

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КОВШАКОВА ТЕТЯНА СЕРГІЇВНА

УДК: 633.358:631.53.04:631.811

ДИСЕРТАЦІЯ

ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ
ПОСІВІВ

Спеціальність 201 «Агрономія»

(Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Т. С. Ковшакова

Науковий керівник:
Аверчев Олександр Володимирович,
доктор сільськогосподарських наук,
професор

Херсон – 2024

АНОТАЦІЯ

***Ковшакова Т. С.* Вплив біостимуляторів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посіву. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

У дисертаційній роботі представлено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з вивчення технологій, які впливають на адаптаційні процеси продуктивності гороху під впливом мінливих природно-кліматичних умов. Для мінімізації негативного впливу природних чинників використовувалися біодобрива та мікроелементи, що містять біологічно активні речовини, завдяки чому розроблено варіативні методи впливу на ріст і розвиток рослин гороху.

Забезпечення населення екологічно чистими, багатими на білок продуктами дієтичного спрямування є важливою проблемою, яка потребує нагального вирішення. Виробництво гороху, який відзначається високою поживною цінністю, в Україні стрімко зростає, що робить розробку технологій для його раціонального вирощування надзвичайно актуальною. Однією з таких технологій є ресурсозберігаючі методи, що передбачають використання мінімальних доз синтетичних добрив і стимуляцію азотфіксуючих бульбочкових бактерій за допомогою біопрепаратів та мікродобрив. Такі підходи є не тільки економічно вигідними, але й екологічно безпечними, оскільки вони мінімізують негативний вплив на довкілля.

Наукова новизна одержаних результатів полягала у визначенні найбільш адаптованих сортів гороху для вирощування в незрошуваних умовах Півдня України, а також у виборі ефективних біостимуляторів для підвищення їхньої продуктивності.

Метою наших досліджень було встановлення особливостей росту й розвитку різних сортів гороху під впливом біостимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт» у порівнянні з мікроелементами бором і молібденом та контролем (обробка посівів водою), а також впливу вказаних препаратів на продуктивність культури.

Дослідження проводили за схемою трифакторного польового дослідю.

Фактор А. Сорти гороху. Об'єктом дослідження були три сорти гороху – Оплот, Модус, Світ, які були внесені до реєстру сортів України. Завданням досліджень було виявлення найбільш ефективного сорту для Південного Степу України.

Фактор В. Обробіток посівів стимуляторами. У досліді вивчали чотири варіанти обробки посівів – вода (контроль), Мо+Во, «Біо-гель», «Хелатит».

Фактор С. Густота посівів. При вивченні ефективності сортів використовували три густоти посівів: 0,9; 1,2; 1,5 млн/га. Діапазон густот посівів був обраний з аналізу рекомендацій виробників і літературних джерел.

Польові досліді з вивчення продуктивності сортів гороху закладалися щорічно на дослідному полі ДВНЗ ХДАУ, нині – науково-дослідної виробничої ділянки Херсонського державного аграрно-економічного університету впродовж 2019–2021 років відповідно до загальноприйнятої методики за встановленою схемою в чотириразовому повторенні. Обробку проводили у фазі вусоутворення та бутонізації.

Повторність дослідю – чотириразова. Посівна площа ділянки – 72 м², облікова – 50 м².

Усі спостереження проводили на всіх варіантах дослідю у двох несуміжних повтореннях.

Технологія вирощування гороху в досліді була загальноприйнятою для зони Південного Степу.

За результатами досліджень встановлено, що філогенетичний фактор мав найменший вплив на тривалість вегетаційного періоду сортів гороху Оплот, Модус та Світ, оскільки всі вони належать до середньостиглої групи з тривалістю вегетації 70–80 днів за однакових умов вирощування. Значно більше на цей показник впливала густота стояння рослин: зі зменшенням густоти з 1,5 млн/га до 0,9 млн/га вегетаційний період подовжувався, що, ймовірно, пояснюється збільшенням площі живлення кожної рослини і, відповідно, покращенням їх забезпеченості поживними речовинами та вологою. Крім того, біостимулятори та мікроелементи також мали значний

вплив. Препарат «Біо-гель» подовжував вегетаційний період на 7-8 днів порівняно з контролем на всіх варіантах досліду. Обробка «Біо-гелем» у фазі вусоутворення і бутонізації збільшувала тривалість вегетаційного періоду на 7-8 днів, препарат «Хелафіт» подовжував його на 5-6 днів, а суміш бору і молібдену – на 4-6 днів, що свідчить про їх високу фізіологічну активність та ефективність. Уперше для умов Півдня України встановлено, що застосування бору, молібдену та біостимуляторів «Хелафіт» та «Біо-гель» для обробки посівів у фазі вусоутворення та бутонізації – запорука підвищення продуктивності досліджуваних сортів гороху. Встановлено, що обробіток посівів біостимуляторами та мікроелементами призводив до збільшення якісних показників у відсотковому відношенні більше, ніж у кількісному. Застосування мікроелементів давало приріст у середньому на рівні 29–38%, «Хелафіту» – на 39–54% та «Біо-гелю» – на 53–62%. Одержані дані щодо впливу досліджуваних факторів на кількісний показник азотофіксуючих бактерій свідчать, що кількість бульбочок азотобактеру на коренях 10 рослин гороху в досліджуваних сортах залежала насамперед від погодних умов року проведення дослідів, пов'язаних в основному зі зволоженням ґрунту, тому що при зниженні вологи до 55–60% від НВ кількість колоній бактерій на коренях значно зменшується, їх ріст і розвиток сповільнюється.

Досліджувані сорти відносяться до безлиستкових «вусатих» форм, в яких верхній ярус замість листків утворює вуса, що беруть активну участь у фотосинтезі, забезпечуючи 40–47% від загальної асиміляції. В результаті експериментів встановлено, що дворазова обробка посівів сумішшю бору та молібдену підвищувала врожай насіння на 0,19–0,49 т/га (7,1–17,3%). Використання «Хелафіту» збільшувало врожайність на 0,17–0,52 т/га (8,1–20,3%). Найбільш виражений ефект спостерігався при застосуванні «Біо-гелю», що забезпечував приріст урожаю на 0,44–0,70 т/га (18,3–26,3%). Максимальне збільшення врожайності – 0,70 т/га (26,3%) – було отримано у сорту Світ при густоті 1,2 млн/га, сорту Оплот – 0,64 т/га (21,3%) при густоті 0,9 млн/га, а сорту Модус – 0,57 т/га (22,3%) при густоті 1,2 млн/га. За підсумками досліджень, найвищі показники врожайності було досягнуто у

сорту Оплот, який при обробці «Біо-гелем» дав 3,64 т/га при густоті 0,9 млн/га, а сорт Світ – 3,50 т/га при густоті 1,2 млн/га. Сорт Модус показав максимальну врожайність 3,12 т/га при густоті 1,2 млн/га.

Обробка мікроелементами та біостимуляторами збільшувала масу 1000 насінин на 6–17% порівняно з контролем.

Внесення цих препаратів також сприяло збільшенню кількості квіток на рослині: «Біо-гель» підвищував їх кількість у сорту Оплот на 20,3%, у сорту Модус – на 21,0%, а в сорту Світ – на 22,4%. Кількість бобів, що утворювалися, залежала від сорту. На контрольних зразках (обробка водою) сорти Оплот і Світ формували 4,3–5,1 бобів на рослину, і цей показник збільшувався зі зменшенням густоти посівів. Препарат «Біо-гель» забезпечував приріст кількості насінин на рослину: у сорту Оплот – на 6,0 шт., у сорту Модус – на 4,0 шт., у сорту Світ – на 4,5 шт. Препарат «Біо-гель» також мав найбільший вплив на вихід зерна з бобів порівняно з необробленими варіантами, незалежно від сорту.

Щодо білкової продуктивності, сорти Оплот і Світ показали найвищі результати. Сорт Оплот забезпечив білковий вихід 0,80 т/га при густоті 0,9 млн/га при обробці «Біо-гелем», а сорт Світ – 0,81 т/га при густоті 1,2 млн/га і 0,80 т/га при 0,9 млн/га за тієї ж обробки. Інші варіанти давали білковий вихід в межах 0,46–0,76 т/га, при цьому кращі варіанти перевищували контроль (обробка посівів водою) на 12–13%.

Кількість утворених бобів також значною мірою залежала від сорту. У контрольних варіантах сорти Оплот і Світ формували 4,3–5,1 бобів на рослину, а сорт Модус мав 3,9 бобів при густоті 1,5 млн/га та 4,3 боби при 0,9 млн/га, що було на 16% менше, ніж у інших сортів.

Застосування препарату «Біо-гель» сприяло збільшенню кількості насінин на одну рослину, забезпечивши приріст на 6,0, 4,0 та 4,5 шт. відповідно по сортах згідно схеми дослідів.

Препарат «Біо-гель» мав найбільший вплив на вихід зерна в порівнянні з необробленими варіантами. Його застосування підвищувало цей показник до

82–83%, що перевищувало контрольні значення (79–80%) на 5,1%. Відмінностей між досліджуваними сортами не виявлено.

Застосування мікроелементів і біостимуляторів збільшує рентабельність усіх досліджуваних сортів гороху, а найвищим цей показник є при обробці посівів препаратом «Біо-гель».

На економічні показники при вирощуванні гороху впливали певною мірою всі досліджувані фактори – сорт, густота посівів, біостимулятори. Кращим виявився сорт Оплот, який за густоти посіву 0,9 млн/га та двократній обробці препаратом «Біо-гель» давав прибуток 21900 грн/га, забезпечуючи рентабельність на рівні 100,6%. Дещо поступався йому сорт Світ із прибутком 19049 грн/га та рентабельністю 89,2% за тих же умов вирощування. Сорт Модус мав ці показники на рівні 15119 грн/га та 67,7% за густоти посівів 1,2 млн/га, що вказує на його слабку адаптивність до умов Півдня України.

Найбільше енергії з урожаєм накопичував сорт Оплот за густоти 0,9 млн/га та обробці посіву препаратом «Біо-гель» – на рівні 64,39 ГДж/га за роки досліджень, при цьому енергетичний коефіцієнт досягав значення 2,64. Гарні енергетичні показники були в сорту Світ, який накопичував 61,92 ГДж/га енергії з коефіцієнтом 2,32. Сорт Модус помітно поступався вказаним сортам за цими показниками.

Проведені дослідження вказують на те, що двократне застосування препарату «Біо-гель» сприяє покращенню фітосанітарного стану посівів гороху, знижує «пестицидний тиск» на довкілля та дозволяє певною мірою «біологізувати» технологію вирощування гороху в зоні Півдня України.

Крім того, двократна обробка посівів цим препаратом дозволяє значно підвищити урожайність досліджуваних сортів гороху, покращити показники якості його зерна та забезпечити економічне використання вологи.

Ключові слова: сорти гороху, біологізація вирощування, густота посівів, мікроелементи, біостимулятори, «Біо-гель», «Хелафіт», фенологія, біометрія, урожайність, структура, якість.

ABSTRACT

Kovshakova T. S. The impact of bio-stimulators and microelements on the productivity of pea varieties with different plant densities. – A qualifying paper submitted as a manuscript.

The thesis presents the theoretical substantiation and results of experimental research into technologies affecting the adaptation processes of pea productivity under the influence of changing natural-climatic conditions. To minimize the negative effect of natural factors, bio-fertilizers and microelements containing biologically active substances were used. Do to this, various methods for affecting the growth and development of pea plants were proposed.

Providing people with environmentally friendly dietary products, rich in protein, is an important problem that needs to be solved urgently. The production of peas characterized by high nutritional value is growing rapidly in Ukraine that makes the development of technologies for efficient cultivation highly important. One of such technologies is resource-saving methods involving the use of minimal doses of synthetic fertilizers and stimulation of nitrogen-fixing rhizobium bacteria by means of bio-preparations and micro-fertilizers. Such approaches are not only cost-effective but also environmentally friendly since they minimize the negative impact on the environment.

The scientific novelty of the obtained results consists in identifying the most adapted pea varieties for growing under non-irrigated conditions of the South of Ukraine, and also in selecting effective bio-stimulators for increasing their productivity.

The purpose of our research was to identify the peculiarities of the growth and development of different pea varieties under the influence of the bio-stimulators «Bio-gel» and «Khelafit» in comparison with the microelements of boron and molybdenum, and the control (crop treatment with water), and also the impact of these preparations on the crop productivity.

The research was conducted according to the scheme of a three-factor field experiment.

Factor A. Pea varieties. Three pea varieties – Oplot, Modus, and Svit included into the register of varieties in Ukraine – were the research object. The task of the research was to find the most efficient pea variety for the Southern Steppe of Ukraine.

Factor B. Crop treatment with bio-stimulators. Four variants of the crop treatment – water (control), Mo+Bo, «Bio-gel», and «Khelafit» were studied in the experiment.

Factor C. Plant density. When examining the variety efficiency, three plant densities were used: 0,9; 1,2; 1,5 mln/ha. The range of the plant densities was selected on the basis of the analysis of the producers' recommendations and literature sources.

Field experiments aimed at studying the productivity of pea varieties were conducted annually in the research field of the SHEI KSAU, at present – on the research production plot of Kherson State Agrarian and Economic University in 2019–2021 according to the generally accepted methodology and the established scheme in four replications. Crops were treated at the stages of tendril formation and budding.

The experiment was repeated four times. The crop area of the plot was 82 m², the accounting area was 50 m².

All the observations were conducted with all the experiment variants in two non-contiguous replications.

The technology for pea production in the research was generally accepted for the zone of the Southern Steppe.

The research allowed for establishing that the phylogenetic factor had the least effect on the length of the growing season in the researched varieties Oplot, Modus, and Svit since all these varieties belong to the middle maturity group with the length of the growing season of 70–80 days under the same growing conditions. Plant density had a more considerable impact on this indicator: the length of the growing season increased as the plant density decreased from 1.5 mln/ha to 0.9 mln/ha which is obviously related to an increase in the nutrition area of individual plants and, therefore, to the improvement of their mineral nutrition and moisture supply. Bio-

stimulators and microelements also had a considerable impact. The preparation «Bio-gel» increased the length of the growing season by 7–8 days in comparison with the control in all the variants of the experiment. Treatment with «Bio-gel» at the stages of tendril formation and budding increased the length of the growing season by 7–8 days, the preparation «KhelaFit» increased it by 5–6 days, and the mixture of boron and molybdenum – by 4–6 days, which testifies to their high physiological effect and efficiency. For the first time for the conditions of the South of Ukraine, it was established that application of boron, molybdenum, and the bio-stimulators «KhelaFit» and «Bio-gel» for crop treatment at the stages of tendril formation and budding ensures an increase in the productivity of the researched pea varieties. It was found that crop treatment with bio-stimulators and microelements led to a larger increase in qualitative indicators than in quantitative indicators in terms of percentage. Application of microelements resulted in an average increase by 29–38%, «KhelaFit» – by 39–54% and «Bio-gel» – by 53–62%. The obtained data on the impact of the researched factors on the quantitative indicator of nitrogen-fixing bacteria indicate that the number of rhizobia of nitrogen-fixing bacteria on the roots of 10 pea plants in the researched varieties mainly depended on the weather conditions of the year of conducting the experiment, which were largely related to soil moisture, since the number of bacterial colonies on the roots considerably fell, their growth and development slowed down when the moisture decreased to 55–60% of the lowest moisture content.

The examined varieties belong to the so-called leafless «tendril» type, which is characterized by the formation of tendrils in the upper tier instead of leaves which actively participate in photosynthesis ensuring 40–47% of the total assimilation. According to the research findings, it was established that double treatment of pea crops with the mixture of boron and molybdenum increased the seed productivity by 0.19–0.49 t/ha (7.1–17.3%). Application of «KhelaFit» raised the productivity by 0.17–0.52 t/ha (8.1–20.3%). The most significant effect was observed in the application of «Bio-gel», which ensured an increase in the grain yield by 0.44–0.70 t/ha (18.3–26.3%). The maximum increase in the yield – 0.70 t/ha (26.3%) – was obtained in the variety Svit with the plant density of 1.2 mln/ha, in the variety

Oplot – 0.64 t/ha (21.3%) with the plant density of 0.9 mln/ha, and in the variety Modus – 0.57 t/ha (22.3%) with the plant density of 1.2 mln/ha. Over the years of research, the highest indicators of productivity were observed in the variety Oplot which amounted to 3.64 t/ha under crop treatment with the preparation «Bio-gel» with the plant density of 0.9 mln/ha, and in the variety Svit – 3.50 t/ha with the plant density of 1.2 mln/ha. The variety Modus showed the maximum average productivity of 3.12 t/ha with the plant density of 1.2 mln/ha.

Crop treatment with micro-elements and bio-stimulators raised the weight of 1000 pea seeds by 6–17% in comparison with the control.

Application of these preparations also contributed to an increase in the number of flowers per plant: «Bio-gel» increased their number by 20.3% in the variety Oplot, by 21.0% in the variety Modus, and by 22.4% in the variety Svit. The number of beans mainly depended on the variety. In the control variants (crop treatment with water), the varieties Oplot and Svit formed 4.3–5.1 beans per plant and this indicator rose when the plant density decreased. The preparation «Bio-gel» ensured an increase in the number of seeds per plant: in the variety Oplot – by 6.0 pcs, in the variety Modus – by 4.0 pcs, and in the variety Svit – by 4.5 pcs. The preparation «Bio-gel» also had the greatest effect on the grain yield in comparison with untreated variants regardless of the variety.

In terms of protein productivity, the varieties Oplot and Svit showed the highest results. The variety Oplot generated the protein content of 0.80 t/ha with the plant density of 0.9 mln/ha and the crop treatment with the preparation «Bio-gel» and the variety Svit – 0.81 t/ha with the plant density of 1.2 mln/ha under the same crop treatment. Other variants had protein content at the level of 0.46–0.76 t/ha, and the best variants surpassed the control (crop treatment with water) by 12–13%.

The number of beans also mainly depended on the variety. In the control there were more beans in the varieties Oplot and Svit – 4.3–5.1 pcs per plant, and the variety Modus had 4.3 beans per plant with the plant density of 1.5 mln/ha and 4.3 with the plant density of 0.9 mln/ha, i.e. by 16% less than in the other varieties.

Application of the preparation «Bio-gel» contributed to an increase in the number of seeds per plant at the level of 6.0, 4.0, and 4.5 pcs respectively according to the research scheme.

The preparation «Bio-gel» had the greatest effect on the grain yield in comparison with untreated variants. When it was applied, this indicator rose to 82–83% exceeding the control values (79–80%) by 5.1%. No difference was identified by the researched varieties.

Application of microelements and bio-stimulators increases profitability of all the researched pea varieties, and this indicator is the highest one when the crops are treated with the preparation «Bio-gel».

All the researched factors – varieties, plant density, and bio-stimulators – affected economic indicators to a certain extent. The variety Oplot appeared to be the best one: it showed the profit of 21900 UAH/ha and the profitability of 100.6% with the plant density of 0.9 mln/ha and double crop treatment with the preparation «Bio-gel». The variety Svit was slightly inferior to it with the profit of 19049 UAH/ha and the profitability of 89.2% under the same growing conditions. The variety Modus had these indicators at the level of 15119 UAH/ha and 67.7% with the plant density of 1.2 mln/ha, which indicates its poor adaptability to the conditions of the South of Ukraine.

The variety Oplot accumulated the largest amount of energy in the yield with the plant density of 0.9 mln/ha and crop treatment with the preparation «Bio-gel» – at the level of 64.39 GJ/ha over the years of research with the energy coefficient amounting to 2.64. Good energy indicators were observed in the variety Svit which accumulated the energy of 61.92 GJ/ha with the coefficient of 2.32. The variety Modus was significantly inferior to the above varieties by these indicators.

Our research testifies that double application of the preparation «Bio-gel» contributes to the improvement of the phytosanitary condition of pea crops, reduces «pesticide pressure» on the environment, and allows for «biologization» of the technology for pea production in the South of Ukraine to a certain extent.

Moreover, double crop treatment with this preparation allows for increasing the productivity of the researched pea varieties significantly, improving the indicators of its grain quality, and ensuring economical use of moisture.

Keywords: pea varieties, biologization of cultivation, plant density, microelements, bio-stimulators, «Bio-gel», «Khelafit», phenology, biometrics, productivity, structure, quality.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікація монографій

1. Аверчев О. В., **Ковшакова Т. С.** Вплив біологізації елементів агротехніки сортів гороху за різної густоти шляхом обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами на його біометричні показники в незрошуваних умовах південного степу України : *Scientific monograph. Development trends of the world agriculture in the XXIst century: the view of the modern scientific community*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. С. 28–59. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-203-6-2>

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних науко-метричних баз даних

2. Онищенко С.О., Алмашова В.С., **Ковшакова Т.С.** Екологічна оцінка моніторингу видового складу регульованих шкідливих організмів та оцінка порога їхньої шкодочинності для сільськогосподарської продукції Херсонської області. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2020. №112. С.270–274. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.38>;
3. Аверчев О.В., **Ковшакова Т.С.** Вплив біостимуляторів та мікроелементів на фенологічні показники сортів гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2022. №123. С.3–8 URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.1>;
4. Аверчев О.В., **Ковшакова Т.С.** Вплив стимуляторів росту та мікроелементів на формування азотофіксуючого апарату гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2023. №134. С. 64–71. URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.10>;
5. Аверчев О.В., **Ковшакова Т.С.** Вплив мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2024. №136. С. 3–11. URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.1>;
6. **Ковшакова Т.С.** Вплив мікроелементів та біостимуляторів на формування генеративних органів гороху при різних густотах посівів.

Матеріали науково-практичних конференцій

7. Онищенко С. О., **Ковшакова Т. С.**, Мартинов І. М. Вплив біодобрив і мікродобрив на продуктивність гороху та кадастрові показники якості ґрунтів територіальних громад (ТГ) Херсонської та Миколаївської областей. II Всеукраїнська науково-практична конференція *«Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення»* (05-06 березня 2019р., Херсон), С.165–169. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/3863-2019-04-22-1k.html>;
8. Аверчев О. В., Онищенко С. О., Алмашова В. С., **Ковшакова Т. С.** Способи корегування якості «зеленого горошку» з допомогою біодобрив та мікроелементів. Міжнародна науково-практична конференція *«Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності»*(14–15 березня 2019 року, Херсон), С.45–48. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/3566-20181227-9.html>;
9. Аверчев О.В., **Ковшакова Т.С.** Розробка адаптивних технологій вирощування гороху. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки *«Сучасна наука: стан та перспективи розвитку»* (23 травня 2019 року, Херсон), С.39–45. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/4833-всеукраїнська-науково-практична-конференція-молодих-вчених-з-нагоди-дня-науки-сучасна-наука-стан-та-перспективи-розвитку-23-травня-2019-рік.html>;
10. **Ковшакова Т. С.**, Аверчев О.В., Онищенко С.О. Аграекологічне обґрунтування застосування біостимуляторів при вирощуванні гороху на півдні України. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція присвячена 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин (24 травня 2019 р., Херсон), С.165–167. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/3976-2019-05-24-1k.html>;

11. **Ковшакова Т. С.**, Аверчев О.В., Онищенко С.О. Розробка адаптивних технологій вирощування гороху в умовах півдня України з метою покращення якості харчової сировини. Міжнародна студентська науково-практична конференція *«Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодовоовочевої продукції»* (28-29 травня 2019 року, Мелітополь), С.112-115. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <http://feb.tsatu.edu.ua/mizhvuzivska-studentska-naukovo-praktichna-konferentsiya-suchasni-pidhodi-do-pislyazbiralnih-tehnologij-ta-marketingu-plodovochevoyi-produktsiyi-28-29-travnya-2019-roku/>;
12. Алмашова В.С., **Ковшакова Т.С.** Агроекологічні аспекти вирощування гороху на півдні України в умовах збалансованого природокористування. Міжнародна науково-практична конференція *«Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення»* (13-14 червня 2019 року, Херсон), С.89–92. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/3747-2019-03-22-1k.html>;
13. Онищенко С. О., Алмашова В. С., **Ковшакова Т. С.** Агроекологічні аспекти охорони земельних відносин в Україні. III Всеукраїнська науково-практична конференція *«Проблеми та практичні питання щодо виконання робіт із землеустрою»* (17 жовтня 2019 року, Херсон), С.244–246. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/4060-2019-06-19-2k-3.html>;
14. Аверчев О. В., **Ковшакова Т. С.**, Алмашова В. С., Онищенко С. О. Застосування екологічно безпечних агротехнологій при вирощуванні гороху в умовах посушливого клімату Півдня України. Міжнародна науково-практична online – конференція молодих учених *«Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених»* (19 травня 2020 року, Херсон), С. 19–22. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <http://www.izpr.org/>;
15. Аверчев О.В., Онищенко С.О., Алмашова В.С., **Ковшакова Т.С.** Сучасні технології вирощування гороху в умовах сучасних кліматичних змін. Міжнародна науково-практична конференція *«Вплив кліматичних змін та*

- просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення»* (11–12 червня 2020 року, Херсон), С.96–98. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/4950-2020-04-16-1k.html>;
16. **Ковшакова Т.С.**, Аверчев О.В. Розробка елементів органічних технологій вирощування гороху в умовах півдня України. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених з нагоди Міжнародного дня науки та Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві» (10 листопада 2020 року, Херсон), С.43–45. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/5601-2020-11-16-1k.html>;
17. Онищенко С.О., **Ковшакова Т.С.** Вплив біологізації агротехніки вирощування гороху на вміст гумусу в ґрунті на Півдні України. V Всеукраїнська науково-практична конференція «Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення» (04–05 березня 2021р., Херсон), С.326–329. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/5776-2021-01-06-1k.html>;
18. **Ковшакова Т. С.**, Аверчев О. В. Порівняльна продуктивність сортів гороху зимуючого та ярого в умовах півдня України. III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» Херсонський державний аграрно-економічний університет (19 травня 2021 року, Херсон), С.53–55. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/6651-2021-06-07-1k.html>;
19. Аверчев О.В., **Ковшакова Т.С.** Адаптація сортів зимуючого та ярого гороху на півдні України при біологічному землеробстві в умовах мінливості клімату. IV Міжнародна науково-практична конференція «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (10–11 червня 2021 року, Херсон), С.113–116. (форма участі – публікація тез, виступ) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/6306-2021-04-19-1k.html>;

20. **Ковшакова Т. С.,** Аверчев О. В. Вплив мікродобрив та біостимуляторів на довжину вегетаційного періоду гороху. IV Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених з нагоди Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (17 листопада 2021 року, Херсон), С.61–63. (*форма участі – публікація тез, виступ*) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/7530-iv-vseukraїнська-науково-практична-конференція-молодих-вчених-з-нагоди-Дня-працівника-сільського-господарства-«сучасна-наука-стан-та-перспективи-розвитку»-17-листопада-2021.html>;
21. **Ковшакова Т.С.,** Аверчев О.В. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на висоту рослин сортів гороху в умовах Півдня України. V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (19 травня 2022 року, Херсон), С.19–21. (*форма участі – публікація тез, виступ*) URL: <https://www.ksau.kherson.ua/konferenc/8061-conf-20220517.html>;
22. **Ковшакова Т. С.** Формування фенологічних та біометричних показників сортів гороху під впливом мікроелементів та біостимуляторів в умовах Півдня України. Міжнародна науково-практична конференція молодих учених з нагоди Дня науки в Україні «Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України», (17 травня 2024 року, Одеса), С. 65 66. (*форма участі – публікація тез, виступ*) URL: <https://ua-news.mnau.edu.ua/2024/05/mizhn-konf-real-klim-oriyent-sg-agrosf-ukr.html>;
23. **Ковшакова Т.С.,** Аверчев О.В. Формування рівня продуктивності сортів гороху під впливом мікроелементів та біостимуляторів за різних густот посівів в умовах Південного Степу України. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні вектори розвитку аграрної науки» присвячена 150-річчю створення Херсонського державного аграрно-економічного університету (17-18 вересня 2024 р., Херсон), С. 56-59 (*форма участі – публікація тез, виступ*) URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2024/10/konferenciy_2024_10.pdf.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	20
ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ ГОРОХУ У СВІТОВОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ	30
1.1. Хроніка гороху як культури: походження, історія, значення, розповсюдження та перспективи вирощування в умовах Півдня України	30
1.2. Біологічні особливості гороху й онтогенез його сортів в історичному аспекті та його вплив на їх філогенез	36
1.3. Густота посівів гороху та його мінеральне живлення – вагомий регулюючий важіль адаптації сортів гороху до умов довкілля	50
1.4. Основні принципи та прийоми біологізації агротехніки вирощування гороху на Півдні України	62
Висновки до розділу 1	69
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	71
2.1. Кліматичні та метеорологічні умови проведення досліджень	71
2.2. Характеристика ґрунту дослідних ділянок	85
2.3. Методика проведення польових дослідів	87
2.4. Характеристика досліджуваних сортів гороху	95
2.5. Характеристика використовуваних біостимуляторів і мікроелементів	97
2.6. Агротехніка проведення дослідів	100
Висновки до розділу 2	101
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ ПОСІВІВ	103

3.1. Ріст і розвиток сортів гороху в польовому досліді	103
3.2. Продуктивність сортів гороху при застосуванні мікроелементів та біостимуляторів за різних густот посівів	135
3.3 Вплив досліджуваних факторів на якісні показники зерна гороху	140
Висновки до розділу 3	145
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ І МІКРОДОБРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ДОСЛІДЖУВАНИХ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ ПОСІВУ	148
Висновки до розділу 4	157
РОЗДІЛ 5. ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГОРОХУ	158
Висновки до розділу 5	164
ВИСНОВКИ	165
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	170
ДОДАТКИ	199

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ГДж – гігаджоулі

млн/га – млн. штук на 1 га

«Хелафіт» – ХЕЛАФІТ-комбі

«Біо-гель» – БІО-ГЕЛЬ органічний продукт

В – бор (борна кислота)

Мо – молібден (молібденовокислий амоній)

ВСТУП

Загострення світової продовольчої кризи та формування негативних прогнозів щодо подальшої динаміки збільшення цін на аграрному ринку актуалізують питання забезпечення продовольчої безпеки не лише для України, але й для більшості країн світу. Для України проблема забезпечення продовольчої безпеки має особливе значення, що пов'язано насамперед із сучасним станом розвитку вітчизняного агропромислового комплексу. Ситуацію погіршує періодичне «ручне» втручання держави у функціонування аграрного сектору та неефективність впроваджених реформ у сільському господарстві. Водночас сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування більшості сільськогосподарських культур та потужний людський потенціал дозволяють Україні не лише забезпечити власну продовольчу безпеку, а й стати активним гравцем на світовому продовольчому ринку [7, 19, 152]. Зернобобові культури за всю історію людства посідали чільне місце в аграрному секторі виробництва, але останім часом вони стали займати менші площі та забезпечувати недостатню кількість продукції для потреб населення. Попит на такі культури, як горох, кормові боби й інші (для продовольчих і кормових цілей), не повністю задовольняється за рахунок власного виробництва в багатьох країнах світу [87]. Важливе значення нині має забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування дієтичної спрямованості, багатими на протеїн. Значна роль у вирішенні цієї проблеми може належати гороху, виробництво якого в Україні має тенденцію до зростання [7, 87]. Тому виникла потреба розробити елементи ресурсозберігаючої технології його виробництва із застосуванням невисоких доз добрив синтетичного походження шляхом стимуляції дії азотфіксуючих бульбочкових бактерій, що є симбіонтами гороху, з допомогою бактеріальних і мікродобрив, які значно дешевші за мінеральні добрива, мало витратні при внесенні, не шкодять довкіллю та завдяки мікродозам є абсолютно безпечними для людей [7, 133, 134].

Крім збільшення врожайності, такі агрозаходи сприяють підвищенню родючості ґрунту завдяки накопиченню більшої кількості в ньому біологічно чистого азоту після збирання гороху, порівняно з наявними технологіями, дозволяють подовжити термін настання технічної стиглості насіння та період його переробки, що в умовах Півдня України є дуже важливою й актуальною проблемою [7, 48, 87]. Останнім часом темі подолання дефіциту білка рослинного походження приділяють значну увагу [7, 152, 153]. Особливий акцент роблять на зменшенні техногенного навантаження на навколишнє середовище під час вирощування сільськогосподарських рослин та на широке впровадження ресурсозберігаючих технологій зі зменшенням застосування препаратів та добрив хімічного походження [7, 152]. Нині в науковій літературі все частіше зустрічаються публікації, присвячені застосуванню біостимуляторів нового покоління та мікроелементів в агротехніці різних культур. Але більшість досліджень і публікацій присвячені вирощуванню бобових культур, зокрема гороху, в зонах України з достатнім зволоженням. Наша робота присвячена вивченню впливу біостимуляторів і мікроелементів на продуктивність сортів гороху в «зоні ризикового землеробства» – на Півдні України [7].

Актуальність теми. Нині в усьому світі, зокрема в Україні, гостро стоїть проблема виробництва білка рослинного походження. Одним зі шляхів її вирішення є збільшення виробництва високобілкових культур родини бобових (Fabaceae), до якої належать чина, сочевиця, арахіс, соя, горох та інші. Особливе місце для незрошуваних угідь Півдня України в цьому переліку займає горох посівний (*Pisum sativa*), що здатний, на відміну від сої, яка може давати врожай у «зоні ризикованого землеробства» тільки при зрошенні, формувати до 2,0–3,6 т/га насіння [7, 48, 49].

