovata* L.). *International Journal of Water Resources and Arid Environments*. 2012, 2(6): 190–196.

5 Perucci P. Enzyme activity and microbial biomass in a field soil amended with municipal refuse. *Biology and Fertility of Soils*. 1992, 14: 54–60. DOI: 10.1007/BF00336303.

6 Masciandaro G., Ceccanti B., Garcia C. Anaerobic digestion of straw and piggery wastewaters: II. Optimization of the process. *Agrochimica*. 1994, 38: 195–203.

7 Diriba-Shiferaw G., Nigussie-Dechassa R., Woldetsadik K., Tabor G., Sharma J.J. Bulb quality of Garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers. *African Journal of Agricultural Research*. 2014, 9(8): 778–790. DOI: 10.5897/AJAR2013.7723.

РОЗДІЛ 9.

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

Сорт є біологічною основою технології вирощування, на його часту відводиться близько 50 % приросту врожаю культури. Для вирощування сільськогосподарських культур використовують сорти, які відрізняються високою потенційною продуктивністю, характеризуються комплексною стійкістю до біотичних та абіотичних чинників середовища і дають високоякісну продукцію. Цим сортам належить важлива роль в енерго- й ресурсозберігаючих технологіях вирощування.

В овочівництві стійкість сорту оцінюється з точки зору не тільки біологічної можливості, але й економічним обґрунтуванням вирощування. При цьому межі економічного виправданого і біологічно можливого вирощування не співпадають, а сама економічна ефективність визначається можливостями сорту забезпечити стійкий ріст величини і якості врожаю, вартістю заходів покращення умов вирощування й отримання за їх рахунок чистого прибутку. В зв'язку з цим необхідне обов'язкове проведення оцінки економічної ефективності вирощування овочевих культур.

9.1. Економічна ефективність вирощування новостворених сортів часнику.

У межах дисертаційних досліджень було проведено ранжування селекційних сортів часнику за екологічною пластичністю в умовах Правобережного Лісостепу України. Дослідження довели, що сорти інтенсивного типу продемонстрували кращі показники економічної ефективності. Економічний аналіз показав, що собівартість 1 т вирощеної продукції часнику озимого стрілкового була у межах 15,88–18,51 тис. грн, мінімальну собівартість відзначено у сортів Джованна й Апллон і зразків А.s.25/16 і А.s.40/16, у яких такий показник був меншим від стандарту на 1,77–

2,14 тис. грн., а сума умовно чистого прибутку більша на 53,1–65,0 тис. грн/га., при тому, що сума витрат на вирощування перевищувала сорт Прометей лише на 7,0 тис. грн/га (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Економічна ефективність вирощування сортів і перспективних зразків *Allium sativum* L. subsp. *sagittatum*

(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт/зразок	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Софіївський	13,11	35	458,79	236,25	18,02	222,54	49
Прометей st st	14,01	35	490,47	248,25	17,72	242,22	49
Любаша	13,52	35	473,08	250,25	18,51	222,83	47
Хандо	15,32	35	536,20	260,25	16,99	275,95	51
Харківський фіолетовий	14,03	35	490,91	244,25	17,41	246,66	50
Джованна	15,73	35	550,53	255,70	16,26	294,83	54
Аполлон	15,17	35	530,95	255,25	16,83	275,70	52
A.s.25/16	16,07	35	562,47	255,25	15,88	307,22	55
A.s.40/16	15,97	35	558,87	255,25	15,99	303,62	54

Рівень рентабельності дав змогу комплексно відобразити та об'єктивно оцінити економічну ефективність вирощування новостворених сортів і перспективних зразків часнику озимого стрілкового. Так, найвищий рівень рентабельності отримано у Джованна – 54 %, Аполлон – 52 % та перспективних зразків A.s.25/16 і A.s.40/16 – 55 і 54 % відповідно. В той час як найбільш поширені сорти у виробництві Софіївський і Любаша забезпечували рівень рентабельності 49 і 47 %, що менше від сорту-стандарту Прометей.

Собівартість вирощування часнику озимого нестрілкового коливалася у межах 8,04–10,27 тис. грн/т. Істотно нижчий показник собівартості пояснюється відсутністю технологічної операції, яка виконується вручну –

«видалення квітконосної стрілки». Істотно меншу собівартість відносно сорту Глорія отримано у перспективних зразків А.с.16/16 і А.с.44/17 – 2,18–2,19 тис./т. При цьому витрати на вирощування варіювали неістотно. Сума умовно чистого прибутку найвищою була у зразків А.с.16/16 і А.с.44/17 – 514,56 і 515,04 тис. грн/га, що більше від сорту Глорія на 150,95 і 151,44 тис. грн/га. Вирощування часнику озимого нестрілкуючого сприяло формуванню рентабельності на рівні 71–77 %. Вирощування сорту Глорія було достатньо рентабельним – 71 % із сумою прибутку 363,60 тис. грн/га. Найбільш рентабельним було вирощування перспективних зразків А.с.16/16 і А.с.44/17 – 77 % (табл. 9.2).

Таблиця 9.2

Економічна ефективність вирощування сортів і перспективних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий)

(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт/зразок	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис. грн	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
А.с.1/16	15,62	35	546,79	151,40	9,69	395,39	72
Глорія	14,68	35	513,85	150,25	10,23	363,60	71
А.с.16/16	19,09	35	668,26	153,70	8,05	514,56	77
А.с.19/16	14,83	35	519,06	150,25	10,13	368,81	71
А.с.27/16	14,71	35	514,73	150,25	10,22	364,48	71
А.с.33/16	14,63	35	512,03	150,25	10,27	361,78	71
А.с.35/16	14,82	35	518,54	150,25	10,14	368,29	71
А.с.43/17	14,63	35	512,02	150,25	10,27	361,77	71
А.с.44/17	19,11	35	668,74	153,70	8,04	515,04	77

Економічна ефективність вирощування часнику ярого, навіть при вищій його вартості й нижчих витратах, була нижче задовільного рівня. Собівартість була у межах 17,40–30,83 тис. грн/га. Так, вирощування сорту-дворучки Глорія

було одним із найзатратніших, де собівартість складала 27,55 тис. грн/т, більшою вона була тільки у зразка А.с.57/17 – 30,83 тис. грн/т. Умовно чистий прибуток від вирощування часнику ярого варіював сильно у межах 59,36–209,75 тис. грн/га., абсолютна більшість досліджуваних сортів була прибутковіша від сорту Глорія – на 6,63–127,77 тис. грн/га. Найбільш прибутковим було вирощування зразків А.с.44/17 (209,75 тис. грн/га), А.с.52/17 (180,31 тис. грн/га) та А.с.33/16 (178,73 тис. грн/га), що більше від сорту Глорія на 127,77; 98,33 і 96,76 тис. грн/га (табл. 9.3).

Таблиця 9.3

Економічна ефективність вирощування сортів і перспективних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий)
(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт/зразок	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис. грн	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Глорія	4,70	45	211,37	129,40	27,55	81,97	39
А.с.33/16	6,87	45	309,03	130,30	18,97	178,73	58
А.с.43/17	6,14	45	276,15	129,70	21,14	146,45	53
А.с.44/17	7,60	45	341,95	132,20	17,40	209,75	61
А.с.51/17	5,79	45	260,75	129,40	22,33	131,35	50
А.с.52/17	6,91	45	310,81	130,50	18,89	180,31	58
А.с.53/17	4,84	45	218,00	129,40	26,71	88,60	41
А.с.54/17	5,49	45	247,19	129,90	23,65	117,29	47
А.с.55/17	5,90	45	265,59	130,10	22,04	135,49	51
А.с.56/17	4,94	45	222,30	129,50	26,21	92,80	42
А.с.57/17	4,19	45	188,56	129,20	30,83	59,36	31

Рентабельність вирощування часнику ярого була на рівні 31–58 %. Найбільш рентабельним було вирощування перспективних зразків А.с.33/16 – 58 %, А.с.44/17 – 62 % і А.с.52/17 – 58 %.

Узагальнений аналіз економічної ефективності вирощування підвидів часнику показав, що ярий часник хоч і має вищу вартість реалізації, менші витрати на виробництво за рахунок низької врожайності має низький прибуток і рентабельність (рис. 9.1).

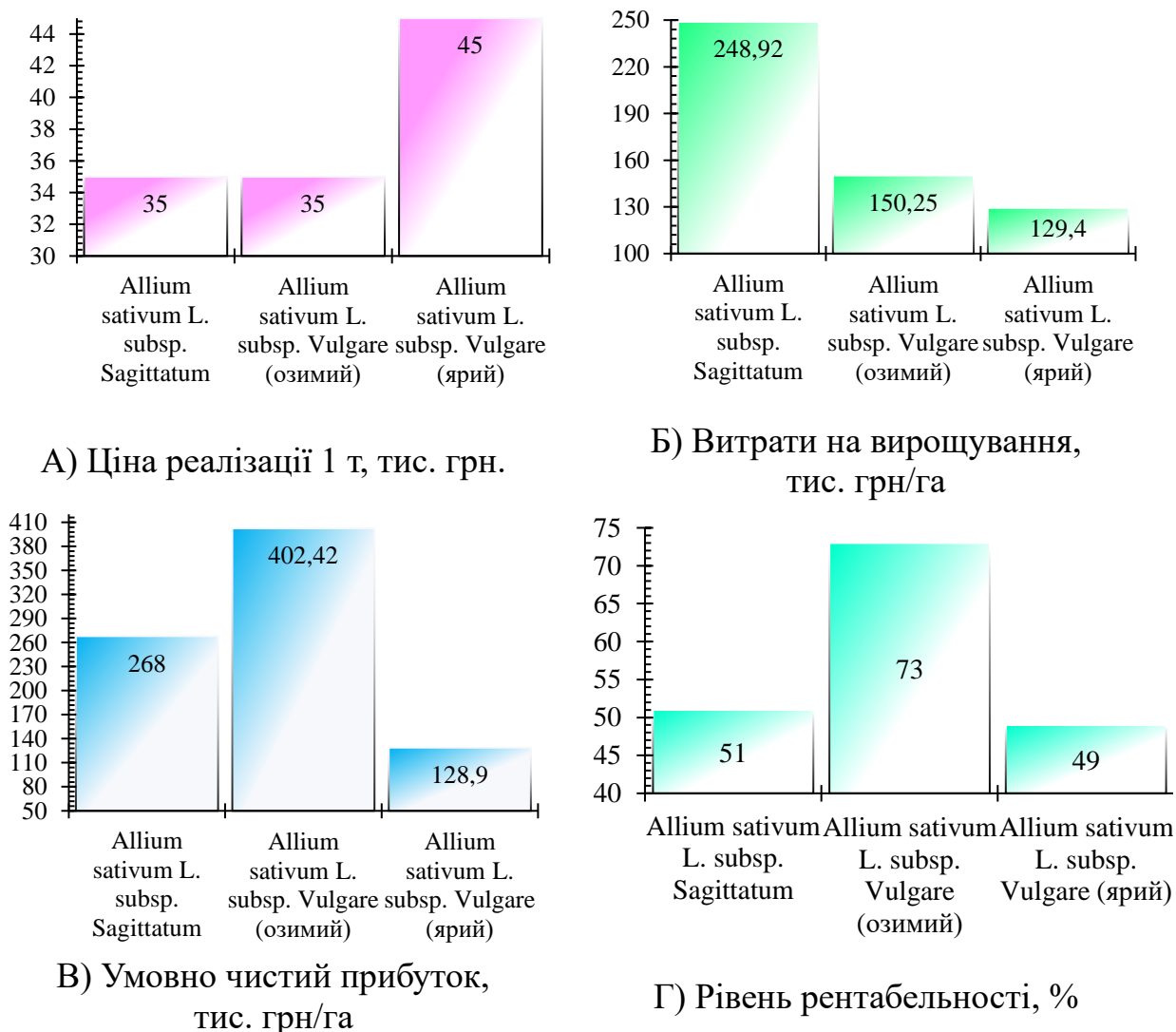


Рисунок 9.1. Економічна ефективність вирощування підвидів часнику (за економічного обґрунтованими цінами 2024 року).

Усереднені результати показали, що витрати на вирощування часнику озимого стрілкового складають 248,92 тис. грн/га, у озимого нестрілкового вони знижуються до 150,25 тис. грн/га, а в ярого до 129,4 тис./грн/га. Таке зменшення вартості пояснюється відсутністю в озимого нестрілкового

часнику видалення квітконосної стрілки, що виключає ручну працю (або оренду техніки для зрізування, вартість приблизно однакова) та додаткове обприскування фунгіцидом після видалення стрілки, а ярого ще й меншим періодом досушування після збору врожаю, що скорочує логістичний процес (сушіння, зберігання) і відповідно витрати на нього.

При цьому прибуток від вирощування часнику озимого нестрілкуючого складає 402,42 тис. грн/га, що вище на 134,42 тис. грн/га від часнику озимого стрілкуючого та 274,12 тис. грн/га від часнику ярого, а рівень рентабельності складає 73 %, що більше від озимого стрілкуючого на 22 % та ярого на 24 %. Виробництво й вирощування часнику озимого нестрілкуючого стримується, чи то обмежується відсутністю на вітчизняному ринку сортів цього підвиду, а посадковий матеріал імпортованих сортів має дуже високу вартість, згідно договору потрібно закуповувати насіннєвий матеріал щорічно, а найголовніше – зарубіжні нестрілкуючі сорти завезені з південних регіонів проявляють послаблене стрілкування у континентальних умовах, що істотно знижує врожайність.

9.2. Економічна ефективність гормонізації посівів часнику озимого.

Застосування органічних амінокислот у технології вирощування часнику сприяло зниженню собівартості однієї тони вирощеної продукції з 16,8 тис. грн у контролі до 14,7 тис. грн у варіанті з обприскуванням посівів гібереліновою кислотою. При цьому додаткові витрати склали 1,56–2,0 тис. грн/га, окупність яких сягала 25,6–39,6 разів.

Сума умовно чистого прибутку зростала з 270,32 тис. грн/га у контролі до 347,77 тис. грн/га у варіанті з гібереліновою кислотою. Застосування саліцилової та аскорбінової кислот сприяло збільшенню прибутку на 39,85 і 38,46 тис. грн/га відповідно до варіанту, що сприяло формуванню рентабельності на рівні 55 %, у варіанті з використанням гіберелінової кислоти 58 % за використання аскорбінової кислоти (табл. 9.4).

**Економічна ефективність вирощування часнику озимого сорту
Любаша за обприскування посівів органічними кислотами**

(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Варіант	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Матеріально-грошові витрати, тис грн/га	Собівартість 1 т, тис грн	Сума прибутку	Рівень Рентабельності, %
Контроль	14,87	35	520,57	250,25	16,8	270,32	52
Саліцилова кислота	16,06	35	561,98	251,81	15,7	310,17	55
Гіберелінова кислота	17,14	35	600,02	252,25	14,7	347,77	58
Аскорбінова кислота	16,02	35	560,58	251,81	15,7	308,77	55

9.3. Економічна ефективність вирощування бобових овочів.

9.3.1. Економічна ефективність вирощування сої овочевого напрямку використання. Едамаме є прибутковим продовольчим товаром великого економічного значення в азіатських країнах; це популярна закуска в Японії, і в основному виробляється та експортується Китаєм і Тайванем протягом останніх п'яти десятиліть [1]. Останнім часом споживання едамаме значно зросло у США та Європі, що спонукало до селекційних досліджень для покращення цієї високоцінної спеціальної культури для внутрішнього виробництва [2]. Крім того, едамаме пропонується як альтернативна культура фермерам, які займаються вирощуванням бобових культур для овочевих цілей [3].

Колір і зовнішній вигляд часто є початковими критеріями, за якими оцінюється якість фруктів і овочів, і вони можуть впливати на споживання, цінову політику та купівлю [4]. Відповідно, зовнішній вигляд є однією з

основних категорій, яка визначає якість едамаме, яку часто пов'язують із зеленим кольором і величиною незрілого насіння [5]. Зелений колір едамаме можна вважати показником свіжості, на відміну від жовтого кольору. Пожовтіння вказує на зниження свіжості едамаме, і це пов'язано з деградацією вільних амінокислот, цукрів і аскорбінової кислоти. Ця інформація актуальна у роботі з обома типами едамаме, доступними на ринку: свіжим і замороженим.

Оптові ціни на свіжозібрані едамаме різняться дуже сильно від 10 грн/кг до 50 грн/кг, що пояснюється розміром насіння та інтенсивністю зеленого забарвлення. Вартість заморожених едамаме варіює в межах 190–330 грн/кг. З огляду на вище вказане та рекомендації R. Carneiro з співаторами [6], було сформовано цінову політику для реалізації едамаме досліджуваних сортів. З результатів досліджень видно, що всі досліджувані сорти сої овочевої на стадії стиглості бобів R6 мали зелене забарвлення майже однакової інтенсивності, більш істотно вони різнилися лише за розміром незрілого насіння, однак невід'ємним показником едамаме є наявність у одному бобі не менше трьох насінин (рис. 9.2).

Найвища вартість свіжозібраних едамаме була у сорту Sac – 30 грн/кг, що зумовлювало й подальші високі показники економічної ефективності саме цього сорту.

Аналіз показників економічної ефективності показав, що ціна на продукцію варіювала в межах 15–30 тис. грн/т. Висока вартість едамаме сорту Sac зумовлювала зниження собівартості до 10,45 тис. грн/т, отриманні вищого прибутку – 258 тис. грн/га і найвищого рівня рентабельності – 65 %. За крупністю насіння для реалізації у свіжому і замороженому вигляді також підходять сорти Fiskeby V, Karikachi, СибНІІСОХ 6, Fiskeby V-E5, в яких реалізаційна ціна складала 20 тис. грн/т. Однак, згідно з показником рівня рентабельності 53 і 52 %, колекційні сорти Fiskeby V і Fiskeby V-E5 вирощувати доцільніше (табл. 9.5).

**Економічна ефективність вирощування колекційних сортів сої
овочевого напрямку використання**

(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Романтика	8,93	15,00	134,00	120,0	13,43	14,0	10
Fiskeby V	13,97	20,00	279,33	130,0	9,31	149,3	53
Karikachi	7,37	20,00	147,33	134,0	18,19	13,3	9
Астра	8,17	15,00	122,50	120,0	14,69	2,5	2
Веста	12,33	15,00	185,00	120,0	9,73	65,0	35
СибНІИСОХ 6	8,27	20,00	165,33	116,0	14,03	49,3	30
Sac	13,20	30,00	396,00	138,0	10,45	258,0	65
Fiskeby V-E5	14,53	20,00	290,67	140,0	9,63	150,7	52
Л 380-2-13	12,67	15,00	190,00	112,0	8,84	78,0	41

Сорти Романтика, Астра, Веста та лінія Л 380-2-13 мали найнижчу реалізаційну ціну, що зумовлено дрібним насінням відносно інших сортів, і відповідно рівень рентабельності їх виробництва був у межах 2–41 %, що істотно менше від сортів Sac, Fiskeby V і Fiskeby V-E5.

Виходячи з результатів, можна рекомендувати вирощувати для овочевих цілей (для отримання едамаме) сорти Sac, Fiskeby V і Fiskeby V-E5, які забезпечать необхідні квалітативні параметри, що задовільнять споживачі та сформують необхідні показники економічної ефективності. Всі інші досліджувані сорти (Karikachi, СибНІИСОХ 6, Романтика, Астра, Веста та лінія Л 380-2-13) з дрібнішим насінням можна рекомендувати вирощувати для отримання проростків сої – мікрогрину.



Романтика



Fiskeby V



Астра



Веста



Sac



Fiskeby V-E5



Karikachi



СибНИИСОХ 6



Л 380-2-13

Рисунок 9.2. Забарвлення і розмір едамаме колекційних сортів сої овочевої (2022 рік).

9.3.2. Економічна ефективність вирощування сортів квасолі овочевої. Показники економічної ефективності вирощування поширених сортів квасолі овочевої істотно різнилися між собою. Першим показником, який відрізнявся, була вартість реалізації, де сорту Пурпурова королева мав істотно вищу вартість – 27 тис. грн./т, у той час як інші сорти вартували 22 тис.

грн/т, що можна пояснити вищою ринковою вартістю цього сорту завдяки фіолетовому забарвленню бобів. При цьому собівартість вирощування була досить високою і складала 16,45 тис. грн/т, а сума умовно чистого прибутку – 72,5 тис. грн/га, що більше від стандарту на 42,5 тис. грн/га, а рентабельність виробництва була на рівні 39 %. Нерентабельним було виробництво сорту Фруїдор, де цей показник складав 147 % та збитки від його вирощування 62,5 тис. грн/га (табл. 9.6).

Таблиця 9.6

Економічна ефективність вирощування сортів квасолі овочевої
(у економічно обґрунтованих цінах 2023 року)

Сорт	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис. грн	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Палома	6,74	22	148,3	104,4	15,49	43,9	30
Фруїдор	1,94	22	42,7	105,2	54,26	-62,5	-147
Пурпурова королева	6,87	27	185,5	113,0	16,45	72,5	39
Лаура st	6,14	22	135,1	105,0	17,10	30,1	22
Зоренька	12,72	22	279,7	105,7	8,31	174,0	62
Касабланка	8,05	22	177,1	106,0	13,16	71,1	40

Високий прибуток від стандарту забезпечував сорт Палома – 13,9 тис. грн/га, а собівартість його вирощування – 15,49 тис. грн/га за рівні рентабельності 30 %.

Ще більш прибутковим було вирощування сорту Касабланка – 71,1 тис. грн/га, що більше від стандарту на 41,1 тис. грн/га, за рентабельності 40 %. Найбільш рентабельним було вирощування сорту Зоренька – 62 %. Прибуток

складав 174,0 тис. грн/га, що більше від стандарту на 144,0 тис. грн/га, що сприяло формуванню собівартості на найнижчому рівні – 8,31 тис. грн/т.

У середньому можна зробити висновок, що рентабельність вирощування квасолі овочевої є досить низькою, порівнюючи результати з іншими бобовими культурами.

9.3.3. Економічна ефективність вирощування сортів бобів кінських.

У загальному економічна ефективність вирощування бобів овочевих була досить високою. Так, з даних таблиці 9.8 видно, що собівартість однієї тони продукції варіювала в межах 6,57–14,32 тис. грн/га. Найнижчою собівартістю характеризувався найбільш врожайний сорт Віндзорські, при цьому сума умовно чистого прибутку складала 335,6 тис. грн/га, що більше від стандарту на 201,4 тис. грн.

Таблиця 9.7

Економічна й енергетична ефективність вирощування сортів бобів кінських

(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Карадаг st	8,86	27	239,1	105,0	11,86	134,1	56
Українські слобідські	8,81	27	237,9	105,9	12,02	132,0	55
Віндзорські	16,42	27	443,5	105,0	6,57	335,6	76
Бахус	9,35	27	252,4	106,2	11,36	146,2	58
Кармазін	10,67	27	288,0	106,0	9,94	182,0	63
Зелені низинні	7,68	27	207,4	110,0	14,32	97,4	47
Свитязь	11,51	27	310,9	105,8	9,19	205,1	66
Б'янка	13,73	27	370,6	116,2	8,47	254,4	69
Екстра Грано Віолетто	10,71	27	289,2	113,0	10,55	176,2	61

Встановлено, що сорти бобу овочевого Українські слобідські та Зелені низинні мали менші від стандарту показники економічної ефективності за рівня рентабельності (55 і 47 % відповідно). Найбільш рентабельним було вирощування сортів бобу овочевого Віндзорські, Свितязь і Б'янка 76, 66 і 69 %. Умовний прибуток від їх вирощування складав 205,1 і 254,4 тис. грн./га, що вище від стандарту на 201,5, 70,9 і 120,3 тис. грн/га.

9.3.4. Економічна ефективність вирощування бобів кінських за застосування краплинного зрошення. Вирощування сортів бобів овочевих на краплинному зрошенні сприяло збільшенню суми прибутку на 89,5–111,1 тис. грн/га. та підвищенню рентабельності вирощування на 13–15 % (табл. 9.8).

Таблиця 9.8

Економічна ефективність вирощування сортів бобів кінських за краплинного зрошення

(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року).

Спосіб вирощування	Сорт	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %	Рівень рентабельності за використання
Богар*	Карадаг st	8,8	27	238,1	105,0	11,91	133,1	56	56
	Українські слобідські	9,0	27	242,5	105,9	11,79	136,6	56	56
	Білоруські	8,8	27	238,3	105,6	11,96	132,7	56	56
	Віндзорські	9,2	27	247,1	107,9	11,79	139,2	58	58
Краплинне зрошення	Карадаг st	13,2	27	357,6	135,0	10,19	222,6	62	70
	Українські слобідські	14,2	27	383,6	135,9	9,57	247,7	65	72
	Білоруські	13,6	27	366,3	135,6	9,99	230,7	63	70
	Віндзорські	13,7	27	369,8	135,9	9,92	233,9	63	71

Досить низькі показники рентабельності відносно попереднього дослідження можна пояснити досить високими додатковими затратами на вирощування, (придбання і монтаж краплинного зрошення на рівні 28–30 тис. грн./га.). Враховуючи те, що встановлене зрошення можна використовувати впродовж 5–10 років, його вартість можна розкинути на амортизаційний фонд, що сприятиме зростанню рентабельності до 70–71 % %, а сума прибутку зросте на 116,5–138,1 тис. грн./га

9.4. Економічна ефективність вирощування бобових овочів за використання біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату.

Вирощування бобових овочів зумовлювало збільшенню затрат на вирощування на 1,6–2,7 тис. грн./га, що сприяло істотному збільшенню показників економічної ефективності.

9.4.1. Економічна ефективність вирощування сої овочевого напрямку використання за використання біоінокулянтів і мікоризоутворюючого препарату. Вирощування сої овочевої було найбільш рентабельним серед досліджуваних бобових культур. Застосування біоінокулянтів окремо і сумісно з мікоризою сприяло зниженню собівартості продукції з 13,38 тис. грн/т до 12,11 тис. грн/т у сорту Романтика та з 10,21 тис. грн/т до 9,34 тис. грн/т у сорту Sac.

Рентабельність вирощування сорту Романтика була низькою – у межах 11–19 % тоді, як у сорту Sac рентабельність коливалася на рівні 66–69 %. Найбільш рентабельним були варіанти з комплексним застосуванням препаратів Андеріз+Мікофренд та Різолан+Мікофренд. Застосування таких комбінацій препаратів сприяло формуванню доходу на рівні 305,0 і 310,7 тис. грн/га, що вище від контролю на 37,7 і 43,4 тис. грн/га (табл. 9.9).

Таблиця 9.9

**Економічна ефективність вирощування сортів сої овочевої (едамаме) за використання біоінокулянтів
окремо і сумісно з мікоризоутворювачем
(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)**

Сорт	Препарат/ суміш препаратів	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Романтика	Контроль	8,97	15	134,5	120,0	13,38	14,5	11
	Андеріз 2 л/т	9,48	15	142,3	121,9	12,85	20,4	14
	Різолайн 2 л/т	9,56	15	143,4	121,6	12,72	21,8	15
	Мікофренд 1,5 л/т	9,07	15	136,1	121,9	13,44	14,2	10
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	9,96	15	149,3	122,7	12,33	26,6	18
	Різолайн 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	10,11	15	151,6	122,4	12,11	29,2	19
Сас	Контроль	13,51	30	405,3	138,0	10,21	267,3	66
	Андеріз 2 л/т	14,14	30	424,2	139,9	9,90	284,3	67
	Різолайн 2 л/т	14,46	30	433,7	139,6	9,66	294,1	68
	Мікофренд 1,5 л/т	13,65	30	409,5	139,9	10,25	269,6	66
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	14,86	30	445,7	140,7	9,47	305,0	68
	Різолайн 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	15,04	30	451,1	140,4	9,34	310,7	69

9.4.2. Економічна ефективність вирощування поширених сортів квасолі овочевої за використання біоінокулянтів і мікоризоутворюючого препарату. Економічна ефективність вирощування квасолі овочевої з використанням біоінокулянтів і мікоризи сприяло підвищенню рівня рентабельності на 0,6–18,8 % у сорту Лаура та 3,1–30,6 % у сорту Пурпурова королева.

З огляду на сорти доцільніше вирощувати сорт Пурпурова королева, він хоч і характеризувався нижчою врожайністю, проте висока вартість нівелювала показники економічної ефективності, які у всіх варіантах були вищими відносно сорту Лаура.

Серед варіантів застосування препаратів найбільш доцільними виявилися комбінації Андерізі+Мікофренд та Ризоактив бобові+Мікофренд, де собівартість продукції знижувалася до 17,44 і 17,91 тис. грн/т у сорту Лаура та 18,21 і 18,90 тис. грн/т у сорту Пурпурова королева, що сприяло зростанню суми прибутку на 20,5 і 16,8 тис./га у сорту Лаура та 48,1 і 41,7 тис. грн/га у сорту Пурпурова королева.

Рівень рентабельності на варіантах Андерізі+Мікофренд та Ризоактив бобові+Мікофренд складав 21 і 19 % та 33 і 30 % відповідно до сортів Лаура та Пурпурова королева (табл. 9.10).

Тобто інокуляцію і мікоризацію посівів квасолі з економічної точки зору доцільно проводити на зернові цілі, де вартість зерна висока і затрати на вирощування істотно нижчі.

Таблиця 9.10

Економічна ефективність вирощування сортів квасолі овочевої за використання біоінокулянтів окремо і сумісно з мікоризоутворювачем (за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт	Препарат/ суміш препаратів	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Лаура	Контроль	5,12	22	112,7	105,0	20,50	7,7	7
	Андеріз 2 л/т	5,68	22	125,0	106,9	18,81	18,1	14
	Ризоактив бобові 2 л/т	5,78	22	127,2	106,6	18,44	20,6	16
	Мікофренд 1,5 л/т	5,24	22	115,4	106,9	20,39	8,5	7
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	6,18	22	135,9	107,7	17,44	28,2	21
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	6,00	22	131,9	107,4	17,91	24,5	19
Пурпурова королева	Контроль	4,92	27	133,0	113,0	22,95	20,0	15
	Андеріз 2 л/т	5,57	27	150,4	114,9	20,62	35,5	24
	Ризоактив бобові 2 л/т	5,74	27	155,0	114,6	19,96	40,4	26
	Мікофренд 1,5 л/т	5,14	27	138,8	114,9	22,35	23,9	17
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	6,35	27	171,5	115,7	18,21	55,8	33
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	6,10	27	164,8	115,4	18,90	49,4	30

9.4.3. Економічна ефективність вирощування перспективних сортів бобу овочевого за використання біоінокулянтів і мікоризоутворюючого препарату. Економічна ефективність вирощування бобів овочевих була істотно вищою відносно квасолі овочевої лише у сорту Віндзорські, що пояснюється істотно вищою врожайністю і вартістю продукції.

Результати економічного аналізу показали, що неістотне підвищення рентабельності вирощування бобів за використання інокулянтів і мікоризи. Проте, слід зазначити, що комбінації препаратів Андерізі+Мікофренд та Ризоактив бобові+Мікофренд показали кращу ефективність. Так, використання даних комбінацій препаратів сприяло підвищенню прибутку у сорту Віндзорські на 15,0 і 12,1 % та 6,7 і 10,2 % у сорту Екстра Грано Віолетто. Формування ж рівня рентабельності складало 72 і 71 % у сорту Віндзорські відповідно до варіанту та 57 і 58 % у сорту Екстра Грано Віолетто.

З огляду на економічну ефективність вирощування бобових овочів за інокуляції й мікоризації слід зазначити, що за мету досліджень ставилося віднайдення шляхів біологізації землеробства, адже азотфіксуючий потенціал досліджуваних культур сприяє істотному зниженню затрат на закупівлю і застосування азотних добрив під наступну культуру (табл. 9.11).

Таблиця 9.11

Економічна ефективність вирощування сортів бобів кінських за використання біоінокулянтів окремо і сумісно з мікоризоутворювачем (за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт	Препарат/ суміш препаратів	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Віндзорські	Контроль	11,3	27	136,7	105,0	9,29	31,7	69
	Андеріз 2 л/т	12,1	27	146,4	106,9	8,83	39,5	70
	Ризоактив бобові 2 л/т	12,2	27	147,6	106,6	8,74	41,0	71
	Мікофренд 1,5 л/т	11,4	27	137,9	106,9	9,38	31,0	69
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	12,8	27	154,9	107,7	8,41	47,2	72
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	13,0	27	157,3	107,4	8,26	49,9	71
Екстра Грано Віолетто	Контроль	19,6	27	237,2	113,0	5,77	124,2	54
	Андеріз 2 л/т	20,9	27	252,9	114,9	5,50	138,0	55
	Ризоактив бобові 2 л/т	21,4	27	258,9	114,6	5,36	144,3	56
	Мікофренд 1,5 л/т	19,9	27	240,8	114,9	5,77	125,9	54
	Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	22,4	27	271,0	115,7	5,17	155,3	57
	Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т	22,7	27	274,7	115,4	5,08	159,3	58

9.5. Економічна ефективність використання абсорбуючих матеріалів у технологіях вирощування овочевих культур.

9.5.1. Економічна ефективність використання абсорбенту за вирощування часнику озимого. Показники економічної ефективності залежно від варіанту дослідження варіювали дуже сильно: витрати – у межах 411,10–594,57 тис. грн/га; собівартість від 16,6 до 27,63 тис. грн/т; прибуток в межах 64,59 – 321,82 тис. грн/га.

З огляду на варіанти дослідження вища ефективність виробництва часнику була на варіантах з внесенням абсорбентів, де показники хоч і зростали на 110,37–136,24 тис. грн/га відносно богару, проте собівартість однієї тони продукції зменшувалася на 2,64–5,42 тис. грн/т., а сума прибутку зростала на 87,87–113,74 тис. грн/га. Рентабельність виробництва також істотно зростала з 39 % на богарі до 54 % за внесення абсорбенту.

Аналізуючи вплив норм добрив можна констатувати, що локальне внесення повної норми було найбільш ефективним, проте локальне внесення добрив у нормі 50% від рекомендованої сприяло неістотно вищій ефективності відносно повної норми внесеної врозкид. Так, на богарі у варіанті з розкидним внесенням добрив рівень рентабельності становив 39 %, а за застосування 50% норми локально – зростав до 41 %. На відповідних варіантах на фоні абсорбенту цей показник був на рівні 48 % і зростав до 49 %. (табл. 9.12).

Таблиця 9.12

Економічна ефективність вирощування часнику озимого сорту Любаша залежно від абсорбенту і удобрення
(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Спосіб вирощування	Норма добрив	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис. грн	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	11,75	35	411,10	250,25	21,31	160,85	39
	25 % NPK локально	8,77	35	306,83	242,25	27,63	64,59	21
	50 % NPK локально	11,80	35	413,01	244,91	20,75	168,10	41
	75 % NPK локально	12,38	35	433,20	247,58	20,00	185,62	43
	100 % NPK локально	13,10	35	458,33	250,25	19,11	208,08	45
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	14,99	35	524,78	272,75	18,19	252,03	48
	25 % NPK локально	11,92	35	417,21	264,75	22,21	152,46	37
	50 % NPK локально	15,00	35	525,08	267,41	17,82	257,66	49
	75 % NPK локально	15,56	35	544,46	270,08	17,36	274,38	50
	100 % NPK локально	16,99	35	594,57	272,75	16,06	321,82	54

9.5.2. Економічна ефективність використання різних форм абсорбенту в ланці овочевої сівозміни. Аналіз економічної ефективності застосування абсорбенту у технологіях вирощування овочів показав задовільний результат. Однак, показники собівартості продукції та прибутку мали позитивну динаміку.

Застосування абсорбенту у формі гелю та порошку у насадженнях васильків справжніх показало, що витрати на вирощування збільшувалися на 9,75 та 13,5 тис. грн/га, а собівартість при цьому знижувалася на 6,15–6,23 тис. грн/т за використання гелю та 3,81–4,43 тис. грн/т за використання порошку (гранул). Сума умовно чистого прибутку збільшувалася 249,45–353,45 тис. грн/га за використання гелю залежно від сорту та 155,0–246,2 тис. грн/га за використання порошку відповідно. При цьому рівень рентабельності вирощування васильків справжніх на зелену продукцію зростав менш істотно – за внесення гелю на 8 % у обох сортів та 6 і 5 % за внесення порошку відповідно до сорту Бадьорий та Рутан (табл. 9.13).

Дослідження ефективності вирощування овочевих культур на фоні внесеного абсорбенту під попередник показало також позитивний вплив впродовж 4-х років на параметри економічної ефективності.

Вирощування гібридів помідора Бобкат F₁ та Усмань F₁ на фоні внесеного у різних формах абсорбенту під попередник (васильки справжні) сприяло підвищенню витрат на вирощування на 2 тис. грн/га у обох сортів, зниженню собівартості на 0,25–0,35 тис. грн/т та збільшенню суми прибутку на 73,90–76,10 тис. грн/га у гібриду Бобкат F₁ та 58,50–64,0 тис. грн/га у гібриду Усмань F₁ залежно від форми абсорбенту. Рівень рентабельності вирощування помідора на фоні абсорбенту зростав до 81 % незалежно від сорту. При цьому відзначено, що ефективність абсорбенту у формі порошку була вищою (табл. 9.14).

Подальше дослідження ефективності абсорбентів у сівозміні показало, що витрати на виробництво гарбуза великоплідного зростали (за рахунок збільшення врожаю) на 0,3 – 0,5 тис. грн/га залежно від сорту й абсорбенту, а

собівартість знижувалася на 0,016 – 0,054 тис. грн/т. При цьому сума прибутку від вирощування на фоні гелю збільшувалася на 33,6 і 55,8 тис. грн/га залежно від сорту, а на фоні порошку – на 81,1 і 82,8 залежно від сорту. Тоді як рівень рентабельності був незмінним на всіх варіантах – 97 % (табл. 9.15).

Як маркерні культури з коротким періодом вегетації та відзначення тривалості ефективної дії абсорбентів використовували салат головчастий і листовий та шпинат городній. За вирощування салатних овочів на фоні застосовуваних абсорбентів під передпопередник відзначено позитивну динаміку формування показників економічної ефективності. Так, вирощування салату головчастого (*Lactuca sativa L. var. capitata*) на фоні абсорбентів сприяло збільшенню прибутку на 4,39–8,81 тис. грн/га та рівня рентабельності на 1–2 %. Вирощування салату листового (*Lactuca sativa L. var. Secalina*) на фоні абсорбентів сприяло збільшенню суми прибутку на 4,44–13,07 тис. грн/га та рентабельності виробництва на 1 %. Вирощування шпинату городнього (*Spinacia oleracea L.*) на фоні внесеного під передпопередник абсорбенту сприяло підвищенню прибутку на 7,57–13,17 тис. грн./га та рівня рентабельності на 1–3 % (табл. 9.16).

Таблиця 9.13

Економічна ефективність васильків справжніх за внесення різних форм абсорбентів
(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт	Форма абсорбенту	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Бадьорій	Контроль	11,70	80	936,0	286,00	24,44	650,00	69
	Гель	16,24	80	1299,2	295,75	18,21	1003,45	77
	Порошок	14,94	80	1195,2	299,00	20,01	896,20	75
Рутан	Контроль	10,10	80	808,0	286,00	28,32	522,00	65
	Гель	13,34	80	1067,2	295,75	22,17	771,45	72
	Порошок	12,20	80	976,0	299,00	24,51	677,00	69

Таблиця 9.14

Економічна ефективність вирощування помідора за післядії різних форм абсорбентів
(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Гібрид	Форма абсорбенту	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Бобкат F ₁	Контроль	36,5	11	401,5	88,0	2,41	313,50	78
	Гель	43,4	11	477,4	90,0	2,07	387,40	81
	Порошок	43,6	11	479,6	90,0	2,06	389,60	81
Усмань F ₁	Контроль	38,2	11	420,2	91,0	2,38	329,20	78
	Гель	43,7	11	480,7	93,0	2,13	387,70	81
	Порошок	44,2	11	486,2	93,0	2,10	393,20	81

Таблиця 9.15

Економічна ефективність вирощування гарбуза великоплідного за післядії різних форм абсорбентів

(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт	Форма абсорбенту	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, тис. грн./га	Рівень рентабельності, %
Сірий український	Контроль	36,3	17,00	617,10	18,20	0,501	598,90	97
	Гель	38,3	17,00	651,10	18,60	0,486	632,50	97
	Порошок	41,1	17,00	698,70	18,70	0,455	680,00	97
Ювілей	Контроль	34,6	17,00	588,20	18,60	0,538	569,60	97
	Гель	37,9	17,00	644,30	18,90	0,499	625,40	97
	Порошок	39,5	17,00	671,50	19,10	0,484	652,40	97

Таблиця 9.16

**Економічна ефективність вирощування зеленних овочевих культур за післядії різних форм абсорбентів
(за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)**

Сорт/ гібрид	Форма абсорбенту	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість валової продукції, тис грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Салат головчастий								
Годар	Контроль	17,0	6,50	110,32	35,00	2,062	75,32	68
	Гель	17,6	6,50	114,71	35,00	1,983	79,71	69
	Порошок	18,3	6,50	119,13	35,00	1,910	84,13	71
Fairly	Контроль	20,2	6,50	131,14	35,00	1,735	96,14	73
	Гель	21,0	6,50	136,53	35,00	1,666	101,53	74
	Порошок	21,4	6,50	139,31	35,00	1,633	104,31	75
Салат листковий								
Дублянський	Контроль	19,4	8,00	155,43	35,00	1,801	120,43	77
	Гель	20,0	8,00	159,87	35,00	1,751	124,87	78
	Порошок	20,8	8,00	166,32	35,00	1,684	131,32	79
Akane	Контроль	21,1	8,00	168,88	35,00	1,658	133,88	79
	Гель	21,7	8,00	173,89	35,00	1,610	138,89	80
	Порошок	22,7	8,00	181,95	35,00	1,539	146,95	81
Шпинат городній								
Gnu F ₁	Контроль	20,9	8,00	167,45	55,00	2,628	112,45	67
	Гель	21,9	8,00	175,02	55,00	2,514	120,02	69
	Порошок	22,4	8,00	178,94	55,00	2,459	123,94	69
Spiros F ₁	Контроль	20,1	8,00	160,48	55,00	2,742	105,48	66
	Гель	21,0	8,00	168,11	55,00	2,617	113,11	67
	Порошок	21,7	8,00	173,65	55,00	2,534	118,65	68

Дослідження показали динаміку зміни ефективності абсорбентів в овочевому агроценозі. У результаті чого виявлено, що ефективніше їх використовувати для культур, які мають високу врожайність та ціну реалізації.

9.5.3. Економічна ефективність використання абсорбенту за вирощування амаранту. Вирощування сортів амаранту було більш ефективним без використання абсорбенту. Внесення 25 кг/га абсорбенту сприяло збільшенню витрат на виробництво більш, як у 2,8 рази, з 12,5 тис. грн/га до 35,4 тис. грн/га. Сума умовно чистого прибутку залежно від сорту знижувалася на 7,30–10,5 тис. грн/га залежно від сорту, а рівень рентабельності знижувався до 60–64 % у контролі.

Найбільш рентабельним було вирощування сортів Харківський-1 та Сем – 84 % відповідно до сорту. Дохід від вирощування даних сортів складав 65,5 і 70,3 тис. грн/га (табл. 9.17).

Таблиця 9.17

Економічна ефективність вирощування амаранту різних сортів за внесення абсорбенту (за економічного обґрунтованими цінами 2024 року)

Сорт	Форма абсорбенту	Урожайність, т/га	Ціна реалізації 1 т, тис. грн	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Сума прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
Контроль	Харківський-1	1,95	40,0	78,00	12,50	641,03	65,50	84
	Геліос	1,88	40,0	75,20	12,80	680,85	62,40	83
	Сем	2,08	40,0	83,20	12,90	620,19	70,30	84
Внесення абсорбенту 25 кг/га	Харківський-1	2,27	40,0	90,80	35,00	1541,85	55,80	61
	Геліос	2,18	40,0	87,20	35,30	1619,27	51,90	60
	Сем	2,46	40,0	98,40	35,40	1439,02	63,00	64

Можна констатувати, що ефективність абсорбентів, як окремого елемента, є низькою, а використання його як фону для удобрення збільшує ефективність обох елементів.

Висновки до розділу 9.

1. У результаті проведених досліджень виявлено, що добір високопродуктивних сортів часнику сприяє підвищенню економічної ефективності технології вирощування. Поширення і вирощування сортів Аполлон і Джованна сприятиме формуванню рентабельності на рівні 54 і 52 % відповідно. Вирощування перспективних зразків А.s.25/16 та А.s.40/16 сприятиме рентабельності на рівні 55 і 54 %. Використання нестрілкуючих перспективних зразків і сорту Глорія забезпечить рентабельність 71–77 %. Ярі форми часнику є найменш рентабельними – 39–62 %. Проте вирощування перспективних зразків А.s.44/17 і А.s.52/17 забезпечить рентабельність на рівні 61 і 58 % відповідно.