Свого часу горох був головною зернобобовою культурою на українських землях, і не дарма його називали «царем полів». Останнім часом через зростання попиту на зерно гороху на світовому ринку, за даними Державної служби статистики України, посівні площі гороху збільшилися від 150 тис/га

в 2022 році до 430 тис/га у 2018 році, а збір насіння гороху наблизився до 1 млн/га [257].

На жаль, при цьому врожайність гороху залишається на рівні 1,9–2,3 т/га, тому рівень рентабельності становить лише 10–14%, що вимагає розробки та впровадження у виробництво елементів агротехнології, які б забезпечили збільшення врожайності гороху в умовах Південного Степу України до 3,3–3,6 т/га. У наших дослідженнях прагнемо досягти цього за рахунок оптимізації густоти посівів і застосуванню біостимуляторів та мікроелементів. Для цього було обрано сорти гороху, занесені до «Реєстру сортів України» в останні десятиріччя, а їхнє насіння не є дефіцитним для виробників нашої зони. Сорти Оплот, Модус та Світ – вітчизняної селекції, адаптовані до умов Степу, належать до групи середньостиглих, із вегетаційним періодом 70–72 дні [70, 71].

Усі вони належать до так званого без листкового «вусатого» типу, для якого характерне утворення у верхньому ярусі замість листків їхньої видозміни – вусів, у яких також проходить активний фотосинтез – 40–47% від загальної асиміляції [7, 9, 10].

Крім вирішення білкової проблеми, вирощування гороху поліпшує якісні показники ґрунту, які за останні десятиріччя мають стрімку тенденцію до погіршення внаслідок недотримання сівозмін та стрімкого зменшення внесення органічних добрив через їх катастрофічну нестачу, викликану значним зниженням поголів'я тваринництва як у громадському, так і в приватному секторі на Півдні України. Доведення посівів гороху й інших бобових культур до 15–20% у структурі незрошуваних сівозмін Південного Степу України дозволить зменшити або припинити процеси деградації ґрунтів шляхом збільшення кількості в них гумусу та біологічного азоту завдяки здатності вказаних культур до азотфіксації, а, як відомо, після збирання зокрема гороху в ґрунті залишається до 30–60 кг/га легкодоступного азоту [7, 12, 14, 48, 87, 132, 133, 134]. Вирішенню окремих аспектів цієї актуальної проблеми й були присвячені наші дослідження.

Стосовно густоти посівів, то як оригінатори сортів, так і дослідники в залежності від зон та умов вирощування пропонують різну густоту сівби – від 0,8 млн/га до 1,2 млн/га – 1,8 млн/га [7, 20, 25, 48, 128, 130, 133, 134, 153, 234].

Результати наших досліджень будуть наведені далі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Наша робота була проведена в межах виконання Державної науково-технічної програми «Зернові культури», Підпрограма 1.02. з ініціативної теми: «Розробити наукові основи ефективного застосування біопрепаратів та мікроелементів при вирощуванні різних сортів гороху в умовах Півдня України», реєстраційний державний номер 0118U007201. Робота виконана відповідно до системи стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи [212].

У межах зазначеної наукової тематики авторка окреслила й обґрунтовала теоретичні й агротехнічні основи росту, розвитку, формування продуктивності сортів гороху за різних густот посівів під впливом мікроелементів та біостимуляторів у незрошуваних агрофітоценозах Півдня України, що спрямовано на оптимізацію агроекологічних умов вирощування гороху.

Мета і завдання дослідження. Метою наших досліджень було встановлення особливостей росту й розвитку різних сортів гороху під впливом біостимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт» у порівнянні з мікроелементами бором і молібденом та контролем (обробка посівів водою), а також впливу вказаних препаратів на продуктивність культури в умовах Південного Степу України.

Для досягнення поставленої мети були виконані такі наукові завдання:

- аналіз доступної наукової інформації щодо перспектив вирощування сортів гороху за адаптивними технологіями в Україні та за кордоном;
- встановлення відповідності водно-теплових і ґрунтових умов місця проведення дослідження біологічним вимогам рослин гороху;
- дослідження особливості росту й розвитку рослин гороху впродовж вегетації під комплексним впливом факторів, що вивчалися;

- аналіз характеру утворення надземної й кореневої біомаси рослин, росту та розвитку генеративних органів культури та їх співвідношення за окремими етапами онтогенезу гороху;
- визначення індивідуального й комплексного впливу мікроелементів та біостимуляторів на елементи структури врожаю, зернової продуктивності, якісних і господарсько-цінних показників зерна гороху;
- дослідження моделі розвитку продуктивності та характеристики економічної вартості гороху сортів Оплот, Модус, Світ залежно від досліджуваних факторів;
- економічна, біоенергетична оцінка ефективності застосування мікроелементів та біостимуляторів при їх використанні в технології вирощування гороху.

Об’єкт дослідження. Оптимізація елементів технологій вирощування нових сортів гороху, процеси росту та розвитку рослин, їх вплив на продуктивність культури.

Предмет дослідження. Комплекс наукових положень і застосовуваних компонентів адаптивної технології вирощування гороху сортів Оплот, Модус та Світ із використанням мікроелементів бору та молібдену й біостимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт».

Методи досліджень. У ході досліджень застосовували загальноприйняті наукові та спеціальні методи:

- польовий – для спостереження та вивчення реакції посівів гороху на використання мікродобрих і біостимуляторів під час їх вирощування;
- лабораторні методи використовували для визначення якості зерна, структури врожаю, азотфіксуючого потенціалу сортів та аналізу ґрунтових умов тощо;
- розрахунковий – при розрахунку показників економічної та біоенергетичної ефективності елементів технології вирощування культури за варіантами досліду та подальшій їх оцінці;
- статистичний – проведення дисперсійного аналізу та статистичного обробітку врожайних даних і результатів супутніх спостережень.

Наукова новизна одержаних результатів.

Уперше для умов Півдня України:

- *встановлено перевагу біологічно чистих стимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт» над існуючими хімічними стимуляторами – мікроелементами бором та молібденом при обробці посівів гороху ;*
- *удосконалено ключові елементи адаптивних технологій вирощування гороху для отримання високих і стабільних врожаїв;*
- *проведено агроекологічну оцінку сортів гороху стосовно їх відповідності абіотичним та біотичним умовам агроценозу;*
- *набули подальшого розвитку рекомендації щодо економічної та енергетичної ефективності вирощування сортів гороху для більш повного використання природного й технологічного потенціалів.*

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень упроваджено у виробництво для біологізації технології вирощування гороху в південних областях України.

У ФГ «РОКСОЛАНА» Білозерського району Херсонської області були впроваджені у виробництво кращі варіанти дослідів: у 2021 році – на площі 50 га, у 2023 році – на площі 90 га та у 2024 році – на площі 75 га, з середньою врожайністю 3,5 т/га, що підтвердило високу ефективність застосування досліджуваних нами сортів та біопрепаратів.

В умовах ФОП «Федорчук» селища Приозерне, Корабельного району, Херсонської області був впроваджений на площі 20 га виробничого посіву гороху в агрономічному сезоні 2021 р. сорту Оплот з врожайністю 3,4 т/га, з валовим збором 72 т та рівнем рентабельності виробництва 98 %. Розроблену нами зональну біологізовану технологію вирощування гороху на зерно планується і в подальшому застосовувати у виробничій діяльності господарства в структурі посівів товарного зерна зернобобових культур.

У господарстві ПП «Агрофірма «Авангард» (с. Садове, Білгород Дністровського району Одеської області) у 2021 році на виробничих площах було посіяно 30 га гороху сорту Оплот, який забезпечив врожайність 3,6 т/га, з валовим збором 108 т та рентабельністю виробництва на рівні 112 %.

Запропоновану зональну біологізовану технологію вирощування гороху на зерно планується й надалі впроваджувати у виробничі процеси господарства в структурі посівів товарного зерна зернобобових культур.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є унікальним науковим дослідженням, заснованим на результатах, отриманих безпосередньо дисертанткою, з метою вирішення актуальної науково-практичної проблеми — диверсифікації рослинництва через впровадження біологізованих підходів до вирощування сортів гороху. Дисертація представляє самостійну, нову, завершену наукову роботу. Авторка спільно з науковим керівником визначила завдання дослідження, обрала методи для отримання практичних результатів, особисто провела польові та лабораторні експерименти, здійснила аналіз і узагальнення літературних джерел за темою дисертаційної роботи, а також обробила експериментальні дані для формулювання наукових положень, висновків і рекомендацій для виробництва.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Результати дисертаційної роботи були апробовані в період з 2019 по 2024 рр. на наукових і науково-практичних заходах різного рівня, включаючи конференції професорсько-викладацького складу Херсонського державного аграрно-економічного університету, міжнародні конференції, обласні наради, семінари та «круглі столи», «Дні поля»: II Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення» (05–06 березня 2019 року, Херсон); Міжнародну науково-практичну конференцію «Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності» (14–15 березня 2019 року, Херсон); Всеукраїнську науково-практичну конференцію молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (23 травня 2019 року, Херсон); Всеукраїнську науково-практичну інтернет-конференцію, яка була присвячена 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин (24 травня 2019 р., Херсон);

Міжнародну студентську науково-практичну конференцію «Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції» (28-29 травня 2019 року, Мелітополь); Міжнародну науково-практичну конференцію «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (13–14 червня 2019 року, Херсон); III Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Проблеми та практичні питання щодо виконання робіт із землеустрою» (17 жовтня 2019 року, Херсон); Міжнародну науково-практичну online-конференцію молодих учених «Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених» (19 травня 2020 року, Херсон); Міжнародну науково-практичну конференцію «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (11–12 червня 2020 року, Херсон); II Всеукраїнську науково-практичну конференцію молодих учених з нагоди Міжнародного дня науки та Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві» (10 листопада 2020 року, Херсон); V Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення» (04–05 березня 2021р., Херсон); III Всеукраїнську науково-практичну конференцію молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (19 травня 2021 року, Херсон); IV Міжнародну науково-практичну конференцію «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (10–11 червня 2021 року, Херсон); IV Всеукраїнську науково-практичну конференцію молодих учених з нагоди Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (17 листопада 2021 року, Херсон); V Всеукраїнську науково-практичну конференцію молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (19 травня 2022 року, Херсон); Міжнародну науково-практичну конференцію молодих учених з нагоди Дня науки в Україні «Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України», (17 травня 2024

року, Одеса); Міжнародну науково-практичну конференцію «Сучасні вектори розвитку аграрної науки», присвячену 150-річчю створення Херсонського державного аграрно-економічного університету (17-18 вересня 2024 року, Херсон).

Публікації. За результатами виконання дисертаційної роботи опубліковано 23 наукові праці, зокрема 1 наукова монографія, 5 публікацій у фахових журналах і збірниках наукових праць України та 17 тез доповідей на наукових конференціях. Відповідно до п.8 Постанови КМУ № 44 від 12 січня 2022 року, враховано кількість 23 публікації, у яких висвітлено результати дисертаційної роботи.

Структура і обсяг дисертації. Основний зміст роботи викладено на **170** сторінках комп'ютерного тексту, що складається зі вступу, 5-ти розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Робота містить 32 таблиці, 40 рисунків. Список використаних джерел налічує 260 найменувань.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ ГОРОХУ У СВІТОВОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ

1.1. Хроніка гороху як культури: походження, історія, значення, розповсюдження та перспективи вирощування в умовах Півдня України

Pisum sativum – таку назву дав горохові посівному Карл Лілей у XVIII ст., але, за твердженням Шульги М. С., Зінченка А. І., Каленської С. М., Лихочвора В. В. та багатьох інших авторів, горох як сільськогосподарська культура відомий людям протягом останніх 5–6 тисячоліть і був однією з основних складових їхнього раціону [49, 200, 201, 202, 234]. Як стверджує Сінська М. О. та інші автори, горох почали вводити в культуру в Межиріччі, Месопотамії та Індії задовго до нашої ери [29, 49, 152, 156, 252].

На території сучасної України горох був відомий як зернобобова овочева культура ще з XI ст., а окремі автори називають навіть більш ранню дату – VI–VIII ст. Найбільшого розповсюдження горох набув в Україні з XVII–XVIII ст. [49, 152, 156, 200, 202].

У цей період, завдяки народній селекції, відбувся остаточний розподіл форм гороху на зернові, овочеві та кормові сорти, які різняться між собою за вимогами до окремих елементів агротехніки: способу сівби, густоти посівів, фону мінерального живлення, зрошувальної норми та ін. [49, 152, 201].

Згідно з дослідженнями О.І. Зінченка та інших науковців, зерно гороху містить від 16 до 34% білка, до 54% вуглеводів, 1,6% жиру та понад 3% зольних елементів. Білок гороху, особливо овочевих сортів, має збалансований амінокислотний склад і засвоюється на 50% краще, ніж білок пшениці. Він містить 4,6% лізину, 11,5% аргініну та 1,2% триптофану, тоді як білок пшениці містить лише 2,3% лізину та 3,6% аргініну [189, 201, 202].

Горох активно використовується у харчовій промисловості завдяки своїм смаковим якостям і високій поживній цінності [49, 64, 203, 234].

Молоде, зелене, недозріле насіння гороху, відоме як зелений горошок, а також незрілі боби овочевих сортів мають важливе промислове значення, зокрема для консервної галузі [11, 14, 49]. Зелене насіння овочевих сортів гороху багате на вітаміни: вітамін А (який сприяє росту та нормалізує зір), вітаміни В1 і В2 (які підтримують розвиток організму), а також вітамін С (що регулює енергообмін і знижує рівень холестерину в крові) [11, 14, 49].

Жир у насінні гороху представлений у невеликих кількостях — приблизно 2-3%, і цей показник слабо варіюється між сортами. Основна частина жиру сконцентрована в зародку насінини [49, 201, 234]. Білок гороху має повноцінний амінокислотний склад і засвоюється на 60% краще, ніж білок пшениці. У його складі є 4,66% лізину, 11,4% аргініну та 1,17% триптофану, що значно перевищує рівень цих амінокислот у білку пшениці, який містить лише 2,32% лізину та 3,56% аргініну. Це робить горох не лише цінним харчовим продуктом з відмінними смаковими характеристиками, але й важливим для дієтичного та лікувального харчування, зокрема завдяки його здатності виводити солі з організму. Енергетична цінність гороху становить 491 ккал на 100 г, у той час як пшениця має 457 ккал. У 1 кг гороху міститься 1,17 кг засвоюваного протеїну, 15,2 г лізину та 3,2 г метіоніну [49, 152, 153, 172, 201, 234].

Серед найбільших виробників гороху лідирує Канада, яка щорічно виробляє понад 3 млн тонн. На другому місці — Франція з обсягом близько 1,5 млн тонн. Також великі обсяги виробляють Китай (1,2 млн тонн) та Індія (800 тис. тонн). До світових лідерів належать Німеччина (400 тис. тонн) та Великобританія (200 тис. тонн). Виробничі обсяги можуть змінюватися від року до року. Основними експортерами гороху є Канада, Франція, Австралія та США [208, 184, 252].

Враховуючи те, що внутрішнє споживання й використання гороху в Україні не перевищує 200 тис. тонн, понад 500 тис. тонн зернобобових може бути експортовано [87, 252].

Найбільші посівні площі гороху зосереджені в Лісостепу (55% від загальної площі посівів), Степу (25%) і на Поліссі (20%). Однак за останній

десятирічний період показники загальної площі посівів під горохом в Україні значно знизилися, коливаючись від 191 тисячі гектарів (у 2013 році) до 405 тисяч гектарів (у 2017 році), що в порівнянні з 1148,2 гектарами (у 1992 році) становить суттєву різницю [87, 252, 257]. За результатами збирання врожаю 2020 року, середня врожайність гороху в Україні становила 2,16 тонни на гектар. При детальному аналізі цих показників в областях виділяються лідери: господарства Чернігівської області досягли врожайності в 3,4 т/га, а Хмельницької області – 3,3 т/га. Високі показники врожайності також спостерігаються в Полтавській (3,2 т/га), Вінницькій (3,0 т/га) та Сумській (2,9 т/га) областях [22, 87, 252, 257]. Найнижча врожайність гороху була зафіксована в Чернівецькій, Івано-Франківській та Рівненській областях, де показники були меншими за 1,0 т/га [252, 257].

У 2017 році рентабельність галузі гороху в Україні становила лише 10%, порівняно з 80% роком раніше. З 2016 року вітчизняні виробники щорічно збільшували обсяги виробництва – 573 тис. тонн та 1097,8 тис. тонн у 2017 році. Посівні площі під горохом у 2017 році становили 405 тис. га, а в 2018 році – 431,7 тис. га [257].

Характерною особливістю білка гороху є те, що він легко розчиняється у воді, в розчинах нейтральних солей та у слабких розчинах лугів. Чим легше розчиняється білок, тим він є доступнішим організму людини і тварин [18, 31, 43, 44, 49, 84, 234].

Світові площі посівів гороху охоплюють 6,9 млн га, а загальний обсяг виробництва зерна становить 13,2 млн тонн при середній врожайності 19,1 ц/га. В Європі горох є провідною зернобобовою культурою [87, 252, 257].

Його зерно містить 20-35% білка, крохмаль, цукри, жири, вітаміни (А, В, В2, В6, С, РР, К, Е), каротин та мінеральні речовини, такі як калій, кальцій, марганець, залізо і фосфор. Горох корисний для здоров'я, зокрема для серцево-судинної системи, і допомагає виводити солі з організму. У 100 г зерна гороху міститься 491 ккал (порівняно з 457 ккал у пшениці), а вміст білка приблизно такий самий, як у сирому м'ясі. У 1 кг зерна міститься 1,17 кормових одиниць, 180-240 г засвоюваного протеїну, 15,2 г лізину, 3,2 г метіоніну, 2,3 г цистеїну

та 1,6 г триптофану. Зелене насіння гороху та недозрілі боби овочевих сортів, які використовуються для консервування, містять до 25-30% цукру [49, 200, 203, 234].

Нижче приведені дані Державної служби статистики України (Держкомстату) стосовно динаміки виробництва гороху в Україні за останні 10 років (табл. 1.1.).

Таблиця 1.1

Динаміка виробництва гороху в Україні у 2015–2024 рр. (за даними Держкомстату України)

№ п/п	Рік виращування	Посівна площа, тис.га	Валовий збір, тис.т	Урожайність, ц/га
1	2015	156	359	23,4
2	2016	170	378	22,4
3	2017	239	1100	31,9
4	2018	435	800	18,4
5	2019	253	572	22,6
6	2020	251	583	23,2
7	2021	238	548	23,0
8	2022	125	270	21,6
9	2023	139	368	26,5
10	2024	208	458	22,0

За даними табл. 1.1. виробництво гороху в Україні у 2015 – 2024 рр. варіювало по роках, що пов’язано в основному із погодними умовами (які впливали на урожайність зерна), та зміною посівних площ. Різке зменшення посівних площ у 2022 – 2023 роках пов’язане з бойовими діями на території України, але незважаючи на це посівна площа в 2024 році збільшилась майже до рівня довоєнних показників [257].

Горох – це одна з найдавніших культур, історія якої бере початок у глибинах століть як в прямому, так і в переносному значенні. В Індії та Китаї його вважали символом достатку, а на півдні України й сьогодні можна зустріти дикорослі види цієї рослини. [49, 189, 202].

Горох здебільшого вирощують аграрії південних і східних областей України. Понад половину посівів гороху протягом останніх кількох років було зосереджено в Одеській (у 2011 році – 68,4 тис. га), Харківській (32,6 тис. га), Запорізькій (25,7 тис. га), Миколаївській (19,4 тис. га) та Кіровоградській (18,2 тис. га) областях. Варто зауважити, що площі вирощування гороху в Україні відносно невеликі [252, 257].

Горох є добрим попередником для озимої пшениці, покращуючи якість ґрунту, збагачуючи його азотом біологічного походження [174, 175, 177]. Після збирання гороху рілники мають змогу протягом 2–3 місяців працювати над полем, знижуючи забур'яненість, підвищуючи рівень вологозабезпечення та родючості ґрунту [49, 200, 201, 202, 203].

Вирощування гороху як парозаймаючої культури в сівозміні – важливий фактор збільшення хлібофуражних ресурсів зерна [49, 189, 211, 234]. Збільшення площ під горох у сівозмінах дозволяє зменшити загальну собівартість рослинницької продукції, покращити фітосанітарний стан полів і підвищити ефективність використання орних земель. [200, 203].

Під впливом бобових сидератів у 4–7 разів збільшується кількість бульбочкових бактерій, значно підвищується ферментативна активність ґрунту, покращуються його фітосанітарні та водно-фізичні властивості, створюються умови для інтенсивного розвитку мікроорганізмів і мікрофауни, яка визначає родючість поля. Позитивна дія сидерату триває протягом 3–4 років [43, 46, 49, 53, 64, 156, 161].

Горох займає провідну позицію серед харчових і кормових культур завдяки своїй високій поживній цінності. Вміст білка в його зерні варіюється в межах 20,0-28,6%, а у свіжій масі — від 2,6 до 10,0%. У кожному центнері зерна міститься 112,2-116,4 кг кормових одиниць та 20,5-24,0 кг протеїну, тоді як у соломі — 14,0-17,0 кг кормових одиниць і 2,8-10,0 кг протеїну. Тварини

охоче споживать горох у будь-якому вигляді — зеленою масою, сіном, сінажем, соломою, зерном або зерновими відходами, що істотно поліпшує білковий склад кормів [252, 258].

Горох широко використовується для виготовлення зернофуражу, зеленого корму, силосу, сінажу, трав'яного борошна [152, 153, 234]. Борошно із зерна гороху використовують як важливий концентрований корм. Зелений горошок переважає всі овочеві культури. У білку гороху міститься 59–79% і більше водорозчинних речовин [256].

Горох — одна із найдавніших сільськогосподарських культур. Учені знаходили його насіння в покладах кам'яного й залізних віків на територіях Швейцарії, Іспанії, Австрії, Італії. Саме походження гороху як виду пов'язують із середземноморською територією, а також з Передньою Азією до Тибету [152, 233]. Крупнонасінний горох походить зі східних країн Середземномор'я. Проте з давніх давен (за 4–5 тис. років до н. е.) його вирощували на землях сучасної України, що доведено археологічними знахідками [153, 233]. Слово «горох» (лат. — *pisum*) означає «тертий», колись його терли, щоб отримати борошно. Горох, безсумнівно, відіграв важливу роль у харчуванні перших хліборобів. У Західній Азії виявлено у великих кількостях залишки гороху разом із ячменем і пшеницею-однозернянкою. Припускають, що ці плоди були зібрані за 7000–5000 років до н. е. В археологічних розкопках насіння гороху було знайдено в пізньому кам'яному віці (понад 20 тис. років тому) в Греції, Хорватії, Швейцарії, Західній Німеччині; в бронзовому віці — в будівлях Швейцарії, Франції, Іспанії, Австрії; у залізному віці — в Італії, Німеччині. Рослину згадують у працях стародавніх істориків і публіцистів. Є переказ, що прізвище Цицерон походить від латинського слова «цицero» — горох, оскільки в одного з предків знаменитого оратора на носі була родимка, схожа на горошину [153, 201, 233].

Актуальні методи вирощування бобових культур мають базуватися на ефективному контролі процесів, що сприяють підвищенню врожайності та якості зерна, з максимальною реалізацією біологічного потенціалу рослин [43, 49, 74, 93, 106, 122, 192].

Для забезпечення оптимальних умов росту і розвитку гороху необхідно застосовувати інтенсивні технології, які включають збалансоване живлення рослин, інтегрований захист від шкідників, хвороб і бур'янів, а також своєчасне виконання агротехнічних заходів. Використання всіх доступних резервів для вдосконалення технологій вирощування є критично важливим [35, 72, 73, 97, 111, 208, 230, 232, 241, 243].

Дослідження багатьох вчених показують, що сучасні технології вирощування гороху спрямовані на максимальне використання потенціалу культури. Досягти цього неможливо без урахування локальних кліматичних умов, застосування мінеральних добрив, нових сортів, інокуляції насіння та комплексних заходів захисту рослин. Водночас ці аспекти потребують подальшого дослідження через змінні умови вирощування і зростання кількості нових засобів захисту та добрив [49, 200, 202, 239].

Захист рослин у процесі їх розвитку від шкідників і хвороб, а також боротьба з бур'янами є важливими елементами сучасних технологій [2, 4, 5, 7, 17, 19, 23, 24, 29, 38]. Ключовим фактором підвищення врожайності гороху є використання сучасних добрив і новітніх засобів захисту рослин [49, 64, 78, 86, 89, 104, 114, 128, 129, 138, 143, 156, 258].

1.2. Біологічні особливості гороху й онтогенез його сортів в історичному аспекті та його вплив на їх філогенез

Горох – невибаглива до тепла культура, проте в період формування зерна йому необхідна температура близько + 25°C [49, 54].

У посушливих умовах Південного Степу врожай гороху суттєво знижується: спостерігається падіння квіток, зменшення кількості насіння в бобах та маси тисячі насінин. На думку В.Є. Карпенка, найдоцільніше вирощувати горох на зрошуваних територіях, підтримуючи вологість ґрунту на рівні 70% від нормального зволоження [49, 119]. Інші науковці дотримуються подібної думки [152, 156, 200, 201, 202]. Однак надмірна вологість також негативно впливає на продуктивність: спостерігається

активний ріст вегетативної маси, що потребує великих витрат поживних речовин, внаслідок чого знижується врожай зерна. При цьому рослини більше схильні до захворювань [49, 152, 156, 200, 234].

Горох проходить чотири основні фази розвитку: проростання насіння, поява сходів, бутонізація та цвітіння, а також досягання. Онтогенез рослин складається з XII етапів, які групуються на три періоди: 1-й (I–II етапи) – формування та ріст вегетативних органів, коренів, стебла, листків; 2-й (III–VIII етапи) – закладання і ріст генеративних органів, включаючи суцвіття та квітки; 3-й (IX–XII етапи) – формування та досягання репродуктивних органів, зокрема бобів і насіння [49, 152, 201].

О. І. Зінченко та його колеги не рекомендують висівати горох після інших бобових культур, оскільки вони мають спільних шкідників. Крім того, горох не варто повертати на попереднє місце в сівозміні частіше ніж раз на 4-5 років, аби уникнути так званої гороховтоми, що веде до ураження рослин кореневими гнилями, фузаріозом, а також до пошкодження нематодами, плодожерками і бульбочковими довгоносіками [49, 200, 202].

Горох — одна з культур, що висівається найраніше. Його сівба розпочинається з моменту досягнення фізичної стиглості ґрунту, відразу після його обробки. Затримка сівби на 5-10 днів може призвести до зниження врожаю в західному Лісостепу на 4-7 ц/га, у східному — на 4-9, а в центральному — на 5-8 ц/га. У Південному Степу ці втрати можуть бути ще більшими [49, 153, 156, 211, 234].

У Південному Степу України нестача вологи в ґрунті часто проявляється дуже гостро. Основним джерелом ґрунтової вологи є атмосферні опади, які тут випадають у недостатній кількості (близько 345 мм на рік) і нерівномірно розподілені впродовж вегетаційного періоду. Тому агрономічні заходи в цій зоні мають бути спрямовані на максимальне накопичення і раціональне використання вологи в ґрунті [33, 37, 49, 92, 100].

В Державному реєстрі сортів рослин України зареєстровано 10 сортів гороху, що були створені в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва. Ці сорти відповідають сучасним вимогам інтенсивного агровиробництва та мають

потенціал врожайності до 6,0 т/га. Вони відрізняються високою стійкістю до вилягання і обсіпання насіння, а також підходять для безпосереднього комбайнування. Крім того, ці сорти краще адаптовані до регіональних кліматичних умов, ніж закордонні аналоги, і займають все більші площі в Україні. Вирощування даних сортів сприяє більш ефективному використанню матеріально-технічних ресурсів і зменшенню втрат завдяки однофазному збору, що, в свою чергу, підвищує якість як товарної, так і насіннєвої продукції [36, 120, 121].

Сорт Глянс вирізняється високою екологічною пластичністю. У сортів Отаман та Меценат нижча маса 1000 насінин, що дозволяє на 10–15 % скоротити затрати насіння на посів. Сорт Гейзер відрізняється більшою вегетативною масою і його можливо використовувати на зелену масу в чистому вигляді, або в сумісних посівах з іншими культурами. Високі товарні та смакові якості має насіння сортів Царевич та Глянс. Різниця в тривалості вегетаційного періоду між сортами Царевич і Оплот у 6–8 днів дозволяє при їх використанні знівелювати можливі погодні негаразди та подовжити оптимальні строки збирання [20, 25, 36, 197].

Реалізація потенційних можливостей нових сортів гороху є реальною лише за рахунок дотримання елементарних умов технології вирощування культури [214]. Порушення технології вирощування на одному з етапів онтогенезу не можна компенсувати в наступних, щоб запобігти зниженню продуктивності рослин. Особливо важливим елементом загальноприйнятої технології вирощування є підготовка ґрунту. Доведено, що збільшувати норму висіву понад 1,2 млн. шт./га немає сенсу. Для прискореного розмноження дефіцитних сортів гороху використовують норми висіву 0,7–0,8 млн шт. схожих насінин на 1 га [36, 49, 89, 111, 156, 201].

Згідно з даними, наведеними Безуглою О.М. та її колегами, селекційна робота з горохом в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН триває понад 60 років. Від 1944 року основна увага була спрямована на розробку високоврожайних сортів, які адаптовані до умов східної України. Вже в той час приділялася увага забезпеченню придатності сортів гороху для прямого

комбайнування, при цьому акцентували на відборі штаббових форм. Сьогодні цю задачу вирішують шляхом створення напівкарликових або середньорослих сортів, які мають стебло висотою 50-90 см, а також розробкою сортів зі стійкістю до осипання насіння та безлисточковістю або вусатим типом листа. Наприклад, у 1994 році був створений сорт Харківський еталонний (UD0101458), який до сьогодні залишається незмінним лідером за стійкістю до вилягання і придатністю до прямого комбайнування, а до 2011 року виконував роль національного стандарту. Усі нові сорти гороху передаються до Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ), де проводиться їх ретельне вивчення поряд з іншими колекційними зразками. Метою нашої роботи було залучення нових комерційних сортів гороху до Національної колекції України, що допоможе розширити генетичний матеріал, збагатити колекцію сортами з високою стійкістю до вилягання, осипання, а також високою врожайністю і адаптивністю до умов східної України. Протягом 2002-2010 років до НЦГРРУ було передано 20 сортів гороху, створених харківськими селекціонерами: у 2002 році – Харвус 1 (UD0101937), Модус (UD0101938), Камертон (UD0101939), Благодатний (UD0101940); у 2003 році – Ефектний (UD0102018); у 2004 році – Дієз (UD0102093); у 2005 році – Шквал (UD0102103), Глянс (UD0102104), Царевич (UD0102105), Зоряний (UD0102106), Моноліт (UD0102107); у 2006 році – Девіз (UD0102196), Аскет (UD0102197), ЧБЛ 5 (UD0102198), Чекбек (UD0102199), Ескіз (UD0102200); у 2008 році – Отаман (UD0102349), Оплот (UD0102351); у 2010 році – Магнат (UD0102446), Чекригінський (UD0102447). Одиннадцять із цих сортів внесені до Державного реєстру сортів рослин, які можуть бути розповсюджені в Україні [36].

Але не в останню чергу на заваді відновленню площ під горохом стоїть низька технологічність сортів, що знаходяться у виробництві, насамперед – їхня схильність до вилягання, а також недружність дозрівання насіння гороху, втрати при збиранні врожаю. Починаючи з 90-х років 20-го століття, в Україні дедалі стрімкіше поширюються сорти гороху з вусатим типом листків як найперспективніші в аспекті стійкості до вилягання. Розгалужені вусики в

таких сортів зумовлюють досить міцне зчеплення рослин між собою. Селекційна практика свідчить, що стійкість таких сортів до вилягання неможлива без ознаки укорочення міжвузлів. Але сама лише наявність ознак вусатого типу листа й укорочення міжвузлів ще не гарантує рослинам гороху стійкості до вилягання. Водночас слід зазначити, що відносно стійкість до вилягання мають і деякі сорти зі звичайним типом листків, але з укороченими міжвузлями, такі, наприклад, як Ароніс, Люлинецький короткостебловий, Інтенсивний 92 [226, 256].

Вивчення генетики гороху має давню історію й пов'язане з іменем Т. Найта. Але фундаментальні роботи з генетики гороху були виконані чеським вченим Г. Менделем. Горох є вельми зручним для генетичних досліджень, тому що він суворий самозапилювач із досить контрастними морфологічними ознаками, має всього сім пар хромосом ($2n = 14$), а значить – сім груп зчеплення [253, 256]. Селекція гороху пройшла кілька важливих етапів, метою яких було створення сортів з стабільно високими врожайями. Протягом цього часу відбулися зміни у габітусі рослин, а також у їх морфологічних і біологічних характеристиках. З підвищенням потенційної продуктивності збільшувалася й реальна врожайність гороху. Наприклад, у сортах 60-70-х років минулого століття урожайність не перевищувала 3 т/га, тоді як у 80-90-х роках потенційна врожайність досягала понад 4 т/га. Довжина стебла у старих сортів перевищувала 1,5 метра, тоді як у сучасних вона не перевищує 1 метра [256].