2. Вирощування часнику озимого сорту Любаша з використанням гормонізації посівів сприяє підвищенню рентабельності виробництва з 52 до 58 %.

3. Економічна ефективність вирощування бобових овочів різнилася істотно, але різні строки досягання культур і їх сортів сприяли формуванню задовільній рентабельності (соя овочева – до 65 %; квасолі овочевої до 62 %; бобів овочевих – до 76 %). Застосування краплинного зрошення для оптимізації продукційних процесів бобів овочевих сприяло підвищенню рентабельності з 56 % до 63 %, а за використання амортизаційного фонду – до 72 %.

4. Використання інокулянтів сумісно з мікоризоутворювачем сприяло істотно вищому рівню рентабельності відносно контролю. У сорту Романтика з 11 % у контролі до 19 % у варіанті Різолан 2 л/т +

Мікофренд 1,5 л/т. У сорту Sac з 66 % у контролі до 69 % у варіанті Різолайн 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т. Динаміка рівня рентабельності у квасолі овочевої була подібна до сої, проте більшу ефективність мав варіант з використанням Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т – 21 % у сорту Лаура та 33 % у сорту Пурпурова королева. Вирощування бобів кінських за сумісного використання препаратів Андеріз 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т забезпечило рентабельність на рівні 72 % у сорту Віндзорські та 58 % у сорту Екстра Грано Віолетто за використання Ризоактив бобові 2 л/т +Мікофренд 1,5 л/т.

5. За локального внесення добрив на фоні абсорбенту рентабельність зростала з 39 % у контролі на богарі до 54 % у варіанті з внесенням 100 % норми NPK локально на фоні абсорбенту.

6. Вирощування васильків справжніх на фоні внесених абсорбентів зростала з 69 % контролю до 77 % у сорту Бадьорий та з 65 % у контролі до 72 % у сорту Рутан на фоні внесеного абсорбенту у формі гелю.

7. Післядія абсорбентів під наступні культури була достатньо ефективною, але незалежно від форми абсорбенту рівень рентабельності був однаковим – 81 % у обох сортів помідора, 97 % у обох сортів гарбуза великоплідного. Проте у салатних овочів була помічена різниця за рівнем рентабельності. Так, у результаті проведених досліджень виявлено більшу рентабельність вирощування на фоні абсорбенту у формі порошку: салат головчастий – 70 і 74 % відповідно до сорту; салату листового – 78 і 80 % відповідно до сорту та шпинату городнього – 68 і 67 % відповідно до сорту.

Дослідження показали істотне зниження ефективності абсорбентів, особливо у формі гелю впродовж років використання на формування показників економічної ефективності вирощування овочів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 9

- 1 Wang K. C. East Asian food regimes: agrarian warriors, edamame beans and spatial topologies of food regimes in East Asia. *J. Peasant Stud.* 2018, 45: 739–756. Doi: 10.1080/03066150.2017.1324427.
- 2 Carneiro R., Duncan S., O’Keefe S. et al. Utilizing consumer perception of edamame to guide new variety development. *Front. Sustain. Food Syst.* 2021, 4: 556–580. Doi: 10.3389/fsufs.2020.556580.
- 3 Neill C. L., Morgan K. L. Beyond scale and scope: exploring economic drivers of U.S. specialty crop production with an application to edamame. *Front. Sustain. Food Syst.* 2021, 4: 582–834. Doi: 10.3389/fsufs.2020.582834.
- 4 Pathare P. B., Linus Opara U., Al-Said F. A.-J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food Bioprocess Technol.* 2013, 6: 36–60. Doi: 10.1007/s11947-012-0867-9.
- 5 Masuda R. Quality requirement and improvement of vegetable soybean. In *Vegetable Soybean: Research Needs for Production and Quality Improvement*, ed S. Shanmugasundaram (Taiwan: Asian vegetable research and Development Center), 1991. 92–102.
- 6 Carneiro R., Adie K., Yu D. et al. Understanding the Role of Overall Appearance and Color in Consumers’ Acceptability of Edamame. *Front. Sustain. Food Syst.* 2022, 6: 738453. Doi: 10.3389/fsufs.2022.738453.

ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовано методи підвищення і реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур у Лісостепу України.

2. Досліджено адаптаційні зміни колекції генотипів *Allium sativum* L *subsp. sagittatum*, *Allium sativum* L *subsp. vulgare* (озимий і ярий) та створено три сорти часнику озимого Аполлон (авторське свідоцтво № 220651), Джованна (авторське свідоцтво № 220652) і Глорія (авторське свідоцтво № 230331). Згруповано і виділено за господарсько-цінними ознаками перспективні зразки часнику (врожайні – А.s.25/16, А.s.40/16, А.s.33/16, А.s.44/17 і А.s.52/17, з підвищеним умістом ефірної олії А.s.40/16, лежкі – А.s.40/16, А.s.51/17, А.s.56/17 і А.s.57/17). На основі множинної кореляції розроблено модель сорту, що дозволять селекціонеру ефективніше та економічно створювати високопродуктивні сорти часнику різних підвидів.

3. Проаналізовано причини зниження стійкості сортів часнику до збудників фузаріозу та іржі, які пояснюються зниженням ферментативної активності та погіршенням фізіологічного стану рослинного організму. Встановлено, що починаючи з III репродукції у сортів часнику озимого Софіївський, Прометей і Любаша знижується вміст хлорофілів, активність антиоксидантних ферментів, що сприяє підвищенню ураженості рослин іржею (до 10 % з інтенсивністю враження 2 бали) та фузаріозом (до 13 %) у результаті чого зменшується маса цибулини до 17,4 % сорту Софіївський, 21,2 % сорту Прометей і 11,6 % сорту Любаша, та знижується врожайність на 18,2 %, 28,8 % і 17,0 % відповідно. Виявлено тісні зворотні кореляційні зв'язки між активністю антиоксидантних ферментів у листках і ступенем ураження рослин часнику грибковими хворобами. На основі одержаних результатів візуальної діагностики та біохімічних аналізів розроблено ферментативний експрес-метод оцінки часнику озимого на стійкість до іржі та фузаріозної гнилі, який дозволяє оцінити значну кількість матеріалу на початковому етапі селекційної роботи та під час вирощування на продовольчі цілі.

4. Встановлено істотне збільшення маси цибулини на 14,9 % або 4,6 г (з 62,2 г до 71,5 г за $НІР_{05} = 5,8$) та врожайності (+5,3 т/га до контролю за $НІР_{05} = 0,9$) часнику за використання гіберелінової кислоти в дозі 0,15 л/га, що сприяє покращенню біохімічного комплексу цибулини часнику та лежкості.

5. Проаналізовано адаптивну мінливість бобових овочевих культур (соя овочева, квасоля овочева та боби кінські). Встановлено, що за комплексом ознак сорт сої овочевої Sac можна класифікувати, як овочевий, інші сорти доцільно використовувати для вирощування мікрогріну та на зерно. Серед бобових овочевих культур виявлено найврожайніші сорти: соя овочева – Sac (13,2 т/га), Fiskeby V (14,0 т/га), Fiskeby V–E5 (14,5 т/га); квасоля овочева – Зоренька (12,7 т/га); боби кінські – Віндзорські (16,4 т/га), Б'янка (13,7 т/га) і Свитязь (11,5 т/га). Для біологізації галузі виділено сорти з підвищеною азотфіксуючою здатністю: соя овочева – Астра (161,7 кг/га), Sac (168,0 кг/га); квасоля овочева – Палома (51,5 кг/га), Фруїдор (54,6 кг/га), Касабланка (60,0 кг/га); біб овочевий – Українські слобідські (67,7 кг/га), Віндзорські (71,0 кг/га), Екстра Грано Віолетто (75,7 кг/га).

6. Встановлено, що краплинне зрошення сприяє збільшенню маси зелених бобів на рослині на 35,9–41,9 г/роsl., товарної врожайності на 3,5–4,2 т/га або 31,3–39,2 % та зменшення вмісту сирого протеїну на 1,6–2,2 %. Краплинне зрошення сприяє збільшенню рівня реалізації біологічного потенціалу сортів бобів кінських, який є високим у сортів Українські слобідські (14,2 т/га), Білоруські (13,6 т/га) і Віндзорські (13,7 т/га). Вирощування бобів за зрошення сприяло інтенсифікації формування бобово-ризобіальної системи, що позитивно впливає на збільшення азотфіксації – на 54–70 %.

7. Підібрано кращі комбінації препаратів біологічного походження для мікоризації та інокуляції бобових овочевих культур: соя овочева (Різолайн 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т), квасоля овочева (Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т), боби кінські (Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т), що на 11,0–12,7 %, 17,0–24,0 %, 10,6–29,3 % відповідно.

8. Виявлено, що в разі вирощування часнику для продовольчих цілей за використання абсорбенту ТМ «MaxiMarin» чи без його застосування та економії добрив до 50 % їх слід вносити у нормі $N_{120}P_{60}K_{60}$. Це забезпечить формування врожайності часнику на рівні 11,8 т/га (без абсорбенту) та 15,0 т/га (з абсорбентом). Для вирощування часнику на переробку та отримання максимального врожаю слід вносити добрива у рекомендованій нормі ($N_{240}P_{120}K_{120}$) локально, що забезпечить урожайність культури на рівні 13,1 т/га (без абсорбенту) та 17,0 т/га (з абсорбентом).

9. Використання абсорбуючих полімерів у технології вирощування васильків справжніх сприяє істотному збільшенню маси рослин обох сортів (+15,7–26,1 г за $HR_{05} = 18,8$ г) незалежно від форми абсорбенту. Відзначено збільшення врожайності сортів Бадьорий та Рутан на 38,8 та 32,1 % або 4,5 і 3,2 т/га за $HR_{05} = 0,62$ т за внесення абсорбенту у формі гелю.

10. Встановлено, що дія та післядія абсорбенту ТМ «MaxiMarin» сприяє підвищенню врожайності овочевих культур в ланці сівозміни. З'ясовано, що ефективність абсорбенту у формі гранул є кращою на другий рік відносно гелю, тому з метою формування високої врожайності помідора в богарних умовах, використання у сівозміні абсорбенту ТМ «MaxiMarin» забезпечувало підвищення врожайності гібридів помідора Бобкат F_1 на 19,3 % і Усмань F_1 на 15,8 %. Відзначено вищу ефективність абсорбенту ТМ «MaxiMarin» на третій рік після внесення у формі порошку, врожайність плодів гарбуза великоплідного Український сірий і Ювілей збільшувалася на 5,2–5,7 т/га або 14,8–16,4 %. Застосування суперабсорбуючих полімерів покращило продуктивність салатних овочів, що сприяло збільшенню врожайності на 7,1–12,6 %. Незалежно від культури кращу ефективність мав абсорбент ТМ «MaxiMarin» у формі порошку.

11. Вирощування амаранту на фоні абсорбенту ТМ «MaxiMarin» у формі гранул (порошку) позитивно впливало на параметри індивідуальної продуктивності рослин та сприяло істотному збільшенню врожайності насіння сорту Сем (2,46 т/га).

12. Використання високоадаптивних і врожайних сортів часнику Джованна, Аполлон і перспективних зразків A.s.25/16, A.s.40/16, A.s.16/16, A.s.44/17, A.s.33/16, A.s.52/17, сої овочевої Sac, квасолі овочевої Зоренька, бобів кінських Віндзорські, Свितязь і Б'янка сприятиме формуванню високих показників економічної ефективності сортової технології вирощування.

13. Підтверджено економічну ефективність розроблених технологій вирощування овочевих культур за використання фітогормонів (гіберелінова кислота в дозі 0,15 л/га), комбінацій інокулянтів з мікоризоутворювачем (для сої овочевої – Різолан 2,0 л/т + Мікофренд 1,5 л/т; квасолі овочевої – Андеріз 2,0 л/т + Мікофренд 1,5 л/т та бобів кінських – Андеріз 2,0 л/т + Мікофренд 1,5 л/т), мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{60}K_{60}$ сумісно з абсорбентом ТМ «МахіМагін» у формі гранул нормою 25 кг/га, за вирощування овочевих культур у ланці сівозміни васильки справжні –помідор – гарбуз великоплідний – салатні овочеві культури (салат листковий і головчастий та шпинат городній) на фоні внесеного абсорбенту ТМ «МахіМагін» у формі гелю та гранул, краплинного зрошення сортів бобів кінських є економічно доцільним, адже використання кращих варіантів забезпечує рентабельність виробництва на рівні 30–97 %.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

Товаровиробникам промислового і присадибного сектору Лісостепу України рекомендується:

1. Вирощувати новостворені сорти часнику озимого стрілкуючого технічного (Аполлон) і столового (Джованна) призначення, які забезпечать врожайність на рівні 15,2 і 15,7 т/га відповідно та нестрілкуючий столовий сорт Глорія з урожайністю 14,7 т/га.

2. Використовувати дворазове обприскування рослин часнику озимого сорту Любаша розчином гіберелінової кислоти у дозі 0,15 л/га на 40-у (ВВСН 15) і 50-у (ВВСН 19) добу після початку весняного відростання, що забезпечить врожайність на рівні 17,1 т/га.

3. Вирощувати бобові овочеві культури: сорт сої овочевої Sac, з врожайністю едамаме 13,2 т/га, сорт квасолі овочевої Зоренька з врожайністю лопаток 12,7 т/га, сорти бобів кінських Віндзорські, Б'янка і Свितязь з врожайністю зелених бобів на рівні 16,4 т/га, 13,73 і 11,5 т/га, відповідно.

4. Сорти бобів кінських Українські слобідські та Віндзорські вирощувати на краплинному зрошенні, пітримуючи вологість у шарі ґрунту 0–40 см на рівні 70–80 % НВ, що сприятиме формуванню врожайності зелених бобів на рівні 14,2 і 13,7 т/га відповідно.

5. Використовувати комбінації препаратів біологічного походження для мікоризації та інокуляції бобових овочевих культур: Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т для сої овочевої, що сприятиме врожайності едамаме сорту Sac на рівні 14,0 т/га та сорту Романтика – 10,1 т/га; комбінацію Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т, що сприятиме формуванню врожайності квасолі овочевої на рівні 6,2–6,4 т/га і бобів кінських – 10,1–14,0 т/га відповідно.

6. На чорноземі опідзоленому важкосуглинковому вносити добрива локально у борозни безпосередньо перед або під час висаджування часнику. У

разі вирощування часнику для продовольчих цілей за використання абсорбенту ТМ «МахіМарін» у формі гранул нормою 25 кг/га чи без абсорбенту і економії добрив до 50 % їх слід вносити у нормі $N_{120}P_{60}K_{60}$, що забезпечить формування врожайності часнику на рівні 11,8 т/га (без абсорбенту) та 15,0 т/га (з абсорбентом). Для вирощування часнику на переробку і отримання найвищої врожайності вносити добрива в нормі $N_{240}P_{120}K_{120}$ локально, що забезпечить врожайність культури на рівні 13,1 т/га (без абсорбенту) і 17,0 т/га (з абсорбентом).

7. Вирощувати васильки справжні на фоні абсорбенту ТМ «МахіМарін» у формі гелю, що забезпечить урожайність сортів васильків справжніх Бадьорий і Рутан на рівні 16,2 і 13,3 т/га відповідно.

8. Використовувати у ланці овочевої сівозміни, як більш ефективний абсорбент ТМ «МахіМарін» у формі порошку для вирощування наступних культур у сівозміні на фоні внесеного під попередник абсорбенту, що забезпечить істотний приріст врожаю помідора 24,0–27,1 %; гарбуза великоплідного – 14,8–16,4 %; зеленних овочевих культур (салату головчастого – 6,2–8,0 %; салату листкового – 7,0–7,7 % та шпинату городнього – 6,9–8,2 %.

9. Вирощувати сорт амаранту Сем на фоні внесеного абсорбенту в формі порошку в нормі 25 кг/га, що сприятиме формуванню врожайності зеленої маси та насіння на рівні 48,6 і 2,46 т/га відповідно.

РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

1. У селекційній практиці джерелами генів господарсько-цінних ознак використовувати зразки колекції часнику А.s.1/16, А.s.16/16, А.s.25/16, А.s.33/16, А.s.35/16, А.s.40/16, А.s.44/17, А.s.51/17, А.s.52/17; А.s.56/17 і А.s.57/17.

2. В селекційних схемах використовувати розроблені моделі сорту часнику різних підвидів для створення вихідного матеріалу.

3. Експрес-метод оцінки часнику озимого на стійкість до *Puccinia porri* Wint., *Puccinia alli* Rud., *Melampsora allii – populina* Kleb та *Fusarium* sp, що ґрунтується на визначенні активності антиоксидантних ферментів.

4. У якості джерела генів господарсько-цінних ознак використовувати сорт сої овочевої Sac, квасолі овочевої Зоренька, бобів кінських Віндзорські, Б'янка і Свитязь.

ДОДАТКИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Ректор Уманського національного
 університету садівництва
 Олена НЕПОЧАТЕНКО
 « 10 » 09 2024 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Директор ПП «ОРІЄНТИР-АГРО-Б»
 Богдан БОЙКО
 2024 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Старший викладач кафедри рослинництва Вячеслав Яценко та завідувач кафедри овочівництва Уманського НУС Наталія Яценко і директор Богдан БОЙКО склали цей акт про те, що в ПП «ОРІЄНТИР-АГРО-Б» (село Іванівка, Уманський район, Черкаська область) виконувалось впровадження результатів наукової роботи за темою «Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю».

Вид впровадження – площа посіву бобів овочевих 6 га, біоінокулянти Андеріз (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) окремо і сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т).

Економічний ефект від застосування біоінокулянтів Андеріз (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т складав 2,94 і 2,88 т/га насіння, додатковий прибуток з 1 га склав 629 грн та 527 грн відповідно до варіанту. За окремого застосування біоінокулянтів Андеріз (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) економічний ефект становив 3,15 і 3,22 т/га насіння, додатковий прибуток з 1 га – 986 і 1105 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності насіння бобів овочевих, покращення якості насіннєвого матеріалу та впроваджено біологізовану технологію вирощування.

Старший викладач
 кафедри рослинництва
 Уманського НУС,
 доктор філософії

Вячеслав ЯЦЕНКО

Завідувач кафедри овочівництва
 Уманського НУС, доктор с.-г. н.

Наталія ЯЦЕНКО

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Уманського національного
університету садівництва

Олена НЕПОЧАТЕНКО

« 10 » _____ 2024 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ПП «ОРІЄНТИР-АГРО-Б»

Богдан БОЙКО

_____ 2024 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Старший викладач кафедри рослинництва Вячеслав Яценко та завідувач кафедри овочівництва Уманського НУС Наталія Яценко і директор Богдан БОЙКО склали цей акт про те, що в ПП «ОРІЄНТИР-АГРО-Б» (село Іванівка, Уманський район, Черкаська область) виконувалось впровадження результатів наукової роботи за темою «Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю».

Вид впровадження – площа посіву квасолі овочевої (спаржевої або цукрової) 6 га, біоінокулянти Андеріс (2 л/т) і Ризоактив бобві (2 л/т) окремо і сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т).

Економічний ефект від застосування біоінокулянтів Андеріс (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т складав 1,91 і 1,86 т/га насіння, додатковий прибуток з 1 га склав 9120 грн та 7980 грн відповідно до варіанту. За окремого застосування біоінокулянтів Андеріс (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) економічний ефект становив 1,75 і 1,79 т/га насіння, додатковий прибуток з 1 га – 5472 і 6384 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності насіння квасолі овочевої, покращення якості насіннєвого матеріалу та впроваджено біологізовану технологію вирощування.

Старший викладач
кафедри рослинництва
Уманського НУС,
доктор філософії

Вячеслав ЯЦЕНКО

Завідувач кафедри овочівництва
Уманського НУС, доктор с.-г. н.

Наталія ЯЦЕНКО

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Ректор Уманського національного
університету садівництва

Олена НЕПОЧАТЕНКО
« 10 » 2024 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Селянське (фермерське)
господарство "ПРОЛІСОК"
Анатолій ЗОЗУЛЮК
« 05 » 2024 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Старший викладач кафедри рослинництва Вячеслав Яценко та завідувач кафедри овочівництва Уманського НУС Наталія Яценко і директор СФГ «ПРОЛІСОК» склали цей акт про те, що в СФГ «ПРОЛІСОК» (село Флоранівка, Хмельницький район, Вінницька область) виконувалось впровадження результатів наукової роботи за темою «Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю».

Вид впровадження – площа посіву сої овочевого напрямку використання 30 га біоінокулянти Андерізі (2 л/т) і Різолайн (2 л/т) окремо і сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т.

Економічний ефект від застосування біоінокулянтів Андерізі (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) складав 2,10 і 2,14 т/га насіння, додатковий прибуток з 1 га склав 4290 грн та 5434 грн відповідно до варіанту. За окремого застосування біоінокулянтів Андерізі (2 л/т) і Різолайн (2 л/т) економічний ефект становив 2,01 і 2,05 т/га насіння, додатковий прибуток з 1 га – 1200 і 2860 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності посівів сої овочевого напрямку використання, покращення якості насіннєвого матеріалу та впроваджено біологізовану технологію вирощування.

Старший викладач
кафедри рослинництва
Уманського НУС,
доктор філософії



Вячеслав ЯЦЕНКО

Доцент кафедри овочівництва
Уманського НУС, доктор с.-г. н.



Наталія ЯЦЕНКО

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Ректор Уманського національного
університету садівництва
Олеся НЕПОЧАТЕНКО
«12» 09 2024 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
ТОВ "Земля і воля"
Леонід ЯКОВИШИН
«10» 09 2024 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Старший викладач кафедри рослинництва Вячеслав Яценко та завідувач кафедри овочівництва Уманського НУС Наталія Яценко і директор Леонід ЯКОВИШИН склали цей акт про те, що в ТОВ «Земля і воля» (м. Бобровиця, Чернігівська область) виконувалось впровадження результатів наукової роботи за темою «Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю».

Вид впровадження – площа посіву квасолі овочевої (спаржевої або цукрової) 5 га, біоінокулянти Андеріз (2 л/т) і Ризоактив бобві (2 л/т) окремо і сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т).

Економічний ефект від застосування біоінокулянтів Андеріз (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) сумісно з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т складав 4,62 і 4,35 т/га зелених лопаток, додатковий прибуток з 1 га склав 18200 грн та 16890 грн відповідно до варіанту. За окремого застосування біоінокулянтів Андеріз (2 л/т) і Ризоактив бобові (2 л/т) економічний ефект становив 4,17 і 4,25 т/га зелених лопаток, додатковий прибуток з 1 га – 14155 і 15000 грн/га.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності лопаток квасолі овочевої та впроваджено біологізовану технологію вирощування.

Старший викладач
кафедри рослинництва
Уманського НУС,
доктор філософії

Вячеслав ЯЦЕНКО

Завідувач кафедри овочівництва
Уманського НУС, доктор с.-г. н.

Наталія ЯЦЕНКО

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Ректор Уманського національного
університету садівництва
Олена НЕПОЧАТЕНКО
« 12 » 2024 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
ТОВ "Земля і воля"
Леонід ЯКОВИШИН
« 10 » 2024 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Старший викладач кафедри рослинництва Вячеслав Яценко та завідувач кафедри овочівництва Уманського НУС Наталія Яценко і директор Леонід ЯКОВИШИН склали цей акт про те, що в ТОВ «Земля і воля» (м. Бобровиця, Чернігівська область) виконувалось впровадження результатів наукової роботи за темою «Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю».

Вид впровадження – площа посіву часнику 8 га, сорти часнику Аполлон, Джованна і Глорія.

Економічний ефект від вирощування нових сортів часнику озимого Аполлон, Джованна і Глорія з 1 га склав: прибутку 215; 203 та 304 тис.грн відповідно до сорту, що сприяло формуванню рентабельності на рівні 52; 50 і 66 % відповідно до сорту.

Соціальний і науково-технічний ефект – інтенсифікація виробництва, підвищення продуктивності часнику та впроваджено адаптивні сорти часнику.

Старший викладач
кафедри рослинництва
Уманського НУС,
доктор філософії

Вячеслав ЯЦЕНКО

Завідувач кафедри овочівництва
Уманського НУС, доктор с.-г. н.

Наталія ЯЦЕНКО

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Ректор Уманського національного
університету садівництва
Олена НЕПОЧАТЕНКО
« 12 » 09 2024 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
ТОВ "Земля і воля"
Леонід ЯКОВИШИН
« 10 » 09 2024 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Старший викладач кафедри рослинництва Вячеслав Яценко та завідувач кафедри овочівництва Уманського НУС Наталія Яценко і директор Леонід ЯКОВИШИН склали цей акт про те, що в ТОВ «Земля і воля» (м. Бобровиця, Чернігівська область) виконувалось впровадження результатів наукової роботи за темою «Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю».

Вид впровадження – площа посіву часнику 10 га, абсорбент ТМ «МахіМагін» у нормі 25 кг/га, та локальне внесення добрив у нормі 50 % NPK локально, 75 % NPK локально і 100 % NPK локально від потреби.

Економічний ефект від локального застосування добрив на фоні абсорбенту складав 15,00 т/га (50 % NPK локально), 15,56 т/га (75 % NPK локально) і 16,99 т/га (100 % NPK локально), додатковий прибуток з 1 га склав 300, 17100 і 32000 грн відповідно до варіанту, що сприяло підвищенню рентабельності виробництва з 93 % до 114 % у варіанті 100 % NPK локально на фоні абсорбенту.

Соціальний і науково-технічний ефект – інтенсифікація виробництва, підвищення продуктивності часнику та впроваджено адаптивну технологію вирощування.

Старший викладач
кафедри рослинництва
Уманського НУС,
доктор філософії

Вячеслав ЯЦЕНКО

Завідувач кафедри овочівництва
Уманського НУС, доктор с.-г. н.

Наталія ЯЦЕНКО



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20301
 тел.: (04744) 4-69-89, 3-20-11 факс: (04744) 3-20-41, 3-53-18
 E-mail: udau@udau.edu.ua Web: www.udau.edu.ua КОД ЄДРПОУ 00493787

«18» 07.2024 № 711/01-10

На № _____ від _____

ДОВІДКА
про впровадження результатів
науково-дослідної роботи у навчальний процес

Результати дисертаційної роботи Яценка Вячеслава Васильовича «Теоретичне обґрунтування методів реалізації продуктивного потенціалу овочевих культур з високою адаптивною здатністю» впродовж 2021–2024 рр. впроваджено в освітній процес науково-педагогічними працівниками кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології ім. І. П. Чучмія, кафедри захисту і карантину рослин, кафедри овочівництва.

На основі результатів візуальної діагностики та біохімічних аналізів розроблено ферментативний експрес-метод оцінки часнику озимого на стійкість до іржі (*Puccinia porri* Wint., *Puccinia alli* Rud., *Melampsora allii – populina* Kleb) та фузаріозної гнилі (*Fusarium sp*), який дозволяє оцінити матеріал у великому об'ємі, як на етапах селекційної роботи, так і під час вирощування на продовольчі цілі.

Експрес-метод оцінки часнику озимого на стійкість до *Puccinia porri* Wint., *Puccinia alli* Rud., *Melampsora allii – populina* Kleb та *Fusarium sp* ґрунтується на залежності активності антиоксидантних ферментів від інтенсивності ураження рослин захворюваннями (чим вища ферментативна активність – тим нижчий рівень інтенсивності ураження). Даний метод можна використовувати для більш швидкого виділення імунних сортів/зразків на початковому етапі селекційних досліджень на природному інфекційному фоні.

Спосіб оцінювання стійкості часнику до іржі та фузаріозу включає визначення активності каталази, гваяколпероксидази, супероксиддисмутази у рослинному матеріалі часнику (листки). За активності яких понад 11,0 мкмоль $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв}/1$ мг білка (каталази), 156 мкмоль $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв}/1$ мг білка (гваяколпероксидази); 11 мкмоль $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв}/1$ мг білка (супероксиддисмутази) селекційну форму можна вважати високостійкою до ураження іржею та фузаріозом.



Олена НЕПОЧАТЕНКО



МІНЕКОНОМІКИ
 НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
 «УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ»
 (УКРНОІВІ)

вул. Дмитро Голженко, 1, м. Київ, 01601, тел.: +380 44 209-27-06, +380 67 501-05-95
 e-mail: office@nipo.gov.ua, http://www.nipo.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 44673629

13.05.2024 № 5946/ЗУ/24

Стосується заявки № 2024 01658
 / при листуванні просимо посилалися на цей № /

Адреса для листування
 Уманський національний університет
 садівництва, відділ інтелектуальної
 власності, комерціалізації та трансферу
 технологій, вул. Інститутська, 1, м. Умань,
 Черкаська обл., 20301

Повідомлення про встановлення дати подання заявки на винахід (корисну модель)

(21) Реєстраційний номер заявки **2024 01658**

(71) Заявник(и)
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

(54) Назва корисної моделі
СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ЧАСНИКУ ДО ІРЖІ ТА ФУЗАРІОЗУ

Матеріали заявки відповідають вимогам статті 13 Закону України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» (далі – Закон) щодо встановлення дати подання заявки на дату одержання Державною організацією «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»:

- матеріалів заявки
 Дата подання заявки **03.04.2024**

Начальник сектору встановлення дати подання заявок

Любов ЛУЦЕНКО

Телефон 494-05-98

Провідний експерт

Тетяна ІГНАТЬЄВА

Телефон 494-05-98



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 220743

про державну реєстрацію сорту рослини

Аполлон
назва сорту

Часник
Allium sativum L.
ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21129002** **26.10.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослини

Уманський національний університет садівництва

Дата державної реєстрації: **08.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку

 **Ігор ВІШТАК**





Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 220744
№ _____

про державну реєстрацію сорту рослини
Джованна
назва сорту
Часник
Allium sativum L.
ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **22129002** **20.04.2022**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин
Уманський національний університет садівництва

Дата державної реєстрації: **08.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку  **Ігєр ВІШІАК**





Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 230363

про державну реєстрацію сорту рослини

Глорія
назва сорту

Часник
Allium sativum L.
ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **23129001** **10.02.2023**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Уманський національний університет садівництва

Дата державної реєстрації: **31.05.2023**

Директор Департаменту
аграрного розвитку  **Ігор ВІЩТАК**







Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 230331

про авторство на сорт рослини

Глорія
назва сорту

Часник
Allium sativum L.
ботанічний таксон

Заявка № _____

Автор(и):
**Яценко Вячеслав
Васильович**

Директор Департаменту
аграрного розвитку _____


Ігор ВІШТАК



Міністерство аграрної політики та продовольства України

ПАТЕНТ

№ 230297

на сорт рослини

Глорія

назва сорту

Часник

Allium sativum L.

ботанічний таксон

Заявка № : **23129001**

Дата пріоритету: **10.02.2023**

Дата державної реєстрації майнових прав
інтелектуальної власності на сорт рослин: **15.05.2023**

Строк дії майнових прав інтелектуальної власності на сорт
рослин: **Встановлюється у відповідності до статті 41 Закону
України "Про охорону прав на сорти рослин"**

Володілець(льці):

Уманський національний університет садівництва

Директор Департаменту
аграрного розвитку

Ігор ВІШТАК





Міністерство аграрної політики та продовольства України

ПАТЕНТ

№ 230313

на сорт рослини

Аполлон

назва сорту

Часник

Allium sativum L.

ботанічний таксон

Заявка № : **21129002**

Дата пріоритету: **26.10.2021**

Дата державної реєстрації майнових прав
інтелектуальної власності на сорт рослин: **23.06.2023**

Строк дії майнових прав інтелектуальної власності на сорт
рослин: **Встановлюється у відповідності до статті 41 Закону
України "Про охорону прав на сорти рослин"**

Володілець(льці):

Уманський національний університет садівництва

Директор Департаменту
аграрного розвитку

Ігор ВІШТАК





Міністерство аграрної політики та продовольства України

ПАТЕНТ

№ 230314

на сорт рослини

Джованна
назва сорту
Часник
Allium sativum L.
ботанічний таксон

Заявка № : **22129002**

Дата пріоритету: **20.04.2022**

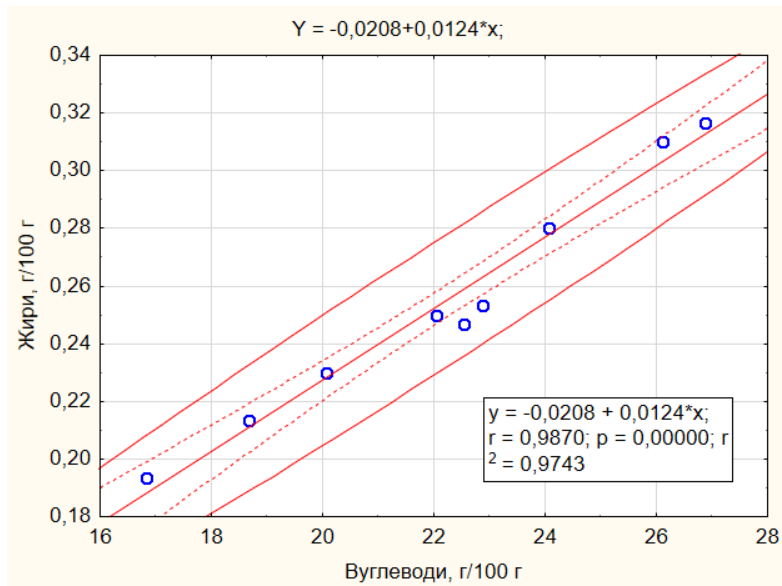
Дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин: **23.06.2023**

Строк дії майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин: **Встановлюється у відповідності до статті 41 Закону України "Про охорону прав на сорти рослин"**

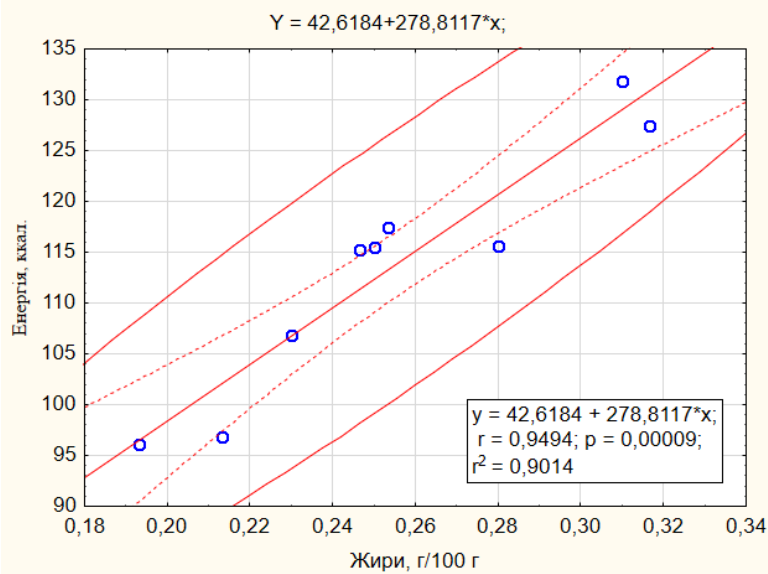
Володілець(льці):
Уманський національний університет садівництва

Директор Департаменту аграрного розвитку  **Ігор ВІШТАК**

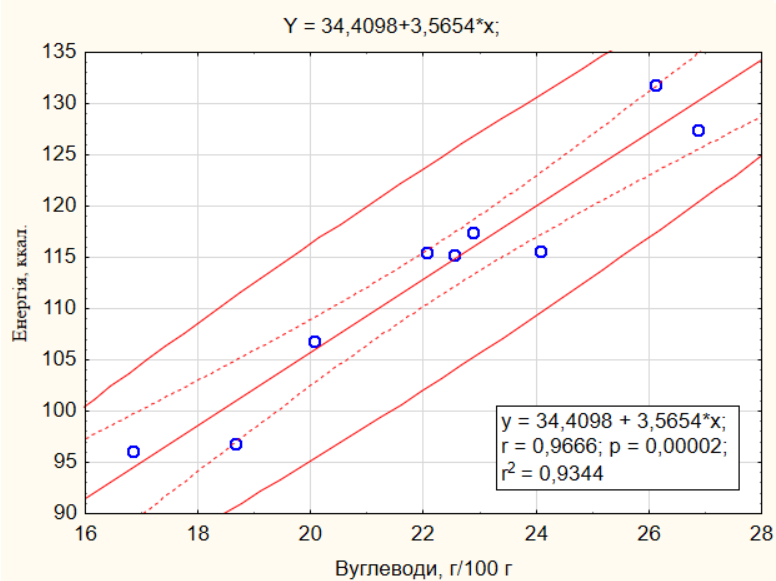




Вуглеводи, г/100 г

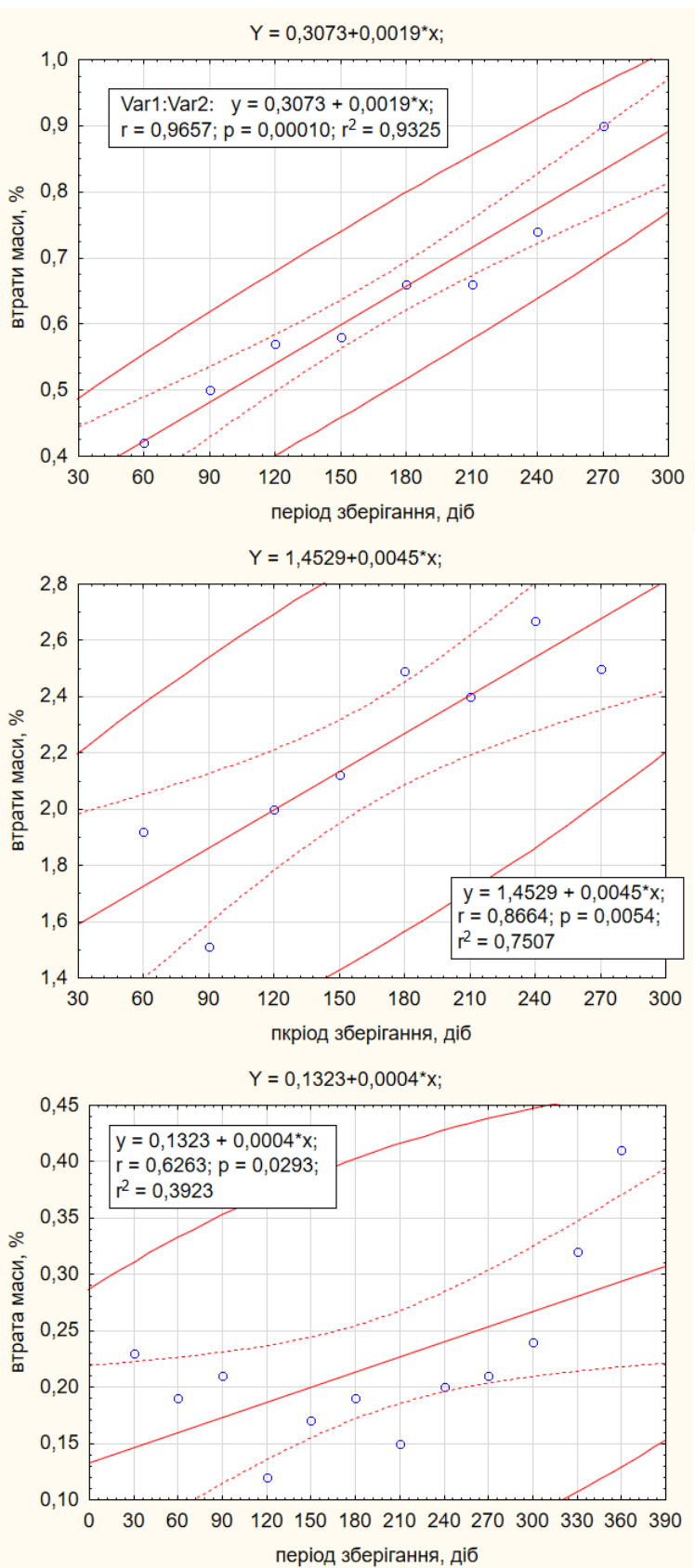


Жири, г/100 г

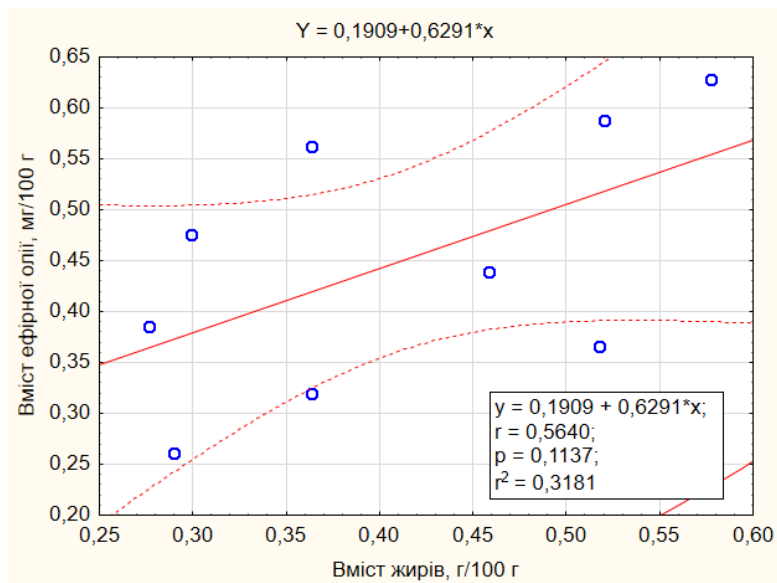


Енергія, ккал

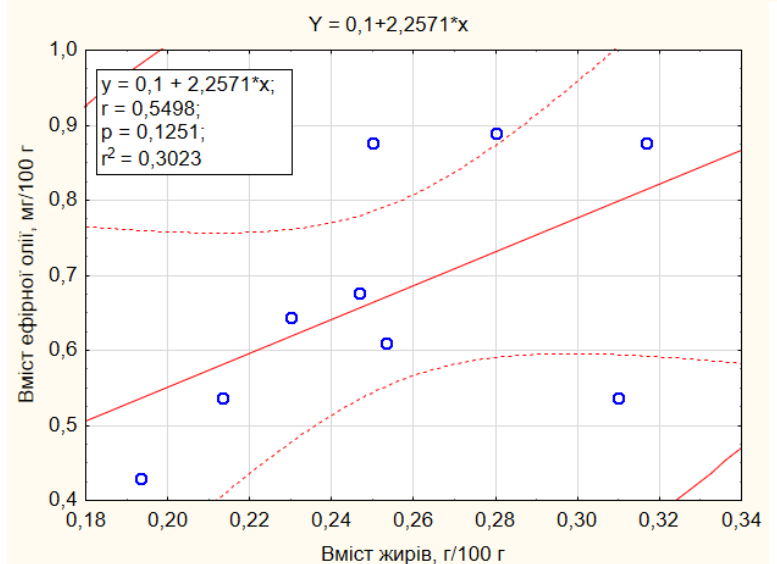
**Модель залежності вмісту жирів, вуглеводів й калорійності м'якуша
 часнику озимого**



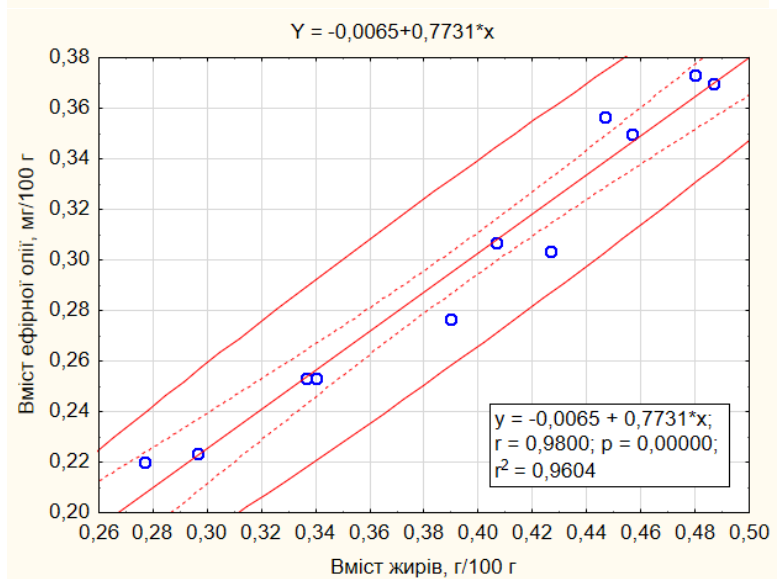
Модель залежності втрати маси цибулин від тривалості зберігання часнику залежно від екотипу