Сучасні селекціонери розробили нові сорти гороху, що відповідають виробничим стандартам. Ці сорти відрізняються стійкістю до полягання, осипання насіння та є придатними для безпосереднього комбайнування. «Горохова революція», яка пройшла в низці країн Європейського Союзу за останні 30 років, була пов'язана зі створенням сортів детермінантного типу росту, безлисточкових та стійких до висипання насіння. Перспективним напрямом селекції гороху є створення морфотипів «хамелеон» із ярусною гетерофілією, що забезпечує високий продукційний процес [256].

Зараз у виробництво впроваджують сорти гороху вусатого морфотипу. У таких рослин прилистники збереженні як у звичайних листочкових форм, а листочки видозмінені в сильно розвинені вуса, які міцно поєднують стебла між собою, забезпечуючи підвищену стійкість ценозу до полягання. Така морфологічна пристосованість рослин дозволила перелаштувати горох в невилігаючу технологічну культуру і значно підвищила економічність вирощування зерна завдяки переходу на однофазний спосіб збирання і зниженню втрат при її проведенні [15, 256].

Рід гороху – *Pisum Tourn.* – представлений дикими й культурними видами. З питань класифікації культурних видів немає єдиної думки ані в ботаніків, ані в рослинників [256].

На основі даних про схрещування різних диких і культурних форм гороху та специфічності білкових фракцій, сучасна систематика схиляється до ствердження думки існування двох видів гороху – *P. fulvum* (горох червоно-жовтий) і *P. sativum* з підвидами: *sativum* – посівний, *asiaticum* – азіатський, *transcausicum* – закавказький, *abyssinicum* – абіссинський, *elatus* – високий, *syriacum* – сирійський [32, 256].

Культурний вид гороху походить від дикого *Pisum fulvum* L., який має тонке, розгалужене біля основи, чіпке стебло, дрібне темнозабарвлене насіння та підземні боби. Багатовікова народна селекція перетворила цей вид на світлонасіннєву форму з міцнішим стеблом, яке може досягати двох метрів у довжину. [256].

Академік П. М. Жуковський вважає, що горох культурний посівний і польовий, який ще називають «пелюшка», належить до самостійних видів. Переважна більшість сортів гороху належить до виду культурного (горох посівний), а менша частина – до польового. Сорти обох підвидів використовують як для зернового, так і кормового та овочевого напрямів використання [15, 256].

Крім традиційних форм, дотепер у генофонді роду *Pisum sativum* L. виявлено низку нетрадиційних за архітектонікою листа морфотипів: акацієвидний, багаторазово непарноперисті, хамелеон, розсіченолисточковий,

подвійно непарноперистий. Широкого розповсюдження в сільськогосподарській практиці вони поки що не отримали, за винятком гетерофільної форми «хамелеон», результатом селекційної роботи якої стало створення сорту Спартак, що перевершує районований стандарт за стійкістю до вилягання, насіннєвою продуктивністю, а також за вмістом білка [15, 256].

Упродовж останніх 10–15 років, завдяки зусиллям селекціонерів, габітус рослин сучасних сортів гороху значно змінився, що сприяло підвищенню їх технологічності, збільшенню насіннєвої продуктивності та відновленню виробничниками горохосіяння [15, 256]. Створення більш технологічних сортів гороху з обмеженим ростом стебла й компактним розташуванням бобів на його верхівці, які переважають над іншими за дружністю дозрівання та стійкістю до вилягання, суттєво змінює уяву про культуру гороху [125, 207].

Головним недоліком гороху, який перешкоджає його вирощуванню, є біологічно зумовлене вилягання рослин, що значно ускладнює збір врожаю і призводить до істотних втрат. Дослідження демонструють, що внаслідок вилягання і затінення листя асиміляційна площа у різних сортів зменшується на 4-49%, а продуктивність фотосинтезу падає на 20-33%, що веде до зменшення врожайності насіння на 7-8 ц/га. Одним із можливих рішень цієї проблеми є виведення безлисточкових сортів, які мають міцне зчеплення між рослинами, що підвищує їх стійкість [130, 207].

Серйозним досягненням селекціонерів стало виведення сортів гороху з вусатим типом листка, що запобігає вилягання посіву й дає можливість збирати урожай прямим комбайнуванням [256].

Перетворення листочків у вусики не лише вирішило на морфологічному рівні проблему стійкості агроценозу до вилягання, але й суттєво вплинуло на фізіологічний стан рослини. Дослідження показали, що вусаті генотипи здатні успішно реалізувати свій біологічний потенціал і перевершують листочкові в умовах, сприятливих за гідротермічним режимом. Проте специфічний комплекс показників водного обміну робить їх більш чутливими до ґрунтової та повітряної посухи. Листок звичайного типу також відрізняється від вусатого більш ефективною системою захисту від окисних пошкоджень, що

має позитивну дію для стабілізації продукційного процесу в умовах стресу [45, 53, 88, 210, 216].

Короткостеблові сорти гороху демонструють вищу стійкість до вилягання в порівнянні зі звичайними. У низькорослих сортів із міцним стеблом рослини починають вилягати лише під час цвітіння, тоді як високорослі із довгими стеблами втрачають вертикальне положення ще до початку бутонізації (у фазі 8–10 листків). У короткостеблових сортів частка бобів у сухій масі рослин у фазі воскової стиглості насіння становить 40–50%, тоді як стебло займає 30–40%. Натомість у довгостебельних сортів більша частина біомаси припадає на стебло (50–60%), а менша – на боби (12–20%) [256].

Горох може мати два типи росту: детермінантний (обмежений) та індетермінантний (необмежений). Детермінантний тип росту характеризується формуванням генеративних органів лише у верхній частині стебла, де точка росту закінчується генеративною брунькою. На відміну від цього, індетермінантні зразки продовжують рости, навіть коли боби вже з'являються на нижніх вузлах.

Прилистки гороху, як правило, більші за звичайні листочки і можуть мати різні форми: звичайну, рудиментарну та «кролячі вуха». Восковий наліт на листках виконує захисну функцію проти комах та грибкових захворювань, тоді як мутанти без воскового покриття мають смарагдово-зелений колір. Повна відсутність воскового нальоту пов'язана з рецесивною мутацією *bl* або *wel* [127, 207, 256, 258].

Коренева система гороху є стрижневою, здатною глибоко проникати в ґрунт на глибину понад 1,5 м і має велику кількість бічних коренів та дрібних корінців, які розташовані в верхньому шарі ґрунту. Стебло гороху округле, вкрито восковим нальотом, всередині порожнисте, може бути простим або штамбовим, з міжвузлями різної довжини — від коротких до довгих. Довжина стебла коливається від 20 до 300 см залежно від сорту та умов вирощування. Стебло низьке (карликове) – нижче 50 см, напівкарликове – 51–80 см, середнє – 81–150 см, високе – 151–300 см. Місце, де черешок листа та прилистки

прикріплюються до стебла, називається вузлом, а відрізок стебла між вузлами — міжвузля. Кількість непродуктивних вузлів (до вузла з першою квіткою й бобом) є відносно стійкою сортовою ознакою, яка характеризує скоростиглість. Скоростиглі сорти мають 7–11 непродуктивних вузлів, середньостиглі – 12–15, пізньостиглі – 16–21 [189, 201, 207, 256, 258].

Суцвіття гороху має вигляд китиці, а у штамбових форм — несправжньої парасольки. Квітки пазушні, сидять по дві, рідше по три на довгому квітконосі. Вони мають метеликову будову та складаються з п'яти пелюсток: паруса, двох крил і двох зрощених пелюсток, які формують човник. Забарвлення віночка може бути білим, рожевим різних відтінків, кармазиновим, червоно-пурпуровим або брудно-фіолетовим. [60, 189, 256].

Особливий інтерес до форм гороху з листям вусатого типу викликаний їх здатністю формувати стеблостій, який не полягає або слабо полягає, з поліпшеними параметрами освітлення, аерації й загального фітосанітарного стану. Це надає їм значні переваги над традиційними листочковими формами в реалізації генетичного потенціалу продуктивності в агроценозах та підвищує ефективність обробітку. Виведення сортів з вусатим типом листа частково вирішило проблему стійкості до вилягання. Унікальна форма гороху з гетероморфною структурою листа «хамелеон» демонструє вищу продуктивність біомаси порівняно з районованими сортами листочкового типу. Для стабілізації врожайності було створено детермінантні форми. Завдяки обмеженому росту стебла і компактному розташуванню бобів такі сорти перевершують звичайні за швидкістю обробки, термінами дозрівання, стійкістю до вилягання і переростання, а також мають великі насіння і стабільну врожайність. Ще одним кроком у бік поліпшення технологічності і підвищення врожайності сортів гороху стало створення форми з суцвіттям, що нагадує суцвіття люпину, і що отримала назву «люпиноїд». Завдяки залученню цих морфотипів у селекційний процес отримано низку інтенсивних сортів, що поєднують ефективну морфологічну структуру з високою врожайністю [189, 201, 207, 256, 258].

Горох є культурою відносно невимогливою до тепла. Насіння починає проростати за температури 1–2 °С, але в польових умовах проростання насіння сильно затримується й молоді рослини схильні до враження хворобами, такими як кореневі гнилі. Тому оптимальною для проростання насіння та отримання дружних сходів буде температура 4–5°C. Сходи гороху здатні витримувати зниження температури до -6 °С, що робить рослини практично невразливими до весняних перепадів температур і дає можливість вирощування в північних регіонах нашої країни. Оптимальна температура для розвитку вегетативних органів гороху коливається в межах 12–16°C, тоді як для генеративних органів цей показник становить 16–20°C. Температури, що перевищують 20 °С, негативно впливають на обсяг і якість урожаю [153, 156, 200, 202].

Горох вимагає значної кількості вологи. Для набухання насіння та активізації ростових процесів потрібно 100–120% води від їхньої маси. Коефіцієнт водоспоживання становить від 400 до 1200 м³ води на тону зерна. Вологість повітря повинна бути на рівні 70–80% для нормального росту і розвитку рослин. Найкритичнішим періодом, коли відчувається нестача вологи, є етап закладання генеративних органів, особливо в період цвітіння та формування бобів; це може призвести до уповільнення росту, опадання квіток та формування дрібного насіння. У посушливі роки вегетаційний період гороху може скорочуватися в 1,5 рази, а термін цвітіння зменшується на 7–10 днів, що негативно позначається на врожайності. Проте рослина здатна розвивати міцну кореневу систему, яка проникає в ґрунт на глибину до 1 метра, що дозволяє їй використовувати вологу з нижніх шарів у критичні моменти [49, 153, 156, 200, 202].

Найстійкішими до посухи є ранньостиглі сорти, які встигають зібрати врожай, використовуючи зимові запаси вологи. Проте висока вологість під час цвітіння та формування плодів може призвести до надмірного розвитку вегетативної маси, що веде до взаємозатінення рослин та утворення дрібного насіння. За стійкістю до посухи горох переважає над бобами, вику та люпином, але поступається сої, сочевиці, нуту та чині. Хоча горох не є посухостійкою

культурою, його можливо вирощувати в відносно посушливих регіонах, проте він погано розвивається при неглибокому заляганні ґрунтових вод [153, 156, 200, 202].

Горох є світлолюбною рослиною і відноситься до культур, що потребують тривалого дня. Недостатнє освітлення значно пригнічує його розвиток: стебла витягуються, вилягають, коренева система розвивається слабше, зменшується кількість зав'язей та, як наслідок, врожайність. Фотоперіодична реакція гороху тісно пов'язана зі спектральним складом світла. У умовах довгого дня переважають довгохвильові промені, які сприяють прискореному розвитку рослини та підвищують її врожайність [153, 156, 200, 202].

Горох є культурою, що віддає перевагу родючим ґрунтам. Найвищі врожаї отримують на чорноземах, сірих лісових та окультурених дерново-підзолистих ґрунтах, які містять суглинок. Реакція ґрунтового розчину повинна бути нейтральною (рН 6,8–7,4). Ґрунт має містити достатню кількість гумусу, вапна, фосфору, калію, кальцію, а також мікроелементів молібдену та бору. У важких, щільних і кислих ґрунтах коренева система розміщується неглибоко, що пригнічує життєдіяльність бульбочкових бактерій. Такі ґрунти є несприятливими для вирощування гороху. Вилуговані чорноземи з низьким вмістом гумусу та підвищеною кислотністю також не підходять для цієї культури. Найгіршими для гороху є опідзолені чорноземи та сірі підзолисті ґрунти з кислою реакцією, що заважає розвитку азотфіксуючих бактерій. Солонцюваті ґрунти, які набубнявіють у вологому стані, також малопридатні для вирощування гороху. [63, 153, 172, 200, 201, 234].

Останнім часом проблема вирощування гороху була пов'язана з його збиранням, яке супроводжувалося великими витратами часу та енергії, при цьому втрати сягали 80%. Однак, з'явилися нові сорти гороху, які придатні для прямого комбайнування з використанням звичайних комбайнових жаток із мінімальними втратами. Ці сорти, відомі як прямостоячі або половинчасто-безлисті, мають особливість у вигляді трансформованих верхніх листків, які перетворилися на несправжні вуса. Ці вуса забезпечують додаткове зчеплення

між рослинами на верхньому ярусі. Проте рослини з такими ознаками потребують належного догляду, зокрема особливих вимог до посівного матеріалу. Лише використання оригінального насіння високої репродукції дозволяє досягти запрограмованого урожаю, передбаченого селекціонерами [207, 256].

На сьогоднішній день існують районовані сорти гороху, які варіюються як за господарським призначенням, так і за біологічними характеристиками. Вони поділяються на групи залежно від тривалості вегетаційного періоду: ранньостиглі (65-75 днів), середньостиглі (76-100 днів), пізньостиглі (101-120 днів і більше) [152, 207, 256].

Горох належить до вологолюбних рослин, і його вимоги до вологи високі. Це завдяки потужній кореневій системі, яка дозволяє рослині видобувати вологу з глибоких шарів ґрунту. Така особливість допомагає гороху легше переносити короткочасні посухи порівняно з багатьма ярими культурами. Для формування одиниці сухої біомаси горох використовує приблизно 650–700 одиниць води. Критичний період зволоження гороху настає за 10 днів до початку фази бутонізації й закінчується в час повного цвітіння. Горох найкраще проростає на середньозв'язаних чорноземних ґрунтах, але не витримує засолення. Обсяг води, необхідний для отримання 1 кг сухої маси, варіюється від 235 до 1658 кг в залежності від сорту та умов вирощування [153, 156, 172, 201, 234].

Горох продовжує рости до завершення цвітіння. Якщо умови живлення та зволоження є сприятливими, то цвітіння гороху триває довше, стебло піднімається вище, а терміни дозрівання затримуються. Найбільш ефективно на ріст стебла впливають опади, що випадають у першу половину вегетаційного періоду (сходи – цвітіння), куди входить велика частина критичного по відношенню до вологи періоду [49, 172, 234].

На сьогодні селекціонери працюють над створенням нових сортів гороху з меншими розмірами листків, які не підлягають виляганням і підходять для прямого комбайнування. Ці сорти поділяються на три категорії: а) виколисті, з невеликими прилистками та листочками; б) напівбезлисті, з нормальними

прилистками і вусиками замість листочків; в) повністю безлисті, що мають лише вусики без прилистків і листочків. Сорти, такі як Орендатор, Інтенсивний 92, та Харківський 29, рекомендовані для вирощування при мінімальних внесеннях добрив та дотриманні ранніх термінів сівби. Для інтенсивного вирощування найкраще підходять сорти, такі як Богатирчеський, Рапорт, Смарагд, Топаз, Труженник, які позитивно реагують на високий агрофон. Сорти, що демонструють стійкість до осипання, включають Люлинецький короткостебловий, Уладівський напівкарлик, Лото, Норд, Красноградський 8. Сортам Гранат, Дельта, Надійний, та Світязь притаманна підвищена стійкість до основних хвороб [36, 207, 256].

Основні напрямки селекції гороху спрямовані на створення листових та безлисточкових (вусатих) сортів з невеликими або середніми, проте товстими листовими пластинками, великими прилистками, висотою рослин від 60 до 90 см та лінійною щільністю стебла більше 18 мг/см, з 10–13 вузлами у вегетативній частині росли та трьома–п'ятьма – у генеративній. Перевагу мають сорти з фізіологічно обмеженим або генетично детермінованим типом розвитку [36, 207, 256].

Архітектоніка сучасних сортів гороху зазнала суттєвих змін завдяки впровадженню мутантних генів, таких як короткостеблість (*le*), вусатий тип листка (*af*), детермінований тип росту (*det*) та ознаки стійкості до осипання насіння (*def*). Водночас, поряд із позитивними аспектами, існують і негативні наслідки введення цих рецесивних генів у генотип сучасних сортів [178], серед яких можна виділити знижену екологічну стійкість для сортів, що мають ген безлисточковості [45, 136]. Створення сортів з геном *def* викликане значними втратами під час збору урожаю листових форм, особливо в умовах роздільного збирання, де втрати можуть сягати більше 50% за вісім днів. Розширений період цвітіння та неодноразове досягання при надмірному зволоженні можна усунути шляхом залучення детермінованих форм (*det*, *deh*) у селекційний процес [31].

Досі сортовий склад гороху в агровиробництві переважно складався зі середньо- та високорослих рослин листочкового типу, які в дощові роки могли

переростати, що призводило до вилягання та розвитку хвороб, і як наслідок — зниження якості та врожайності. Нові сорти вусатого морфологічного типу, за сприятливих умов, здатні давати урожайність понад 6 т/га [21, 207, 256].

Сучасні безлисточкові сорти також демонструють вищу продуктивність у порівнянні з листовими формами. Потенціал врожайності нових сортів може бути максимально реалізований за умови застосування комплексних технологій інтенсифікації. Основним напрямком для розширення площ посівів гороху є вирощування високопродуктивних сортів вусатого типу, які мають високу потенційну продуктивність, стійкість до хвороб і вилягання, а також підходять для прямого комбайнування, що підкреслює необхідність удосконалення технологій вирощування [21, 207, 256].

Сорти гороху, створені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, такі як Девіз (2007), Царевич (2008), Глянс (2008), Отаман (2011), Оплот (2011), Меценат (2014), Гейзер (2015), Корвет (2016), повністю відповідають вимогам сучасного інтенсивного виробництва. Вони мають потенціал урожайності до 6 т/га, характеризуються стійкістю до вилягання та осипання насіння, а також є більш адаптованими до зональних кліматичних умов у порівнянні з іноземними сортами [36].

Відзначені сорти української селекції, такі як Меценат, Царевич, Магнат та Отаман, відрізняються за комплексом агрономічних характеристик і стійкістю до хвороб. Правильний вибір сорту, як стверджує В.Ф. Камінський, може підвищити врожайність зерна на 3-5 ц/га [107, 108, 109].

Згідно з даними Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, в період 2007-2014 років найбільшу врожайність показав сорт Корвет - 2,47 т/га, за ним слідує Глянс - 2,46 т/га та Магнат - 2,45 т/га. У північному Степу, в середньому за 6 років (2011-2016), найвищі показники урожайності зафіксовані у сортів Царевич - 3,71 т/га, Глянс - 3,25 т/га та Світ - 3,38 т/га. [44].

У північній частині Лісостепу безлисточкові сорти Дамир 2 (3,67 т/га) та Модус (3,08 т/га) продемонстрували вищу урожайність порівняно з листовими формами [140].

Серед усіх сортів гороху селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва найбільш адаптивними і стабільними за врожайністю виявилися Девіз, Царевич, Оплот, Отаман та Харківський еталонний, які показали середню урожайність 2,30-2,79 т/га. У період 2011-2016 років найбільша врожайність зерна (2,54-2,83 т/га) була у сортів Чернігівський, Царевич, Отаман та Оплот. [141].

В окремих дослідженнях вплив сорту на урожайність виявився незначним. Наприклад, за даними О.С. Чинчика, урожайність у сорту Чекбек становила 4,11 т/га, а у Отамана - 4,10 т/га. Дослідження І.М. Дідура [72] показали, що урожайність сорту Елегант варіювала від 3,56 до 4,32 т/га, а у Дамир 2 була дещо вищою - 3,59-4,49 т/га. У Південному Степу урожайність сортів Оплот і Царевич була на рівні 2,0-2,9 т/га [48]. Дослідження на чорноземі важкосуглинковому показали, що урожайність сортів Чекбек та Отаман була практично однаковою - 4,02 та 4,04 т/га відповідно [143].

1.3. Густота посівів гороху та його мінеральне живлення – вагомий регулюючий важіль адаптації сортів гороху до умов довкілля

Серед науковців, що досліджують способи сівби та густоту стояння рослин гороху для отримання насіння та зеленого горошку, існує різноманіття думок. Багато з них вважають за доцільніше застосовувати звичайний рядковий метод сівби з певним міжряддям, що виконується за допомогою зернових сівалок, таких як СЗ-3,6 та СЗП-3,6. Цей спосіб, при ранній сівбі, запобігає забиванню сошників вологим ґрунтом і забезпечує більш рівномірний розподіл насіння у порівнянні з вузькорядковою сівбою [49, 152, 153, 156, 172, 189, 199, 234].

Для прискореного розмноження нових високопродуктивних сортів деякі дослідники рекомендують висівати горох із міжряддям 30 см, навіть зменшуючи норму висіву та збільшуючи коефіцієнт розмноження гороху, при цьому кількість насіння, яке висівають, складає 400–450 тис. шт./га [42, 49, 234]. Норму висіву гороху залежить від ґрунтово-кліматичних умов. За умови

внесення під посіви гороху мікро- і макродобрих, обробітку насіння нітрагіном, раннього строку сівби, введення нових сортів, оптимальними нормами висіву в Лісостепу й у найбільш зв'язних ґрунтах Полісся є 1,4–1,5 млн нас./га, на менш зв'язних від 1,0 до 1,1 млн нас./га [34, 49, 51, 66].

На думку В. І. Морозова, нижні межі норм висіву є більш ефективними для крупнонасінневих сортів гороху, верхні – для середньо- і дрібнонасінневих сортів [49].

Для отримання максимального врожаю в районах Північного Степу горох висівають із розрахунку 1–1,5 млн/га схожих насінин, у районах Південного Степу – 0,8–0,9 млн/га [49, 166].

Досліджували варіанти з густотами від 0,5 до 1,2 млн на 1 га як у незрошуваних, так і зрошуваних умовах. Було встановлено, що густина на рівні 500–700 тис. рослин на 1 га на період збирання врожаю є цілком достатньою. Збільшення густоти призводило до зменшення врожаю, зниження його якісних показників, нерівномірності настання технічної стиглості зеленого горошку ярусами рослин і до значних втрат (до 20%) при збиранні, внаслідок раннього полягання тонкостеблових рослин, що загущені більше ніж 1 млн шт./га. На посівах із густотами 0,5–0,7 млн/га таких негативів не спостерігалось, а незначна прибавка врожаю на густотах 0,9–0,1 млн шт./га не компенсувала витрат на додатково висіяне насіння при надто високій його вартості [49].

В іноземних країнах рекомендована оптимальна густина посіву овочевого гороху складає від 0,8 до 1,2 мільйона схожих насінин на гектар. При такій нормі сівби рослини виявляють високу стійкість до вилягання [49, 189].

В південних регіонах інтенсивна зональна технологія вирощування гороху відзначається дуже ранніми термінами сівби в лютневій вікна, коли температура ґрунту варіює від 0 до +3 °С. Застосування цього методу дозволяє знизити прямі витрати на виробництво на 8,6 %, а матеріальні витрати — на 15,6 %, при цьому врожайність гороху може зрости на 7-9 центнерів з гектара [49].

Затримка зі сівбою може призвести до зниження врожайності на 40-50 % і більше, що також негативно впливає на якість насіння [49].

Глибина загортання насіння гороху варіюється в залежності від механічного складу ґрунту, енергії проростання насіння, а також строків і способів сівби. На важких ґрунтах, які мають схильність до запливання, насіння загортають на глибину 4 см, тоді як на середніх і легких ґрунтах — на 5-8 см, а на супіщаних — до 10 см [49].

Горох здатний добре використовувати важкорозчинні форми мінеральних речовин, що знаходяться в ґрунті. Також він сприяє зниженню кислотності ґрунту [49, 234].

Норми висіву насіння гороху встановлюються в залежності від регіону, де здійснюється вирощування, особливостей сорту та характеристик насіння. Відповідно до рекомендацій, зональні норми висіву для Південного Степу України коливаються від 0,9 до 1,0 мільйона схожих насінин на гектар, у Лісостепу — від 1,0 до 1,2 мільйона на гектар, а в Поліссі — від 1,1 до 1,4 мільйона на гектар. Для низькорослих та безлисточкових сортів норму висіву підвищують на 0,1–0,2 мільйона насінин на гектар, тоді як для високорослих сортів вона зменшується приблизно на ту ж кількість. Крупнонасінні сорти зазвичай висівають рідше, ніж дрібнонасінні. У випадку вузькорядної сівби або посіву насіння в сухий ґрунт рекомендується збільшити норму висіву на 10–15% [256].

Формування високих врожаїв польових культур залежить від надходження поживних речовин до рослин та їх використання разом із продуктами фотосинтезу і симбіотичною азотфіксацією. Основою технологій, що забезпечують високі врожаї, є вдосконалена система удобрення гороху. Мінеральне живлення гороху має свої особливості, обумовлені його біологічними властивостями, зокрема, недостатньою реакцією на інтенсифікаційні фактори, зокрема, на підвищені норми мінеральних добрив.

Попри велику кількість теоретичних та експериментальних досліджень, питання удобрення гороху залишається спірним. Кожен мінеральний елемент живлення має своє специфічне значення, і їх нестача може спричинити

порушення обміну речовин, гальмування фізіологічних процесів, погіршення росту і розвитку рослин, зниження врожайності та якості продукції. Тому важливо дослідити вплив основних макро- і мікроелементів на формування врожайності гороху.

Горох має короткий вегетаційний період та слабо розвинену кореневу систему, що призводить до його високих вимог до живлення. Для отримання 1 центнера насіння і відповідної кількості соломи рослини споживають від 4,5 до 6,0 кг азоту, 1,7-2,0 кг фосфору, 3,8-4,0 кг калію, 2,5-3,0 кг кальцію, 0,8-1,3 кг магнію та сірки, а також мікроелементи, зокрема молібден і бор [59, 99, 154, 189, 238].

Щоб досягти врожайності зерна на рівні 4,0 т/га, горох вбирає з ґрунту 240-260 кг азоту, 48-50 кг фосфору та близько 80 кг калію [38, 67]. При вирощуванні на родючих ґрунтах з вмістом понад 150 мг/кг доступних форм фосфору і калію горох може давати високі врожаї без додаткового внесення добрив. Однак на бідних ґрунтах з низьким вмістом (менше 100 мг/кг) фосфору та калію внесення добрив є необхідним [58, 99].

Варто зазначити, що при застосуванні мінерального азоту рослини починають використовувати його, і в такому випадку не утворюються бульбочки. Азотні сполуки мають негативний вплив на бобово-ризобіальний симбіоз на всіх етапах, починаючи з формування ризосфери і бульбочок до активної азотфіксації. Відомо, що мінеральний азот є інгібітором азотфіксації [142, 156, 234].

При застосуванні високих норм азотних добрив гальмується розвиток бульбочкових бактерій, знижується їх активність у азотфіксації, внаслідок чого рослини починають живитися азотом, внесеним з добривами [142, 156, 234].

Дослідження, проведені на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М.І. Вавилова в період 2011-2013 років, показали, що найбільш сприятливі умови для розвитку азотфіксуючого симбіозу забезпечуються при комбінації передпосівної інокуляції насіння з внесенням мінеральних добрив у нормі P70K82. Внесення мінерального азоту негативно впливає на симбіотичний

зв'язок між рослинами гороху та бульбочковими бактеріями [51, 52]. Тому рекомендації щодо застосування як підвищених, так і знижених (стартових) норм азотних добрив залишаються суперечливими [151, 155].

Використання фосфорних добрив сприяє розвитку кореневої системи та активності бульбочкових бактерій, що зменшує негативний вплив азоту на процес формування бульбочок. Бульбочки здатні перетворювати важкорозчинні фосфорні сполуки в доступні для рослин форми, отже, симбіоз між бульбочковими бактеріями та горохом підвищує постачання не лише азоту, а й фосфору. Нестача фосфору в ґрунті може призводити до порушення формування репродуктивних органів і затримки досягання зерна. [59, 67, 68, 101, 154, 190].

Фосфор також підвищує стійкість рослин до посухи, низьких температур і захворювань [90]. а недостатнього забезпечення фосфором знижується ефективність засвоєння азоту і навпаки [51, 77]. Калійні добрива підвищують посухостійкість, поліпшують обмін і переміщення вуглеводів, а також стимулюють інші важливі клітинні функції. Вони також нормалізують азотне і фосфорне живлення рослин гороху. Дослідження свідчать, що калійне голодування може знижувати вміст білків у зерні. При застосуванні калійних добрив на фоні азоту та фосфору в нормі K60 врожайність підвищується на 0,23–0,67 т/га [67].

Згідно з даними Ю. А. Злобіна, калій позитивно впливає на білковий вміст у зерні. При вирощуванні гороху не рекомендується використовувати калійні добрива, що містять хлор. Магній є складовою частиною хлорофілу, позитивно впливає на життєдіяльність бульбочкових бактерій і відіграє роль у багатьох процесах обміну речовин [94, 96, 99, 215].

На ґрунтах з низьким вмістом магнію (менше 20-50 мг/кг) рекомендується вносити магнієві добрива в нормі 30-40 кг/га MgO [153, 242, 243]. Дослідження білоруських вчених показали, що підвищення рівня обмінного магнію в ґрунті з I до III рівня (від 46-50 до 138-147 мг на кг ґрунту) призводить до збільшення врожайності гороху з 29,2 до 39,8 ц/га в контрольному варіанті без добрив. У варіантах з листовим підживленням

сульфатом магнію найвища врожайність була отримана на II рівні забезпеченості обмінним магнієм. Найбільша врожайність, що становила 50,7 ц/га, спостерігалася при внесенні N30P60K120+S36+Mg1,5. Внесення 36 кг/га сірки призводило до приросту врожайності зерна на 4,6 ц/га при I рівні і на 3,0 ц/га при II рівні обмінного магнію в ґрунті. Листкове підживлення сульфатом магнію в дозах 1,0 і 1,5 кг/га забезпечувало значні прибавки врожайності: на I рівні - 6,1-6,6 ц/га, на II - 4,1-5,1 ц/га. Важливо зазначити, що суттєвої різниці між дозами Mg 1,0 та 1,5 кг/га не спостерігалось [215, 217].

Зернобобові культури, включаючи горох, мають середні вимоги до сірки [21, 23]. Протягом вегетації горох споживає 20-40 кг/га цього мікроелемента. Сірка є ключовим компонентом білка, і без достатнього її забезпечення високоефективна дія азоту на врожайність неможлива. За ступенем засвоєння рослинами сірка займає четверте місце після азоту, калію та фосфору. Найбільше сірки рослини засвоюють до фази цвітіння. Дослідження ННЦ «Інститут землеробства НААН» показали, що внесення азотних добрив на етапах органогенезу забезпечує приріст врожайності на 0,54-1,10 т/га [67, 117, 118].

Існує безліч рекомендацій щодо норм внесення мінеральних добрив при вирощуванні гороху. Різноманітність цих норм пояснюється різними ґрунтово-кліматичними умовами, сортовими особливостями та технологіями вирощування. У Північному Степу для досягнення врожайності 2,2 т/га рекомендується вносити помірні норми добрив: N30P30K30 [146].

У лівобережному Лісостепу, на типових малогумусних важкосуглинкових чорноземах, оптимально вносити добрива у пропорціях N30P45K45, доповнюючи підживлення рослин у фазі гілкування на рівні N15. Це дозволяє підвищити врожайність до 3,67 т/га [86], згідно з дослідженнями Мартинюка О.М. Для досягнення врожайності зерна в межах 3,0-3,5 т/га в західному Лісостепу він рекомендує восени вносити P40K60 та N20 перед сівбою [157].

Дослідники М.І. Бахмат і К.С. Небаба, працюючи в західному Лісостепу, радять застосовувати мінеральні добрива в нормі N30P30K45 при вирощуванні

гороху. Найвища врожайність сортів гороху безлисточкового морфотипу, таких як Дамир 2 (3,67 т/га) та Модус (3,08 т/га), а також листочкового морфотипу Елегант (3,46 т/га) і Світязь (3,27 т/га) досягається за умов застосування повної дози мінеральних добрив N30P45K60 [139, 140].

Дані досліджень Дворецької С. П та Камінського В. Ф. [66, 116, 117] показують, що найсприятливіші умови для високої врожайності сортів гороху Вінець (3,5-3,6 т/га), Готівський (3,6-3,7 т/га) та Камелот (3,5-3,6 т/га) забезпечуються при внесенні N45P60K60 або N30P60K60 з додатковим підживленням N15 на VII етапі органогенезу. Внесення мінеральних добрив призводить до збільшення врожайності на 0,27-1,09 т/га, а передпосівне інокулювання насіння додає 0,11-0,41 т/га. Використання стимулятора росту «Росток» дає приріст у межах 0,03-0,20 т/га. В Білорусі найбільш ефективною нормою мінеральних добрив для гороху є N30P75K120, що забезпечує врожайність 34,6 ц/га [28, 164, 217].