Озимий нестрлкуючий



Озимий стрлкуючий



Ярий

**Модель залежності вмісту ефірної олії від вмісту жирів у м'якуші
часнику залежно від екотипу**

**Інтенсивність ураження посівів сортів і колекційних зразків
Allium sativum L subsp. *Sagittatum*.**

Зразок	видами іржі (<i>Puccinia porri</i> Wint., <i>Puccinia alli</i> Rud., <i>Melampsora alli</i> – <i>populina</i> Kleb)		фузаріозною гниллю (<i>Fusarium</i> sp)
	бал ураження	% уражених рослин	% уражених цибулин
Софіївський	0,5	0,8	0,7
Прометей st	2,3	3,0	3,3
Любаша	1,0	1,3	1,3
Хандо	1,0	1,3	1,3
Харківський фіолетовий	2,0	2,7	2,7
Джованна	2,3	3,0	2,7
Аполлон	0,7	0,5	0,7
№25	1,7	2,1	2,0
№40	0,7	0,6	0,7
Xmed	1,4	1,7	1,5
SD	0,69	0,95	0,73
CV, %	51	55	47

**Оксидативний стан рослин сортів і колекційних зразків
Allium sativum L subsp. *Sagittatum*.**

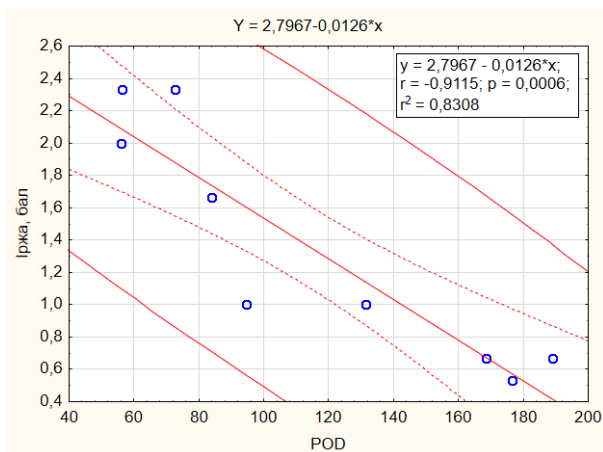
Зразок	ГВП	КАТ	СОД
	ум. од/мг білка		
Софіївський	176,67±5,73	13,67±1,25	11,54±1,24
Прометей st	72,67±5,73	7,07±0,77	6,77±0,45
Любаша	94,67±5,73	9,03±0,56	8,13±0,27
Хандо	131,33±11,03	9,28±0,57	8,31±0,29
Харківський фіолетовий	56,00±4,90	7,16±0,70	6,84±0,39
Джованна	56,33±5,79	6,70±0,49	6,00±0,32
Аполлон	168,67±8,06	12,65±0,99	11,40±1,43
№25	84,00±10,98	8,17±0,62	7,33±0,45
№40	189,00±6,16	14,04±1,24	12,03±0,86
Xmed	114,37	9,75	8,71
SD	50,01	2,76	2,19
CV, %	44	28	25

**Інтенсивність ураження посівів колекційних зразків *Allium sativum*
L subsp. *Vulgare*. (озимий)**

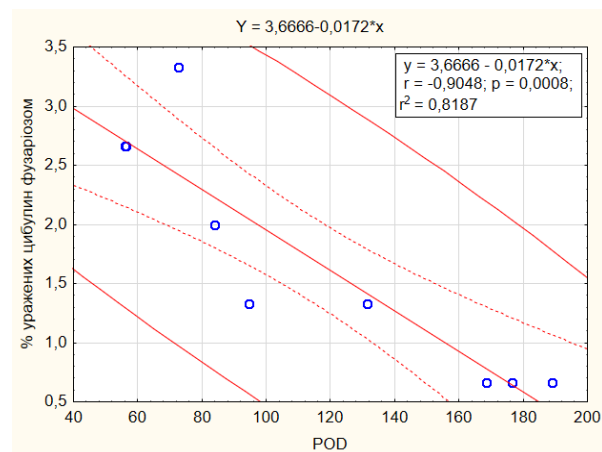
Зразок	видами іржі (<i>Puccinia porri</i> Wint., <i>Puccinia alli</i> Rud., <i>Melampsora alli</i> – <i>populina</i> Kleb)		фузаріозною гниллю (<i>Fusarium</i> sp)
	бал ураження	% уражених рослин	% уражених цибулин
A.s.1/16	1,0	1,0	0,3
Глорія	2,0	3,0	1,3
A.s.16/16	1,3	3,0	1,0
A.s.19/16	1,3	3,0	0,7
A.s.27/16	1,7	3,3	1,0
A.s.33/16	1,3	1,3	0,3
A.s.35/16	1,0	1,3	0,0
A.s.43/17	1,3	1,7	0,3
A.s.44/17	1,0	1,0	0,0
Xmed	1,38	2,2	0,6
SD	0,31	0,93	0,44
CV, %	23	42	71

**Оксидативний стан рослин колекційних зразків *Allium sativum* L
subsp. *Vulgare*. (озимий)**

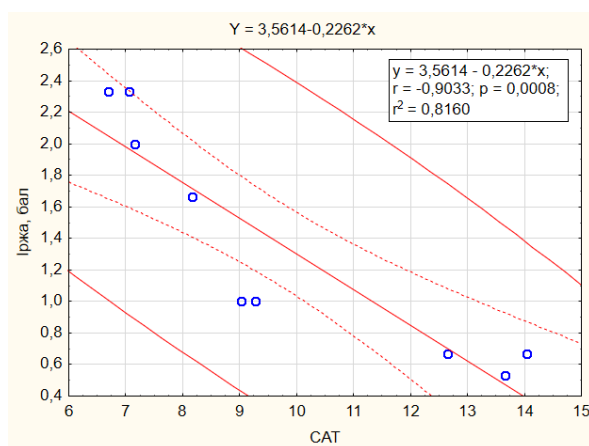
Зразок	ГВПО	КАТ	СОД
	ум. од/мг білка		
A.s.1/16	149,00±10,42	13,8±1,47	13,2±0,72
Глорія	53,00±5,35	6,0±0,31	7,3±0,54
A.s.16/16	74,33±6,94	9,1±0,44	10,0±1,30
A.s.19/16	85,00±7,79	9,9±0,79	10,5±1,37
A.s.27/16	68,67±4,92	8,3±0,59	9,0±1,13
A.s.33/16	108,67±8,99	11,9±1,27	12,2±0,93
A.s.35/16	159,67±18,26	14,9±1,57	13,9±0,64
A.s.43/17	94,33±8,65	10,7±0,56	11,4±1,24
A.s.44/17	154,00±12,33	14,5±1,50	13,8±0,38
Xmed	99,08	10,6	10,9
SD	37,74	2,85	2,13
CV, %	38	27	19



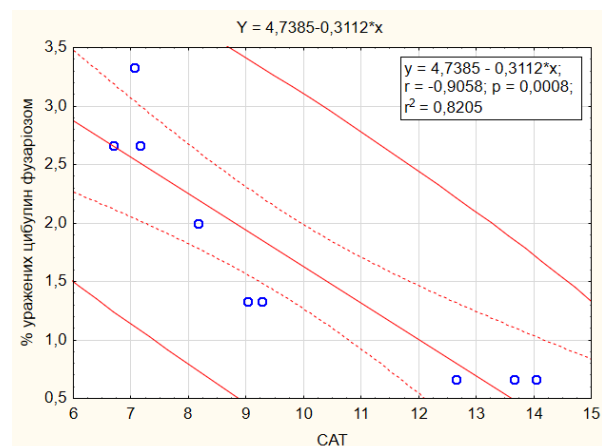
А



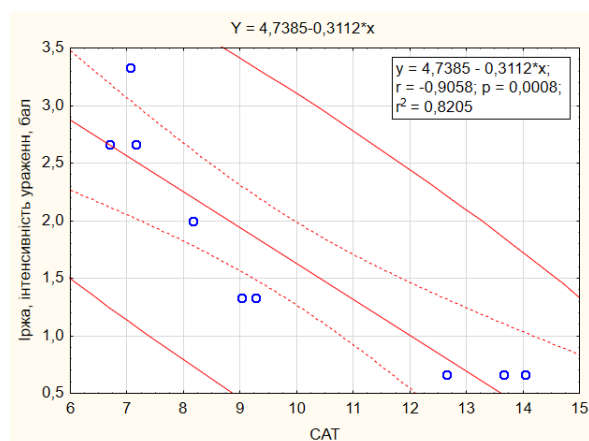
Г



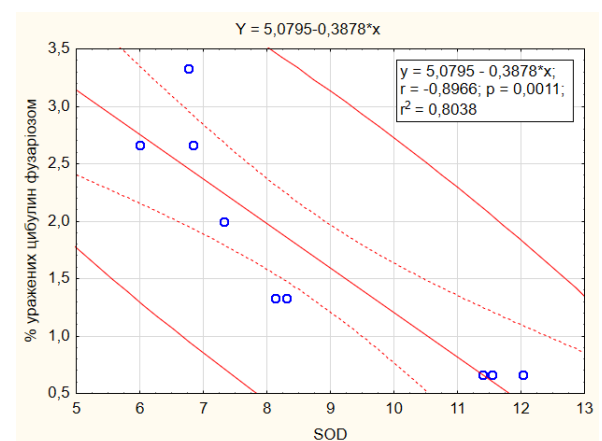
Б



Д

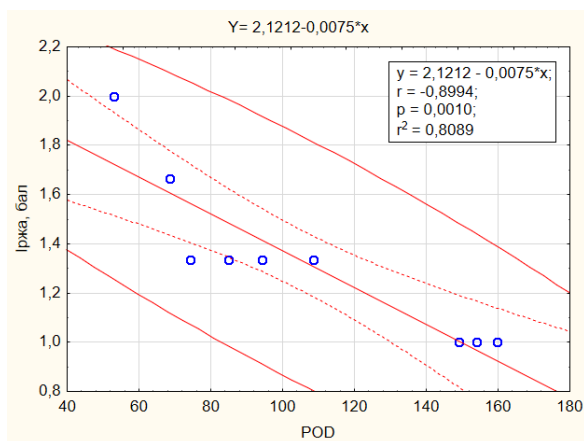


В

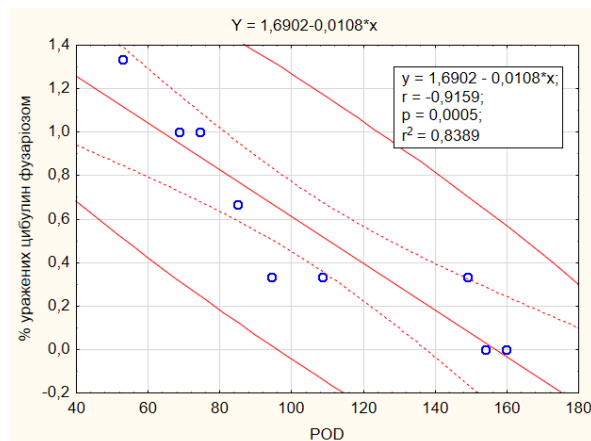


Е

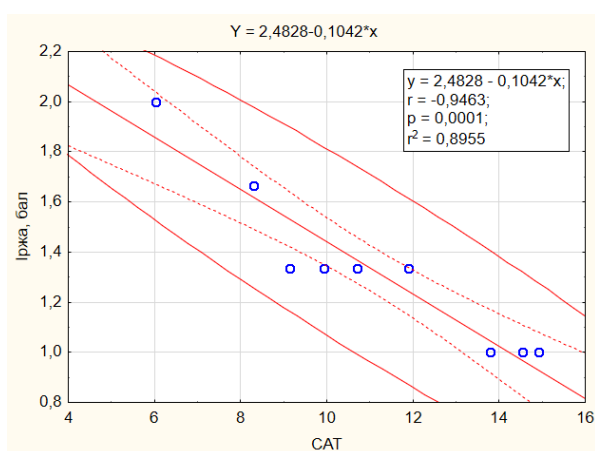
Статистичні моделі залежності між активністю антиоксидантних ферментів і інтенсивністю розвитку іржі на листках (А, Б, В) та кількістю уражених рослин *Allium sativum* L subsp. *Sagittatum* фузаріозом на момент збору врожаю (Г, Д, Е) залежно від сорту/зразка (2020–2022)



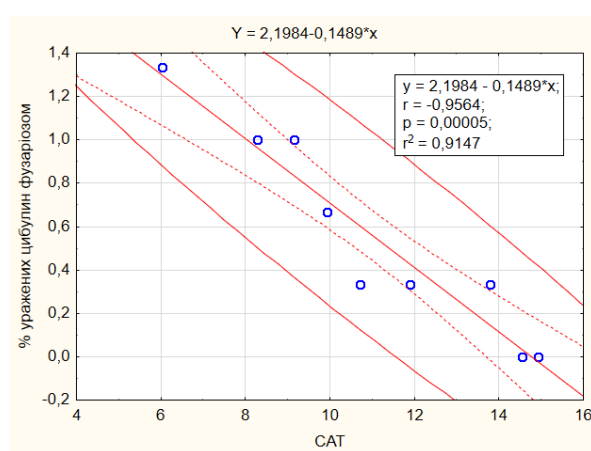
A



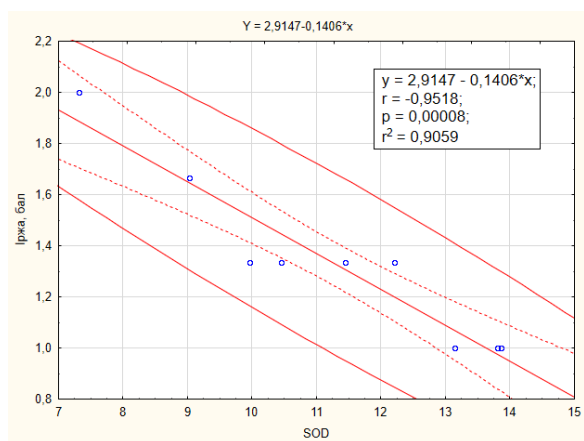
Г



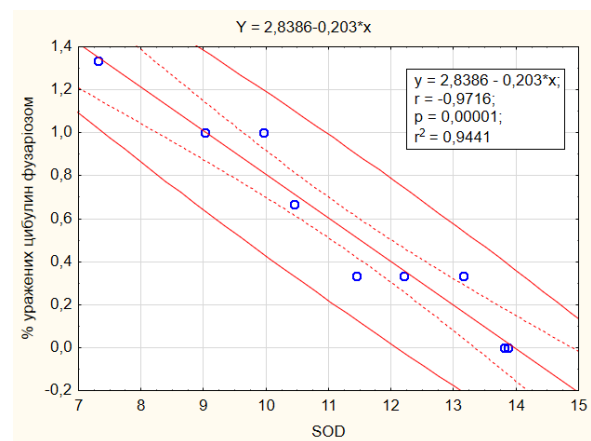
Б



Д



В



Е

Статистичні моделі залежності між активністю антиоксидантних ферментів і інтенсивністю розвитку іржі на листках (А, Б, В) та кількістю уражених рослин колекційних зразків *Allium sativum L subsp. Vulgare.* (озимий) фузаріозом на момент збору врожаю (Г, Д, Е), (2020–2022)

Маса цибулини *Allium sativum* L subsp. *Sagittatum*

Сорт/зразок	2020	2021	2022	Xmed.	SD	CV,%
Софіївський	47,87	46,75	40,25	44,96	3,36	7%
Прометей st	69,94	47,13	43,00	53,36	11,85	22%
Любаша	65,06	43,06	32,50	46,87	13,56	29%
Хандо	69,15	49,70	42,00	53,62	11,42	21%
Харківський фіолетовий	68,88	46,20	34,06	49,71	14,43	29%
Джованна	58,36	58,17	46,06	54,20	5,75	11%
Аполлон	61,44	64,90	45,10	57,15	8,63	15%
A.s.25/16	53,96	56,00	57,14	55,70	1,32	2%
A.s.40/16	66,52	62,00	48,91	59,14	7,47	13%
Xmed	62,35	52,66	43,22	52,745		
SD	7,21	7,35	7,04	4,42		
CV,%	12%	14%	16%	8%		
НІР ₀₅	4,05	4,13	3,28	3,47		

Врожайність *Allium sativum* L subsp. *Sagittatum*

Сорт/зразок	2020	2021	2022	Xmed.	SD	CV,%
Софіївський	12,44	14,81	12,08	13,11	1,21	9%
Прометей st	14,22	14,92	12,90	14,01	0,84	6%
Любаша	16,91	13,64	10,00	13,52	2,82	21%
Хандо	17,62	15,74	12,60	15,32	2,07	14%
Харківський фіолетовий	17,23	14,63	10,22	14,03	2,89	21%
Джованна	15,17	18,20	13,82	15,73	1,83	12%
Аполлон	12,88	19,10	13,53	15,17	2,79	18%
A.s.25/16	13,33	17,74	17,14	16,07	1,95	12%
A.s.40/16	14,83	18,40	14,67	15,97	1,72	11%
Xmed	14,96	16,35	13,00	14,769		
SD	1,82	1,891	2,07	1,05		
CV,%	12%	12%	16%	7%		
НІР ₀₅	1,30	1,28	1,09	1,21		

Вміст ефірної олії у м'якуші *Allium sativum* L subsp. *Sagittatum*

Сорт/зразок	2020	2021	2022	Xmed.	SD	CV,%
Софіївський	0,88	0,85	0,90	0,88	0,02	2%
Прометей st	0,55	0,51	0,55	0,54	0,02	4%
Любаша	0,65	0,62	0,66	0,64	0,02	3%
Хандо	0,68	0,65	0,70	0,68	0,02	3%
Харківський фіолетовий	0,55	0,51	0,55	0,54	0,02	4%
Джованна	0,44	0,41	0,44	0,43	0,01	3%
Аполлон	0,88	0,85	0,90	0,88	0,02	2%
A.s.25/16	0,60	0,58	0,65	0,61	0,03	5%
A.s.40/16	0,88	0,87	0,92	0,89	0,02	2%
Xmed	0,68	0,65	0,70	0,675	0,02	3%
SD	0,15	0,16	0,16	0,16		
CV,%	23%	25%	24%	24%		
НІР ₀₅	0,05	0,06	0,06	0,06		

Маса цибулини *Allium sativum* L subsp. *Vulgare* (озимий)

Сорт/зразок	2020	2021	2022	Xmed	SD	CV,%
A.s.1/16	35,6	51,3	36,0	40,97	7,31	18%
Глорія	34,5	43,3	36,7	38,15	3,72	10%
A.s.16/16	67,5	69,4	34,8	57,22	15,90	28%
A.s.19/16	42,5	48,1	36,4	42,33	4,74	11%
A.s.27/16	39,0	43,2	22,4	34,87	8,97	26%
A.s.33/16	37,0	47,4	25,8	36,72	8,85	24%
A.s.35/16	40,0	42,5	32,8	38,42	4,10	11%
A.s.43/17	34,7	40,2	29,8	34,88	4,26	12%
A.s.44/17	54,5	62,1	40,1	52,24	9,15	18%
Xmed	42,81	49,71	32,75	41,8		
SD	10,49	9,31	5,40	7,41		
CV,%	24%	19%	16%	18%		
НІР ₀₅	4,47	4,81	2,96	3,08		

Маса цибулини *Allium sativum* L subsp. *Vulgare* (озимий) з рослин які утворювали редуковану стрілку

Сорт/зразок	2020	2021	2022	Xmed	SD	CV,%
A.s.1/16	35,6	47,5	30,4	37,83	7,16	19%
Глорія		40,8	21,66	31,23	9,57	31%
A.s.16/16	67,5	64,2	23,7	51,80	19,92	38%
A.s.19/16	34			34,00	0,00	0%
A.s.27/16	39	40,7	21,9	33,87	8,49	25%
A.s.33/16	32,4	43,4	25,08	33,63	7,53	22%
A.s.35/16	35,7	38,1	17	30,27	9,43	31%
A.s.43/17	33,1	36,9	30,66	33,55	2,57	8%
A.s.44/17	36			36,00	0,00	0%
Xmed	39,2	44,5	24,3	35,8		
SD	10,88	8,66	4,55	6,04		
CV,%	28%	19%	19%	17%		
НІР ₀₅	2,89	3,26	1,70	3,27		

Урожайність *Allium sativum* L subsp. *Vulgare* (озимий)

	2020	2021	2022	Xmed	SD	CV,%
A.s.1/16	13,1	18	15,77	15,62	2,00	13%
Глорія	12,4	15,57	16,07	14,68	1,63	11%
A.s.16/16	22,8	19,25	15,23	19,09	3,09	16%
A.s.19/16	15,2	13,33	15,96	14,83	1,11	7%
A.s.27/16	16,8	17,5	9,82	14,71	3,47	24%
A.s.33/16	15,5	17,07	11,28	14,63	2,45	17%
A.s.35/16	14,8	15,28	14,37	14,82	0,46	3%
A.s.43/17	14,6	15,9	13,43	14,63	1,01	7%
A.s.44/17	17,4	22,37	17,55	19,11	2,31	12%
Xmed	15,8	17,1	14,4	15,8		
SD	2,87	2,46	2,34	1,79		
CV,%	18%	14%	16%	11%		
НІР ₀₅	1,47	1,61	1,30	0,73		

Вміст ефірної олії у м'якуші *Allium sativum* L subsp. *Vulgare* (озимий)

Сорт/зразок	2020	2021	2022	Xmed	SD	CV,%
A.s.1/16	0,63	0,60	0,65	0,63	0,02	0,03
Глорія	0,27	0,23	0,29	0,26	0,02	0,09
A.s.16/16	0,37	0,32	0,41	0,37	0,03	0,09
A.s.19/16	0,39	0,36	0,41	0,39	0,02	0,06
A.s.27/16	0,32	0,31	0,33	0,32	0,01	0,03
A.s.33/16	0,48	0,43	0,52	0,48	0,03	0,07
A.s.35/16	0,56	0,53	0,60	0,56	0,03	0,05
A.s.43/17	0,43	0,42	0,46	0,44	0,02	0,04
A.s.44/17	0,58	0,57	0,62	0,59	0,02	0,04
Xmed	0,45	0,42	0,48	0,43	0,02	0,05
SD	0,12	0,12	0,12	0,12		
CV, %	26%	29%	26%	28%		
НІР ₀₅	0,04	0,04	0,04	0,03		

Маса цибулини часнику озимого сорту Любаша за дії органічних кислот

Варіант	Маса цибулини, г			
	2017	2018	2019	Середнє
Контроль	59,85	55,27	71,57	62,23
Саліцилова кислота	64,56	61,01	75,3	66,96
Гіберелінова кислота	68,93	65,14	80,4	71,49
Аскорбінова кислота	64,39	60,85	75,1	66,78
НІР (0,05)	3,11	2,89	5,50	

Урожайність часнику озимого сорту Любаша за дії органічних кислот

Варіант	Урожайність, т/га			
	2017	2018	2019	Середнє
Контроль	14,36	13,26	17,00	14,87
Саліцилова кислота	15,48	14,63	18,06	16,06
Гіберелінова кислота	16,53	15,62	19,28	17,14
Аскорбінова кислота	15,44	14,6	18,01	16,02
НІР (0,05)	0,70	0,82	1,09	

**Біометричні параметри бобу едамаме колекційних сортів сої овочевої
(2020–2022), ($\bar{X} \pm SD$), (BBSH 79)**

Сорт/зразок	Довжина, мм	CV, %	Ширина, мм	CV, %	Товщина, мм	CV, %	Маса, г	CV, %
Романтика st*	48±1,25	3	8,1±0,09	1	4,5±0,05	1	2,9±0,11	4
Fiskeby V	46±1,25	3	9,1±0,09	1	5,3±0,12	2	5,0±0,01	0
Karikachi	54±0,94	2	9,2±0,03	0	5,4±0,05	1	3,5±0,07	2
Астра	50±0,47	1	10,0±0,00	0	5,0±0,05	1	1,5±0,05	3
Веста	53±0,82	2	10,4±0,05	0	5,3±0,09	2	5,1±0,09	2
СибНІІСОХ 6	54±1,25	2	9,1±0,04	0	4,2±0,05	1	4,2±0,08	2
Sac	69±2,45	4	11,9±0,19	2	7,6±0,43	6	6,2±0,10	2
Fiskeby V-E5	55±2,16	4	11,0±0,43	4	5,3±0,19	4	2,9±0,05	2
Л 380-2-13	48±2,45	5	9,6±0,49	5	5,0±0,05	1	4,7±0,25	5
\bar{X}	53±1,45		9,82±0,16		5,28±0,12		4,02±0,09	
σ_G^2	14,00		0,40		0,28		0,60	
σ_F^2	56,48		1,64		1,12		2,41	
σ_A^2	42,48		1,24		0,85		1,81	
CVG, %	258,4		402,0		440,9		859,1	
CVP, %	519,0		811,2		887,4		1719,6	
CVA, %	450,1		704,6		770,1		1489,6	
CVG/CVA	0,57		0,57		0,57		0,58	

Маса бобів едамаме у фазу технічної стиглості, г/роsl.

Сорт/зразок	г/роsl.			SD	CV,%
Романтика	68,0	90,0	65,0	11,15	15
Fiskeby V	120,0	171,0	109,0	27,01	20
Karikachi	55,0	81,0	67,0	10,62	16
Астра	59,0	90,0	66,0	13,27	19
Веста	125,0	163,0	130,0	16,86	12
СибНІІСОХ 6	62,0	95,4	68,0	14,54	19
Sac	128,0	176,0	194,0	27,86	17
Fiskeby V-E5	130,0	176,0	134,0	20,81	14
Л 380-2-13	106,0	138,6	110,0	14,52	12
<i>Xmed</i>	94,78	131,22	104,78	15,37	14
<i>SD</i>	31,04	39,24	41,31		
<i>CV,%</i>	33	30	39		
<i>HIP05</i>	5,25	7,86	7,14		

Маса насіння з однієї рослини сої овочевої, г

Сорт/зразок	г/роsl.			<i>SD</i>	<i>CV,%</i>
Романтика st	7,0	22,0	8,0	6,83	55
Fiskeby V	10,4	17,7	9,9	3,58	28
Karikachi	7,8	12,8	10,1	2,05	20
Астра	20,2	36,5	22,6	7,19	27
Веста	15,2	31,2	8,3	9,58	53
СибНІІСОХ 6	6,6	13,2	6,0	3,26	38
Sac	15,5	50,5	18,1	15,90	57
Fiskeby V-E5	16,1	35,6	6,8	11,99	61
Л 380-2-13	7,7	12,8	15,8	3,33	28
<i>Xmed</i>	11,83	25,80	11,73	7,08	43
<i>SD</i>	4,69	12,57	5,41	4,40	
<i>CV %</i>	40	49	46	19,39	
<i>HIP05</i>					

Маса 1000 насінин сої овочевої, г

Сорт/зразок	М. 1000 шт, г			<i>SD</i>	<i>CV,%</i>
Романтика st	159,0	151,0	174,0	9,53	6
Fiskeby V	182,0	174,0	195,0	8,65	5
Karikachi	245,0	202,0	266,0	26,64	11
Астра	168,0	160,0	175,0	6,13	4
Веста	220,0	212,0	230,0	7,36	3
СибНІІСОХ 6	147,0	142,0	150,0	3,30	2
Sac	246,0	290,0	355,0	44,77	15
Fiskeby V-E5	179,0	167,0	200,0	13,64	7
Л 380-2-13	175,0	168,0	202,0	14,66	8
<i>Xmed</i>	191,22	185,11	216,33	14,97	8
<i>SD</i>	34,56	42,70	58,41	12,33	
<i>CV, %</i>	18	23	27		
<i>HIP05</i>	12,12	13,07	19,0		

Вміст протеїну у фазі технічної стиглості бобів едамаме, г/100 г

Сорт/зразок	г/100 г			SD	CV,%
Романтика st	38,00	34,24	36,33	1,54	4
Fiskeby V	29,00	26,84	27,97	0,88	3
Karikachi	38,60	34,56	35,71	1,70	5
Астра	35,90	33,16	35,89	1,29	4
Веста	30,00	26,24	29,94	1,76	6
СибНІІСОХ 6	34,00	32,59	33,90	0,64	2
Sac	32,20	28,08	33,56	2,33	7
Fiskeby V-E5	28,20	24,52	26,68	1,51	6
Л 380-2-13	34,40	30,89	34,13	1,60	5
<i>Xmed</i>	33,37	30,12	32,68	1,40	4
<i>SD</i>	3,58	3,56	3,38		
<i>CV,%</i>	11	12	10		
<i>HIP05</i>	1,90	1,81	2,48		

Вміст протеїну в біологічно зрілому насінні сої овочевої, г/100 г

Сорт/зразок	г/100 г			SD	CV,%
Романтика st	40,50	36,55	39,50	1,68	4
Fiskeby V	36,00	31,56	33,40	1,82	5
Karikachi	40,80	36,81	38,00	1,67	4
Астра	41,40	35,60	40,92	2,63	7
Веста	40,10	34,49	39,69	2,56	7
СибНІІСОХ 6	41,00	36,12	38,48	1,99	5
Sac	38,60	33,20	35,28	2,23	6
Fiskeby V-E5	36,10	31,05	33,34	2,07	6
Л 380-2-13	38,80	35,09	36,35	1,54	4
<i>Xmed</i>	39,26	34,50	37,22	1,95	5
<i>SD</i>	1,93	2,00	2,61		
<i>CV,%</i>	5	6	7		
<i>HIP05</i>	3,08	2,35	2,38		

Об'єм фіксованого азоту різними сортами сої вочовеої, кг/га

Сорт/зразок	2020	2021	2022	<i>SD</i>	<i>CV,%</i>
Романтика st	134,00	155,00	142,73	8,61	6
Fiskeby V	140,00	126,50	140,97	6,60	5
Karikachi	159,50	132,00	154,00	11,88	8
Астра	160,00	165,00	160,00	2,36	1
Веста	155,00	150,81	132,00	10,00	7
СибНИИСОХ 6	159,50	152,08	163,00	4,56	3
Sac	162,00	170,00	172,00	4,32	3
Fiskeby V-E5	152,00	154,00	147,00	2,94	2
Л 380-2-13	154,00	141,00	162,80	8,95	6
<i>Xmed</i>	152,89	149,60	152,72	1,51	1
<i>SD</i>	9,13	13,44	12,17		
<i>CV,%</i>	6	9	8		
<i>HIP05</i>	10,45	8,01	6,91		

Маса бобів з однієї рослини квасолі спаржевої

Сорт	2020	2021	2022	<i>SD</i>	<i>CV,%</i>
Палома	36,0	43,1	16,0	11,5	36
Фруїдор	10,0	9,0	9,0	0,5	5
Пурпурова королева	29,0	38,0	28,0	4,5	14
Лаура st	34,0	40,0	14,0	11,1	38
Зоренька	65,0	86,0	28,0	24,0	40
Касабланка	43,0	50,0	21,0	12,4	33
<i>Xmed</i>	36,17	44,35	19,33		
<i>SD</i>	16,43	22,65	7,06		
<i>CV,%</i>	45	51	37		
<i>HIP₀₅</i>	2,06	2,68	1,59		

**Біометричні параметри лопаток квасолі спаржевої
(2020–2022), ($\bar{X} \pm SD$), (BBSH 75)**

Сорт/зразок	Довжина, мм	CV, %	Ширина, мм	CV, %	Товщина, мм	CV, %	Маса, г	CV, %
Палома	112±3,74	3	8±0,47	6	6±0,00	0	2,56±0,53	4
Фруїдор	103±1,70	2	6±0,00	0	5±0,00	0	1,67±0,24	0
Пурпурова королева	120±16,33	14	8±0,00	0	7±0,47	7	2,44±0,15	2
Лаура st	105±6,94	7	8±0,82	10	7±0,00	0	2,63±0,58	3
Зоренька	127±24,94	20	8±0,00	0	7±0,00	0	5,92±1,89	2
Касабланка	105±5,44	5	6±0,47	7	5±0,47	9	4,06±1,13	2
\bar{X}	112±8,8		7±0,84		6,17±0,79		3,21±1,40	
σ_G^2	54,64		0,06		0,02		0,31	
σ_F^2	295,96		0,95		0,72		3,20	
σ_A^2	241,32		0,89		0,69		2,89	
CVG, %	6,61		3,39		2,55		17,29	
CVP, %	15,38		13,30		13,75		55,72	
CVA, %	13,88		12,86		13,51		52,97	
CVG/CVA	0,48		0,26		0,19		0,33	

Маса насіння з однієї рослини квасолі спаржевої

Сорт	2020	2021	2022	SD	CV, %
Палома	5,30	6,20	4,00	0,9	17
Фруїдор	3,03	2,20	1,70	0,5	24
Пурпурова королева	9,50	12,40	8,90	1,5	15
Лаура st	8,50	10,30	5,30	2,1	26
Зоренька	13,50	16,00	12,00	1,6	12
Касабланка	10,00	17,00	10,00	3,3	27
<i>Xmed</i>	8,31	10,68	6,98		
<i>SD</i>	3,37	5,22	3,60		
<i>CV, %</i>	41	49	51		
<i>HIP05</i>	0,60	0,86	0,35		

Маса 1000 шт. насінин квасолі спаржевої, г

Сорт	2020	2021	2022	<i>SD</i>	<i>CV,%</i>
Палома	196,00	188,00	203,00	6,13	3
Фруїдор	209,00	206,00	216,00	4,19	2
Пурпурова королева	212,00	208,00	223,00	6,34	3
Лаура st	146,00	141,00	165,00	10,34	7
Зоренька	134,00	128,00	142,00	5,73	4
Касабланка	134,00	131,00	145,00	6,02	4
<i>Xmed</i>	171,83	167,00	182,33	173,72	
<i>SD</i>	34,42	34,49	33,00	1150,20	
<i>CV,%</i>	20	21	18	33,91	
<i>HIP05</i>	8,18	10,60	13,43		

Об'єм фіксованого азоту різними сортами квасолі спаржевої, кг/га

Сорт	2020	2021	2022	<i>SD</i>	<i>CV,%</i>
Палома	46,5	77,0	31,1	19,1	37%
Фруїдор	45,0	88,2	30,7	24,4	45%
Пурпурова королева	42,0	43,6	28,0	7,0	18%
Лаура st	46,5	71,4	32,1	16,2	32%
Зоренька	34,5	50,4	25,0	10,5	29%
Касабланка	51,0	95,2	33,8	25,9	43%
<i>Xmed</i>	44,25	70,96	30,11	48,44	
<i>SD</i>	5,11	18,68	2,87	8,52	
<i>CV,%</i>	12	26	10	18	
<i>HIP05</i>	2,51	4,58	2,14		

Маса бобів з однієї рослини бобу овочевого, г

Сорт	Маса бобів г/роsl.			SD	CV,%
	2020	2021	2022		
Карадаг st	84,9	104	36,4	28,46	38%
Українські слобідські	87,1	95,4	38	25,34	34%
Віндзорські	90,9	242	38	86,43	70%
Бахус	80,2	96,6	41	23,33	32%
Кармазін	93	109	51,2	24,37	29%
Зелені низинні	62,3	80,6	36,4	18,13	30%
Свитязь	55	175	32	62,70	72%
Б'янка	84,7	192	34	65,87	64%
Екстра Грано Віолетто	72,4	117	76,8	20,07	23%
<i>Xmed</i>	78,96	134,62	42,64		
<i>SD</i>	12,35	51,92	13,13		
<i>CV,%</i>	16%	39%	31%		
<i>HIP05</i>	4,16	7,93	3,35		

Маса насіння з однієї рослини бобу овочевого, г

Сорт	Маса насіння, г/роsl.			SD	CV,%
	2020	2021	2022		
Карадаг st	6,70	11,00	3,00	3,27	47
Українські слобідські	5,80	9,00	3,00	2,45	41
Віндзорські	6,50	10,00	4,00	2,46	36
Бахус	9,00	11,50	4,00	3,12	38
Кармазін	8,00	9,50	4,50	2,09	29
Зелені низинні	5,00	8,00	4,00	1,70	30
Свитязь	9,00	11,50	4,50	2,90	35
Б'янка	7,00	10,00	5,00	2,05	28
Екстра Грано Віолетто	8,00	9,00	4,50	1,93	27
<i>Xmed</i>	7,22	9,94	4,06		
<i>SD</i>	1,31	1,14	0,64		
<i>CV,%</i>	18	11	16		
<i>HIP05</i>	0,40	0,62	0,23		

Маса 1000 насінин бобу овочевого, г

Сорт	Маса 1000 шт.			SD	CV,%
	2020	2021	2022		
Карадаг st	1487	1634	1650	73,36	5
Українські слобідські	1654	1350	1355	142,14	10
Віндзорські	1435	2000	2011	268,97	15
Бахус	2250	1840	1847	191,65	10
Кармазін	1340	1315	1320	10,80	1
Зелені низинні	1660	1440	1450	101,43	7
Свитязь	2501	1840	1835	312,78	15
Б'янка	2360	2000	2017	165,84	8
Екстра Грано Віолетто	2500	2160	2403	143,01	6
<i>Xmed</i>	1909,67	1731,00	1765,33		
<i>SD</i>	456,19	291,52	336,86		
<i>CV, %</i>	24	17	19		
<i>HIP05</i>	122,69	89,20	120,03		

Об'єм фіксованого азоту рослинами бобу овочевого, кг/га

Сорт	Кількість фіксованого азоту, кг/га			SD	CV,%
	2020	2021	2022		
Карадаг st	40	85,4	22	26,7	54%
Українські слобідські	62	101	40	25,2	37%
Віндзорські	64	107	42	27,0	38%
Бахус	38	73	24	20,6	46%
Кармазін	42	74	25	20,3	43%
Зелені низинні	39	77	23	22,6	49%
Свитязь	46	80	24	23,0	46%
Б'янка	38	92	20	30,6	61%
Екстра Грано Віолетто	68	114	45	28,7	38%
<i>Xmed</i>	48,56	89,27	29,44		
<i>SD</i>	11,71	14,22	9,29		
<i>CV, %</i>	24%	16%	32%		
<i>HIP05</i>	3,08	5,18	1,97		

Висота рослин бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення, см

Спосіб вирощування (Фактор А)	Сорт (Фактор Б)	2019	2020	2022	SD	CV,%	
Богар*	Карадаг st	65,0	62,0	55	4,17	7%	
	Українські слобідські	77,0	73,5	56	9,16	13%	
	Білоруські	75,0	72,0	70	2,04	3%	
	Віндзорські	78,0	74,7	78	1,57	2%	
Краплинне зрошення	Карадаг st	68,0	65,0	62	2,43	4%	
	Українські слобідські	84,9	77,6	81,4	3,02	4%	
	Білоруські	83,9	75,0	80	3,68	5%	
	Віндзорські	88,9	82,3	84	2,80	3%	
		<i>Xmed</i>	77,6	72,7	70,8		
		<i>SD</i>	7,77	6,14	11,01		
		<i>CV,%</i>	10%	8%	16%		
		<i>HIP₀₅ A</i>	3,20	1,81	2,29		
		<i>B</i>	3,92	2,21	2,81		
		<i>AB</i>	5,54	3,13	3,97		

Кількість пагонів бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення, шт/росл

Спосіб вирощування (Фактор А)	Сорт (Фактор Б)	2019	2020	2022	SD	CV,%	
Богар*	Карадаг st	3,2	3,0	1	0,99	41%	
	Українські слобідські	3,3	3,1	1	1,04	42%	
	Білоруські	3,5	3,5	1	1,18	44%	
	Віндзорські	4,1	4,0	1	1,44	47%	
Краплинне зрошення	Карадаг st	3,7	4,0	3,5	0,20	5%	
	Українські слобідські	3,8	4,0	4	0,09	2%	
	Білоруські	4,6	4,5	4	0,26	6%	
	Віндзорські	5,0	4,5	4	0,41	9%	
		<i>Xmed</i>	3,9	3,8	2,4		
		<i>SD</i>	0,59	0,54	1,45		
		<i>CV,%</i>	15%	14%	59%		
		<i>HIP₀₅ A</i>	0,17	0,12	0,13		
		<i>B</i>	0,21	0,15	0,17		
		<i>AB</i>	0,29	0,21	0,24		

Біометричні параметри зелених бобів бобу овочевого колекційних сортів сої овочевої (2020–2022), ($\bar{X} \pm SD$), (BBSH 79)

Сорт/зразок	Довжина, мм	CV, %	Ширина, мм	CV, %	Товщина, мм	CV, %	Маса, г	CV, %
Карадаг st	133±2,5	2	26±1,0	4	11±0,0	0	8,47±0,20	2
Українські слобідські	141±3,0	2	22±0,5	2	9±0,5	6	8,29±0,34	4
Віндзорські	113±2,5	2	25±1,0	4	9±0,5	6	14,40±5,77	40
Бахус	127±2,5	2	25±2,0	8	9±0,5	6	5,55±0,89	16
Кармазін	124±1,5	1	25±0,5	2	9±0,5	6	8,07±0,31	4
Зелені низинні	151±3,0	2	17±1,0	6	9±0,5	6	8,17±0,11	1
Свитязь	123±2,0	2	22±1,0	5	8±0,0	0	9,47±2,20	23
Б'янку	142±3,0	2	21±1,0	5	8±0,0	0	11,86±4,14	35
Екстра Грано Віолетто	114±2,0	2	22±0,5	2	9±0,0	0	11,67±0,03	0
\bar{X}	130±12,37		23±		9±		9,55±	
σ_G^2	2,898		0,302		0,029		1,452	
σ_F^2	164,506		8,253		0,844		12,055	
σ_A^2	161,608		7,951		0,815		10,604	
<i>CVG</i> , %	1,31		2,43		1,95		12,62	
<i>CVP</i> , %	9,90		12,71		10,53		36,36	
<i>CVA</i> , %	9,81		12,47		10,35		34,10	
<i>CVG/CVA</i>	0,13		0,20		0,19		0,37	

Кількість бобів бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення, шт/роsl.

Спосіб вирощування	Сорт	2019	2020	2022	SD	CV, %
Богар*	Карадаг st	14,0	12,0	2	5,25	56%
	Українські слобідські	12,0	12,0	2	4,71	54%
	Білоруські	12,0	11,0	2	4,49	54%
	Віндзорські	12,0	12,0	2	4,71	54%
Краплинне зрошення	Карадаг st	20,0	19,0	12	3,55	21%
	Українські слобідські	18,0	18,0	10	3,77	25%
	Білоруські	18,0	16,0	10	3,39	23%
	Віндзорські	19,0	20,0	13	3,09	18%
	<i>Xmed</i>	15,6	15,0	6,6		
	<i>SD</i>	3,24	3,43	4,72		
	<i>CV, %</i>	21%	23%	71%		
	<i>HIP₀₅ A</i>	0,57	0,40	0,24		
	<i>B</i>	0,70	0,49	0,30		
	<i>AB</i>	1,00	0,69	0,42		

Кількість насінин бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення, шт/біб

Спосіб вирощування (Фактор А)	Сорт (Фактор Б)	2019	2020	2022	SD	CV,%
Богар*	Карадаг st	2,4	2,2	2	0,16	7%
	Українські слобідські	2,6	2,3	2	0,24	11%
	Білоруські	2,5	2,5	2	0,23	10%
	Віндзорські	2,4	2,2	3	0,34	13%
Краплинне зрошення	Карадаг st	3,0	2,6	3	0,19	7%
	Українські слобідські	3,0	3,0	4	0,47	14%
	Білоруські	4,0	3,7	3	0,42	12%
	Віндзорські	4,0	3,5	4	0,24	6%
<i>Xmed</i>		3,0	2,7	2,9		
<i>SD</i>		0,62	0,55	0,78		
<i>CV,%</i>		21%	20%	27%		
<i>HIP₀₅ A</i>		0,09	0,12	0,11		
<i>B</i>		0,11	0,15	0,14		
<i>AB</i>		0,16	0,22	0,19		

Маса бобів бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення, г/роsl.