Інші дані вказують, що максимальна врожайність зерна гороху досягається при внесенні N50P70K40, що становить 2,71 т/га [205, 218]. Оптимальними умовами для врожайності на рівні 3,5 т/га є вирощування гороху з добривами не більше N60P60K60 в поєднанні з ризогуміном [227, 228].

Такі ж норми добрив рекомендує для сортів Вінничанин і Світязь Р.А. Антипін для досягнення врожайності 3,55 т/га [28]. Н. В. Телекало [220, 221] зазначає, що оптимальна норма добрив становить N45P60K60. У дослідженнях Т. М. Рябоконт [205, 206] вказується на доцільність дещо вищих норм азотних і фосфорних добрив N45P60K90 з додатковим підживленням N15. Приріст урожайності при застосуванні N20P70K82 у порівнянні з варіантом без добрив склав 0,46 т/га [51].

Пилипенко В. С. [191, 192] рекомендує для досягнення врожайності на рівні 4,0-4,5 т/га в правобережному Лісостепу використовувати систему удобрення, яка включає основне внесення N30P60K60 і кілька підживлень протягом вегетації з N10P10 у фази 12-13, 51-59 та 60-69. Внесення фосфорних і калійних добрив підвищує врожайність на 0,1-0,3 т/га в залежності від сорту,

тоді як приріст від повного мінерального добрива становить 0,5 т/га (24 %). Найбільший приріст урожаю зафіксовано для сортів Фараон і Спартак [55].

Для одержання урожайності зерна на рівні 4,54–4,89 т/га пропонують систему удобрення з переважанням азоту – N60-90P20-30K30-45 [56, 72]. У дослідженнях В. В. Волкогона та М. А. Журби найвища врожайність гороху (3,35 та 3,62 т/га) формувалася за внесення N90P90K90 [46].

Згідно з даними Грищука П.І. [61], існує розбіжність думок серед науковців і виробників щодо визначення оптимальної норми висіву гороху посівного. Багато досліджень, які мають давнє походження, проводилися в різних регіонах, а комплексних робіт, які вивчали вплив норм висіву, методів сівби та погодних умов на урожай зерна гороху, фактично не існує. Важливо встановити оптимальну норму висіву для сортів гороху в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [113, 122, 189, 190, 201, 202].

Норма висіву повинна забезпечувати оптимальну густоту рослин, яка розраховується на основі індивідуальної площі живлення. Для гороху цей показник становить 100–130 см² [62]. Норма висіву встановлюється, враховуючи біологічні особливості сорту і специфіку ґрунтово-кліматичної зони [113, 122, 189, 190, 201, 202]. Вона варіюється від 0,8 до 1,4 мільйона схожих насінин на гектар залежно від регіону [113, 122, 189, 190, 201, 202].

У посушливих умовах рекомендується висівати меншу кількість насіння, тоді як у зонах з достатнім зволоженням — більше [225]. Для досягнення високої врожайності гороху важливо забезпечити оптимальну кількість рослин на одиницю площі шляхом встановлення відповідної норми висіву [113, 122, 189, 190, 201, 202]. Низька норма висіву, навіть при підвищеній продуктивності окремих рослин, призводить до зменшення врожаю з одиниці площі, оскільки рідкісні посіви не в змозі повністю використовувати наявні запаси поживних речовин і вологи. Рідкісні посіви менш продуктивні й більше схильні до забур'янення [91, 113, 122, 189, 190, 201, 202, 219].

Норма висіву насіння є ключовою в технології вирощування гороху, оскільки вона допомагає формувати стеблостій, який забезпечує максимальну

продуктивність рослин. Ці норми залежать від регіону вирощування, особливостей сорту та посівних характеристик насіння. Оптимальна норма висіву для сортів безлисточкового типу становить 1,2-1,4 мільйона схожих зерен на гектар. Існують рекомендації щодо збільшення норми висіву на 10% при ранніх строках сівби [218].

На основі аналізу П.І. Грищука [57, 62] можна систематизувати норми висіву гороху: для довгостеблових укісних сортів рекомендується 0,8–0,9 мільйона насінин на гектар, для сортів листочкового морфотипу — 1,0–1,2 мільйона, а для короткостеблових зернових сортів — 1,5 мільйона на гектар. Для високорослого вусатого морфотипу оптимальною є норма 0,8–0,9 мільйона/га, а для сортів напівлисточкового і традиційного листочкового морфотипу — 1,0–1,2 мільйона/га. Згідно з даними німецьких селекційних станцій, оптимальною нормою висіву для Німеччини є 0,7-0,8 мільйона на гектар, а у випадку затримки з сівбою — до 0,80-0,85 мільйона/га. В умовах Польщі висівають 0,8-1,0 мільйона насінин на гектар [244].

У Чехії рекомендовано висівати від 0,9 до 1,1 мільйона насінин на гектар [248]. В Україні ж зазначають вищі норми — від 1,0 до 1,2 мільйона насінин на гектар [40, 41, 168]. Дослідження, що охоплюють норми висіву 0,6 млн/га, 0,8 млн/га та 1,0 млн/га, продемонстрували, що в Сквирському районі Київської області сорти Мадонна, Саламанка та Астронавт показують максимальну врожайність при нормі висіву 1,0 млн/га. Зниження норми до 0,8 млн/га призводить до втрати врожайності на 1,9-5,6 ц/га [41]. Інші дослідження підтверджують, що оптимальна норма для сортів Саламанка, Астронавт, Мадонна та Грегор також становить 1,0 млн/га [38].

Згідно з даними Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, підвищувати норму висіву вище 1,2 млн/га недоцільно [121]. Встановлено, що для ранньостиглих білоkwіткових сортів гороху оптимальні норми висіву складають 1,2–1,4 млн схожих насінин на гектар, тоді як для червонокwіткових сортів і пелюшки — 1,0–1,2 млн [48, 62]. В умовах Півдня України найкращі результати для сортів безлисточкового морфотипу забезпечує норма висіву 1,1

млн/га при достатньому зволоженні. За недостатньої продуктивної вологи оптимальну врожайність формують посіви з нормою 0,8 млн/га [199].

На думку Н.В. Телекало [218], для сортів Отаман і Грегор норма висіву повинна становити 1,1-1,3 млн/га. Дослідження вказують, що оптимальна норма для сортів гороху безлисточкового типу складає 1,2-1,4 млн/га [48, 100, 217, 219]. Для гороху вусатого в умовах Північного Степу з добривами оптимальною є норма 1,4 млн/га [52, 54, 55, 94, 146]. У дослідженнях Л.В. Короля [138, 139] оптимальна норма для сортів Улюбленець та Юлій становить 1,5 млн/га. Збільшення норми висіву з 1,0 до 1,5 млн/га на звичайному чорноземі забезпечує приріст урожайності у всіх сортах на 0,13-0,40 т/га [50, 137, 148]. Однак, це призводить до зменшення індивідуальної продуктивності рослин, що компенсується за рахунок більшої густоти посівів [148, 149].

Існують рекомендації щодо збільшення норми висіву до 1,6 млн/га [137, 186]. За даними О.В. Ільєнка [93], для сорту Харківський еталонний у Північному Степу оптимальною є норма 1,4 млн/га; збільшення до 1,6 або 1,8 млн/га призводить до зниження врожайності через нестачу вологи та самозатінення. Відповідно до проведених досліджень, посіви гороху вусатого морфологічного типу найефективніше використовують вологу при сівбі з нормою 1,8 млн схожих насінин/га [92, 93].

Деякі дослідники [91, 113, 122, 189, 219] пропонують збільшувати норму висіву для загущення посівів як засіб боротьби з бур'янами. Однак, на наш погляд, це можливо лише в рамках біологічного рослинництва. Оптимальна норма висіву насіння гороху вусатого морфологічного типу сорту Харківський еталонний в умовах Північного Степу з мінеральними добривами N15P15K15 та N30P30K30 (2011-2014 рр.) становила 1,4 млн насінин/га [54, 55].

У Північному Степу найефективнішою виявилася сівба гороху з нормою 1,4 млн насінин/га для сорту Харківський янтарний, що забезпечила врожайність 2,28 т/га, а при використанні суміші насіння листочкового (Харківський янтарний) і безлисточкового (Харківський еталонний) сортів у пропорції 75:25% врожайність становила 2,21-2,24 т/га. Такі посіви повністю

підходили для прямого комбайнування [54, 55, 65]. Завдання насінницьких посівів полягає не лише в отриманні високої врожайності, але й у виробництві якісного насіння, здатного забезпечити однорідні та дружні сходи, тому норма висіву не повинна перевищувати 1,0 млн/га [198, 199]. Проте в науковій літературі є дані з різних ґрунтово-кліматичних умов (Україна, Росія, Італія), що не показують істотних відмінностей у врожайності та посівній якості при використанні норм висіву 0,6 млн, 0,9 млн та 1,2 млн насінин/га [210, 211].

При цьому, хоч за найнижчої норми (0,6 млн) врожайність була дещо меншою, це компенсувалося вищим коефіцієнтом розмноження. З цього огляду літературних джерел випливає висновок, що визначення оптимальної кількісної норми висіву гороху потребує подальшого дослідження з урахуванням сортових характеристик, морфотипу рослин, регіону вирощування тощо [62].

Згідно з дослідженнями О. І. Зінченка та інших авторів [49, 202], для утворення 1 центнера зерна гороху з ґрунту витрачається така кількість поживних речовин: азоту – 4,5 кг, калію – 2–3 кг, кальцію – 2,5–3 кг, магнію – 0,8–1,3 кг, а також мікроелементи: молібден, бор та інші [49, 202].

Порівнюючи цей показник по гороху з іншими культурами, бачимо, що за винесенням елементів живлення з ґрунту горох займає одне з перших місць (табл. 1.2). [49, 202].

Таблиця 1.2

**Винесення основних елементів живлення з ґрунту для утворення
1 ц зерна, кг (за О. І. Зінченком, 2011 р.)**

Культура	Винесення елементів, кг		
	азоту	фосфору	калію
Горох	6,6	1,8	2,0
Озима пшениця	5,3	1,5	2,5
Кукурудза	3,0	1,0	2,6

Соя	6,1	1,5	4,5
Соняшник	5,7	2,9	2,4
Рицина	7,4	1,8	6,1

Високе винесення поживних речовин з ґрунту пояснюється насамперед високим вмістом білків, вуглеводів і жирів у кінцевому врожаї гороху. За показником винесення азоту горох овочевий стоїть поряд із такими енергоємними культурами, як соя, соняшник і рицина [49, 202].

Для гороху, як і для інших сільськогосподарських культур, велике значення має співвідношення основних елементів живлення в ґрунті. За даними ВІР, на зв'язних ґрунтах відношення азоту, фосфору й калію повинно відповідати 1:1:1,5, а на менш зв'язних – 1:1,5:2 [49, 200, 202, 204].

Відомо, що ґрунти Південного Степу мають високу забезпеченість калієм, тому актуальним є вивчення доз внесення азотно-фосфорних добрив. У зв'язку з тим, що горох живе в симбіозі з азотфіксуючими бульбочковими бактеріями, питання щодо внесення азотних добрив є полемічним і викликає багато протиріч [48, 49].

Деякі автори стверджують, що горох потребує обмеженої кількості азоту в період початкових етапів онтогенезу, а в наступні фази потреба в азоті поповнюється за рахунок фіксації його бульбочковими бактеріями [49, 163, 165].

Усі дані відносно азотного живлення гороху, які є в науковій літературі, можна узагальнити в такі групи: рослинам гороху мінеральний азот не потрібний; необхідні невисокі дози азоту; під горох необхідно вносити середні дози мінеральних азотних добрив. Для отримання високих урожаїв необхідне повне забезпечення гороху азотом [49, 150, 170].

Як узагальнює Р. Х. Макашева [156], більшість авторів доходять висновку, що збільшення доз азотних добрив не підвищує врожайності гороху.

1.4. Основні принципи та прийоми біологізації агротехніки вирощування гороху на Півдні України.

З метою підвищення врожайності гороху посівного його насіння обробляють бором – 2,7 кг/т, нітрагіном і молібденово-кислим амонієм (25 г на гектарну норму насіння). Інокуляція насіння ризоторфіном підвищує врожайність на 2,0–4,2 ц/га і покращує його якість. Вміст білка зростає на 2–5% [1, 12, 26, 49].

Отримання високих і стійких урожаїв гороху в більшості випадків визначається вибором попередників. Основні вимоги до них зводяться до того, щоб поле залишалося вільним від бур'янів, з достатнім запасом води і поживних речовин у ґрунті. У Степу кращими попередниками є озима пшениця й інші зернові колосові, а також кукурудза й інші просапні культури [49, 152, 153, 156].

Ізотопним методом було встановлено, що горох володіє високою азотфіксуючою здатністю: він фіксує з повітря до 80% всього накопиченого в рослині азоту. Азотфіксація відбувається найактивніше при співвідношенні калію до фосфору як 2,5:1 і при невисокій концентрації азоту в ґрунті [49, 167, 180].

Підвищені дози азоту припиняють азотфіксацію навіть при оптимальному співвідношенні калію та фосфору [49, 180, 181].

Надходження азоту з добрив у рослини гороху збільшується пропорційно внесеним дозам мінерального азоту, але це не приводить до підвищення врожаю, незалежно від строків їх внесення [49, 234, 240, 245].

У науковій літературі, присвяченій вивченню взаємозв'язку гороху з бульбочковими бактеріями, наявні різні гіпотези та теорії, які пояснюють пригнічення симбіотичної фіксації азотом. Найчастіше вважають, що при надлишковому надходженні в рослини гороху мінерального азоту, вуглеводи, які утворюються в листках внаслідок фотосинтезу, витрачаються в основному на синтез білків. У цьому випадку бульбочкові бактерії отримують недостатню кількість цукрів, що й затримує їх розвиток [49, 167, 180, 188, 250].

Є припущення, що регулюючим фактором у використанні бобовими рослинами симбіотичного азоту, є зміни в їх вуглеводному обміні. При значному надходженні в рослину мінерального азоту кількість вільних цукрів зменшується, що призводить до голодування азотфіксуючих бактерій, але при порушенні цього дисбалансу активність бульбочкових бактерій підсилюється [49, 180, 246].

Багатьма дослідниками науково-дослідних установ і практикою передових товаровиробників встановлена ефективність внесення під горох або його попередник не тільки фосфорних, калійних і азотних добрив, а й у низці випадків і органічних добрив. Зазначено, що при їх правильному використанні вони не пригнічують, а, навпаки, стимулюють фіксацію азоту бульбочковими бактеріями [149, 156, 189, 201, 247].

Одним із прийомів покращення живлення гороху є застосування бактеріальних добрив – горохового нітрагіну (ризоторфіну), здатного підсилити мікробіологічні процеси фіксації азоту [49]. До речі, нітрагін є ефективним лише в тому випадку, коли бактерії препарату активніші за ті, що містяться в ґрунті. Застосування спільно з нітрагіном мікроелементів (молібдену й бору) підсилює фіксацію азоту бульбочковими бактеріями у всіх сортів гороху [49, 249]. На чорноземних ґрунтах Степу молібден з'єднується з лугами й катіонами лужного характеру, перетворюючись у сполуки, нерозчинні у воді і недоступні рослинам [160, 182].

Бор є необхідним елементом мінерального живлення рослин. Усі тканини рослин містять бор. До того ж, залежно від виду рослин і ґрунтово-кліматичних умов, кількість його в рослинах коливається в досить широких межах. Якщо в сухій масі зернових культур міститься лише 1–3 мг бору на 1 кг абсолютно сухої маси рослин, то в листках соняшнику – 50–60 мг, а в бобових культурах – 30–60 мг на 1 кг абсолютно сухої маси [49, 98, 160, 182].

Насамперед дія бору тісно пов'язана з окислювально-відновлювальними процесами в організмі, з вуглеводним, білковим і нуклеїновими обмінами. Цінні дослідження в цьому напрямі проведені працівниками Ботанічного інституту АН ім. В. Л. Комарова [49, 98, 160, 182]. Знаходячись у тканинах

рослин, бор може створювати комплексні сполуки з органічними оксикислотами, вуглеводами та багатоатомними спиртами. Вітаміни – рибофлавін і аскорбінова кислота – також вступають у сполуки з бором. Низкою дослідів встановлена дія бору на активність ферментів: каталази, дегідраз, інвертази тощо. Наприклад, бор збільшує гідролітичну активність ферментів інвертази та сприяє пересуванню цукрів з листків до коренів буряку цукрового. Він посилює приток цукрів до точок росту рослин, коренів, квіток і плодів. Відомо, що борно-цукрові комплекси переміщуються тканинами швидше, ніж цукрові в чистому вигляді [26, 27, 49, 98, 160, 182].

Нестача бору в живленні рослин затримує синтез білків і нуклеїнових кислот. Бор впливає також на осмотичні процеси та гідратацію колоїдів. Встановлено позитивну дію бору на посухостійкість і солестійкість рослин. За нестачі бору в листках зменшується вміст вітамінів: аскорбінової кислоти, тіаміну та рибофлавіну [26, 27, 49, 98, 160, 192].

Бор відіграє важливу роль у процесах запліднення рослин: він посилює проростання пилку, ріст пилкових трубок і є необхідними для формування життєдіяльності пилку. Розвиток зав'язей і насіння за нестачі бору відстає від нормального, а процеси досягання насіння порушуються, тому бор позитивно впливає на насіннєву продуктивність багатьох сільськогосподарських культур й утворення плодів і ягід у плодових і ягідних рослин [26, 27, 46, 47, 49, 160].

Горох позитивно реагує на внесення борних добрив. Бор відіграє важливу роль у синтезі вуглеводів, що є необхідним для встановлення нормального симбіозу між бульбочковими бактеріями й рослиною. Кращі результати забезпечує бор у поєднанні з молібденом, оскільки останній необхідний для біохімічних процесів фіксації молекулярного азоту [26, 27, 49, 160, 180, 182].

Сприятливі результати отримані при поєднанні передпосівної обробки насіння бором із протруйниками [26, 27, 49, 160, 180, 182].

Молібденові добрива отримують все більше визнання у вирощуванні бобових, овочевих та інших культур. Це обумовлено тим, що молібден має значний вплив на азотний обмін у рослинах, а також на діяльність

азотфіксуючих бактерій, водоростей і грибів. Він грає важливу роль у фіксації молекулярного азоту бульбочковими бактеріями в симбіозі з бобовими рослинами. Крім того, молібден є необхідним компонентом ферментів, які відповідають за перетворення нітратів у аміак у рослинних тканинах; цей аміак використовується в подальшому для синтезу амінокислот і білків. Завдяки своїй здатності змінювати валентність, молібден також бере участь в окислювально-відновлювальних процесах і є ключовою ланкою у передачі елементів від окислювального субстрату (донатора електронів або водню) до відновлювальної речовини (акцелатора електронів або водню) [26, 27, 49, 160, 180, 182].

Роль молібдену полягає насамперед у тому, що він підсилює активність флавопротеїдних ферментів, пов'язаних з азотними обмінами, і бере участь у ферментативній активізації молекулярного водню, який так чи інакше задіяний у відновленні азоту [26, 27, 49, 160, 180, 182].

Бульбочки бобових рослин, що відповідають за фіксацію молекулярного азоту, містять вищу концентрацію молібдену порівняно з іншими тканинами цих культур. Так, за даними деяких авторів, у зеленій масі бобових рослин міститься від 1,9 до 9,1 мг молібдену на 1 кг, тоді як у бульбочках конюшини і люпину – 11–17 мг на 1 кг сирої маси [49, 160, 173, 180, 182].

Горох дуже добре реагує на застосування молібденових добрив. Молібден підвищує врожай зеленої маси й зерна гороху, збільшує в ньому вміст білків. Зв'язування атмосферного азоту бульбочковими бактеріями в симбіозі з рослинами підвищується. Оброблений молібденом горох залишає в ґрунті більше кореневих залишків і зв'язаного азоту, що підвищує родючість ґрунтів і врожайність наступних за горохом культур [26, 27, 49, 160, 180, 182].

Молібден позитивно впливає на утворення бульбочок на корінцях гороху, а самі бульбочки при цьому набувають рожевого кольору. Це може бути пов'язано з утворенням у них гемоглобіну. Оброблені рослини менше страждають від грибкових захворювань. Урожай збільшується майже вдвічі [26, 27, 49, 160, 173, 180, 182].

Проблема біологічного азоту виникла з розвитком культури землеробства. Здавна з практичної агрономічної діяльності людей було відомо, що бобові рослини підвищують родючість ґрунту. Ще в III-I століттях до нашої ери античні мислителі, такі як Теофраст, Катон, Варрон, Пліній та Вергілій, висловлювали свої думки на цю тему [90,].

Перше наукове пояснення властивості бобових рослин накопичувати азот належить французькому агрохіміку Д. Буссенго, який встановив (1838), що люцерна та конюшина збагачують ґрунт азотом, а зернові – збіднюють. Ці факти він пов'язав зі здатністю бобових рослин фіксувати азот з повітря. Але Буссенго помилково вважав, що фіксація відбувається в листках [29, 49, 156, 224].

Значний досвід, накопичений у наш час, свідчить про важливу роль бобових рослин у родючості ґрунтів. Д. М. Прянишников вказує, що після введення в Європі сівозмін з посівом бобових культур середня врожайність зернових підвищилась з 7 до 17 ц/га. На родючіших ґрунтах при дотриманні агротехнічних вимог урожайність підвищується ще більше [29, 49, 156, 224].

Дані палеонтології свідчать, що в давнину бульбочкові бактерії були лише в деяких видів бобових рослин. У сучасних рослин родини бобових вони знайдені в більшості видів. Передусім сюди належать родини, які використовуються в сільському господарстві [29, 49, 156, 224].

Після формування бульбочки бобові рослини можуть засвоювати атмосферний азот, але вони можуть житись і зв'язаними формами азоту – солями амонію й азотних кислот. Лише одна рослина – копійочник – асимілює лише молекулярний азот, тому без бульбочок у природі ця рослина не трапляється [49, 60, 224, 234].

Рослина, в свою чергу, забезпечує бактерії продуктами вуглеводного обміну та мінеральними солями, які необхідні для їх росту і розвитку [49, 60, 224, 234].

У 1866 році відомий ботанік і ґрунтознавець М. С. Воронін виявив у бульбочках на коренях бобових рослин мікроскопічні організми й запропонував ідею про те, що бульбочки мають зв'язок з активністю бактерій,

а посилене ділення клітин кореневої тканини є реакцією рослини на проникнення бактерій [49, 60, 224, 234].

У 80-х роках ХІХ століття голландський вчений Г. Бейеринк виділив бактерії з бульбочок гороху, почав їх досліджувати та перевіряти їх здатність заражати рослини і формувати бульбочки. Це явище в наш час активно використовується в агрономії. На спеціалізованих мікробіологічних підприємствах виділяють штами бактерій, характерні для конкретних рослин, і розмножуючи їх, виробляють мікробіологічні добрива, такі як ризоагрін, ризоторфін, нітрагін та інші, які здатні збільшувати врожайність на 15–20% [49, 60, 224, 234].

Вчений Б. Франк ввів термін "ризобіум" для позначення родини бульбочкових бактерій (від грецького "ризо" – корінь, "біо" – життя на коренях), який використовується і сьогодні. Для позначення видів бульбочкових бактерій зазвичай додають латинську назву рослин, з якими вони симбіозують [49, 60, 224, 234].

Існує два основні способи інтенсифікації накопичення біологічного азоту: розширення посівних площ бобових культур і створення умов для максимізації азотфіксуючої активності симбіотичних бактерій [49, 60, 224, 234].

Ефективність симбіозу визначається ступенем забезпеченості бобових рослин доступними формами мінеральних сполук азоту. Дослідження показують, що в середовищі з високим вмістом азоту проникнення азотфіксуючих бактерій у коріння рослин ускладнюється [49, 60, 224, 234].

Важливу роль у засвоєнні азоту бобовими рослинами відіграє фосфорне живлення [49, 60, 224, 234]. За низького рівня фосфору в середовищі, хоча бактерії і проникають у корінь, бульбочки не формуються. Тому під час польових дослідів ми вносили фонову дозу азотно-фосфорних добрив на рівні N30P45, що рекомендують дослідники [49, 60, 224, 234].

Серед мікроелементів особливу увагу слід приділити молібдену та бору. При нестачі молібдену спостерігається недостатнє утворення бульбочок

азотфіксуючих бактерій, а також порушується синтез вільних амінокислот і леггемоглобіну [49, 60, 224, 234].

Молібден, разом з іншими елементами зі змінною валентністю (Fe, Co, Cu), бере участь у перенесенні електронів під час окислювально-відновних ферментативних реакцій [49, 60, 224, 234]. У разі дефіциту бору в бульбочках не формуються судинні пучки, що призводить до порушення розвитку бактеріальної тканини [49, 60, 224, 234].

Азот мінеральних добрив є інгібітором азотфіксації. У разі внесення високих норм азотних добрив розвиток бульбочкових бактерій гальмується, знижується їх азотфіксуюча активність, тому рослини гороху переходять на живлення азотом, який внесений із мінеральними добривами [49, 60, 224, 234].

Для підвищення продуктивності гороху останнім часом застосовують разом із мікроелементами різноманітні стимулятори росту як хімічного, так і природного походження, а також препарати зі штамів бульбочкових бактерій. За даними Савранчука В. В. та Іщенко В. А. (Бюлетень ІСЗ НААН, 2015, № 6, с. 119-125), передпосівна обробка насіння ризогуміном або гуматмікроелементним препаратом ГК-А сприяла зростанню врожайності культури на 11,3-13,3%. В дослідженнях Колеснікова М. О. (2013) було встановлено, що позакореневе застосування токоферолу в концентрації 0,1 г/л призводить до збільшення кількості стручків на рослинах, числа насінин у стручку та маси 1000 насінин, що, в свою чергу, підвищує біологічну урожайність на 20%.

Застосування комплексних мікроелементних препаратів у поєднанні з різними фонами мінерального живлення дозволило збільшити врожайність зерна на 0,10-0,56 т/га. Найбільш ефективною виявилась передпосівна обробка насіння препаратами Дефенс С разом із хелатом молібдену, а також обприскування посівів у фазі бутонізації сумішшю хелату молібдену з карбамідом або антистресом, хелатом молібдену та карбамідом (Савранчук В. В. та Іщенко В. А., 2015).

Останнім часом в агровиробництві широкого впровадження набувають препарати біогенного походження, які покращують метаболічні процеси в

рослинах гороху, позитивно впливають на його ріст, розвиток і продуктивність шляхом стимуляції ферментативної системи рослин, що регулює окисно-відновні процеси та стимулює розвиток симбіонту гороху – азотофіксуючих бактерій, покращуючи азотне живлення рослини та збагачуючи ґрунт біологічно чистим азотом, що є одним із аспектів біологізації виробництва [6, 9, 10, 13].

Багато авторів нині працюють над вирішенням цієї проблеми. Так, Іщенко В. А. пропонує використовувати ризогумін і поліміксобактерин у поєднанні з мікродобривом [95]. Калитка В. В. пропонує застосовувати різні біопрепарати [103] та активні штами ризобій [102]. Лемішко С. М. пропонує використовувати біопрепарати сумісно зі стимуляторами росту [147]. Чинчик О. С. вказує на позитивний вплив біопрепаратів на показники структури врожаю гороху та тривалість періоду вегетації [229, 230].

До таких препаратів також належать виготовлені з природних компонентів «Біо-гель» та «Хелафіт», які в останнє тисячоліття почали широко застосовуватись при вирощуванні зернових, олійних та інших культур [76, 87]. Вони не містять шкідливих для довкілля речовин і мають стимулюючий ефект, їх застосовують у малих дозах (1 – 2 л/га) [76, 87].

На дослідному полі Херсонського державного аграрно-економічного університету протягом 2014–2018 років вивчали вплив цих біостимуляторів на продуктивність пшениці озимої, ріпаку озимого, соняшнику, проса. Отримані позитивні результати досліджень дозволили нам вибрати ці препарати для визначення їх ефективності при вирощуванні гороху посівного, чому і присвячена ця наша робота.

Висновки до розділу 1

Аналізуючи літературні першоджерела з теми наших досліджень ми дійшли висновку про можливість удосконалення шляхом біологізації агротехніку вирощування гороху в умовах Півдня України. Для отримання стабільної врожайності зерна гороху на рівні 3,5–4,0 т/га виникла необхідність дослідити нижченаведене:

- ✓ із зареєстрованих в «Держреєстрі» сортів гороху, районованих на Півдні України, вибрати кращі з метою реалізації його генотипу за інтенсивної технології вирощування з біологізацією її елементів;
- ✓ встановити оптимальну густоту посівів для кожного з досліджуваних сортів;
- ✓ визначити вплив біостимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт» на продуктивність сортів гороху в порівнянні з наявними технологіями із застосуванням мікроелементів;
- ✓ визначити економічну, енергетичну, та екологічну ефективність досліджуваних варіантів досліду.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматичні та метеорологічні умови проведення досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Херсонського ДАЕУ, яке розміщене в так званій «зоні ризикованого землеробства». Кліматичні умови Півдня України, з характерною нестабільністю опадів і високим рівнем сонячної радіації, формують степові суббореальні (семиаридні) ландшафти. У степовій зоні виділяють три регіони: південний (Херсонська, Миколаївська області та частина Одеської, степова частина Криму), центральний (Дніпропетровська, Запорізька, південь Кіровоградської та Донецької областей) і північний (північ Кіровоградської, Донецької областей і Луганська область). У цих регіонах спостерігаються свої кліматичні особливості [39, 49, 63, 162, 254, 255].

На більшій частині Степу за рік випадає від 300 до 450 мм опадів, зокрема в Східноєвропейській частині до 450 мм. Випаровуваність у південній підзоні може досягати 800–1000 мм, коефіцієнт зволоження знижується від 0,8–0,6 у північній підзоні, до 0,5–0,3 – у південній. Річна сумарна радіація сягає тут 100–120 ккал/см², а радіаційний баланс – до 40–50 ккал/см² (у Причорномор'ї – до 55 ккал/см²) [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Особливістю підзони Південного Степу є нерівномірний розподіл опадів протягом року. На заході Степу вони розподіляються відносно рівномірно, тоді як на сході влітку і взимку їх кількість суттєво знижується. Для цієї території характерний зливовий характер опадів — за добу може випасти значна кількість вологи (до 200 мм опадів). Більша частина опадів потрапляє до України з Атлантики. Створення каскадів водосховищ сприяло зміні мікроклімату в прибережних зонах Чорного й Азовського морів, а також появи бризової циркуляції в літній період [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Влітку під час спеки більшість опадів випаровується, залишаючи на стік

не більше 5-10%. Основним джерелом стоку є талі води після снігу, що складають понад 65% річного стоку і припадають на весняну повінь (травень-червень). Деякі місцеві річки можуть пересихати в літній період, тоді як весняна повінь протікає інтенсивно, сприяючи ерозійним процесам. Мінералізація вод річок становить 300-500 мг/л і більше, а іонний стік є відносно невеликим (10-20 т/км² на рік) [39, 49, 63, 162, 254, 255].

У більшості сільськогосподарських культур активізація росту починається після стійкого підвищення середньодобової температури повітря вище 5–7°C [69, 75, 105, 110, 112, 115]. У Південному Степу це відбувається в третій декаді березня, тоді як на решті території України — в першій декаді квітня. Період вегетації завершується зазвичай у третій декаді жовтня, а в південно-західних районах — на початку листопада. Тривалість вегетаційного періоду в північно-східному Степу складає 190-200 днів, а в південній частині — до 220-240 днів [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Річний цикл змін відносної вологості повітря має зворотну залежність від температури. Найбільші показники вологості спостерігаються у зимові місяці – грудні та січні. У Північному Степу цей показник становить 55-63%, але в міру наближення до узбережжя він зростає до 65-75%. Коли вологість падає нижче 30%, а вітер посилюється, сільськогосподарські культури починають зазнавати теплового стресу, що називається суховієм. Найбільше таких днів реєструють у південних регіонах сухого Степу — приблизно 50 днів на рік [39, 49, 63, 162, 254, 255].

У Степу майже щороку спостерігаються періоди без дощів тривалістю 20-30 днів. На північному заході бездощові періоди трапляються раз на два роки і тривають 25-30 днів, а в приморських регіонах Південного Степу — до 40-45 днів. Раз на чотири роки тривалість бездощових періодів зростає до 50-60 днів, особливо в Причорномор'ї. Раз на десять років такі періоди можуть тривати від 36 до 75 днів залежно від регіону [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Висока температура й низька відносна вологість повітря, що супроводжують тривале бездощів'я, підсилюють його шкідливий вплив на рослини й створюють умови для виникнення атмосферних посух і суховіїв.

Тривала спека і низька вологість повітря посилюють негативний вплив відсутності опадів на рослини, створюючи умови для виникнення посух і суховіїв. Через нерівномірний розподіл опадів посухи мають фрагментарний характер: слабкі охоплюють лише окремі райони, а сильні – більші території. Дослідження показують, що половина весняних посух має локальний характер, охоплюючи лише 10% площі, тоді як масштабні посухи, що вражають понад 50% території, трапляються рідко — такі катастрофічні посухи спостерігалися у 1934, 1946, 1968, 1996, 2007 та 2012 роках [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Літні посухи виникають частіше за весняні та осінні, і майже щороку припадають на період вегетації рослин. Найвища ймовірність літніх посух — до 80-90% — відзначена у південних приморських районах Херсонщини та в околицях Армянська у Криму [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Осінні посухи виникають рідше, однак їх ймовірність у приморських районах залишається значною — близько 40-50% [39, 49, 63, 162, 254, 255].

У холодну пору року вітри здебільшого мають східний та північно-східний напрямок на півдні, і південний, переходячи в південно-західний, на півночі. У теплу пору переважають північно-західні вітри, але на півдні часто фіксуються східні та південно-східні суховії. [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Найбільша кількість днів із суховіями реєструється в центральній частині степової зони та на степових територіях Криму. За теплий сезон тут спостерігається понад 15 днів із суховіями, а в районах Асканії-Нової та Нижніх Сірогоз — до 20 днів. На крайньому сході степової зони виділяється ще одна область, де кількість таких днів досягає 20-24. У західних та північно-західних регіонах Степу їхня кількість суттєво зменшується і суховії відбуваються не щороку. Найчастіше ці явища трапляються у травні та серпні. У липні середня кількість суховіїв знижується до 3-5 днів, а в окремі роки може сягати 12-17 днів. Особливо небезпечні травневі та липневі суховії, які спричиняють пошкодження зерна та знижують врожайність. [39, 49, 63, 162, 254, 255].

За умов посухи та збільшення швидкості вітру, коли з поверхні землі

підіймаються пил та пісок, утворюються пилові бурі, що завдають значних збитків сільському господарству. Ці явища спостерігаються здебільшого з березня по вересень і за останні 50 років відбувалися 14 разів. Іноді в південних та південно-східних районах Степу пилові бурі можуть траплятися навіть взимку — за умов низької температури, слабкого зволоження ґрунтів і тонкого сніжного покриву [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Весняні пилові бурі спостерігаються на всій території південних та південно-східних регіонів України, зокрема в Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Миколаївській областях, у степових частинах Криму та більшості районів Одеської області. Щорічно вони виникають у цих регіонах, а максимум їхньої активності припадає на літо [39, 49, 63, 162, 254, 255].

В цей час пилові бурі спостерігаються в Херсонській, Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській областях, а також у південних районах Одеської, Полтавської, Харківської областей та окремих частинах Донецької області та Криму. У середньому літні бурі тривають 1-6 днів, а їх загальна кількість за сезон сягає 20-30 днів. Літні бурі зазвичай охоплюють менші території, ніж весняні, і близько 40% з них мають локальний характер [39, 49, 63, 162, 254, 255].

В агротехнологічних розробках слід враховувати кліматичні зміни, зокрема тенденції до потепління. Вчені зазначають, що кліматичні коливання — це постійний процес, на який впливають різні фактори: космічні (зміна сонячної активності), астрономічні, геологічні та антропогенні. [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Дослідження вказують на те, що глобальне потепління вже має суттєвий вплив на агросферу: збільшується кількість теплих зим, коливається кількість опадів, а середньорічна температура зростає. За прогнозами, до 2030 року тривалість теплового сезону збільшиться на 16-23 дні, а сума ефективних температур на 437-481°C. [39, 49, 63, 162, 254, 255].

У XXI столітті моделювання кліматичних змін демонструє, що збільшення викидів парникових газів у атмосферу підвищить ймовірність тривалих посух із недостатньою кількістю опадів і підвищенням температур

на поверхні під час вегетаційного періоду. Водночас, у деяких регіонах світу спостерігатиметься зростання кількості днів із сильними опадами. Підвищення концентрації вуглекислого газу в атмосфері може сприяти збільшенню біологічної продуктивності рослин. При потеплінні глобальної температури на 1°C зона максимальної продуктивності рослинних екосистем у північній півкулі може зміститися на 200–300 км на північ [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Прогресуюче потепління призведе до зростання теплового забезпечення сільськогосподарських культур, а також посилить інтенсивність і тривалість жаркого періоду року. Це спричинить збільшення випаровування приблизно на 10%, тоді як гідротермічний коефіцієнт знизиться на 0,09–0,14%. Кількість опадів у холодний період зростає (наприклад, у січні на 10–15 мм), але влітку залишиться майже незмінною. За прогнозами найбільш надійних кліматичних моделей, у середніх широтах Північної півкулі в літній період відбуватиметься повсюдне висушування ґрунтів: негативні аномалії вологості почнуться навесні й триватимуть до кінця теплого сезону [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Дослідне поле, на якому проводили досліди, розташоване в південному районі Херсонської області, що характеризується посушливим кліматом із помірною спекою і незначною кількістю опадів, проте значним випаровуванням [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Південь Степу вирізняється недостатньою кількістю атмосферних опадів, низькою вологістю повітря, частими суховіями, теплими осінню й зимою, а також тривалим безморозним періодом. Опади, як правило, нерівномірно розподіляються як за часом, так і за інтенсивністю протягом вегетаційного сезону. За багаторічними спостереженнями в м. Херсоні, безморозний період триває 180–190 днів, а сума активних температур вище 10°C становить 3400–3500°C. Середньорічна температура повітря коливається між 9,7 і 11,7°C, тоді як у найтеплішому місяці, липні, вона сягає 21,3–23,0°C [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Зима в Південному Степу України коротка й малосніжна. Середньомісячна температура січня становить мінус 3,2°C (у Херсоні), а

глибина промерзання ґрунту досягає 30–40 см. Відлиги трапляються досить часто, а сніговий покрив є нестійким [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Весна коротка, прохолодна та посушлива. У березні випадає в середньому 28 мм опадів, а квітень і травень є теплішими. Середня температура квітня становить $+9,3^{\circ}\text{C}$, а травня — $+16,2^{\circ}\text{C}$, хоча в деякі дні може досягати максимумів, як-от $+29^{\circ}\text{C}$ у червні або $+34^{\circ}\text{C}$ у липні. Весняні заморозки зазвичай припиняються в другій декаді квітня, але інколи трапляються й пізніше [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Травень — найбільш дощовий місяць весни з 37 мм опадів. У цей час починають спостерігатися й суховії. У Херсоні суховії тривають близько 7 днів щомісяця протягом квітня і травня [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Літо в Південному Степу тепле, середня температура липня становить 23°C , проте у спекотні дні може підніматися до 39°C і більше. Такі температури пригнічують ріст рослин навіть за умови достатньої вологості. Суховії є частим явищем і можуть тривати безперервно 4–7 днів, негативно впливаючи на процеси цвітіння і запилення багатьох сільськогосподарських культур [39, 49, 63, 162, 254, 255].

На літній сезон припадає 34–40% річної кількості опадів, проте вони випадають переважно у вигляді злив або граду, через що не встигають проникати у ґрунт. Високі температури й сильні вітри збільшують випаровування вологи та транспірацію рослин [39, 49, 63, 162, 254, 255].

Хід метеорологічних показників у 2019–2021 роках (на дослідному полі ХДАЕУ).

Зима 2018–2019 року була дещо теплішою за середні багаторічні дані, але помічено часті різкі коливання температури з нетривалим пониженням її до -12 – -14°C та відлигами з температурою до $+3$ – 5°C , а в середині лютого – до $+9$ – 10°C . Середня температура за зимовий період була на рівні $+0,9$ – $1,2^{\circ}\text{C}$ (за рахунок аномального теплого грудня 2018 року), а з 26 лютого почалося значне зростання температури. Оподи випадали у вигляді дощу та снігу, у грудні вони були значними (75 мм), їх сума за сезон складала біля 132 мм.

Весна 2019 року характеризувалася нерівномірністю ходу метеорологічних елементів: різке підвищення температури на початку березня чергувалося із заморозками в середині та кінці березня, з подальшим стрімким потеплінням.

Рисунок 2.1. ілюструє хід температури за місяцями в 2019 році за даними сайту Super-agronom.com.

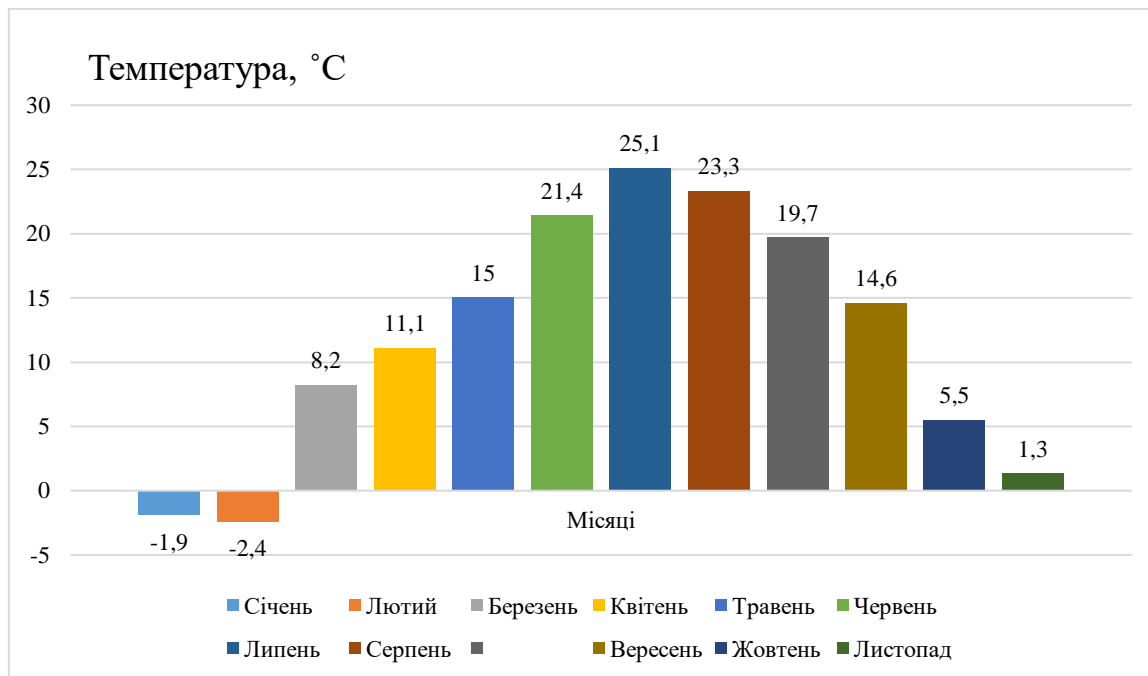


Рис. 2.1. Температура за місяцями в м. Херсон за 2019 рік (дані сайту Superagronom.com)

Середня температура березня була + 8,2°C, а в квітні вона піднялася до середнього значення +1,11°C, хоч її коливання були в межах від +6°C у першій декаді до +15° С у третій декаді.

Травень був помірно теплим і лише в третій декаді добова температура піднялася до 20–23° С, що сприяло стрімкому розвитку рослин гороху в досліді.

У червні температура повітря поступово збільшувалася в першій декаді до 23–24°C, але внаслідок грозових дощів, що випали протягом другої декади, її показники знизилися до 19–20°C, а в третій декаді знову набули значень до 25°C, що сприяло прискоренню досягання гороху, який ми почали збирати в кінці червня – на початку липня і тому аналіз погодних даних за липень і

наступні місяці в роботі не приводимо. За весняні місяці випало біля 85 мм опадів у другій половині переважно у вигляді злив, що, за нашими спостереженнями, розподілялися площею досить нерівномірно: різниця на кілометровій відстані досягала 6–8 мм і навіть більше. Завдяки встановленій на дослідному полі метеостанції ми власноруч вимірювали кількість опадів за роки досліджень. На рисунку 2.2 проілюстровано щомісячну їх кількість у 2019 році.

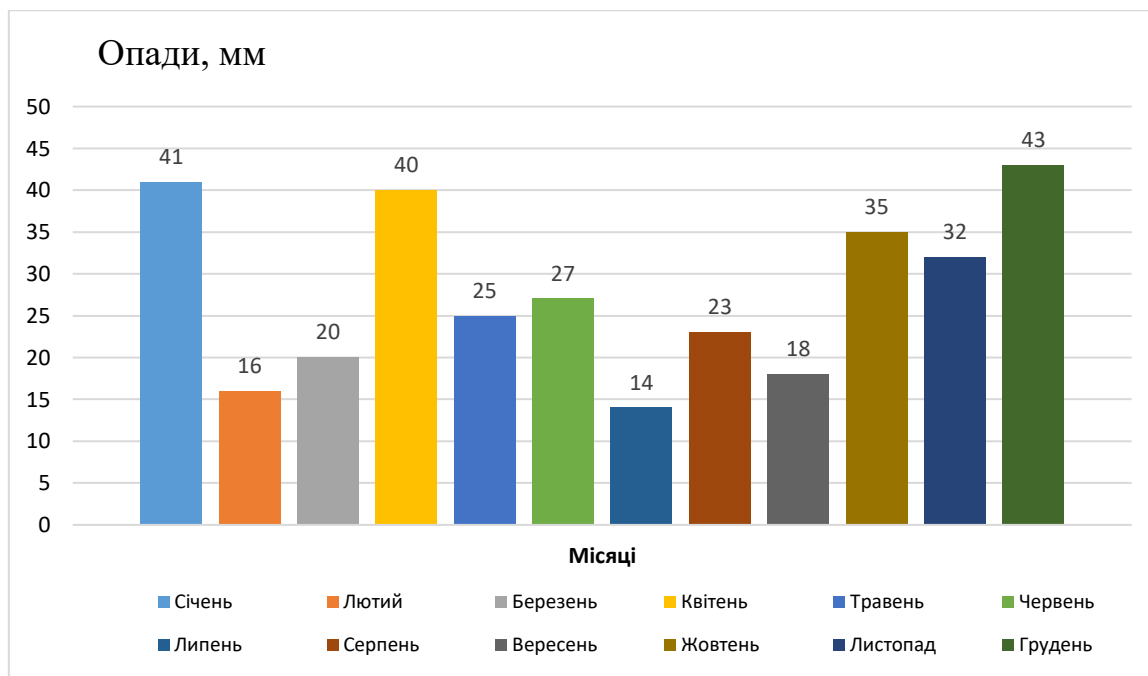


Рис. 2.2. Кількість опадів за місяцями на дослідній ділянці в 2019 році, сума за рік – 334 мм (власні дані)

Аналіз рисунку 2.2 свідчить, що за зиму, весну й період вегетації гороху з опадами надійшло біля 217 мм опадів, що дозволило в 2019 році одержати високий урожай гороху на дослідях.

Для порівняння кількості опадів в 2019 році за період вегетації гороху з середніми багаторічними показниками ми наводимо рисунок 2.3.

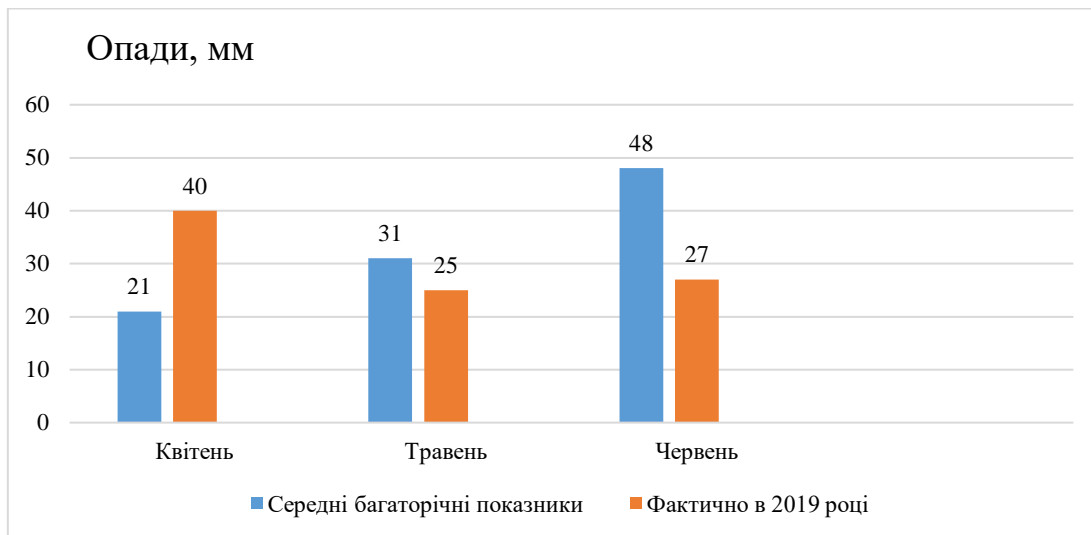


Рис. 2.3. Порівняльна кількість опадів за період вегетації гороху в 2019 році

Ми бачимо, що в квітні кількість опадів майже вдвічі (40 мм проти 21) перевищувала багаторічні дані, що сприяло інтенсивному росту гороху й формуванню потужної надземної маси до цвітіння. У травні – червні кількість опадів була меншою за їх багаторічне значення, але, завдяки накопиченій у ґрунті волозі в зимово-весняний період, це незначною мірою вплинуло на продуктивність гороху.

Зима 2019–2020 року була, як і попередня, за температурним режимом більш теплішою (на $+1,1^{\circ}\text{C}$) за середні багаторічні дані, але програвала їй за опадами всього 98 мм. Також чергувалися різні похолодання до -13°C з відлигами до $+3,5^{\circ}\text{C}$, що подекуди негативно позначилося на зимівлі озимих культур.

На рисунку 2.4. зображено перебіг температурних даних повітря за місяцями.

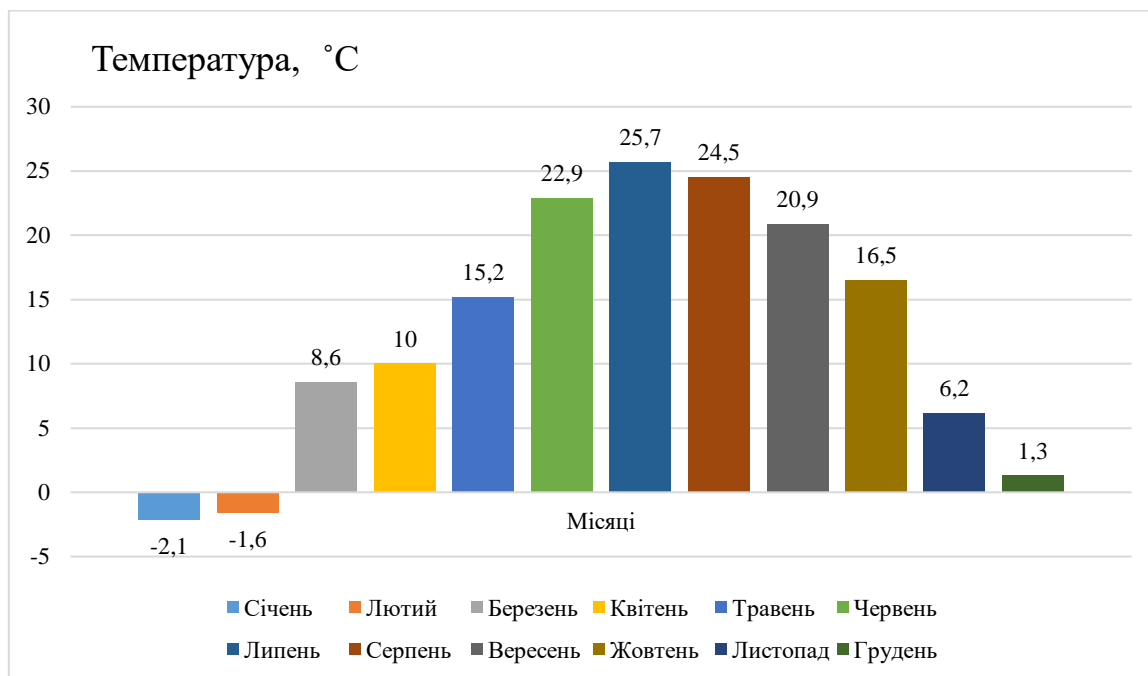


Рис. 2.4. Температура за місяцями в м. Херсон за 2020 рік/ дані сайту Superagronom.com/

Як видно з рисунка 2.4., зимова температура була дещо нижчою, ніж за попередній рік, а весняні середньомісячні температури мало різнилися з такими за 2019 рік. У другій декаді лютого було різке похолодання (до $-6,3^{\circ}\text{C}$), яке повторилося в середині третьої декади, утворивши сніговий покрив висотою до 18–20 см, який через 3–5 днів поступово розтанув.

У березні температура підвищилася до $+10^{\circ}\text{C}$, але в середині другої декади знижувалася до $-1-3^{\circ}\text{C}$. На початку квітня стабільно почала наростати температура: в окремі дні вона підіймалася до позначок $+14-15^{\circ}\text{C}$. Незначні похолодання (до $+5,5^{\circ}\text{C}$) були в другій декаді квітня, а кінець місяця був дуже теплим – до $+18-20^{\circ}\text{C}$, що зумовило дружний ріст гороху на досліді. Як свідчить рисунок 2.4, в травні середньомісячна температура була на $0,2^{\circ}\text{C}$, а в червні на $1,5^{\circ}\text{C}$ вищою, ніж у 2019 році, що негативно вплинуло на продуктивність гороху, тому що підвищення температури в червні під час інтенсивного формування насіння спричинило посуху, що супроводжувалася суховіями (8 днів за місяць), що вказано на рисунку, який ілюструє середні багаторічні дані за суховіями.

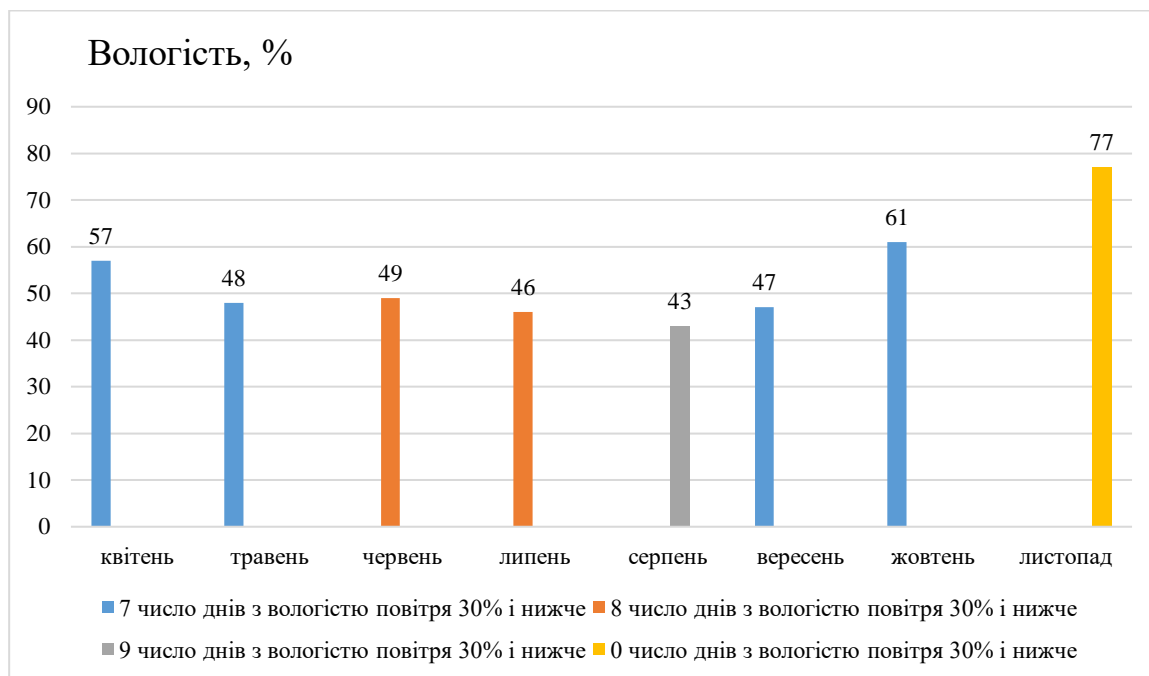


Рис. 2.5. Багаторічні середньомісячні показники вологості повітря за вегетаційний період за даними агрокліматичного довідника в Херсонській області

Рисунок 2.5 свідчить, що за період вегетації гороху (квітень–червень) вологість повітря знаходиться в межах 48–57%, і за цей час у середньому 22 дні з вологістю 30% і нижче, що негативно позначається на всіх сільськогосподарських культурах.

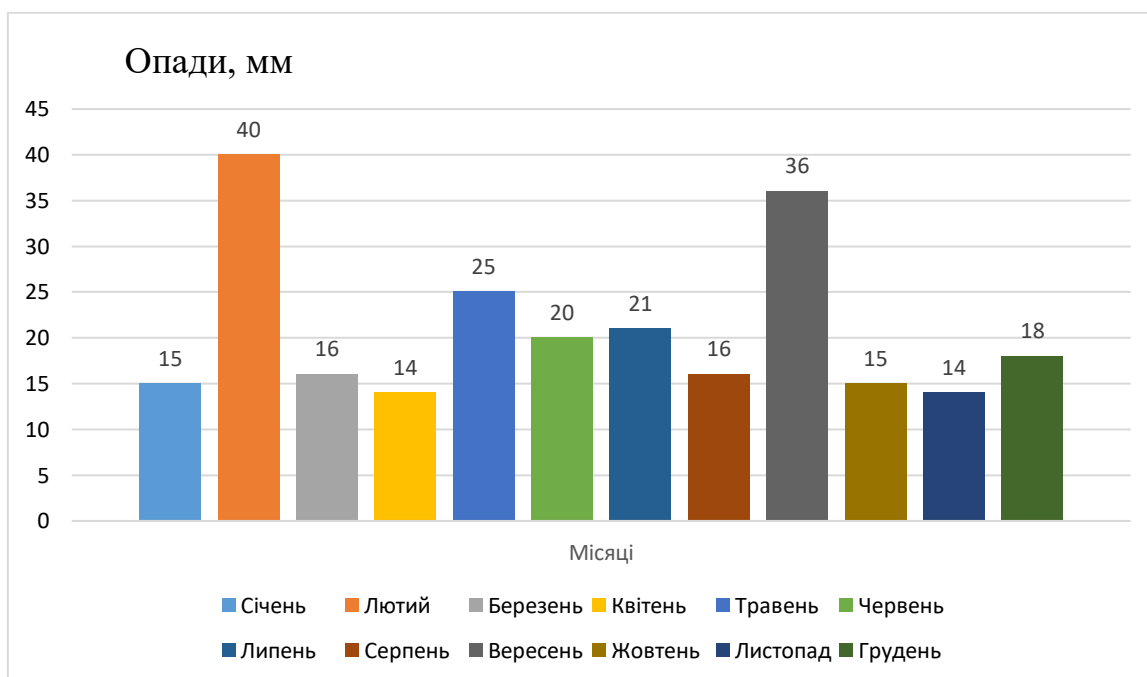


Рис. 2. 6. Кількість опадів за місяцями на дослідній ділянці в 2020 році, сума за рік – 248 мм (власні дані)

Про кількість опадів за місяцями на дослідному полі ХДАЕУ в 2020 році свідчить рисунок 2.6.

Як видно з рисунку 2.6., кількість опадів за зимовий період 2019–2020 років була на рівні 98 мм проти 132 мм попереднього року, що значно зменшило запаси вологи в метровому шарі ґрунту, які на момент закладки дослідів в 2019 році були в межах 143 мм, а в 2020 році – лише 106 мм, що, як показали результати дослідів, значно знизили урожайність гороху в порівнянні з попереднім роком.

За період вегетації гороху в 2020 році випало біля 59 мм дощу, що на 33 мм менше, ніж у попередньому (рис. 2.7.).

Графік свідчить, що за місяці вегетації гороху сума опадів у 2020 році була в кожному з них на 30–50% меншою за середні багаторічні дані, і тому в ґрунті постійно відчувався дефіцит вологи, який негативно впливав на ріст і розвиток гороху.

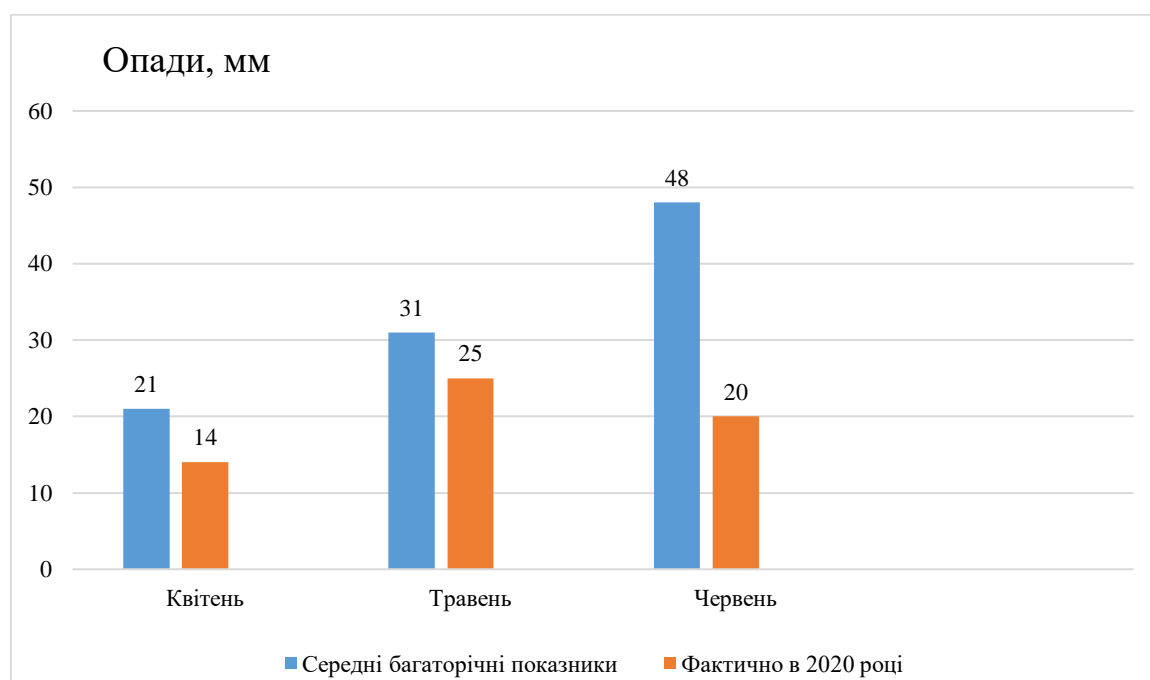


Рис. 2.7. Порівняльна кількість опадів за період вегетації гороху в 2020 році

Зима в 2020–2021 роках була теплішою за попередню на $+1,3^{\circ}\text{C}$ з довгими (до 10 днів) відлигами та різким (протягом 3–5 днів) похолоданням до -16 – -18°C , що негативно впливало на озимі культури. Снігового покриву практично не було, лише в другій декаді січня він тримався протягом 5–7 днів із потужністю біля 8–10 см. Опади випадали переважно у вигляді дощу та мокрого снігу.

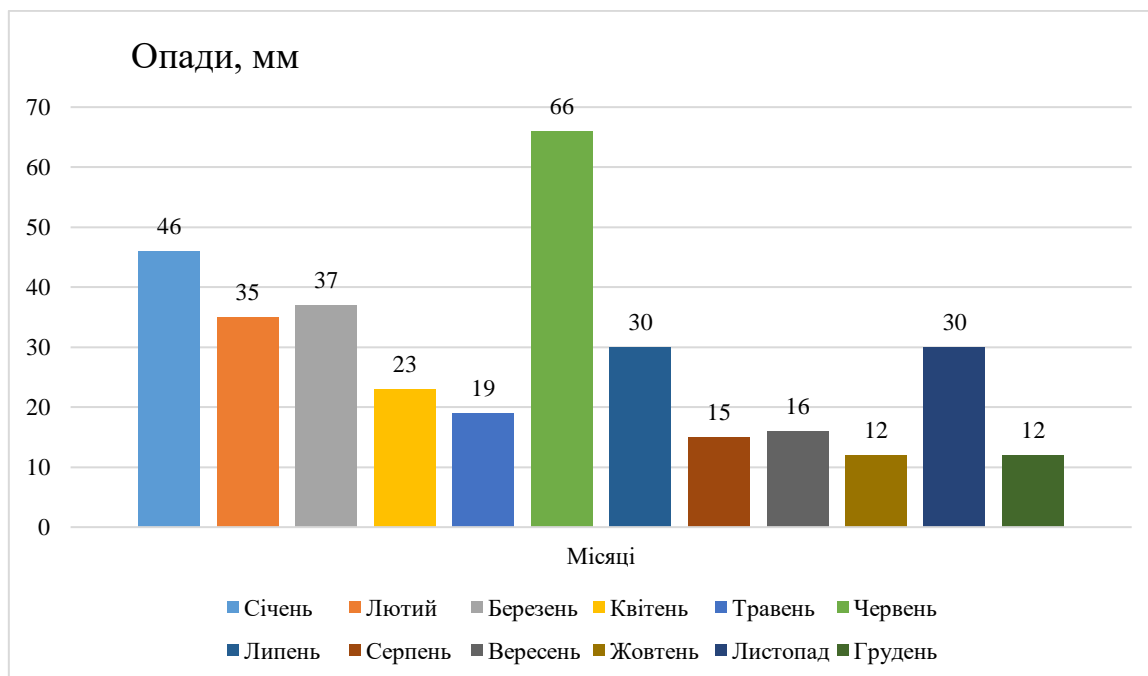


Рис. 2.8. Кількість опадів за місяцями на дослідній ділянці в 2021 році, сума за рік – 370 мм (власні дані)

Хід температурного режиму зображено на рисунку 2.8.