Спосіб вирощування (Фактор А)	Сорт (Фактор Б)	2019	2020	2022	SD	CV,%
Богар*	Карадаг st	99,1	84,9	36,4	26,84	37%
	Українські слобідські	100,1	87,1	38	26,74	36%
	Білоруські	94,2	85,9	40	23,85	33%
	Віндзорські	99,9	90,9	38	27,31	36%
Краплинне зрошення	Карадаг st	135,1	120,8	102,6	13,30	11%
	Українські слобідські	143,3	126,9	114,8	11,66	9%
	Білоруські	141,0	123,0	103	15,53	13%
	Віндзорські	137,5	126,3	107	12,59	10%
<i>Xmed</i>		118,8	105,7	72,5		
<i>SD</i>		20,64	18,64	34,56		
<i>CV,%</i>		17%	18%	48%		
<i>HIP₀₅ A</i>		3,06	3,81	2,47		
<i>B</i>		3,74	4,67	3,03		
<i>AB</i>		5,30	6,61	4,29		

Урожайність зелених бобів бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення, т/га

Спосіб вирощування (Фактор А)	Сорт (Фактор Б)	2019	2020	2022	SD	CV,%
Богар*	Карадаг st	11,9	10,2	4,37	3,22	37%
	Українські слобідські	12,0	10,5	4,48	3,25	36%
	Білоруські	11,3	10,3	4,86	2,83	32%
	Віндзорські	12,0	10,9	4,56	3,28	36%
Краплинне зрошення	Карадаг st	15,4	13,8	10,6	2,01	15%
	Українські слобідські	16,3	14,5	11,8	1,85	13%
	Білоруські	16,1	14,0	10,6	2,25	17%
	Віндзорські	15,7	14,4	11,0	1,96	14%
		<i>Xmed</i>	13,8	12,3	7,8	
		<i>SD</i>	2,06	1,87	3,24	
		<i>CV,%</i>	15%	15%	42%	
		<i>HIP₀₅ A</i>	0,51	0,47	0,31	
		<i>B</i>	0,63	0,57	0,38	
		<i>AB</i>	0,90	0,81	0,54	

Вміст протеїну бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення, %

Спосіб вирощування (Фактор А)	Сорт (Фактор Б)	2019	2020	2022	SD	CV,%
Богар*	Карадаг st	12,19	10,99	12,30	0,59	5%
	Українські слобідські	12,79	11,79	12,50	0,42	3%
	Білоруські	11,59	10,29	13,30	1,23	10%
	Віндзорські	13,20	13,53	14,60	0,60	4%
Краплинне зрошення	Карадаг st	10,39	9,99	10,40	0,19	2%
	Українські слобідські	10,99	10,79	10,60	0,16	1%
	Білоруські	9,59	9,19	11,00	0,77	8%
	Віндзорські	11,48	12,18	11,20	0,41	4%
		<i>Xmed</i>	11,5	11,1	12,0	
		<i>SD</i>	1,13	1,28	1,37	
		<i>CV,%</i>	10%	12%	11%	
		<i>HIP₀₅ A</i>	0,33	0,45	0,46	
		<i>B</i>	0,41	0,55	0,56	
		<i>AB</i>	0,58	0,78	0,79	

Кількість фіксованого азоту бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення

Спосіб вирощування (Фактор А)	Сорт (Фактор Б)	2019	2020	2022	SD	CV,%
Богар*	Карадаг st	46,6	40,0	22	10,40	29%
	Українські слобідські	54,0	62,0	40	9,09	17%
	Білоруські	70,0	53,0	46,0	10,08	18%
	Віндзорські	68,0	64,0	42	11,43	20%
Краплинне зрошення	Карадаг st	78,0	68,0	55,0	9,42	14%
	Українські слобідські	108,0	90,0	74,6	13,65	15%
	Білоруські	106,0	81,0	75,0	13,42	15%
	Віндзорські	109,5	95,4	80,1	12,01	13%
<i>Xmed</i>		80,0	69,2	54,3		
<i>SD</i>		23,37	17,51	19,28		
<i>CV,%</i>		29%	25%	35%		
<i>HIP₀₅ A</i>		3,98	2,72	2,18		
<i>B</i>		4,88	3,33	2,68		
<i>AB</i>		6,90	4,72	3,79		

Сума ефективних температур за період вегетації сої колекційних сортів овочевої

Сорт/зразок	ВВСН 79				ВВСН 99			
	2020	2021	2022	Xmed	2020	2021	2022	Xmed
Fiskeby V	1026	1042	1053	1040	1293	1313	1327	1311
СибНІІСОХ 6	1026	1042	1053	1040	1335	1356	1370	1354
Романтика st	1082	1099	1111	1097	1517	1542	1558	1539
Fiskeby V-E5	1124	1142	1154	1140	1588	1613	1630	1610
Karikachi	1335	1356	1370	1354	1531	1556	1572	1553
Л 380-2-13	1335	1356	1370	1354	1686	1713	1731	1710
Sac	1363	1385	1399	1382	1827	1856	1875	1853
Астра	1489	1513	1529	1511	1728	1756	1774	1753
Веста	1531	1556	1572	1553	1897	1927	1947	1924

**Урожайність бобів едамаме сортів сої овочевої за використання
біоінокулянтів Андеріз і Різолاین окремо і сумісно з
мікоризоутворювачем Мікофренд**

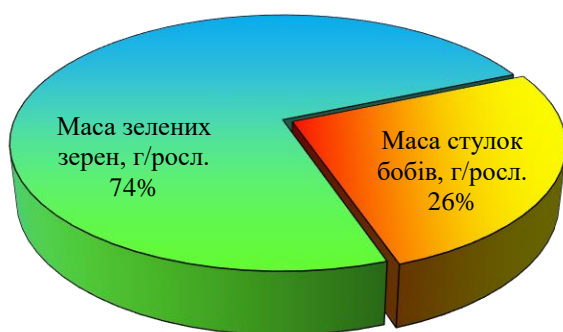
Сорт/ зразок	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Романтика	Контроль	7,48	11,30	8,13
	Андеріз 2 л/т	7,94	12,10	8,41
	Різолاین 2 л/т	8,00	12,20	8,49
	Мікофренд 1,5 л/т	7,57	11,40	8,25
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	8,04	12,80	9,03
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	8,07	13,00	9,25
Sac	Контроль	8,32	19,60	12,61
	Андеріз 2 л/т	8,58	20,90	12,94
	Різолاین 2 л/т	8,84	21,40	13,13
	Мікофренд 1,5 л/т	8,37	19,90	12,68
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	8,91	22,40	13,27
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	9,10	22,70	13,31
	X	8	17	11
	SD	0,49	4,60	2,22
	CV,%	6	28	21
	HP ₀₅ A	0,17	0,60	0,30
	B	0,21	0,74	0,40
	AB	0,30	1,04	0,53

**Урожайність насіння сортів сої овочевої за використання біоінокулянтів
Андеріз і Різолاین окремо і сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд**

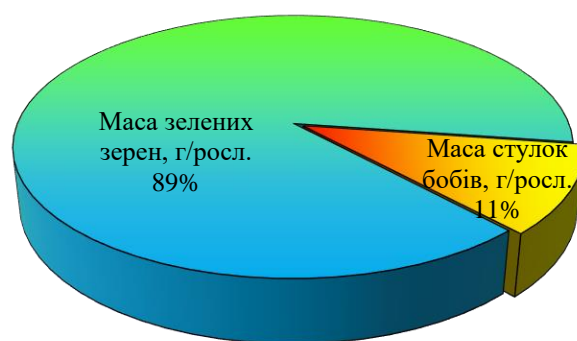
Сорт/ зразок	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Романтика	Контроль	0,84	2,20	0,99
	Андеріз 2 л/т	0,88	2,25	1,12
	Різолاین 2 л/т	0,91	2,28	1,14
	Мікофренд 1,5 л/т	0,85	2,21	0,99
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	0,95	2,32	1,17
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	0,98	2,33	1,19
Sac	Контроль	1,21	3,08	1,55
	Андеріз 2 л/т	1,25	3,17	1,60
	Різолاین 2 л/т	1,29	3,24	1,63
	Мікофренд 1,5 л/т	1,22	3,11	1,57
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	1,33	3,27	1,69
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	1,35	3,35	1,73
	X	1,09	2,73	1,36
	SD	0,19	0,47	0,27
	CV,%	18	17	20
	HP ₀₅ A	0,04	0,10	0,05
	B	0,05	0,13	0,06
	AB	0,06	0,18	0,09

**Об'єм фіксованого азоту рослинами сортів сої овочевої за використання
біоінокулянтів Андеріз і Різолاین окремо і сумісно з
мікоризоутворювачем Мікофренд**

Сорт/ зразок	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Романтика	Контроль	134,0	155,0	142,7
	Андеріз 2 л/т	138,1	159,6	148,0
	Різолاین 2 л/т	150,0	168,2	160,0
	Мікофренд 1,5 л/т	159,5	176,7	163,5
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	162,3	190,0	168,5
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	184,0	209,0	172,0
Sac	Контроль	162,0	170,0	172,0
	Андеріз 2 л/т	165,4	173,0	179,0
	Різолاین 2 л/т	167,0	203,5	187,0
	Мікофренд 1,5 л/т	176,0	203,5	190,0
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	184,0	207,9	192,0
	Різолاین 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т	191,4	217,3	196,0
	X	164,5	186,1	172,6
	SD	17,07	20,62	16,41
	CV,%	10	11	10
	HP ₀₅ A	6,43	7,44	4,80
	B	7,88	9,10	5,89
	AB	11,14	12,88	8,33



Романтика



Sac

Узагальнене співвідношення маси зелених зерен і стулок бобів сої овочевої за використання біоінокулянтів Андеріз і Різоланн окремо і сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (2020–2022)

**Урожайність лопаток сортів квасолі спаржевої за використання
біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з
мікоризоутворювачем Мікофренд**

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Лаура*	Контроль	4,20	8,90	2,27
	Андеріз 2 л/т	5,02	9,40	2,63
	Ризоактив бобові 2 л/т	5,12	9,60	2,63
	Мікофренд 1,5 л/га	4,40	9,00	2,33
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	5,63	10,20	2,70
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	5,49	9,80	2,70
Пурпурова королева	Контроль	3,80	8,40	2,57
	Андеріз 2 л/т	4,80	8,90	3,02
	Ризоактив бобові 2 л/т	4,96	9,20	3,07
	Мікофренд 1,5 л/га	4,20	8,55	2,67
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	6,12	9,80	3,14
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	5,81	9,40	3,10
	X	5,0	9,3	2,7
	SD	0,7	0,5	0,3
	CV,%	14%	6%	10%
	НІР ₀₅ А	0,27	0,56	0,11
	В	0,34	0,69	0,13
	АВ	0,48	0,97	0,20

**Урожайність насіння сортів квасолі спаржевої за використання
біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з
мікоризоутворювачем Мікофренд**

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Лаура*	Контроль	1,52	2,19	0,81
	Андеріз 2 л/т	1,89	2,42	0,93
	Ризоактив бобові 2 л/т	1,93	2,51	0,93
	Мікофренд 1,5 л/га	1,57	2,26	0,81
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	2,12	2,64	0,96
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	2,07	2,55	0,96
Пурпурова королева	Контроль	1,55	1,94	1,11
	Андеріз 2 л/т	2,02	2,15	1,27
	Ризоактив бобові 2 л/т	2,09	2,24	1,29
	Мікофренд 1,5 л/га	1,61	2,00	1,10
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	2,18	2,33	1,32
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	2,13	2,24	1,31
	X	1,9	2,3	1,1
	SD	0,2	0,2	0,2
	CV,%	13%	9%	17%
	НІР ₀₅ А	0,062	0,082	0,044
	В	0,076	0,101	0,054
	АВ	0,108	0,143	0,077

Об'єм фіксованого азоту рослинами сортів квасолі спаржевої за використання біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Лаура*	Контроль	44,60	78,70	30,90
	Андеріз 2 л/т	61,78	110,06	37,79
	Ризоактив бобові 2 л/т	62,17	111,07	38,28
	Мікофренд 1,5 л/га	55,08	98,67	33,90
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	64,48	118,77	39,66
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	63,87	117,21	39,32
Пурпурова королева	Контроль	40,94	65,80	28,70
	Андеріз 2 л/т	57,42	98,16	36,80
	Ризоактив бобові 2 л/т	57,82	99,43	37,13
	Мікофренд 1,5 л/га	51,12	86,02	33,60
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	63,20	108,55	39,16
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	61,56	105,40	38,48
	X	57,0	99,8	36,1
	SD	7,4	15,3	3,4
	CV,%	13%	15%	9%
	НІР ₀₅ А	2,45	4,10	2,10
	В	3,01	5,02	2,57
	АВ	4,26	7,10	3,64

**Урожайність зелених бобів сортів бобу овочевого за використання
біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з
мікоризоутворювачем Мікофренд**

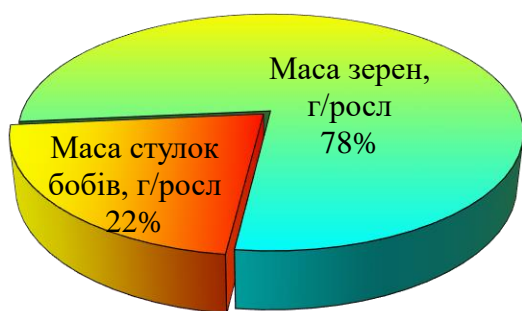
Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Лаура*	Контроль	10,20	23,43	4,37
	Андеріз 2 л/т	10,86	24,20	4,62
	Ризоактив бобові 2 л/т	11,00	24,49	4,67
	Мікофренд 1,5 л/га	10,32	24,01	4,39
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	11,81	25,36	4,83
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	11,58	24,88	4,83
Пурпурова королева	Контроль	8,20	11,70	7,53
	Андеріз 2 л/т	8,51	12,10	7,64
	Ризоактив бобові 2 л/т	8,72	12,30	7,68
	Мікофренд 1,5 л/га	8,26	12,00	7,55
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	9,15	12,60	7,80
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	9,53	12,80	7,96
	X	9,85	18,32	6,16
	SD	1,24	6,09	1,55
	CV,%	13%	33%	25%
	НІР ₀₅ А	0,53	0,96	0,41
	В	0,65	1,18	0,50
	АВ	0,92	1,67	0,71

**Урожайність насіння сортів бобу овочевого за використання
біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з
мікоризоутворювачем Мікофренд**

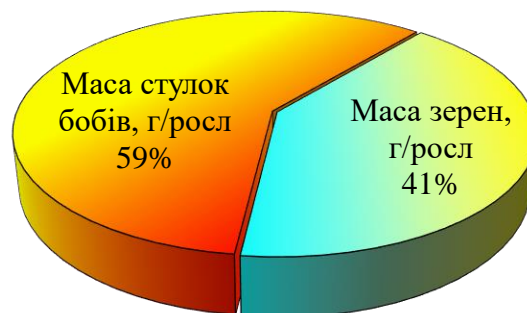
Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Лаура*	Контроль	1,98	4,84	0,90
	Андеріз 2 л/т	2,22	5,00	1,05
	Ризоактив бобові 2 л/т	2,30	5,06	1,03
	Мікофренд 1,5 л/га	2,01	4,96	0,91
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	2,52	5,24	2,22
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	2,47	5,14	2,30
Пурпурова королева	Контроль	2,40	4,27	1,35
	Андеріз 2 л/т	2,90	4,42	1,37
	Ризоактив бобові 2 л/т	2,94	4,49	1,37
	Мікофренд 1,5 л/га	2,49	4,38	1,35
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	3,00	4,60	1,40
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	3,14	4,67	1,40
	X	2,53	4,76	1,39
	SD	0,37	0,31	0,43
	CV,%	15%	7%	31%
	НІР ₀₅ А	0,12	0,25	0,08
	В	0,14	0,30	0,09
	АВ	0,21	0,43	0,13

**Об'єм фіксованого азоту рослинами бобу овочевого за використання
біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з
мікоризоутворювачем Мікофренд**

Сорт	Препарат/ комбінація препаратів	2020	2021	2022
Лаура*	Контроль	64	107	42
	Андеріз 2 л/т	84	115	53
	Ризоактив бобові 2 л/т	92	118	69
	Мікофренд 1,5 л/га	70	111	45
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	106	130	80
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	100	126	74
Пурпурова королева	Контроль	68	114	45
	Андеріз 2 л/т	92	126	58
	Ризоактив бобові 2 л/т	96	137	63
	Мікофренд 1,5 л/га	71	116	48
	Андеріз 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	103	138	65
	Ризоактив бобові 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/га	109	142	69
	X	87,94	123,30	59,25
	SD	15,39	11,09	12,11
	CV,%	18%	9%	20%
	НІР ₀₅ А	4,89	5,44	2,23
	В	5,99	6,66	2,73
	АВ	8,50	9,42	3,87

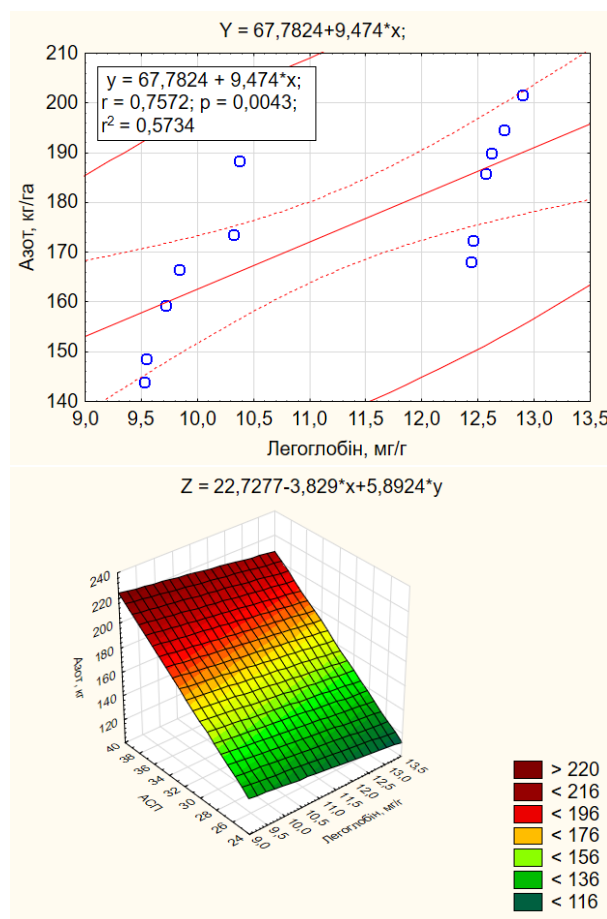
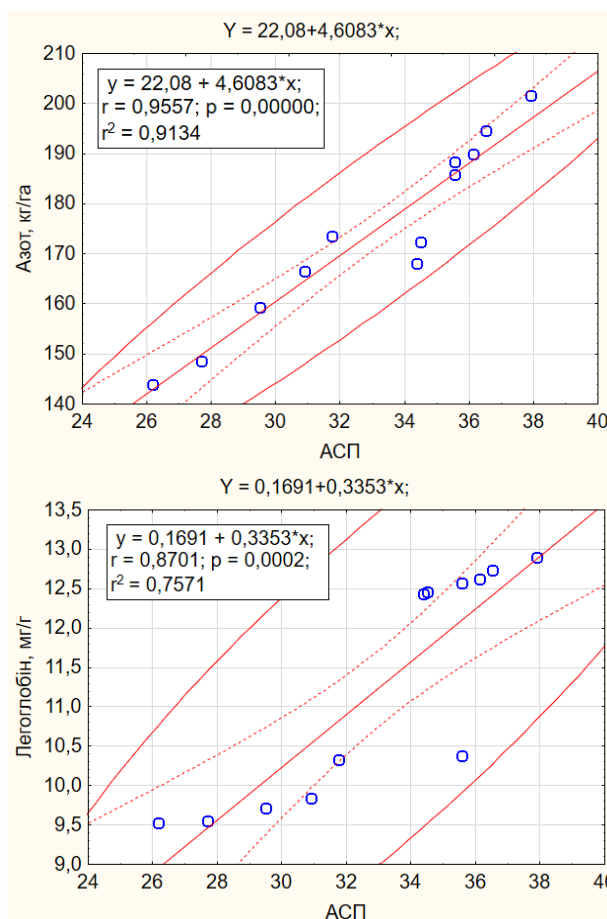


Віндзорські

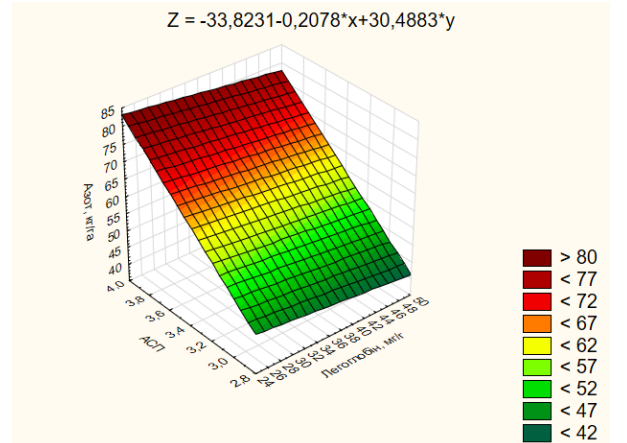
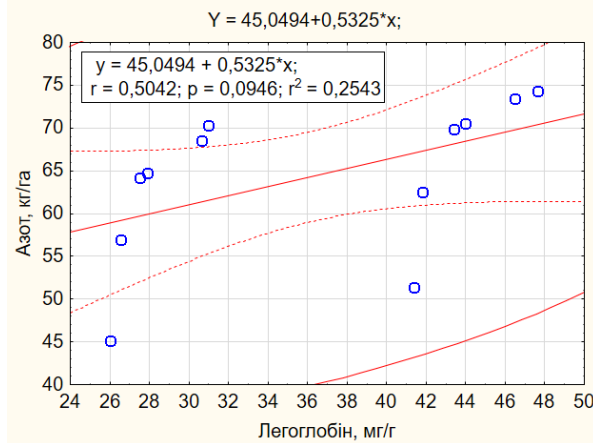
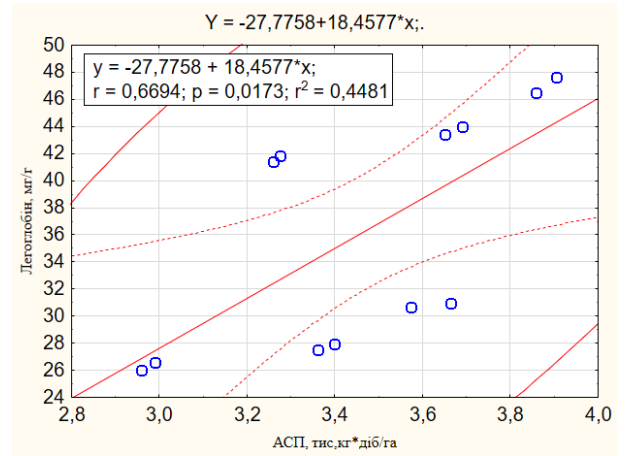
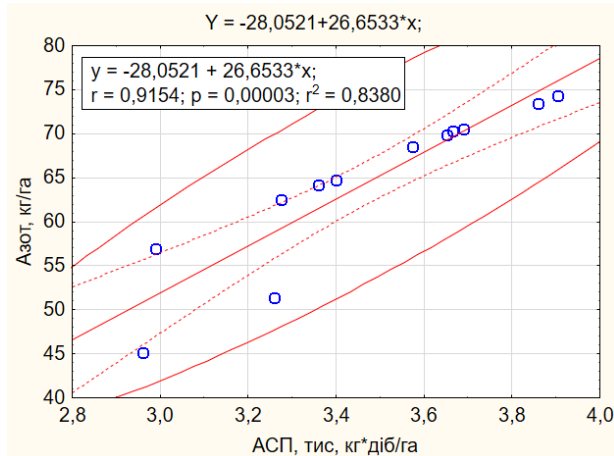