Як свідчить рис. 2.8, температурний режим весняних і літніх місяців знаходився на рівні 2019 року з незначними відхиленнями. У кінці лютого та в другій декаді березня середньодобова температура протягом 3–4 днів сягала негативних значень, знижуючись до -2 ... -4°C . Такі аномально теплі зими, на думку багатьох авторів, сприяють збереженню зимуючих стадій розвитку багатьох шкідників (у випадку з горохом – насамперед брухусу) та збудників хвороб рослин (фузаріозу, аскохітозу), які в період вегетації культур унаслідок масового розмноження вражають їх, знижуючи урожайність.

Рис. 2.9. характеризує кількість опадів за місяцями в 2021 році.

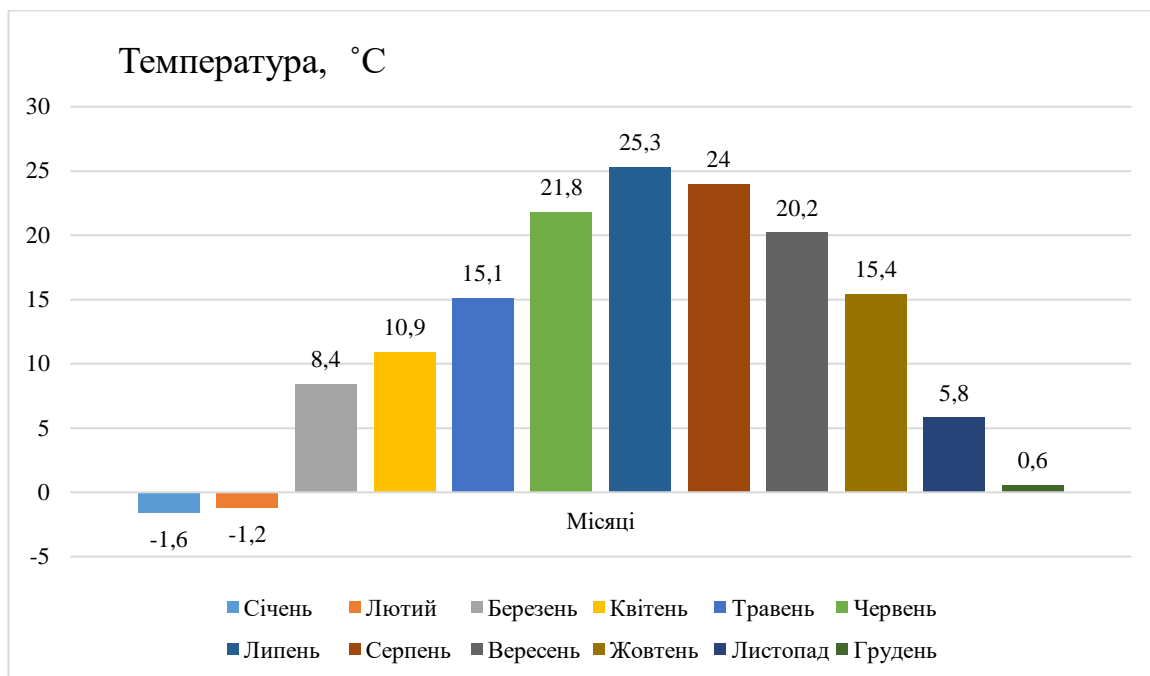


Рис. 2.9. Температура за місяцями в м. Херсон за 2021 рік (дані сайту Superagronom.com)

За даними рис. 2.9., за зиму 2020–2021 років випало біля 100 мм опадів (середній показник між 2019 та 2020 роками), в березні випало ще 35 мм, що на момент закладки досліду дозволило створити запас вологи в ґрунті на рівні 120 мм, який був близьким до середніх багаторічних показників.

За період вегетації гороху випало опадів в межах 108 мм (рис. 2.10.).

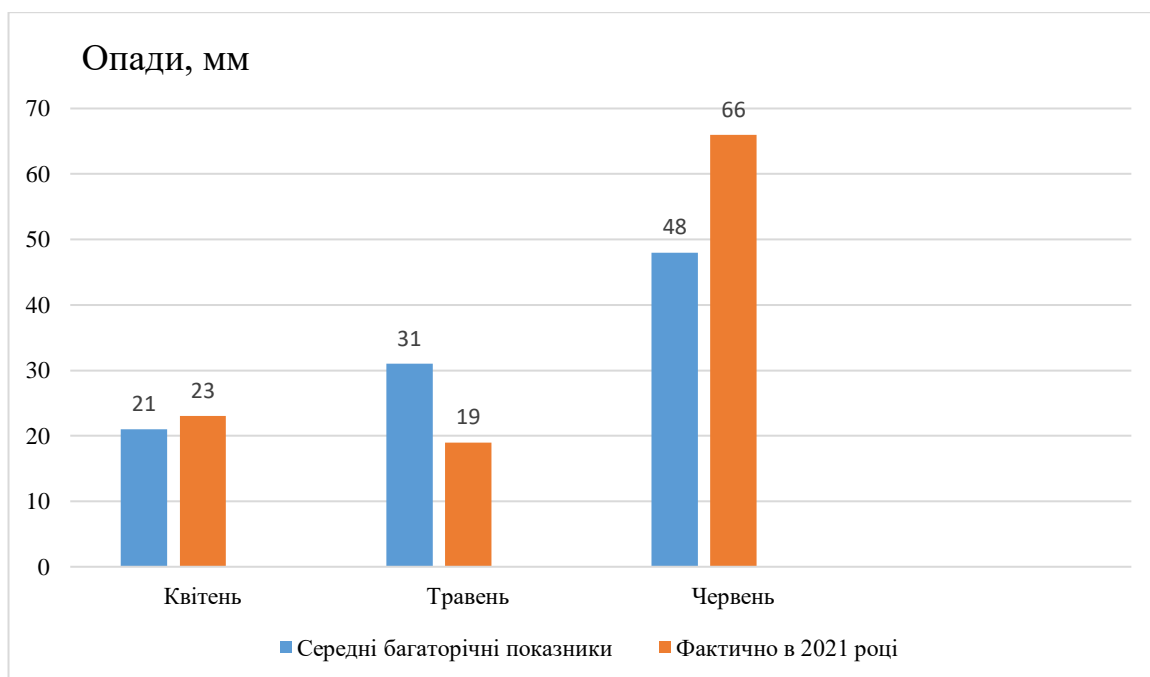


Рис. 2.10. Порівняльна кількість опадів за період вегетації гороху в 2021 році

Це був найвищий показник за роки досліджень. Дані рис. 2.10. вказують на те, що найбільше опадів (66 мм) випало на початку червня, тобто в період інтенсивного формування насіння гороху, що позитивно вплинуло на показники його урожайності за варіантами досліду.

Запас вологи перед посівом в метровому шарі ґрунту був у межах: 2019р.-126 мм, 2020р.-72 мм, 2021р.-134 мм.

Аналіз наведених вище даних свідчить, що в середньому за роки досліджень, незважаючи на незначні відхилення, температурний режим і вологозабезпечення загалом сприяли одержанню високих для нашої зони урожаїв гороху.

2.2. Характеристика ґрунту дослідних ділянок

На значній частині південних територій України переважають темно-каштанові ґрунти. У природних умовах тут зростають низькорослі трави, такі як ковила, типчак і тонконіг, які зазвичай відмирають до середини літа. Процеси розкладу органічної маси проходять в аеробних умовах, тому вміст гумусу в цих ґрунтах залишається невеликим [49, 63, 196, 254, 255].

Темно-каштанові ґрунти вирізняються вузьким гумусовим горизонтом (25-30 см), невисоким рівнем гумусу (1,7-1,9%) та слабо розвиненою грудкуватою структурою. У досліджуваних зразках вміст гумусу становив у середньому 2,00-2,20%. Профіль цих ґрунтів чітко поділяється на кілька генетичних горизонтів, а реакція на соляну кислоту спостерігається на глибині 52-56 см, що поступово переходить у шар ґрунтоутворюючої породи. На глибині понад 90 см горизонтом С є палевий каштаново-глинистий лес. Кореневмісний шар темно-каштанових ґрунтів рівномірно містить фізичну глину, її частка у метровому шарі коливається від 45,4% до 51,9%, що робить ґрунт важким за механічним складом. Зниження вмісту органічної речовини у глибших шарах ґрунту сприяє деякому зменшенню загальної шпаруватості та рівня гігроскопічності [16, 39, 49, 63, 162, 196, 254, 255] (табл. 2.1).

Фізико-механічні показники ґрунту дослідної ділянки

Горизонт, см	Сума фракцій в% до сухого ґрунту		Щільність складення, г/см	Щільність твердої фази ґрунту, г/см	Шпарува- тість, %
	Глина > 0,01 мм	0,01 мм			
0–20	49,7	50,3	1,22	2,58	54,4
20–40	51,9	48,1	1,26	2,60	50,7
40–60	51,2	48,8	1,29	2,64	48,7
60–80	45,5	54,5	1,32	2,68	47,4
80–100	47,4	52,5	1,33	2,67	46,6

За даними таблиці 2.1., в орному шарі ґрунту вміст поживних речовин недостатній для досягнення високих врожаїв кормових культур [49, 63]. Основні агрохімічні показники орного шару ґрунтів темно-каштанового типу такі: вміст легкогідролізуючого азоту – 2,8–4,3 мг, нітратів – 0,28–1,36 мг, поглиненого амонію – 0,38–0,42 мг, рухомих форм фосфору (за Мачигінім) – 3,6–4,0 мг, обмінного калію – 25,4–29,2 мг/100 г ґрунту [49, 63]. Вміст елементів живлення в ґрунті досліджуваних ділянок був на рівні N - 2,2мг/100 г, P - 3,8мг/100 г, K - 26мг/100 г.

Вміст бору становив 10-30 мг/кг ґрунту, доступного – 0,3-0,5 мг/кг, а молібдену 0,5-2,0 мг/кг, доступного – менше 0,1 мг/кг, що вказує на дефіцит цих мікроелементів в доступному стані.

Під дослід вносили добрива нормою N40 P60.

Щоб досягти високих урожаїв, ґрунт потрібно збагачувати передусім азотом і частково фосфором у формах, доступних для рослин [49, 63].

Ємність катіонного обміну в темно-каштанових ґрунтах становить 22,3-24,6 мг-екв. на 100 г ґрунту. Вміст натрію — 0,9-1,1 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Ґрунтовий розчин нейтральний або слабколужний, із рН 7,0-7,2 на глибині 50 см і до 7,5-7,8 на глибині 100 см [39, 49, 63, 162, 254, 255].

2.3. Методика проведення польових дослідів

Досліди з вивчення продуктивності сортів гороху проводили в сівозміні дослідного поля Херсонського державного аграрно-економічного університету впродовж 2019–2021 років за схемою:

Фактор А – сорти гороху (середньої групи стиглості):

1. Оплот
2. Світ
3. Модус

Фактор В – густина посівів:

1. 0,9 млн. шт./га (1,05 млн. шт. насінин на 1 га)
2. 1,2 млн. шт./га (1,04 млн. шт. насінин на 1 га)
3. 1,5 млн. шт./га (1,75 млн. шт. насінин на 1 га)

Фактор С – обробіток посівів стимуляторами та мікроелементами в фазі гілкування та бутонізації:

1. Вода – контроль (200 л/га)
2. «Біо-гель» (1,5 л.препарату на 200 л води)
3. «Хелафіт» (1,5 л.препарату на 200 л води)
4. Бор + Молібден (45 г борної кислоти + 45 г молібденовокислого амонію на 200 л води)

Попередником за роки досліджень була пшениця озима на зерно.

Проведення польового дослідів включало фенологічні та біометричні спостереження, аналіз рослинних зразків і ґрунту, фітосанітарний моніторинг, вимірювання освітленості та забур'яненості посівів за варіантами дослідів [39, 49, 63, 80, 81, 82, 83, 162, 254, 255].

Були зафіксовані дати настання та проходження основних фенофаз розвитку рослин, таких як сходи, гілкування, вусоутворення, бутонізація, цвітіння (рис. 2.11.), налив насіння, воскова стиглість і повна технічна стиглість насіння.



Рис. 2.12. Загальний вигляд дослідів на полі, 2019 рік

Польові дослід та лабораторні дослідження проводили згідно з методиками проведення польових дослідів та методичними рекомендаціями для роботи в умовах зрошення (рис. 2.13.) [49, 79].



Рис. 2.13. Консультація з керівником роботи д. с.-г.н., професором Аверчевим О. В. при проведенні лабораторних досліджень із залученням студентів-дипломників, 2019 рік.

Досліди були проведені методом розщеплених ділянок з частковою рендомізацією, відповідно до методики польових експериментів, що вивчають агротехнічні прийоми вирощування сільськогосподарських культур. При плануванні та виконанні дослідження використовували загальноприйняті методичні вказівки, посібники та ДСТУ (рис. 2.12) [39, 49, 63, 80, 81, 82, 83, 162, 254, 255].

Дослід був проведений з чотирикратною повторністю. Посівна площа ділянки – 72 м², облікова – 50 м².

Усі спостереження проводили на всіх варіантах досліду у двох несуміжних повтореннях.

Вологість ґрунту визначали згідно з ДСТУ 4362:204 для відстеження змін вмісту вологи та водозабезпеченості рослин під час відбору, затарювання, транспортування та зберігання проб відповідно до стандарту [80]. Вологість ґрунту вимірювали термостатно-ваговим методом, а сумарне водоспоживання гороху протягом вегетаційного періоду розраховували за методом водного балансу (за спрощеною формулою):

$$B = O + (W_h - W_k), \quad (2.1.)$$

де B – сумарне водоспоживання за період, м³/га;

O – атмосферні опади за період, м³/га ;

W_h – запас вологи в активному шарі ґрунту на початок періоду, м³/га;

W_k – запас вологи в активному шарі ґрунту наприкінці періоду, м³/га.

Коефіцієнт водоспоживання гірчиці розраховували за формулою:

$$KB = B/Y, \quad (2.2.)$$

де KB – коефіцієнт водоспоживання, м³/т;

B – сумарне водоспоживання за період вегетації, м³/га;

Y – урожайність, т/га.

Зразки ґрунту відбирали пошарово з інтервалом 10 см. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом, вміст нітратного азоту — за методом Грандваль-Ляжа, рухомий фосфор — за методом Мачигіна, а обмінний калій — за допомогою полуменевого фотометра [80, 81, 82, 83].



Рис. 2.11. Цвітіння гороху на дослідних ділянках

Густоту стояння рослин визначали безпосередньо на ділянках у період сходів і перед збиранням врожаю, шляхом підрахунку рослин у рядках по діагоналі ділянки.

Лінійний приріст визначали на завчасно закріплених рослинах у двох несуміжних повтореннях (рис. 2.14.).



Рис. 2.14. Вимірювання лінійного приросту рослин гороху за варіантами дослідів, 2019 рік.

Аналіз рослинних зразків на вміст N, P, K проводили в лабораторії масових аналізів Інституту землеробства південного регіону: азот визначали за Починком, фосфор – за варіантом Мерфі–Рейлі, калій – на полуменовому фотометрі.

Площу листкової поверхні визначали методом «висічок», використовуючи формулу:

$$S = \frac{a \times c}{b}, \quad (2.3.)$$

де S – площа листя, м²;

a – загальна маса сирих листків, г;

b – маса сирих висічок, г;

c – площа висічок, м².

Площу листя досліджуваних сортів гороху, які належать до «вусатого» типу визначали за методикою, розробленою Недзельським В. А. [169]. Суть

цієї методики полягає в роздільному визначенні площі листових пластинок звичайним контурно-ваговим методом, або методом висічок, та площі вусів, які за масою становлять до 45–47 % від маси листових пластинок і наступної суми цих значень [170].

Недзельський В. А. пропонує визначати площу вусів поетапно: спочатку з 1 рослини відрізають 10 вусів, довжиною 5 см, замірюють їх загальну ширину з допомогою лінійки й визначають діаметр та середню вагу 1 вуса. Потім за формулою окружності $D * 3,14$, (де D – діаметр одного вуса) визначають периметр одного вуса і шляхом множення на довжину (5 см) визначають площу вуса (циліндра) [169, 170].

Далі, знаючи площу та вагу 1 вуса, визначаємо вагу всіх вусів 1 рослини і шляхом поділу результату на вагу 1 вуса (з відомою площею) визначаємо площу всіх вусів з 1 рослини і, перемножуючи її на густоту посівів, отримуємо показник площі вусів з 1 га, сумуючи який із показником площі листових пластинок з 1 га, отримуємо загальну площу асиміляційної поверхні на 1 га та визначаємо індекс асиміляційної поверхні [169, 170].

Описаний метод є дуже довготерміновим (нами для визначення площі асиміляційної поверхні витрачено до 15-20 хвилин), а вся процедура визначення цього показника на 72 варіантах (вимірювання за методикою проведено в двох несумісних повтореннях) у 2019 році потребувала майже 16 годин. Це дуже вплинуло на точність визначення площі асиміляційної поверхні, оскільки за час визначення відібрані зразки значно зменшували вагу внаслідок втрачання вологи, що призвело до нівелювання показників між досліджуваними варіантами, і тому метод Недзельського В. А., на нашу думку, можна застосовувати при невеликому обсязі досліджуваних зразків, і в цьому випадку він є надточний та достовірний. Опираючись на це, ми визначали також і загальну масу асиміляційного апарату рослин (сумуючи масу листових пластинок і вусів), яка якісно, а, на думку деяких авторів, і більш суттєво характеризує (внаслідок різної товщини листків, а, отже, і вмісту в ній асиміляційної паренхіми) потенціальну фотосинтетичну спроможність рослини.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою Кідда, Веста, Бригса:

$$\Phi_{\text{ч.пр.}} = \frac{2(B_1 - B_2)}{(L_1 + L_2) \times T}, \quad (2.4.)$$

де $\Phi_{\text{ч. пр.}}$ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м²;

B_1 і B_2 – суха маса рослин з 1 м² посівів на початку й у кінці облікового проміжку часу, г/м²;

L_1 і L_2 – площа листків на 1 м², на початку й у кінці облікового проміжку часу, м²;

T – число днів між замірами.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу проводили за формулою:

$$\Phi\Pi = \frac{(L_1 + L_2)n_1 + (L_2 + L_3)n_2 + \dots + (L_{n-1} + L_n)n_n}{2}, \quad (2.5.)$$

де $\Phi\Pi$ – фотосинтетичний потенціал, м²/га за добу;

$L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ – площа листків на 1 га посівів у відповідні строки визначення, м²/га;

$n_1, n_2 \dots n_n$ – кількість днів між двома відповідними визначеннями.

Загальну продуктивність фотосинтезу (г/м² за добу) визначали за різницею в кількості накопиченої сухої надземної маси в кінці досліджуваного періоду (початок цвітіння) та на початку вусоутворення. Одержаний результат розділяли на кількість діб досліджуваного періоду (20 діб).

Масу кореневої системи гороху визначали шляхом відбору ґрунтових монолітів 60х40х10 см із подальшим відмиванням коріння на ситах із діаметром отворів 0,25 мм [80]. Повторність визначення двократна. Розкопування проводили на глибину 0–60 см. Аналогічним способом проводили відбір зразків за варіантами досліду у двократній повторності для визначення кількості та маси бульбашок азотофіксуючих бактерій [79].

У фазі ВС на дослідних ділянках відбирали модельні снопи для аналізу структури врожаю (рис. 2.15) [79].



Рис. 2.15. Відбір та транспортування модельних снопів гороху до лабораторії для проведення аналізу з вивчення структури врожаю, 2020 рік

Збирання врожаю та його облік проводили у фазі технічної стиглості зерна методом зважування, використовуючи комбайн «Sampro-130» (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Процес збирання та маркування зразків насіння гороху за варіантами досліду, 2020 рік.

Дані врожайності були приведені до стандартної вологості насіння 13%. Результати були оброблені дисперсійним аналізом за допомогою ПЕОМ [223].

Розрахунок економічної ефективності вирощування гороху на насіння здійснювався за методикою, згідно із загальними виробничими нормами й з обліком усіх витрат, прямих і накладних видатків за наявними на 01.01.2023 р. розцінками [58, 144].

Біоенергетичну ефективність визначали за методикою біоенергетичної оцінки технології вирощування рослин [85, 144, 158, 159, 237].

2.4. Характеристика досліджуваних сортів гороху

У дослідженнях використовувалися сорти гороху: Оплот, Світ та Модус, які нещодавно були внесені до Державного реєстру сортів України та рекомендовані для вирощування в умовах Південного Степу України [70, 71].

Оплот – напівкарликовий сорт гороху, що належить до безлисточкового типу. Його оригіном є Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, а до Державного реєстру сортів рослин України він потрапив у 2008 році. Вегетаційний період складає 79-85 днів, сорт демонструє високу посухостійкість. Стебло звичайне, висота рослин варіює від 55 до 75 см. Квітки білі, розташовані по дві на квітконіжках. Боби мають луцильний тип, середнього розміру з тупою верхівкою, з кількістю насіння від 5 до 7 у бобі [70, 71].

Насіння сорту Оплот має блідо-рожевий колір, округло-здавлену форму і гладку поверхню. Маса 1000 насінин коливається між 260 і 280 г, вміст білка — 20-22%. Середня врожайність цього сорту досягає 45 ц/га, тоді як максимальна зареєстрована врожайність становить 54,9 ц/га. Сорт також має високу стійкість до вилягання, що дозволяє проводити пряме комбайнування [70, 71]. Рекомендована норма висіву 1,0-1,3 млн/га схожих насінин в залежності від зони вирощування.

Світ – сорт, заявлений Селекційно-генетичним інститутом Української академії аграрних наук та Селекційною станцією Горна Стреда. Він був внесений до Державного реєстру сортів рослин України в 2006 році та отриманий методом індивідуального добору з гібридної комбінації. [70, 71].

Насіння цього сорту має сферичну форму та жовтий колір. Рослини низькорослі, без антоціанового забарвлення та фасціації. Стебло середньої довжини має велику кількість вузлів. Листки помірно-зелені, вторинні листочки відсутні. Прилистки добре розвинені, середнього розміру, з восковим нальотом. Цвітіння відбувається пізно, на одному вузлі може бути до двох білих квіток. Біб помірно-зеленого кольору, довгий, вузький, з загостреною верхівкою, містить від 6 до 7 насінин (максимум 8). Маса 1000 насінин варіює між 230 і 245 г, а висота прикріплення нижнього бобу — 35-50 см. Цей сорт є середньостиглим, інтенсивного типу, і підходить для механізованого збирання. Норма висіву становить 1,1-1,4 млн/га схожих насінин [70, 71].

Агротехнічні заходи відповідають загальноприйнятим нормам для даної зони. Смакові якості та розварюваність насіння добрі, вміст білка становить 23,2-24,1%. Сорт високоврожайний: за даними державних сортодослідних станцій, середня врожайність за роки випробувань досягла 35,8 ц/га, а максимальна — 58 ц/га. Рекомендується для вирощування в зонах Полісся та Степу [70, 71]

Модус – сорт, рекомендований для вирощування в усіх кліматичних зонах, призначений як для продовольчих, так і для кормових цілей. Це інтенсивний сорт, який підходить для прямого комбайнування. Його оригінатором є Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, а до Реєстру сортів рослин України він був внесений у 2004 році. Модус — напівкарликовий сорт, висота рослин варіює від 75 до 100 см. Квітки білі, на квітконіжках їх може бути від 2 до 3. Біб прямий, луцильного типу, з тупою верхівкою, містить від 4 до 5 насінин (максимум 7). Насіння сорту Модус має округлу форму, рожевий колір і чорний насіннєвий рубчик. Сорт відзначається стійкістю до вилягання (8 балів) та осипання (8 балів). Він демонструє

стійкість до фузаріозу (7 балів), септоріозу (7 балів), аскохітозу (7 балів), антракнозу бобових (7 балів), іржі (7 балів), борошнистої роси (7 балів) і ризоктоніозної гнилі коренів (7 балів) [70, 71]. Норма висіву становить 1,1-1,4 млн/га схожих насінин.



Рис. 2.17. Обробіток посівів гороху досліджуваними препаратами у фазу бутонізації, 2021 рік.

Для дворазового обробітку посівів гороху у фази гілкування (вусоутворення) та бутонізації використовували вітчизняні препарати «Біо-гель» та «Хелафіт комбі» дозою 1,5 л/га, рекомендованою виробниками, і сумішкою мікроелементів бору та молібдену, з масовою часткою 35 г борної кислоти та 35 г молібденовокислого амонію в розрахунку на 1 га посівів.

2.5. Характеристика використовуваних біостимуляторів і мікроелементів [259]

«БІО-ГЕЛЬ»

Основна діюча речовина: азот, амінокислоти, треонін, оксид фосфору, оксид калія, марганець, цинк, молібден, мідь, цинк, кобальт.

Концентрація діючої речовини: амінокислоти (гліцин, лізин, лейцин, треонін) – загальний вміст не нижче 0,7%; органічні макроелементи (на суху речовину, %): N – 2,5; P₂O₅ – 0,30; K₂O – 0,05; органічні мікроелементи (мг/кг): Mn – 10,6 – 16,0; Zn – 0,77 – 1,20; Mo – 0,20 – 0,30; Si – 0,45 – 0,70; B – 0,45 – 0,70; Co – 0,53–0,80; сапрофітні мікроорганізми на основі природної органічної сировини.

Препаративна форма: розчин.

Органічне добриво здатне підвищити врожайність на 8–30% [259].

Рекомендована двократна обробка посівів в фази вегетації та бутонізації нормою 1,0-2,0 л/га.

Росторегулююча речовина з біозахисним ефектом «ХЕЛАФІТ КОМБІ» [260].

Основна діюча речовина: мікроелементи, іони біогенних металів, кислота амінна вільна, гумати, жирні кислоти, ефіри жирних кислот, полісахариди, стероїдні глюкозиди, вітаміни, кислота 3-індолілоцтова, епібрасинолід, зеатин, кислота альгінова, гідроксикоричнева кислота.

Концентрація діючої речовини:

мікроелементи: менше 20 г/л, іони біогенних металів, (Zn⁺⁺, Cu⁺⁺, Mn⁺⁺, Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, Na⁺, K⁺) менше 1 г/л, комплекс вільних амінокислот менше 20 г/л, гумати менше 40 г/л, жирні кислоти менше 20 г/л, ефіри жирних кислот менше 1 г/л, полісахариди менше 5 г/л, стероїдні глюкозиди менше 0,1 г/л, вітаміни (B1, B2, E, D, H, PP) менше 0,1 г/л, фітогормони: 3-індолілуksуcна кислота менше 0,1 г/л, епібрасинолід – менше 0,05 г/л, зеатин, альгінова кислота, гідроксикоричнева кислота.

Препаративна форма: розчин.

Обприскування посівів препаратом Хелафіт-комбі призводить до збільшення врожайності зернових колосових на 2-4%, а соняшнику та ріпаку — на 2-3 ц/га і більше [260]. Рекомендована двократна обробка посівів в фази вегетації та бутонізації нормою 1,0-2,0 л/га.

Бор є незамінним елементом мінерального живлення рослин, оскільки всі їх тканини містять бор. Вміст бору варіює залежно від виду рослин і ґрунтово-кліматичних умов. Наприклад, у сухій масі зернових культур бор міститься в кількості 1-3 мг на 1 кг, тоді як у листях соняшнику — 50-60 мг, а в бобових — 30-60 мг на 1 кг сухої маси [49, 98, 160, 182].

Недостатня кількість бору затримує синтез білків і нуклеїнових кислот, а також впливає на осмотичні процеси та гідратацію колоїдів. Було доведено, що бор позитивно впливає на стійкість рослин до посухи та солі.

При дефіциті бору спостерігається зниження вмісту вітамінів (аскорбінової кислоти, тіаміну, рибофлавіну) в листках [49, 98, 160, 182].

Горох позитивно реагує на застосування борних добрив, оскільки бор важливий для синтезу вуглеводів, що є необхідним для нормального симбіозу між бульбочковими бактеріями та рослиною. Найкращі результати досягаються за умови комбінованого внесення бору з молібденом, оскільки молібден також необхідний для процесів фіксації молекулярного азоту [49, 98, 160, 182].

Молібденові добрива все ширше використовуються при вирощуванні бобових, овочевих та інших культур. Це зумовлено суттєвим впливом молібдену на азотний обмін рослин, азотфіксуючих бактерій, а також деяких водоростей і грибів. Молібден відіграє ключову роль у фіксації молекулярного азоту бульбочковими бактеріями в симбіозі з бобовими рослинами. Він також є активною складовою частиною ферментів, що беруть участь у відновленні нітратів до аміаку, який у подальшому використовується для синтезу амінокислот і білків. Молібден змінює свою валентність, беручи участь в окисно-відновних реакціях, і виконує важливу роль у перенесенні елементів від субстрату, що окислюється (донатор електронів) до речовини, яка відновлюється (акцелатор електронів) [26, 27, 49, 160, 180, 182].

Горох демонструє позитивну реакцію на використання молібденових добрив, що сприяє підвищенню врожайності зеленої маси та зерна гороху, а також збільшенню вмісту білка. Зв'язування атмосферного азоту бульбочковими бактеріями в симбіозі з рослинами підвищується. Оброблений

молібденом горох залишає в ґрунті більше кореневих залишків і зв'язаного азоту, що позитивно впливає на родючість ґрунтів і врожайність наступних за горохом культур [26, 27, 49, 160, 180, 182].

Бор використовували у вигляді борної кислоти з розрахунку 45 г/га, а молібден – у формі молібденовокислого амонію також по 45 г/га.

У процесі досліджень використовувалася традиційна агротехніка, прийнята для вирощування гороху на насіння в степовій зоні. [49, 180, 182].

2.6. Агротехніка проведення досліду

У ході дослідження була застосована агротехніка, що є стандартною для вирощування гороху на насіння в степовій зоні, і включала наступні агрозаходи [199, 201, 202].

Як попередник використовувалася озима пшениця, вирощувана на зерно.

Після збору врожаю попередника проводили лущення стерні за допомогою дискових борін БДН-2,4 у двох напрямках, з перервами між обробками тривалістю 10-12 днів. Далі вносили азотно-фосфорні добрива відповідно до експериментальної схеми ($N_{40} P_{50}$). Потім проводили оранку плугом ПЛН-5-35 з бороною на глибину 24-26 см. Восени, після випадання дощів, здійснювалося вирівнювання поля за допомогою культиватора КПС-4 на глибину 8-10 см. Навесні проводили раннє боронування, коли ґрунт досягав оптимального стану. Передпосівна культивація (глибиною 6-8 см) виконувалася за день до посіву. Посів сортів гороху, що досліджувалися, здійснювався сівалкою СЗ-3,6, з внесенням P_{10} , після чого проводили коткування кільчасто-шпоровими котками (рис. 2.18).



Рис. 2.18. Корегування норми висіву гороху за варіантами досліду, 2019 рік.

Впродовж вегетаційного періоду гороху проводилася обробка посівів для боротьби зі шкідниками, такими як попелиця і брухус, за допомогою обприскувача ОП-2000, застосовуючи препарат «Децис» у нормі 0,3 л/га з витратою робочої рідини 250 м³/га [183].

Для контролю за бур'янами використовували як досходове, так і післясходове боронування середніми боролами, яке, зазвичай, не гарантує повного знищення бур'янів, тому при висоті рослин 12–15 см проводили обробіток посівів гербіцидом «Базагран» (рекомендована норма – 3л/га) [259, 260].

Обробіток посівів біостимуляторами «Біо-гель» та «Хелафіт» проводили з допомогою ранцевого електричного оприскувача за варіантами досліду (рис. 2.17.).

Облік урожаю проводили комбайном «Sampo-130» при повній стиглості насіння гороху з вологістю 13-14 %.

Висновки до розділу 2

1. Наведені ґрунтово-кліматичні показники за роки досліджень вказують, що умови Південного Степу України здатні задовольнити певною

мірою потреби рослин гороху в основних екологічних факторах – температурі, світлі та воді, яка є в дефіциті, і дозволяють отримувати за дотримання високих агротехнологій його стабільні врожаї.

2. Методика проведення польових досліджень відповідає вимогам сьогодення, а застосована в досліді агротехніка широко впроваджена у виробництво.

3. Для проведення дослідів були обрані сорти Оплот, Модус, Світ, які, за описом авторів, найбільш адаптовані для вирощування в посушливих умовах Півдня України, та препарати з біостимулюючим ефектом «Біо-гель» та «Хелафіт» і фосфорно-молібденові мікродобрива.

4. При проведенні дослідів була залучена агротехніка вирощування гороху на Півдні України з елементами її біологізації, що відповідає вимогам теперішнього часу.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА РІСТ, РОЗВИТОК ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ ПОСІВІВ

Дослідження факторів впливу антропогенного походження на продуктивність гороху дозволяють підібрати найбільш адаптовані до умов «зони ризикованого землеробства» групи сортів – пластичних і високопродуктивних, з насінням високої якості. Такої ж думки дотримуються багато дослідників: зокрема Авраменко С. В. [15], Паламарчук Г. Є. [179], Андрушко М. О., Лихочвор В. В. [24], Василенко А. О. [44], Гамаюнова В. В., Алмашова В. С. [48, 49], Дідур І. М. [73], Хухлаєв І. І. [225], Січкарь В. І. [208, 211] та інші. На думку Сухової Г. І., тривалість окремих фенофаз розвитку рослин і вегетаційного періоду взагалі є одним із основних критеріїв прогнозу урожайності гороху [216].

3.1. Ріст і розвиток сортів гороху в польовому досліді.