Екстра Грано Віолетто

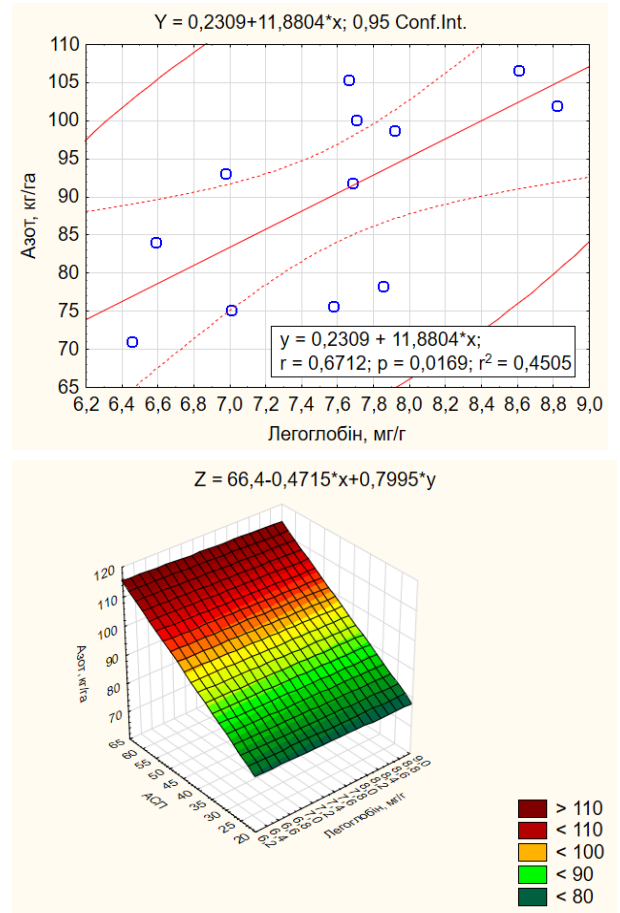
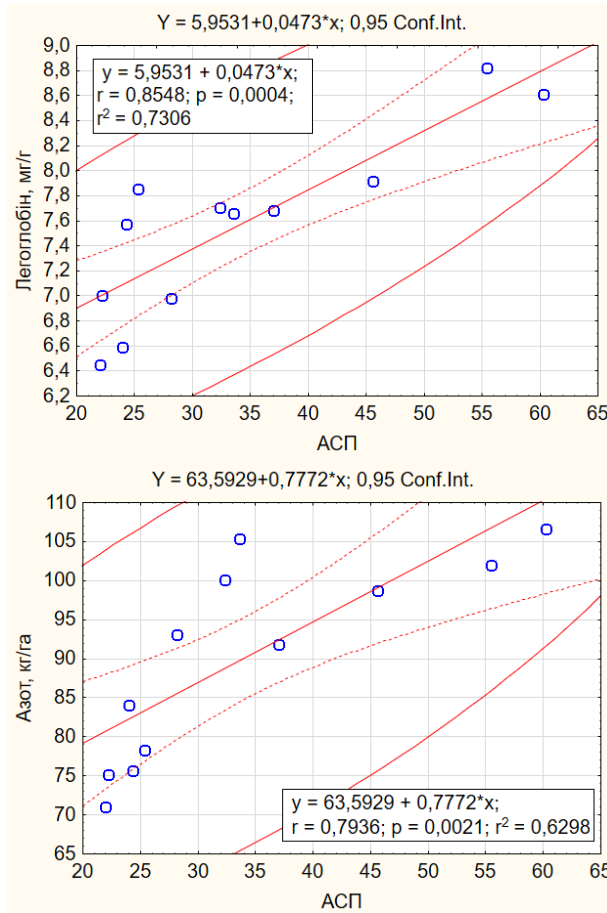
Узагальнене співвідношення маси зелених зерен і ступок бобів бобу овочевого за використання біоінокулянтів Андеріз й Ризоактив бобові окремо і сумісно з мікоризоутворювачем Мікофренд, (2020–2022)



Точкові графіки, теоретична лінія регресії й тривимірна модель залежності між показниками активності симбіотичного потенціалу сої овочевої за інокуляції й мікоризації посівів



Точкові графіки, теоретична лінія регресії й тривимірна модель залежності між показниками активності симбіотичного потенціалу квасолі спаржевої за інокуляції й мікоризації посівів



Точкові графіки, теоретична лінія регресії й тривимірна модель залежності між показниками активності симбіотичного потенціалу бобу овочевого за інокуляції й мікоризації посівів

**Маса цибулини часнику озимого сорту Любаша
за локального удобрення на фоні абсорбенту**

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив, (фактор В)	Маса цибулини, г			
		2019	2020	2021	
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	32,0	53,4	48,6	
	25 % NPK локально	26,8	41,6	43,1	
	50 % NPK локально	32,2	55,8	50,2	
	75 % NPK локально	34,0	57,6	50,9	
	100 % NPK локально	35,8	60,2	54,0	
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	50,6	65,1	48,8	
	25 % NPK локально	44,8	54,5	43,3	
	50 % NPK локально	53,0	65,2	50,5	
	75 % NPK локально	58,1	71,0	51,5	
	100 % NPK локально	62,7	77,6	55,2	
НІР _{0,05}		А	1,83	2,26	2,21
		В	2,24	2,77	2,71
		А×В	3,17	3,92	3,83

**Урожайність часнику озимого сорту Любаша
за локального удобрення на фоні абсорбенту**

Спосіб вирощування (фактор А)	Норма добрив, (фактор В)	Урожайність, т/га			
		2019	2020	2021	
Без абсорбенту	100 % NPK врозкид*	8,5	12,7	14,0	
	25 % NPK локально	7,1	9,8	9,5	
	50 % NPK локально	8,6	13,3	13,5	
	75 % NPK локально	9,0	13,7	14,4	
	100 % NPK локально	9,5	14,3	15,5	
Внесення абсорбенту 25 кг/га	100 % NPK врозкид*	14,5	16,2	14,3	
	25 % NPK локально	12,5	13,5	9,8	
	50 % NPK локально	14,8	16,2	14,0	
	75 % NPK локально	15,5	16,6	14,6	
	100 % NPK локально	16,5	18,4	16,1	
НІР _{0,05}		А	0,41	0,55	0,56
		В	0,50	0,68	0,69
		А×В	0,71	0,96	0,97

**Концентрація ефірної олії в товарній продукції васильків справжніх за
внесення різних форм абсорбенту (2019–2023 рр.)**

Ефірна олія, %		2019	2020	2021	2022	2023
Бадьорий	Контроль	1,09	1,10	0,78	1,28	0,77
	Гель	0,99	1,00	0,79	0,98	0,60
	Гранули	1,01	1,00	0,80	1,08	0,64
Рутан	Контроль	1,50	1,52	0,86	1,81	1,04
	Гель	1,30	1,32	0,91	1,12	0,89
	Гранули	1,36	1,34	0,89	1,43	0,96
	Xmed	1,21	1,21	0,84	1,28	0,82
	SD	0,19	0,19	0,05	0,28	0,16
	CV, %	16%	16%	6%	22%	19%
	НІР0.5 А	0,027	0,049	0,033	0,034	0,026
	В	0,033	0,060	0,040	0,042	0,032
	А×В	0,047	0,086	0,057	0,060	0,045

Кількість плодів гарбуза, шт/росл

		2021	2022	2023	Xmed	SD	CV,%
Сірий український	Контроль	1,10	1,00	1,2	1,10	0,08	7%
	Гель	1,10	1,10	1,2	1,14	0,06	5%
	Гранула	1,15	1,15	1,3	1,20	0,07	6%
Ювілей	Контроль	1,00	1,00	1,2	1,07	0,09	9%
	Гель	1,05	1,00	1,3	1,12	0,13	12%
	Гранула	1,07	1,10	1,3	1,16	0,10	9%
	Xmed	1,1	1,1	1,3	1,1		
	SD	0,05	0,06	0,05	0,04		
	CV, %	4%	6%	4%	4%		
	НІР0.5 А	0,028	0,022	0,042			
	В	0,034	0,027	0,052			
	А×В	0,049	0,038	0,073			

Урожайність насіння гарбуза

		2021	2022	2023	Xmed	SD	CV,%
Сірий український	Контроль	200,0	170,0	240,6	203,5	28,93	14%
	Гель	205,0	194,0	265,0	221,3	31,20	14%
	Гранула	216,0	201,0	272,0	229,7	30,55	13%
Ювілей	Контроль	205,3	176,0	250,0	210,4	30,43	14%
	Гель	210,0	198,0	268,0	225,3	30,57	14%
	Гранула	220,0	209,0	283,0	237,3	32,60	14%
	Xmed	209,4	191,3	263,1	221,3		
	SD	6,8	13,8	14,0	11,4		
	CV, %	3%	7%	5%	5%		
	HP0.5 A	5,90	5,83	8,31			
	B	7,23	7,14	10,18			
	A×B	10,23	10,11	14,39			

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

*Статті у виданнях, проіндексованих у базах даних
Web of Science Core Collection, Scopus*

1. Ulianych O., Yatsenko V., Kondratenko P., Lazariiev O., Voievoda L., Lukianets O., Adamenko D. The influence of amino acids on the activity of antioxidant enzymes, malonic dialdehyde content and productivity of garlic (*Allium Sativum* L.). *Agronomy Research*. 2020, 18(3): 2245–2258. <https://doi.org/10.15159/AR.20.172>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).
2. Havrilyuk M., Fedorenko V., Ulianych O., Kucher I., Yatsenko V., Vorobiova N. and Lazariiev O. Effect of superabsorbent on soil moisture, productivity and some physiological and biochemical characteristics of basil. *Agronomy Research*. 2021, 19(2): 394–407, <https://doi.org/10.15159/AR.21.080>. (45% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).
3. **Ulyanych O., Poltoretskyi S., Liubych V., Yatsenko A., Yatsenko V., Lazariiev O., Kravchenko V.** Effect of surface drip irrigation and cultivars on physiological state and productivity of faba bean crop. *Agraarteadus*. 2021, 32(1): 139–149. <https://doi.org/10.15159/jas.21.14>. (65% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).
4. Yatsenko V., Poltoretskyi S., Mostoviak I., Vorobiova N., Lazariiev O., Kravchenko V.. The effect of superabsorbent and different rates of the local fertilizer on garlic productivity in the forest-steppe of Ukraine. *Agraarteadus*. 2022, 33(1): 209–221. <https://doi.org/10.15159/jas.22.21>. (80% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).
5. Yatsenko V., Poltoretskyi S., Yatsenko N., Poltoretska N., Mazur, O. Agrobiological assessment of green bean varieties by adaptability, productivity, and nitrogen fixation. *Scientific Horizons*. 2023, 26(7): 79–94. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2023.79>. (90% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).
6. Yatsenko V., Yatsenko N., Karpenko V., Poltoretskyi S., Lazariiev O., Kravchenko V., Chynchyk O., Vyshnevskya L., Tretiakova S., Kozyrsky D. Agrobiological assessment of productivity and nitrogen fixation of vegetable soybean (edamame) in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 2023, 21(2): 1006–1026, <https://doi.org/10.15159/AR.23.097>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології

досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

7. Yatsenko V., Sichkar A., Rogalskyi S., Vyshnevskaya L., Kostiyuk M. (). Ecological plasticity, stability, and nitrogen-fixing capacity of edible bean cultivars in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2024, 25(6): 31–50. <https://doi.org/10.48077/scihor6.2024.31>. (75% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

8. Yatsenko V., Yatsenko N., Mostoviak I., Lazariev O., Zhilyak I., Novak Y., Kravchenko V., Musiienko L., Krykun S. Influence of the Weather Conditions on the Efficiency of Absorbents in the Vegetable Crop Rotation System and on the Stock of Productive Soil Moisture. *Acta fytotechn zootechn*, 27, 2024(3): 250–265. <https://doi.org/10.15414/afz.2024.27.03.250-265>. (60% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

9. Улянич О. І., Яценко В. В., Шевчук К. М., Остапенко Н. О. Ріст і урожайність часнику залежно від сорту в Правобережному Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. Вип. 97. Ч.1. 249–259. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-97-1-249-259>. (30% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

10. Яценко В. В. Біологічні основи продуктивності часнику озимого різних репродукцій. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2021. Вип. 98. Ч. 1. 126–141. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-1-126-141>.

11. Яценко В. В., Улянич О. І. Біохімічний метод оцінки передселекційних вихідних форм і сортів часнику за стійкістю до ураження грибковими хворобами. *Овочівництво і багтанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 2021. Вип. 69. С. 43–54. (80% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

12. Яценко В. В., Шевчук К. М., Бойко А. І., Половинчук О. Ю. Агробіологічна оцінка колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (Kuzn.). *НАУКОВІ ПРАЦІ ІНСТИТУТУ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ*. Вип. 29, 2021. С. 202–209. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244481>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

13. Яценко В. В. Сортові особливості формування нодуляційного апарату бобових культур за використання інокулянтів і

мікоризоутворювального препарату. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, 2021. Вип. 99. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 100–114. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-1-100-114>.

14. Яценко В. В. Формування продуктивності сої овочевої за використання біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2022. вип. 125. С. 111–118. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.16>

15. Яценко В. В. Сортові особливості формування продуктивності бобів овочевих за використання біоінокулянтів і мікоризоутворювача. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2022, вип. 126. С. 106–113. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.15>.

16. Яценко В. В. Вплив обробки посівів часнику амінокислотами на збереженість цибулин. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2022, 48(2): 181–187. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.24>

17. Яценко В. В. Селекційна цінність нестрілкуючих форм часнику озимого. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022, 18(3): 184–195. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.3.2022.268999>

18. Яценко В. В., Воробйова Н. В. Продукційні процеси посівів помідора за використання абсорбуючих матеріалів в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2022, вип. 127. С. 186–191. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.23>. (65% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

19. Яценко В. В., Воробйова Н. В. Адаптивний потенціал колекції *Allium sativum* L. subsp. *Sagittatum* Уманського національного університету садівництва. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022, 18(4): 262–272. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273987>. (80% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

20. Яценко В. В. Адаптивна здатність та селекційна цінність колекційних зразків сої овочевої. *Овочівництво і багтанництво*. 2022, 72: 41–52. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-72-41-52>.

21. Яценко В. В., Улянич О. І., Яценко Н. В., Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В. Порівняльна характеристика селекційних і місцевих форм часнику за показниками харчової цінності. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2023, 19(1): 58–67. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.1.2023.277772>. (60% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

22. Яценко В. В., Воробйова Н. В., Яценко А. О., Рогальський С. В., Січкара А. О. Формування продуктивності гарбуза великоплідного за післядії

абсорбентів. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2023, вип. 130. С. 301–306. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.41>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

23. Яценко В. В., Яценко Н. В., Рогальський С. В., Січкара А. О., Новак Ю. В. Формування продуктивності сортів амаранту в Правобережному Лісостепу України за дії абсорбенту MaxiMarin. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2023, 19(4): 249–256. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.291231>. (75% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

24. Yatsenko V., Yatsenko N., Ulianych O., Mostovia I., Karpenko V. Адаптивно-продуктивний потенціал часнику ярого колекції Уманського національного університету садівництва. *Овочівництво і багунництво*. 2023, 74: 51–64. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2023-74-51-64>. (70% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

25. Яценко В. В., Яценко Н. В., Улянич О. І., Рогальський С. В., Січкара А. О., Яценко А. О., Войняк О. А. Оцінювання сортів й перспективних зразків *Allium sativum* L. колекції Уманського національного університету садівництва за лежкістю в неконтрольованих умовах *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024, Вип. 104. Ч. 1. 266–275. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-266-275>. (80% авторства: ідея та її теоретичне обґрунтування, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів та статистична обробка даних, підготовка до публікації).

26. Яценко В. В. Модель сорту часнику, розроблена на основі колекції генотипів Уманського національного університету садівництва. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, № 2, 2024, С. 18–24. DOI <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-2-18-25>.

27. Яценко В. В., Яценко Н. В., Яценко А. О., Феценко В. В., Луценко І. С. Сортова продуктивність квасолі овочевої за використання біоінокулянтів окремо й сумісно з мікоризою. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва* 2024. Вип. 105. Ч. 1: *Сільськогосподарські науки*. С. 38–47. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-105-1-38-47.

Отримання українських охоронних документів на об'єкти інтелектуальної власності:

28. Свідоцтво про авторство на сорт Аполлон часник (*Allium sativum* L.) від 08.12.2022. №220651. Автори: Яценко В. В., Улянич О. І. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 21129002 дата подання: 26.10.2021). Випуск № 6,

2022. С. 768. (80 % авторства: ідентифікація, виділення форм для селекційної практики, комплексна оцінка сорту і екологічне впровадження). URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/buletен/2022/B_6_2022.pdf

29. Свідоцтво про авторство на сорт Джованна часник (*Allium sativum* L.) від 08.12.2022. № 220652. Автори: Яценко В. В. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 22129002 дата подання: 20.04.2022). Випуск № 6, 2022. С. 769. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/buletен/2022/B_6_2022.pdf

30. Свідоцтво про авторство на сорт Глорія часник (*Allium sativum* L.) від 31.05.2023. №230331. Автори: Яценко В. В. *Бюлетень Міністерства аграрної політики та продовольства України «Охорона прав на сорти рослин»* (заявка № 23129001 дата подання: 10.02.2023). Випуск № 5, 2023. С. 44. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/6482ed93c7f01.pdf>

31. Свідоцтво № 220743 про державну реєстрацію сорту рослин назва сорту Аполлон часник (*Allium sativum* L.). Яценко В. В., Улянич О. І. Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 08.12.2022. (50 % авторства: ідентифікація, виділення форм для селекційної практики, комплексна оцінка сорту і екологічне впровадження).

32. Свідоцтво № 220744 про державну реєстрацію сорту рослин назва сорту Джованна часник (*Allium sativum* L.). Яценко В. В. Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 08.12.2022.

33. Свідоцтво № 230363 про державну реєстрацію сорту рослин назва сорту Глорія часник (*Allium sativum* L.). Яценко В. В. Дата державної реєстрації майнового права інтелектуальної власності на поширення: 30.05.2023.

34. Пат. 230297 на сорт рослин Глорія «Часник». Яценко В. В. Заявка № 23129001 Назва сорту: Глорія Володілець Уманський національний університет садівництва заявл.: 10.02.2023, опубл. 15.05.2023. Патент № 230297.

35. Пат. 230314 на сорт рослини Джованна «Часник». Яценко В. В. Заявка № 22129002 Назва сорту: Джованна Володілець Уманський національний університет садівництва заявл.: 20.04.2022, опубл. 23.06.2023. Патент № 230314.

36. Пат. 230313 на сорт рослин Аполлон «Часник». Яценко В. В., Уляни О. І. Заявка № 21129002 Назва сорту: Аполлон Володілець Уманський національний університет садівництва заявл.: 26.10.2021, опубл. 23.06.2023. Патент № 230313.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

37. Яценко В. В., Улянич О. І. Продуктивність часнику озимого сорту Любаша за обприскування рослин органічними кислотами. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у*

Крутах – 2020», 12 березня 2020 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН. 2020. Т. 3. С. 186–190.

38. Yatsenko V., Ulianych O. The influence of amino acids on the activity of antioxidant enzymes, productivity and storage of garlic. *Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (26 червня 2020 р.)* / Редкол.: Улянич О. І. (відп. ред.) та ін. Умань: ВПЦ «Візаві», 2020. С. 53–54.

39. Yatsenko V. Effect of iron, zinc and boron on the physiological state, productivity and storability of garlic cv. Lyubasha. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (23 липня 2020 р., сел. Селекційне Харківської обл.)* / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. Т. 2. С. 174–176.

40. Яценко В. В. Вплив краплинного зрошення на продуктивність сортів бобу овочевого. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VI наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2021»*, 11 березня 2021 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН; відп. за вип. О.В. Позняк: у 4 т. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2021. Т. 4. С. 153–156.

41. Кучер І. О., Яценко В. В. Ефективність застосування різних форм суперабсорбентів у посівах васильків справжніх. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (20 травня 2021 р., сел. Селекційне Харківської обл.)* / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. Т. 2. С. 79 – 81.

42. Яценко В.В. Агробіологічне оцінювання колекційних сортів сої овочевої в умовах Лісостепу України. *Природничі науки в системі освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (7-8 квітня 2022 року, м. Умань)*. Умань, 2022. С. 53–56

43. Яценко В. В. Сортіві особливості формування нодуляційного апарату бобових культур за використання біоінокулянтів та мікоризо утворюючого препарату. *Природничі науки в системі освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (7–8 квітня 2022 року, м. Умань)*. Умань, 2022. С. 56–59

44. Яценко В. В. Селекційно-імунологічне оцінювання передселекційних вихідних форм і сортів часнику. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 29 квітня 2022 р.)* / НААН, МПП ім. В. М. Ремесла, М-во аграр. Політики та прод. України, Укр. Ін.-т експертизи сортів рослин. 2022. С. 126–127.

45. Яценко В. В. Продуктивність часнику озимого сорту Любаша за обприскування рослин органічними кислотами. *Науково-технологічне та методичне забезпечення виробництва екологічної, конкурентоспроможної*

сільськогосподарської продукції в сучасних умовах. Збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції. Умань, 15 червня 2022 року. / під ред. членкор. НААН, д.с.г.н., проф. Олени УЛЯНИЧ. Ред.-вид. відділ УНУС, Умань, 2022. С. 23–25.

46. Яценко В. В. Біоресурсний потенціал уманської колекції часнику. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2023», 2 березня 2023 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН: у 2 т. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2023. Т. 2. С. 321–325.*

47. Яценко В. В. Вплив суперабсорбенту та різних норм локального удобрення на продуктивність часнику. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 30 березня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 187–189.*

48. Яценко В. В. Адаптивний потенціал селекційних та місцевих форм часнику озимого. *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети: збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції. Одеса: Олді+, 2023. С. 216–217.*

49. Полторецький С., Яценко В. Фіксація біологічного азоту соєю за використання біоінокулянтів сумісно з мікоризоутворювачем. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» Частина 1. (Україна, Київ, 6–7 липня 2023 р.). С. 140–143.*

50. Яценко В. Екологічна пластичність й стабільність *Allium sativum L. subsp. Sagittatum* колекції Уманського національного університету садівництва. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження видатної селекціонерки часнику Лідії Ліщак 28–29 березня 2024. «Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції».* Дубляни, 2024. С. 21–23.

***Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації
Рекомендації виробництву***

51. Яценко В. В., Улянич О. І., Яценко Н. В. Технологія вирощування часнику. Рекомендації виробництву. Умань: Уманський національний університет садівництва, 2024 р. 42 с.