На довжину міжфазових періодів гороху впливають мінеральні добрива, інокуляція насіння, мікроелементи, стимулятори, площа живлення, погодні фактори, про що зазначають Костіна Т. П. [141], Андрушко М. О. [20, 21, 22, 23, 24, 25], Гамаюнова В. В. [48], Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. [87], Пилипенко В. С. [193, 195], Чинчик О. С. [230], вказуючи на пряму залежність вегетаційного періоду й урожайності гороху: чим триваліший вегетаційний період, тим вища продуктивність рослин, оскільки це призводить до подовження часу активної асиміляції.

У таблиці 3.1. наведені середні дані за довжиною міжфазових і вегетаційного періодів у сортів гороху [8, 131].

Аналіз таблиці 3.1. (додаток Н.1.) дозволяє констатувати, що довжина періоду від сівби до сходів у середньому за роки досліджень була в межах 10–12 діб і насамперед незначною мірою залежала від сорту: в сорту Модус сходи з'являлися на 10 добу після сівби, в Оплота – на 11 добу, а у Світа – на 12 добу.

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на довжину вегетаційного періоду сортів гороху, діб (середнє за 2019-2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода- контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	73	75	81	76
1,2 млн/га	75	79	83	80
0,9 млн/га	77	82	84	81
сорт Модус				
1,5 млн/га	71	77	78	77
1,2 млн/га	73	79	80	79
0,9 млн/га	75	80	83	80
сорт Світ				
1,5 млн/га	73	79	80	77
1,2 млн/га	75	82	83	79
0,9 млн/га	78	84	86	84

Це ми пов'язуємо з генетичними та фізіологічними особливостями кожного із сортів: відношення проростків до температури ґрунту, швидкості поглинання води насінням, особливостями ростових процесів на початку онтогенезу, швидкістю гідролізу крохмалю в насінні під дією ферменту амілази тощо.

Автори Андрушко М. О. [23], Ільєнко О. В. [93], Таранухо В. Г. [217] вказують, що в їхніх дослідках сходи з'являлися на 7–10–14–20 добу, що залежало від температури й незначною мірою від сорту.

Період «сходи – вусоутворення» (галуження стебла) мав довжину 11–13 діб і був незначно довший у сорту Оплот (13 діб) проти 11 діб у сорту Світ, а сорт Модус займав проміжне положення з терміном 12 діб. Значно більше залежала від досліджуваних факторів довжина міжфазового періоду «вусоутворення – бутонізація», на яку впливали вже всі досліджувані фактори, яка за варіантами змінювалася в межах 24–35 діб.

Вплив сорту на міжфазовий період «вусоутворення – бутонізація» спостерігався насамперед на різних густотах посівів і їх обробках. На контрольних варіантах (обробка посівів водою) при максимальному загущенні (1,5 млн/га) цей показник був у сорту Оплот на рівні 25 діб, у Модуса – 24 діб, і в сорту Світ – 28 діб, а при мінімальному (0,9 млн/га) відповідно збільшувався до 31, 30, та 34 діб, тобто різниця складала 3–4 доби. Інші автори також вказують на таку залежність [8, 48, 148].

Обробка посівів мікроелементами й біостимуляторами значно впливала на цей міжфазовий період. Обробка посівів бором і молібденом збільшувала його довжину в середньому на 3 доби, що збігається з даними досліджень Алмашової В. С. і Гамаюнової В. В. [49] та інших авторів [68, 93, 98]. Біопрепарат «Хелафіт» також при відповідному застосуванні збільшував довжину міжфазового періоду «вусоутворення – бутонізація» на кращих варіантах на 3 доби, а «Біо-гель» найбільше впливав на цей показник, збільшуючи його на 4–5 діб, що, як буде вказано в наступних розділах, підвищувало урожай насіння гороху на цих варіантах.

У наших дослідях найменшим за довжиною був міжфазовий період «бутонізація – цвітіння» і в залежності від досліджуваних факторів тривав 6 – 10 діб і під дією мікроелементів та біостимуляторів збільшувався в середньому на 2–3 доби.

На такий же термін збільшувався цей показник на мінімальній густоті посівів порівняно з максимальною.

При дослідженні міжфазового періоду «цвітіння – молочна стиглість насіння» різниця між варіантами досліду була незначною (1–2 доби) при загальній його тривалості 15–17 діб, тому закономірності впливу досліджуваних факторів ми не встановили.

Довжина міжфазового періоду «молочна стиглість – повна стиглість насіння» в досліді коливалася в інтервалі 12–15 діб і незначною мірою залежала від сорту, іноді від густоти, а обробка посівів препаратом «Біо-гель» збільшувала її в середньому на 2 доби.

Сумуючи довжину міжфазових періодів, ми визначали термін філогенезу гороху (вегетаційний період) за варіантами досліду.

Дані, що свідчать про вплив біостимуляторів «Біо-гель» та «Хелафіт», а також суміші мікроелементів бору та молібдену на тривалість міжфазових і вегетаційного періодів у різних сортах гороху, представлені в таблиці 3.1.

Дані про термін настання основних фенофаз наведені в додатках А та Б.

Згідно з таблицею 3.1, найменший вплив на тривалість вегетаційного періоду в досліджуваних сортів Оплот, Модус та Світ мав генетичний фактор. Усі ці сорти відносяться до середньої групи стиглості, де вегетаційний період становить 70–80 діб за однакових умов вирощування. Наприклад, при густоті 1,2 млн рослин на гектар вегетаційний період за роки досліджень у середньому на контрольному варіанті для сорту Оплот становив 75 діб, для Модуса – 73 доби, а в сорту Світ – 75 діб [131].

Значно більша тривалість вегетаційного періоду досягалася густотою стояння рослин: зі зменшенням густоти з 1,5 млн/га до 0,9 млн/га цей показник збільшувався, що пов'язано зі збільшенням площі живлення окремих рослин, та, відповідно, кращими умовами для мінерального живлення й водозабезпечення.

На контрольних варіантах досліду тривалість вегетаційного періоду збільшувалася: для сорту Оплот з 73 діб за густоти 1,5 млн/га до 77 діб за густоти 0,9 млн/га, отже, на 4 доби, для сорту Модус – на 4 добу та для сорту Світ – на 5 діб. Густота посівів також значно впливала на їх забур'яненість: при вирощуванні за безгербіцидною технологією, у наших дослідках забур'яненість становила до 2% (1 бал за загальноприйнятою шкалою) за густоти 1,5 млн/га, і до 2,5% (2 бали) при 0,9 млн/га.

Біостимулятори та мікроелементи бор і молібден мали найзначніший вплив на довжину міжфазових і вегетаційного періодів, незалежно від сорту і густоти посівів. Використання біопрепарату «Біо-гель» у фазі формування вусів і бутонізації подовжувало вегетаційний період на 7-8 діб, «Хелафіт» – на 5-6 діб, а суміш бору та молібдену – на 4-6 діб, що свідчить про їхню високу фізіологічну активність і ефективність.

Отже, результати показують, що застосування препарату «Біо-гель» дозволяє суттєво збільшити вегетаційний період, що, в свою чергу, може призвести до значного підвищення продуктивності гороху сортів Оплот, Модус і Світ, що є важливим кроком у вирішенні питання забезпечення білком рослинного походження на Півдні України.

Відомо, що для попередньої діагностики росту й розвитку рослин, а також прогнозування їхньої продуктивності проводять спостереження за основними показниками, які мають різноплановий вплив на урожайність культур. У гороху такими показниками є: висота рослин, кількість листків, їх вага та площа, вага надземної маси на певних етапах розвитку, вага кореневої системи, а також кількість і вага бульбочок азотфіксуючих бактерій та інші. Зазвичай, ці параметри, які вимірюються під час вегетативного росту, істотно впливають на ріст і розвиток генеративних органів гороху. У наших дослідженнях, згідно із загальноприйнятою методикою [79] всі біометричні вимірювання проводилися за варіантами досліду у двох несумісних повтореннях на 10 попередньо вибраних рослинах та обчислювали середні показники для кожної рослини або для десяти, залежно від вимог дослідження.

На ріст і розвиток рослин гороху впливають численні фактори, такі як генетичні особливості сорту, площа живлення, освітленість, аерація, забезпечення вологою та поживними речовинами, а також вплив штучних чи природних стимуляторів. Найбільш визначальними є фактори, які знаходяться в дефіциті; для Півдня України це, насамперед, волога та поживні речовини ґрунту.

Деякі з факторів можуть діяти синергічно (підсилюючи один одного), тоді як інші можуть бути антагоністами (пригнічуючи взаємодію). Тому одним з основних завдань агрономів є створення умов, що зводять до мінімуму антагоністичний вплив факторів [79, 90].

Серед біометричних показників висота рослин займає ключове місце, оскільки вона впливає на умови освітлення посівів, що, в свою чергу, суттєво позначається на продуктивності фотосинтезу, аерації рослин, газообміні та транспірації, а також на здатності конкурувати з бур'янами [49, 132, 200, 202].

У ході наших досліджень було встановлено, що лінійний приріст у гороху в основному завершується під час цвітіння рослин [200, 202]. Дані, що ілюструють вплив досліджуваних факторів, представлені в таблиці 3.2 (додаток Н.2.).

Аналіз показників з таблиці 3.2 (додаток Н.2.) свідчить, що за роки досліджень висота рослин в усіх сортів була близькою до значень, задекларованих установами-оригінаторами, зокрема для низькорослих та напівкарликових сортів в межах 65-70 см. На контрольних варіантах висота рослин незначно змінювалася в залежності від погодних умов року.

Що стосується впливу густоти посівів на висоту рослин, спостерігалась тенденція до її незначного зниження зменшенням густоти, що підтверджує дані інших дослідників [7, 132]. Наприклад, на контрольних варіантах у сорту Оплот за густоти посівів 1,5 млн/га висота рослин була в межах 60 см, за густоти 1,2 млн/га – 58 см, а за 0,9 млн/га – 57 см, тобто різниця була на рівні 3 см, або 5,2 %, що, на нашу думку, було незначним. Така залежність була і в сортів Модус та Світ.

Таблиця 3.2.

Висота рослин гороху у фазу цвітіння залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2019-2021 рр.), см

Фактор В – густина посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	60	63	67	64
1,2 млн/га	58	61	67	64
0,9 млн/га	57	61	66	62
сорт Модус				
1,5 млн/га	58	61	65	63
1,2 млн/га	52	57	61	59
0,9 млн/га	48	56	57	56
сорт Світ				
1,5 млн/га	62	66	71	67
1,2 млн/га	59	62	67	64
0,9 млн/га	57	61	65	62
НІР₀₅, см: А – 0,82; В – 0,82; С – 0,94; АВ – 1,41; АС – 1,63; ВС – 1,63; АВС – 2,83.				

Використання мікроелементів бору та молібдену в усіх варіантах дослідів (для різних сортів гороху та густот посівів) сприяло середньому лінійному приросту рослин від 5,2% до 9,6% в порівнянні з контрольним варіантом, що позитивно впливало на ріст і розвиток гороху.

Препарат «Хелафіт», який за даними авторського прайс-листа раніше не застосовували для обробки посівів гороху, давав більш дієвий приріст, який за різних інших умов вирощування варіював у межах 8,6–13,5%, що вказує на його значну стимулюючу дію стосовно гороху.

Найбільше впливав на висоту рослин гороху біостимулятор «Біо-гель»: її величина порівняно з контролем (обробка посівів водою) при двократному застосуванні (у фази вусоутворення та бутонізації) збільшувалася на 7–9 см (11,7–18,7%) у всіх досліджуваних сортів і незначною мірою, як і в контрольних варіантах, мала тенденцію до невеликого зниження зі зменшенням густоти посівів. Ці дані свідчать про високу фізіологічну активність цього препарату.

Таблиця 3.3.

Вплив досліджуваних факторів на кількість листків на одній рослині гороху у фазу цвітіння (середнє за 2019-2021 рр.), шт.

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	33	37	41	37
1,2 млн/га	35	40	44	40
0,9 млн/га	37	43	46	44
сорт Модус				
1,5 млн/га	30	33	37	36
1,2 млн/га	32	36	38	37
0,9 млн/га	30	34	37	35
сорт Світ				
1,5 млн/га	34	38	41	39
1,2 млн/га	35	39	42	40
0,9 млн/га	34	37	41	39
H _{IP} 05, шт.: А – 0,80; В – 0,80; С – 0,92; АВ – 1,38; АС – 1,60; ВС – 1,60; АВС – 2,77.				

Істотним показником біометрії, від якого залежить продуктивність

фотосинтезу гороху та його урожайність, є кількість листків на рослині. На нього впливають як сорт, так і фактори навколишнього середовища – вологість ґрунту, забезпеченість поживними речовинами, площа живлення та інші. Він істотно впливає на процес газообміну та транспірації [8, 9, 49].

Вплив біостимуляторів і мікроелементів на кількість листків у сортів гороху за різних густот посівів наведений у таблиці 3.3.(додаток).

Дані, представлені в таблиці 3.3 (додаток Н.3.), свідчать про те, що за роки досліджень кількість листків у фазу цвітіння гороху на контрольних варіантах змінювалася незначною мірою і залежала від погодних умов, що також стосується сортів. Що стосується густоти посівів, то на контрольних варіантах кількість листків при мінімальній густоті була на 4-6% меншою, ніж при максимальній. У випадках застосування біостимуляторів та мікродобрив (фактор С) ця різниця збільшувалася до 9-12% і навіть більше. Найбільший вплив мав фактор С. При використанні мікродобрив приріст становив в середньому 4-6 листків на рослину (10,0-14,2%). Обробка посівів «Хелафітом» підвищувала цей показник до 5-8 листків (12-15%), а застосування препарату «Біо-гель» забезпечувало найбільшу прибавку — 7-10 листків, що становить 18-23% відносно контролю. Ці результати свідчать про суттєвий вплив цих чинників на розмір асиміляційного апарату, включаючи його площу та масу. За даними інших дослідників [22, 25, 48, 86, 93], у гороху вусатого типу інтенсивний фотосинтез відбувається як у листях, так і у вусах, які є їх метаморфозою; на справжні листки припадає до 55%, а на вуса — 45% від загальної площі та маси асиміляційної поверхні. Сучасні запатентовані методи визначення площі «вусів» (Нідзельський В. А., Коваленко В. П.) є трудомісткими, складними й не дуже точними [131].

Слушною вважаємо думку, що для визначення фотосинтетичного потенціалу гороху «вусатих» сортів доцільніше використовувати показник сумарної маси асиміляційного апарату. Отримані нами дані за цим параметром за роки досліджень наведені в таблиці 3.4 (додаток Н.4.).

Таблиця 3.4.

Маса асиміляційного апарату в сухій речовині сортів гороху залежно від обробки посівів біостимляторами та мікроелементами, г/ рослину (середнє за 2019-2021 рр.).

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	6,2	6,6	7,7	6,9
1,2 млн/га	6,5	6,7	8,0	7,4
0,9 млн/га	6,7	7,2	8,2	7,8
сорт Модус				
1,5 млн/га	5,2	5,7	6,1	5,7
1,2 млн/га	5,9	6,6	7,2	6,9
0,9 млн/га	6,0	6,6	7,3	6,9
сорт Світ				
1,5 млн/га	6,5	7,1	8,0	7,7
1,2 млн/га	7,3	7,7	8,8	8,3
0,9 млн/га	7,1	7,3	8,8	8,1
НІР ₀₅ , г : А – 0,13; В – 0,13; С – 0,15; АВ – 0,22; АС – 0,25; ВС – 0,25 ; АВС – 0,44.				

Згідно даних таблиці 3.4. (додаток Н.4.), на контрольних варіантах маса асиміляційного апарату в сортів Оплот та Світ була майже однаковою, хоча при зменшених густотах посівів сорт Світ перевершував Оплот на 4-7% за масою. Сорт Модус поступався цим сортам на 11,3-18,1% за однакових густот. Хоча маса листя однієї рослини на контрольних варіантах збільшувалася на 8-15% при зниженні густоти, маса асиміляційного апарату на одиницю площі була значно більшою на загущених посівах [7, 8, 9].

Обробка посівів сумішшю мікроелементів сприяла збільшенню маси асиміляційного апарату в середньому на 5,2%. Застосування препарату «Хелафіт» призводило до підвищення маси на 13,1%, тоді як найбільший ефект спостерігався при використанні «Біо-гелю», який збільшував масу на 22,3%, що свідчить про його перевагу [7, 8, 9].

Спосіб визначення площі в усіх сортів гороху був дещо покращений, що дозволило значно прискорити цей процес без істотного впливу на його точність.

Дані щодо залежності площі асиміляційної поверхні гороху за варіантами досліду в середньому за 2019–2021 роки наведені на рис. 3.1., 3.2., 3.3.

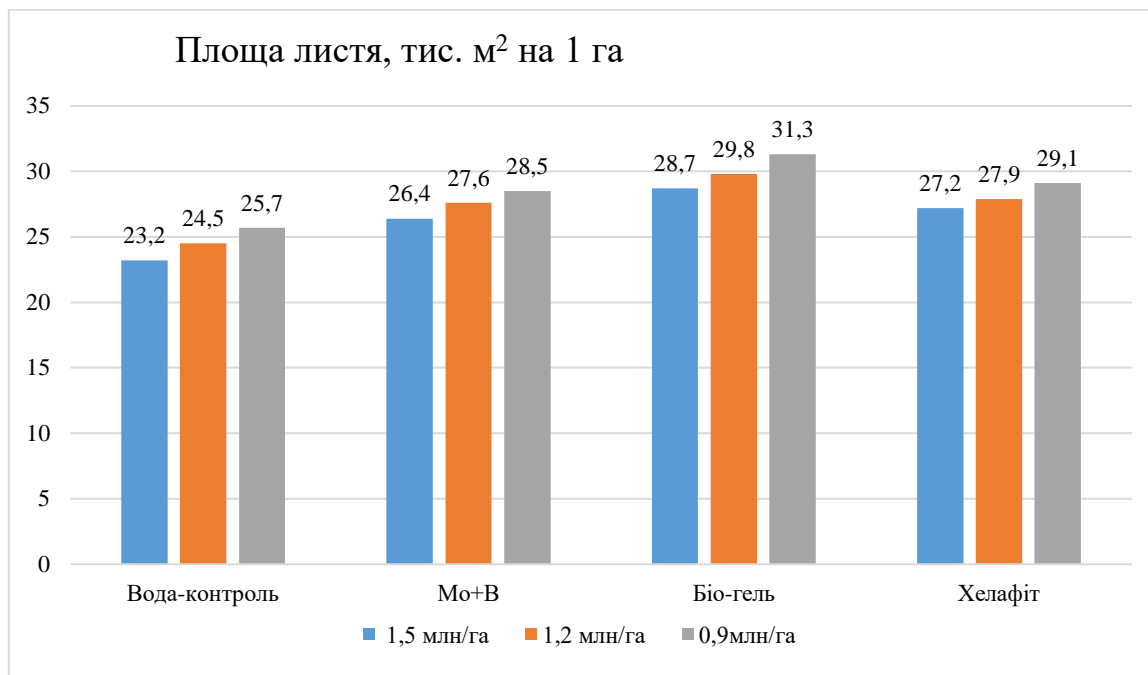


Рис. 3.1. Вплив досліджуваних факторів на площу асиміляційної поверхні гороху у фазу цвітіння сорту Оплот (середнє за 2019–2021 роки)

Рис. 3.1. свідчить, що в сорту Оплот на контрольному варіанті (обробіток гороху водою) найбільша площа асиміляційної поверхні була за густоти 0,9 млн/га – 25,7 тис. м²/га, тоді як за густоти 1,5 млн./га – лише 23,2 тис. м²/га. Максимум цей показник у сорту Оплот досягав при обробці посівів препаратом «Біо-гель» – 31,3 тис. м²/га за такої же густоти посівів, що перевищував контроль на 5,6 тис. м²/га, або на 21,8%, що свідчить про високий фотосинтетичний потенціал даного варіанта досліду.

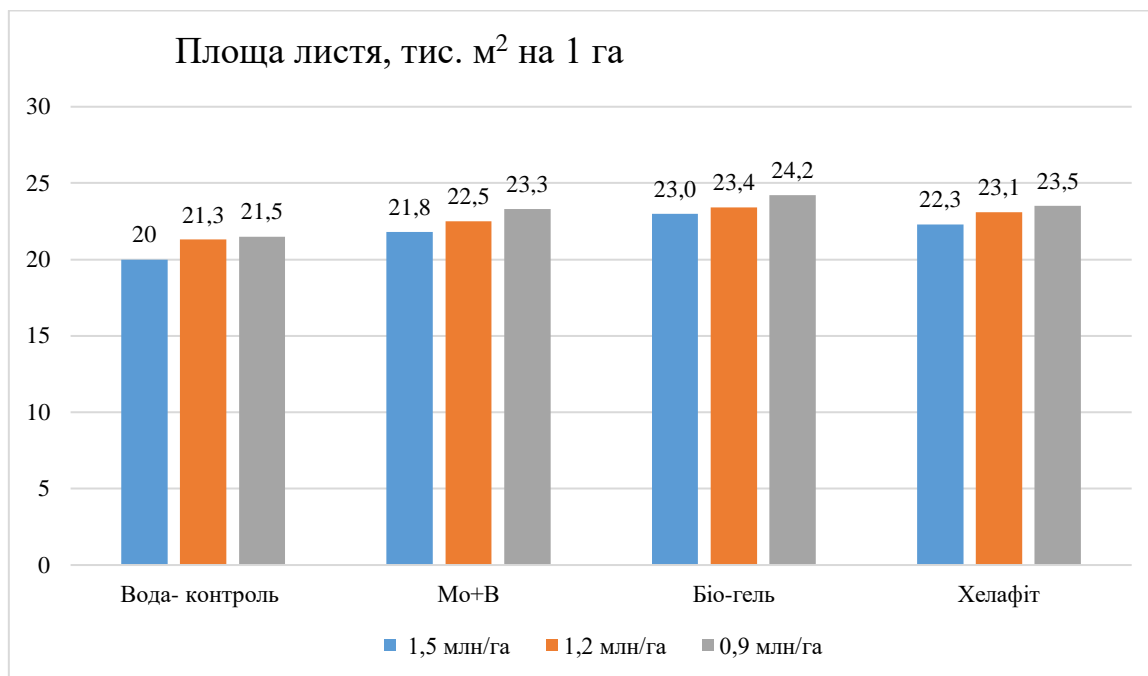


Рис. 3.2. Вплив досліджуваних факторів на площу асиміляційної поверхні гороху у фазу цвітіння сорту Модус (середнє за 2019-2021 рр.)

На рис. 3.2. відображена зміна досліджуваного показника залежно від умов вирощування в сорту Модус. Мінімальним він був на контрольному варіанті (20,0 тис. м²/га) за густоти 1,5 млн/га – 20,0 тис. м²/га, а найбільшим (24,2 тис. м²/га) він був при обробці посівів препаратом «Біо-гель» за густоти 1,2 млн/га і перевищував контроль на 4,2 тис. м²/га, що становить 21 %.

Дослідження інших авторів, проведених протягом останніх років із сортами «вусатого» типу свідчать, що площа асиміляційної поверхні гороху може значно варіювати залежно від генотипу (сорту) та умов вирощування. Так, за свідченням Андрушка М. О. та Лихочвора В. В. [22, 25] цей показник в зоні Лісостепу України змінювався від 30,2 тис. м²/га до 46,5 тис. м²/га, а в окремі роки навіть більше і насамперед за однакових умов вирощування залежав від сорту гороху. Дослідження Руденка В. А. та Щербакова В. Я. [256], проведені на півдні Одеської області, констатують зміну середньої площі асиміляційної поверхні сорту Світ на контрольному варіанті на рівні 19 тис.м²/га, яка змінювалася за роки досліджень від 17,3 до 21,1 тис. м²/га. У наших дослідах сорт Світ показав такі результати (рис. 3.3.).

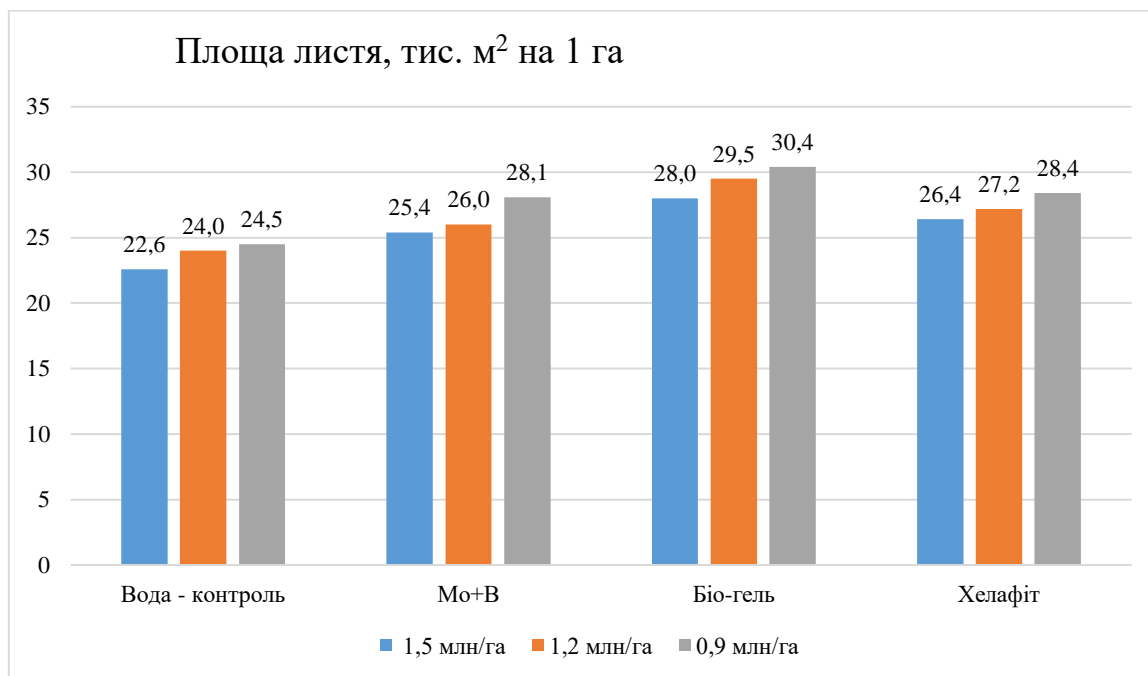


Рис. 3.3. Вплив досліджуваних факторів на площу асиміляційної поверхні гороху у фазу цвітіння сорту Світ (середнє за 2019-2021 рр.)

З рис. 3.3. зрозуміло, що мінімуму досліджуваній показник у сорту Світ сягав на контрольному варіанті (обробка посівів водою) за густоти посівів 1,5 млн/га – 22,6 тис. м²/га, а максимуму – при обробці сорту препаратом «Біо-гель» з густотою посівів 1,2 млн/га і мав середнє значення на рівні 30,4 тис. м²/га.

Необхідно зазначити, що в 2020 році показник площі асиміляційної поверхні був на 14–16% нижчим, ніж у 2021 році, що пояснюється несприятливими посушливими умовами того року.

Вагомим показником, що відображає умови росту та розвитку рослин гороху, є накопичення надземної маси під час вегетаційного періоду. У більшості випадків цей показник слугує індикатором майбутньої зернової продуктивності [7, 8, 10, 65, 139].

Аналіз динаміки за певний період онтогенезу є основою для оцінки таких важливих фізіологічних показників, як ефективність фотосинтезу, рівень асиміляції та добовий приріст сухої речовини.

Таблиця 3.5.

Вплив біостимуляторів і мікроелементів на добовий приріст надземної маси в сухій речовині з одиниці площі посівів (загальна продуктивність фотосинтезу), (середнє за 2019–2021 рр.) г/м²

Фактор С варіанти обробки посівів	Суха маса, г		Приріст сухих речовин, г/м ² за 25 діб	Добовий приріст сухих речовин, г/м ² за добу
	Фаза вусоутворення	Фаза бутонізації		
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га				
Вода - контроль	34	259	225	9,0
Во + Мо	34	350	316	12,6
Біо-гель	34	366	332	13,3
Хелафіт	34	314	280	11,2
густина посівів – 1,2 млн/га				
Вода - контроль	32	253	221	8,8
Во + Мо	31	337	306	12,2
Біо-гель	32	355	323	12,9
Хелафіт	32	347	315	12,6
густина посівів – 0,9 млн/га				
Вода - контроль	29	237	208	8,3
Во + Мо	29	317	288	11,5
Біо-гель	29	339	310	12,4
Хелафіт	29	338	309	12,4
Фактор А – сорт Модус				
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га				
Вода - контроль	32	214	182	7,3
Во + Мо	31	282	251	10,0
Біо-гель	32	290	258	10,3
Хелафіт	31	283	252	10,1
густина посівів – 1,2 млн/га				
Вода - контроль	30	207	177	7,1
Во + Мо	30	257	227	9,1
Біо-гель	30	264	234	9,4
Хелафіт	30	259	229	9,2
густина посівів – 0,9 млн/га				
Вода - контроль	26	197	171	6,8
Во + Мо	25	241	216	8,6
Біо-гель	25	253	228	9,1
Хелафіт	25	247	222	8,9

Фактор А – сорт Світ				
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га				
Вода - контроль	35	256	221	8,8
Во + Мо	34	302	268	10,7
Біо-гель	34	328	294	11,8
Хелафіт	34	315	281	11,2
густина посівів – 1,2 млн/га				
Вода - контроль	30	230	200	8,0
Во + Мо	29	278	249	10,0
Біо-гель	30	297	267	10,7
Хелафіт	30	288	258	10,3
густина посівів – 0,9 млн/га				
Вода - контроль	28	225	197	7,9
Во + Мо	27	263	236	9,4
Біо-гель	28	291	263	10,5
Хелафіт	27	279	252	10,1

У своїх дослідях, відповідно до методичних вимог, ми вимірювали масу надземної частини рослин у сирому та сухому стані під час фаз вусоутворення (галуження) та бутонізації, з інтервалом у 25 діб. Через обмежений обсяг друкованих сторінок, ми не наводимо їх значення окремо для фаз «вусоутворення» та «бутонізація», а надаємо лише узагальнені результати в таблиці 3.5. [7, 8, 9]. Виходячи з отриманих даних, ми розраховували добовий приріст сухої речовини на одиницю площі для різних варіантів експерименту, що відображає загальну продуктивність асиміляції. З вимірювань видно, що найбільшу масу надземної частини на контрольних варіантах у фазі вусоутворення формував сорт Світ, який перевищував сорт Оплот на 3-6%, тоді як сорт Модус показав найнижчі значення. Оскільки перші вимірювання проводилися до обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами, між варіантами не було суттєвих відмінностей, крім тих, що виникали через різні погодні умови протягом років досліджень (вологість ґрунту, температура [7, 8, 9]).

Інші результати, отримані в фазу бутонізації, показали значні коливання ваги надземної маси залежно від року. Найменш сприятливим для зволоження ґрунту був 2020 рік, коли вологість становила лише 55-60% від максимальної

вологоемкості ґрунту [7, 8, 9].

Найбільшою в сирому стані надземна маса була в 2019 році і досягала, наприклад, у сорту Оплот на контрольному варіанті за густоти 1,5 млн/га – 1760 г/м², за густоти 1,2 млн/га – 1680 г, та за густоти 0,9 млн/га – 1560 г. Аналогічна закономірність спостерігалася в інших досліджуваних сортах. У середньому за 3 роки досліджень ці показники в перерахунку на суху речовину відповідно були 259, 253 та 230 г/м² [7, 8, 9].

На основі цих даних ми обчислили добовий приріст сухої речовини з 1 м² під час активного росту гороху за всіма варіантами експерименту. У таблиці 3.5. представлено, що добовий приріст сухої речовини залежав від сорту [7, 8, 9].

Найбільш продуктивним за контрольними варіантами виявився сорт Оплот – 9,0 г/м² за добу за густоти 1,5 млн/га, 8,8 г/м² за добу – за густоти 1,2 млн/га, та 8,3 г/м² за добу – за густоти 0,9 млн/га, у сорту Світ ці показники були відповідно – 8,8, 8,0 та 7,7 г/м² за добу, а для сорту Модус – 7,3, 7,1, 6,8 г/м² за добу [7, 8, 9].

Серед біостимуляторів і мікроелементів найбільше сприяв добовому приросту сухої маси препарат «Біо-гель», який забезпечував приріст на 13,3, 12,9 та 11,5 г/м², залежно від густоти посівів [7, 8, 9].

Для сорту Світ ці показники становили 11,8, 10,7, 10,4 г/м², а для сорту Модус – 10,3, 9,4 та 9,1 г/м² за добу [7, 8, 9].

Біостимулятор «Хелафіт» і мікроелементи забезпечили приріст сухої речовини на 3-6% менший, але значно вищий, ніж у контрольних варіантах [7, 8, 9].

Наведені вище дані свідчать про потенціал досліджуваних препаратів [7, 8, 9].

Як відомо з курсу ботаніки, корінь виконує важливі функції: закріплює рослину в ґрунті, поглинає воду і поживні речовини, а також зберігає запаси і забезпечує розмноження. Сукупність коренів утворює кореневу систему [9, 60].

Для гороху та інших дводольних рослин характерна стержнева коренева

система, яка формує симбіоз із азотфіксуючими бактеріями, що утворюють кореневі бульбочки [9, 60].

Таблиця 3.6.

**Суша маса коренів різних сортів гороху за варіантами досліду,
г/м²(середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	60	71	78	76
1,2 млн/га	59	69	75	72
0,9 млн/га	54	62	67	64
сорт Модус				
1,5 млн/га	52	59	65	62
1,2 млн/га	50	57	63	59
0,9 млн/га	49	56	60	56
сорт Світ				
1,5 млн/га	61	73	78	74
1,2 млн/га	58	70	74	73
0,9 млн/га	55	64	68	64
НІР ₀₅ , г/м ² : А – 1,16; В – 1,16; С – 1,34; АВ – 2,00; АС – 2,31; ВС – 2,31; АВС – 4,01				

Сила кореневої системи визначає обсяги води та мінеральних солей, які рослини можуть поглинати, що, у свою чергу, впливає на їх посухостійкість. У більшості рослин маса кореневої системи становить 18-27% від надземної частини. Залежність сухої маси коренів гороху з 1 м² від досліджуваних факторів наведена в таблиці 3.6. [7, 8, 9].

Аналіз таблиці 3.6. (додаток Н.5.) вказує, що суха маса коренів значно залежала від погодних умов року. На контрольних варіантах вона була в 2019 році на рівні 60–66 г/м², в 2020 році – 51–57 г/м², та 58–62 г/м² в 2021 році [7, 8, 9].

Сорти Оплот та Світ продемонстрували найвищі показники, тоді як сорт Модус мав на 12-15% меншу масу. [7, 8, 9].

Обробка біопрепаратами і мікроелементами суттєво вплинула на суху масу коренів гороху досліджуваних сортів. За даними таблиці 3.6., при обробці

посівів гороху у фазі вусоутворення та бутонізації сумішшю бору (45 г/га) у вигляді борної кислоти та молібдену (45 г/га) у вигляді молібденово-кислого амонію, досліджуваний показник перевищував контроль у всіх сортів і за всіх густот посівів на 7–12 г/м², або на 14–20%. Застосування препарату «Хелафіт» збільшував цей показник у середньому до 9–15 г/м², тобто – до 18–26%. Препарат «Біо-гель» дав найбільший приріст, збільшуючи масу на 13–18 г/м², що становило 24–30% [7, 8, 9].

Це свідчить про високу біологічну активність використовуваних препаратів.

Як було вказано раніше, основним важелем, який допомагає збільшити продуктивність бобових культур, є вплив на ріст і розвиток бульбочкових бактерій у напрямку збільшення інтенсивності азотфіксації. Одним із агроприйомів, що допомагає вирішувати це питання, є обробіток посівів бором, молібденом і біостимуляторами [7, 8, 9].

Про здатність бобових культур збільшувати потенціал родючості ґрунту вказували ще натуралісти античних часів – Пліній, Теофраст («батько» ботаніки), Варрон та інші, і лише в 19 столітті Д. Буссенго вказав, спираючись на досліди, на можливість фіксації бобовими азоту повітря [49].

Далі було відкрито, що фіксація азоту відбувається азотопоглинаючими бактеріями, що живуть у симбіозі з рослинами на їх коренях у вигляді бульбочок, що забезпечує потреби рослин в азоті на 70–80% та накопичення в ґрунті після гороху до 60–70 кг/га біологічного азоту. Рослина як симбіонт постачає бактеріям продукти фотосинтезу та мінеральні речовини ґрунту, забезпечуючи їхню життєдіяльність [49].

У гороху та інших бобових рослин, завдяки наявності пігменту леггемоглобіну (споріднений до гемоглобіну) бульбочки мають злегка червонувате забарвлення [49].

Інтенсивна азотфіксація в гороху іде до фази молочної стиглості, після чого бульбочки деградують і відмирають [49].

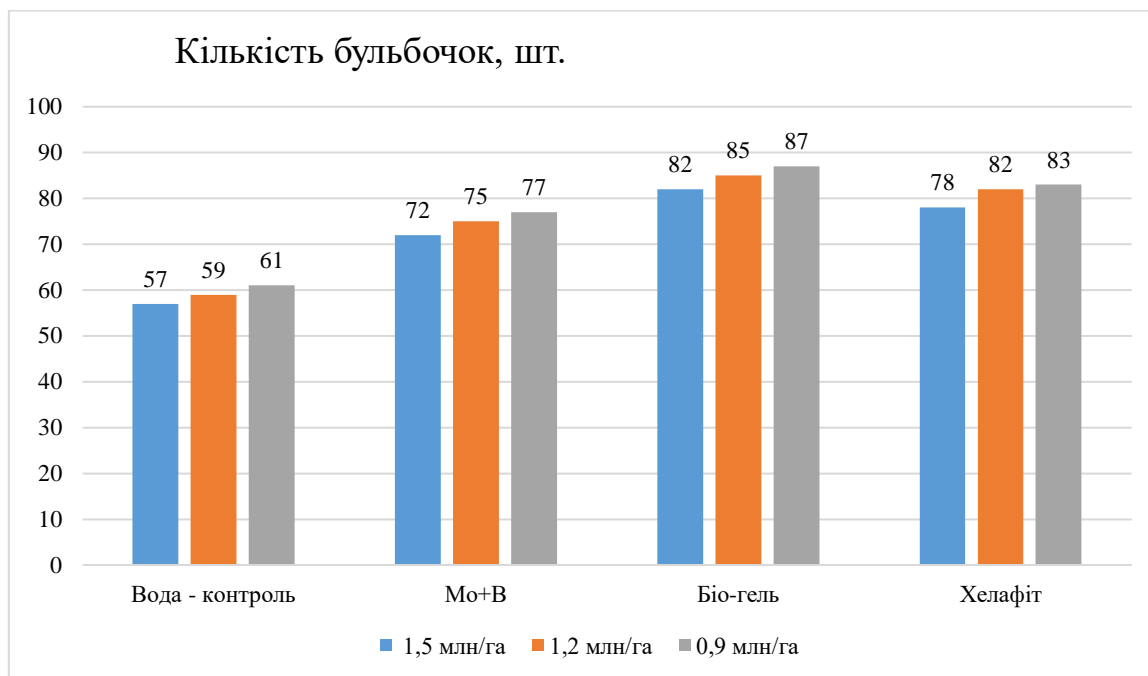


Рис. 3.4. Вплив досліджуваних факторів на кількість бульбочок азотофіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху сорту Оплот (середнє за 2019–2021 рр.)

Кількість бульбочок азотофіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху в досліджуваних сортів залежала насамперед від умов року проведення дослідів, пов'язаних в основному зі зволоженням ґрунту, тому що при зниженні вологи до 55–60% від НВ кількість колоній бактерій на коренях значно зменшується, їх ріст і розвиток загальмовується [9].



Рис. 3.5. Розвиток бульбочкових бактерій на контрольному варіанті (обробка посівів водою), 2021 рік.

Так, у посушливому 2020 році на контрольних варіантах в усіх сортів цей показник був менший на 18–23 шт. на 10 рослин, порівняно з 2019 та 2021 роками, коли вологи в ґрунті було вдосталь – на рівні 70–75 НВ [9].

Кількість бульбочок на коренях у сорту Модус за роки досліджень була на 6–9 шт. з 10 рослин, або на 10–18% меншою за однакових умов вирощування, ніж у сортів Оплот та Світ, у яких цей показник був майже на одному рівні [9].



Рис. 3.6. Розвиток бульбочкових бактерій при обробці посівів гороху препаратом «Біо-гель», 2021 рік.

Найбільше впливала на кількість бульбочок обробка гороху біостимуляторами та мікроелементами.

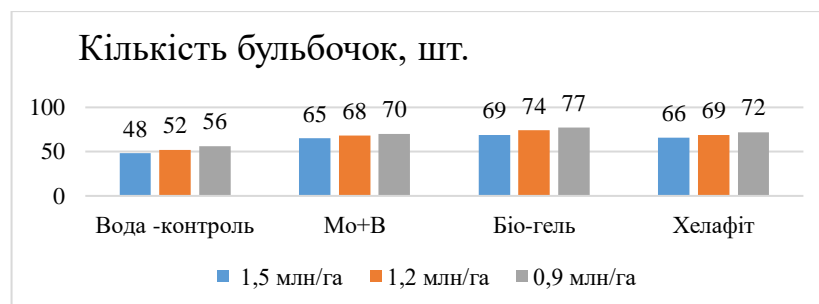


Рис. 3.7. Вплив досліджуваних факторів на кількість бульбочок азотофіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху сорту Модус (середнє за 2019–2021 рр.).

Мікроелементи давали приріст порівняно з контролем в середньому на 24–27 % [9].

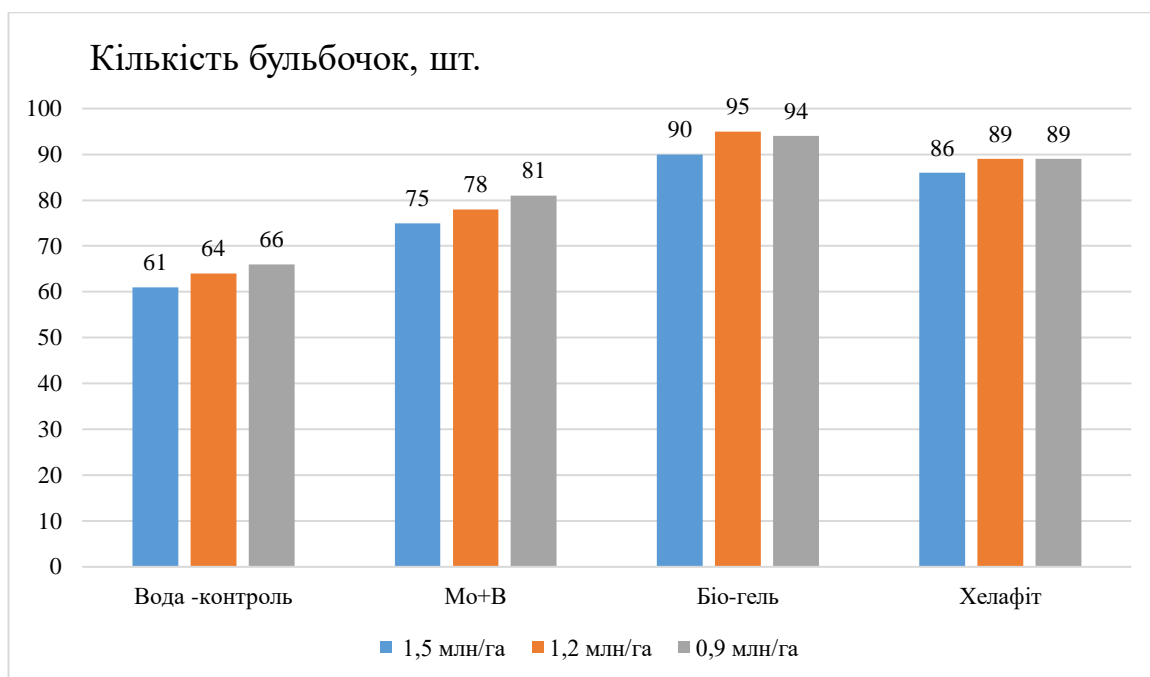


Рис. 3.8. Вплив досліджуваних факторів на кількість бульбочок азотофіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху сорту Світ (середнє за 2019–2021 рр.)

Препарат «Хелафіт» збільшував їх кількість на 33–37%, а «Біо-гель» – на 42–44%, що значно покращувало азотне живлення рослин гороху й позитивно впливало на його продуктивність [9].

Якісним показником розвитку азотофіксуючого апарату гороху є суха маса бульбочок на його корені залежно від сорту, густоти посівів та біостимуляторів і мікроелементів, про що свідчать дані таблиці 3.7. (додаток)

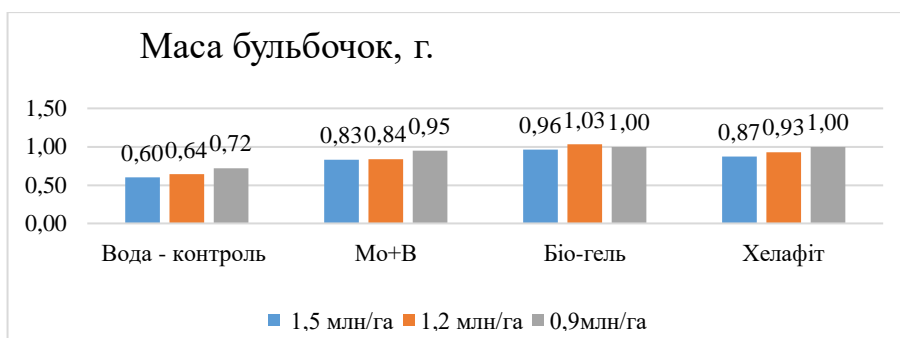


Рис. 3.9. Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотофіксуючих бактерій на 10 рослинах гороху сорту Оплот (середнє за 2019–2021 роки)

Аналіз таблиці 3.7. (додаток Н.6.) вказує, що маса бульбочок на 10 рослинах, як і їх кількість, збільшувалася на контрольних та досліджуваних варіантах зі зменшенням густоти посівів у всіх сортів у середньому на 17–19%, що пов'язане, очевидно, зі збільшенням площі живлення окремої рослини. Як і кількість бульбочок на 10 рослинах, так і їх маса меншою була в сорту Модус порівняно з іншими, що, на нашу думку, є наслідком його меншої адаптованості до посушливих умов Півдня України та генетичними особливостями [9].

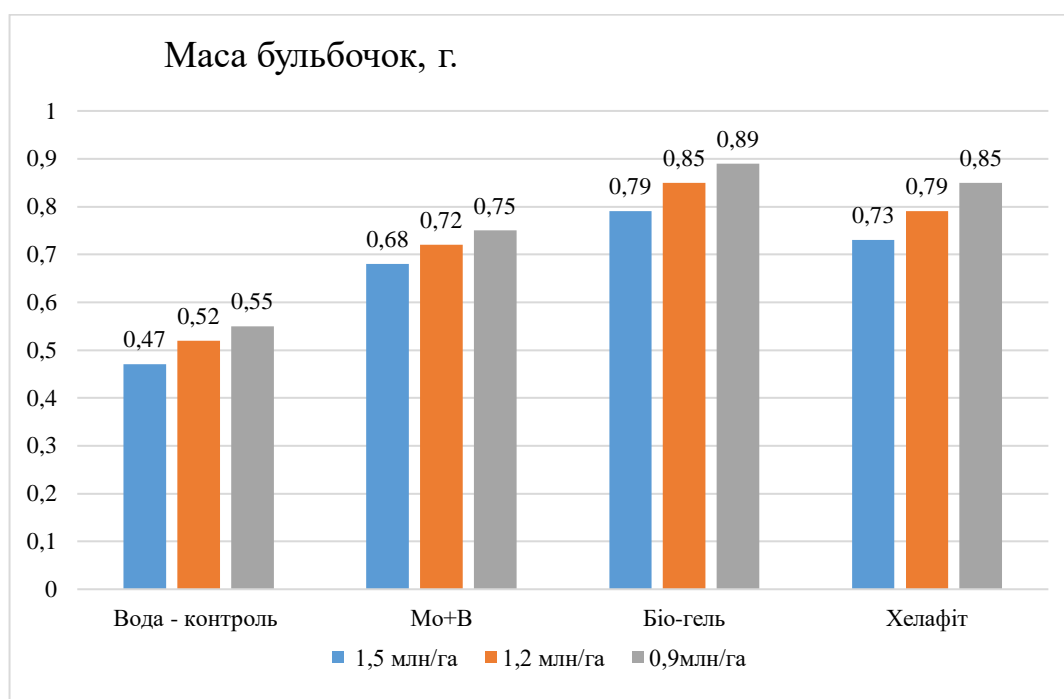


Рис. 3.10. Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотофіксуючих бактерій на 10 рослинах гороху сорту Модус (середнє за 2019–2021 роки).

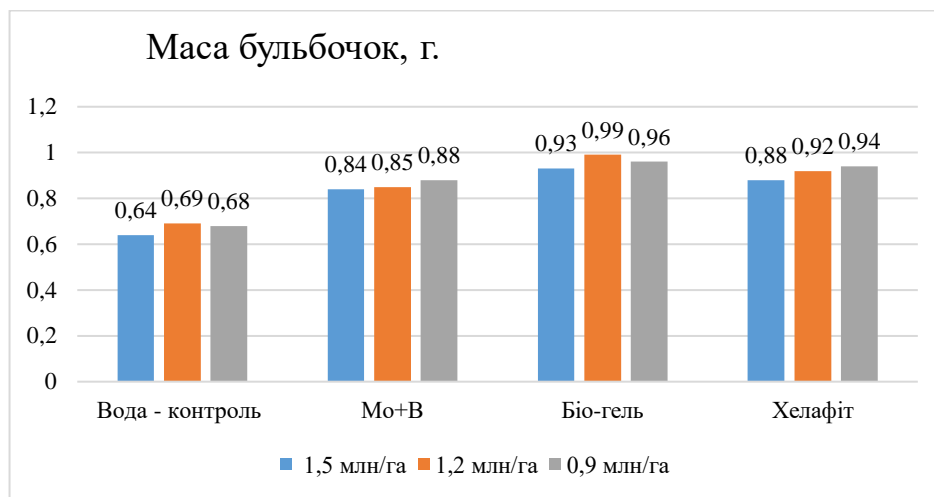


Рис. 3.11. Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотофіксуючих бактерій на 10 рослинах гороху сорту Світ (середнє за 2019–2021 роки).

Рисунки 3.9., 3.10., 3.11. ілюструють масу бульбочок азотофіксуючих бактерій за варіантами досліду в досліджуваних сортів [9].

Таблиця 3.7.

Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотофіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху (середнє за 2019-2021 рр.), г

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	0,60	0,83	0,96	0,87
1,2 млн/га	0,64	0,84	1,03	0,93
0,9 млн/га	0,72	0,95	1,10	1,00
сорт Модус				
1,5 млн/га	0,47	0,68	0,79	0,73
1,2 млн/га	0,52	0,72	0,85	0,79
0,9 млн/га	0,55	0,75	0,89	0,85
сорт Світ				
1,5 млн/га	0,64	0,84	0,93	0,88
1,2 млн/га	0,69	0,85	0,99	0,92
0,9 млн/га	0,68	0,88	0,99	0,92
НІР ₀₅ , г: А – 0,03; В – 0,03; С – 0,04; АВ – 0,07; АС – 0,09; ВС – 0,09; АВС – 0,11				

Вплив обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами на якісні показники виявився ще суттєвішим у відсотковому співвідношенні, ніж на

кількісні. Використання мікроелементів призвело до приросту в середньому на 29-38%, «Хелафіт» забезпечив приріст на 39-54%, а «Біо-гелі» – на 53–62% [9].

Результати, представлені в цьому розділі, підтверджують, що застосування бору, молібдену та біостимуляторів «Хелафіт» і «Біо-гель» під час фази «вусоутворення» та бутонізації є важливим фактором для підвищення продуктивності вивчених сортів гороху [7, 8, 9].

Як відомо з ботаніки, генеративним (репродуктивним) органом покритонасінних (пагонових маточкових) рослин є квітка – вкорочений видозмінений пагін обмеженого росту, пристосований для утворення гамет (яйцеклітин та спермійів) внаслідок процесів мікро- та макроспорогенезу, після злиття яких внаслідок процесу подвійного запліднення із зиготи утворюється насіння, а із зав'язі квітки формується плід, у якому воно знаходиться, повністю ізольоване від зовнішнього середовища [60, 189, 190, 202].

Унаслідок негативного впливу природних факторів (заморозки, брак вологи в ґрунті, суховії, тощо), хоча горох є самозапліднюючою культурою, не в усіх них утворюються плоди та насіння, відбувається часткове опадання квіток і навіть утворених з них плодів (абортація) [60, 189, 190, 202].

За даними багатьох авторів, надмірний ріст вегетативної маси гороху (внаслідок надлишку вологи та азоту в ґрунті) може призвести до «розсмоктування» вже сформованого в бобах насіння у фазу його наливу й відтіканню поживних речовин із них до стебла, що властиве для деяких інших рослин родини бобових і веде до зменшення насіння в бобі на момент повної його стиглості порівняно з початком формування [156, 201, 234].

Тому в своїх дослідях ми вирішили виявити вплив досліджуваних факторів на ці негативні процеси з метою їх запобігання. Для цього за варіантами досліду (що видно з розділу методики) проводили облік квіток, утворених із них плодів, наявності в них насіннєвих зачатків на ранніх етапах їх формування, а також кількості плодів на рослині та кількості насінин у них у фазу повної стиглості [10, 133, 134].

У таблиці 3.8. наведені дані, що свідчать про кількість повноцінних квіток на одній рослині гороху залежно від сорту, густоти посівів і їх обробки мікроелементами та біостимуляторами [10, 133, 134].

Таблиця 3.8.

Вплив біостимуляторів і мікроелементів на кількість бобів на 1 рослині у фазу повної стиглості насіння в сортів гороху за різних густот посівів, шт. (середнє за 2019–2021 рр.) [10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	5,4	6,1	6,5	6,1
1,2 млн/га	6,0	6,8	7,2	7,0
0,9 млн/га	6,2	6,7	7,2	6,9
сорт Модус				
1,5 млн/га	5,3	6,1	6,5	5,9
1,2 млн/га	5,7	6,7	6,9	6,6
0,9 млн/га	5,9	7,1	7,4	7,0
сорт Світ				
1,5 млн/га	5,4	6,3	6,6	6,3
1,2 млн/га	5,8	6,8	7,1	6,9
0,9 млн/га	6,1	6,8	6,8	6,9
НІР ₀₅ , шт.: А – 0,10; В – 0,10; С – 0,11; АВ – 0,17; АС – 0,20; ВС – 0,20; АВС – 0,34.				

Дані таблиці 3.8. свідчать, що середня кількість повноцінних квіток на рослині у досліджуваних сортах коливалася від 5,3 до 6,1 шт. у контрольних варіантах, і була обернено пропорційною густоті травостою. Наприклад, у сорту Оплот при густоті 1,5 млн/га зафіксовано 5,4 квітки, в той час як при густоті 1,2 млн/га їхня кількість зросла до 6,0, а при 0,9 млн/га – до 6,2, що спостерігалось й у інших досліджуваних сортах. Деякі науковці, такі як Кондратенко М. І. [137], Андрушко М. О. та Лихочвор В. В. [20, 23], також зазначають, що кількість квіток може варіюватися від 4 до 12 на рослині залежно від умов вирощування. Аналогічні висновки роблять Дворецька С. П. з колегами [68], Дідур І. М. та Захарчук В. В. [72, 74] та інші.

Вплив на кількість квіток на одній рослині значною мірою зумовлений використанням мікроелементів і біостимуляторів. Обробка посівів сумішшю

бору і молібдену при оптимальних густотах сприяла зростанню цього показника з 6,0 шт. на контролі до 6,8 шт. (+13,3%) у сорту Оплот, з 5,7 до 6,7 шт. на рослині (+17,5) у сорту Модус і в сорту Світ – з 5,8 до 7,1 шт. (+22,4%) [10, 133, 134] .

Значно вищими були результати при використанні препарату «Хелафіт», де приріст становив: у сорту Оплот - 16,6%, у сорту Модус - 18,6% і у сорту Світ - 19,0% [10, 133, 134].

Найбільший позитивний ефект виявлено при двократній обробці препаратом «Біо-гель», що забезпечив приріст кількості квіток на рослині: у сорту Оплот - 20,3%, у сорту Модус – 21,0% і в сорту Світ – 22,4%, що свідчить про його високу біологічну активність і стимулюючий ефект [10, 133, 134].

Отже, використання мікроелементів бору і молібдену, а також біостимуляторів «Хелафіт» і «Біо-гель» для обробки вегетуючих посівів гороху може суттєво підвищити біологічний потенціал і продуктивність гороху [10, 133, 134].

Важливим показником розвитку генеративних органів на ранніх стадіях плодоношення є коефіцієнт або відсоток запліднення, що відображає, скільки плодів утворюється з 100 квіток на рослині після цвітіння [60, 234]. Для його встановлення ми проводили облік плодів, утворених після цвітіння – на початку фази наливу насіння в двох несумісних повтореннях, а середні дані за 3 роки за варіантами дослідів наведені в таблиці 3.9.[10, 133, 134].

Аналізуючи таблицю 3.9.(додаток 3.4.), ми виявили, що кількість сформованих бобів здебільшого залежала від сорту. На контрольних варіантах (обробка посівів водою) найбільше бобів спостерігалось у сортів Оплот і Світ, де їх кількість становила від 4,3 до 5,1 шт. на рослині, з тенденцією до зростання при зменшенні густоти посівів. У сорту Модус цей показник був меншим: 3,9 шт. при густоті 1,5 млн/га та 4,3 шт. при густоті 0,9 млн/га, що на 16% нижче, ніж у згаданих раніше сортах [10, 133, 134].

В умовах Лісостепу (Андрушко М. О., Лихочвор В. В.) кількість бобів на одній рослині була залежно від сорту, в межах 4,3–4,7 шт. [20, 23].

Таблиця 3.9.

Кількість бобів, утворених після цвітіння на одній рослині в сортів гороху залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами за роки досліджень (середнє за 2019-2021 рр.), шт. [10, 133, 134].

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	4,5	5,1	5,5	5,3
1,2 млн/га	4,8	5,8	6,1	5,9
0,9 млн/га	5,1	5,7	6,1	5,8
сорт Модус				
1,5 млн/га	3,9	4,4	4,9	4,6
1,2 млн/га	4,3	4,8	5,2	4,9
0,9 млн/га	4,3	5,2	5,7	5,3
сорт Світ				
1,5 млн/га	4,3	5,2	6,5	5,3
1,2 млн/га	5,0	5,8	6,3	6,0
0,9 млн/га	5,1	5,9	6,3	5,9
НІР ₀₅ , шт.: А –0,12 ; В –0,12; С –0,14; АВ –0,20; АС –0,23; ВС – 0,23; АВС –0,41.				

В інших дослідників цей показник також залежав від генотипу гороху і змінювався на контрольних варіантах від 2,8 шт. [225, 256] до 8,0 шт. [217, 220], що дуже залежало від зони вирощування: у північних регіонах України (при достатньому зволоженні) він завжди вищий, ніж у південних [217, 220, 222, 256] з меншим вологозабезпеченням.

Таблиця 3.10. ілюструє вплив біостимуляторів і мікроелементів на відсоток (коефіцієнт) запліднення сортів гороху за різних густот посівів [10, 133, 134].

Таблиця 3.10. свідчить, що найбільш значний вплив на коефіцієнт запліднення мав сорт. Як показує таблиця, найвищі значення спостерігалися у сортів Оплот та Світ, де вони досягали 80-83% на контрольних варіантах і майже не залежали від густоти посівів. У сорту Модус цей показник був нижчим — 72-76%, що на 10-11% менше. Це пов'язано зі слабкою адаптацією цього сорту до посушливих умов півдня України, при яких суховії можуть

призводити до стерилізації пилку і ускладнювати процес запліднення [10, 133, 134].

Таблиця 3.10.

Вплив біостимуляторів і мікроелементів на відсоток запліднення сортів гороху за різних густот посівів, % (середнє за 2019–2021 рр.) [10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	83	84	85	87
1,2 млн/га	80	84	85	84
0,9 млн/га	82	85	85	83
сорт Модус				
1,5 млн/га	76	77	78	78
1,2 млн/га	72	75	75	74
0,9 млн/га	73	78	80	76
сорт Світ				
1,5 млн/га	80	83	85	86
1,2 млн/га	82	85	89	87
0,9 млн/га	83	86	90	87

На досліджуваний показник також певною мірою впливали мікроелементи та біостимулятори, які підвищували коефіцієнт запліднення у всіх сортах на 2-5% порівняно з контролем. Зокрема, застосування «Біо-гелю» збільшувало його на 4-7%, а «Хелафіт» — на 3-6%. [10, 133, 134].

Вплив досліджуваних факторів на кількість насінневих зачатків у бобах на початку фази наливу насіння відображає таблиця 3.11. [10, 133, 134].

Аналіз таблиці 3.11. демонструє, що кількість насінневих зачатків утворених після запліднення, в основному залежала від сорту. У сортів Оплот і Світ цей показник на контрольних варіантах становив 3,6–4,2 шт. і збільшувалася зі зменшенням густоти посівів. Для сорту Модус був нижчим — 3,1-3,5 шт., що на 14-17% менше [10, 133, 134]. Мікродобрива також суттєво впливали на показник кількості насінневих зачатків утворених після запліднення, забезпечуючи рівень 4,0-4,5 шт. у сортів Оплот і Світ, що в середньому на 11% перевищувало контроль.

Таблиця 3.11.

Вплив досліджуваних факторів на кількість насіннєвих зачатків в одному бобі в сортів гороху після цвітіння, шт. (середнє за 2019–2021 рр.)
[10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	3,6	4,0	4,4	4,3
1,2 млн/га	3,9	4,2	4,5	4,4
0,9 млн/га	4,2	4,5	4,8	4,5
сорт Модус				
1,5 млн/га	3,1	3,3	3,6	3,5
1,2 млн/га	3,3	3,6	3,9	3,7
0,9 млн/га	3,5	3,8	4,2	4,0
сорт Світ				
1,5 млн/га	3,6	3,8	4,2	4,1
1,2 млн/га	3,8	4,0	4,5	4,1
0,9 млн/га	4,0	4,3	4,7	4,4
НІР ₀₅ , шт: А –0,07 ; В –0,07; С –0,08; АВ –0,12; АС –0,14; ВС –0,14 ; АВС –0,24.				

У сорту Модус він складав 3,3-3,6 шт., що на 12% більше порівняно з обробкою водою [10, 133, 134].

Серед біостимуляторів найкращі результати продемонстрував «Біо-гель», де кількість насіннєвих зачатків у сортів Оплот і Світ зростала до 4,4-4,8 шт., що на 15% більше, тоді як препарат «Хелафіт» забезпечував приріст на 1-2% менший [10, 133, 134].

Отже, досліджувані препарати на початковому етапі формування генеративних органів виявляли помітний стимулюючий ефект, аналогічний дії інших стимуляторів, використаних у дослідженнях інших авторів [22, 23, 25].

Далі підраховано кількість бобів на одній рослині в кінці онтогенезу гороху – у фазу повної стиглості насіння. Результати цього обліку наведені в таблиці 3.12. [10, 133, 134].



Рис. 3.12. Кількість насіннєвих зачатків у бобі гороху сорту Оплот за густоти 0,9 млн/га та обробці посіву препаратом «Біо-гель», 2021 рік.

Таблиця 3.12.

Вплив біостимуляторів і мікроелементів на кількість бобів на 1 рослині у фазу повної стиглості насіння в сортів гороху за різних густот посівів, шт. (середнє за 2019–2021 рр.) [10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	3,4	3,5	3,8	3,6
1,2 млн/га	3,8	4,2	4,4	4,2
0,9 млн/га	4,3	4,6	4,9	4,8
сорт Модус				
1,5 млн/га	3,2	3,4	3,7	3,3
1,2 млн/га	3,8	4,1	4,2	4,1
0,9 млн/га	3,9	4,3	4,5	4,4
сорт Світ				
1,5 млн/га	3,0	3,1	3,3	3,2
1,2 млн/га	3,4	3,8	4,0	3,9
0,9 млн/га	3,9	4,3	4,4	4,3
НІР ₀₅ , шт.: А – 0,11; В – 0,11; С – 0,12; АВ – 0,18; АС – 0,21; ВС – 0,21; АВС – 0,37.				

При порівнянні кількості бобів у фазу повної стиглості насіння (таблиця 3.12.) з їх кількістю, що сформувалася після цвітіння гороху, було помічено значне зменшення цього показника на всіх варіантах досліду на 16–33%. Це зменшення було пов'язане з сортом та обробкою посівів мікроелементами й біостимуляторами, тоді як густота травостою мала менший вплив на результати [10, 133, 134].

Аналогічне явище описане також іншими авторами. Так Агафонов Є. В. вказує на зменшення кількості бобів 1 рослини гороху при повній стиглості на 20–27% порівняно з початком фази наливу насіння [28].



Рис. 3.13. Підрахунок кількості бобів, утворених після цвітіння гороху, 2019 рік

Бахмат М. І. зі співавторами вказують на 11–22% [35], Іщенко В. А. – на 18–36 %, особливо в посушливі роки [97, 98].

У наших дослідях середня кількість бобів на рослині гороху при повній стиглості за три роки варіювалася від 3,2 до 4,3 шт. на контрольних варіантах, при цьому спостерігалася зворотна кореляція з густотою посівів, що також відзначалося в інших варіантах. Що стосується сортів, то найбільша кількість

бобів на контролі була у сортів Оплот і Світ — від 3,4 до 4,3 шт., в той час як у сорту Модус цей показник становив лише 3,2-3,9 шт. [10, 133, 134].

Обробка мікроелементами забезпечувала приріст у межах 6-12% порівняно з обробкою посівів водою [10, 133, 134].

Найбільший контраст із контролем продемонстрував препарат «Біо-гель», який забезпечував приріст від 9 до 18%, тоді як препарат «Хелафіт» давав приріст на рівні 6-13% бобів [10, 133, 134].

Кількість насінин в 1 бобі на період повної стиглості насіння в залежності від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами за роки досліджень (середнє за 2019–2021 рр.), шт. [10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	2,4	2,6	3,2	2,8
1,2 млн/га	2,7	2,9	3,0	2,9
0,9 млн/га	2,9	3,3	3,6	3,4
сорт Модус				
1,5 млн/га	2,3	2,6	2,8	2,6
1,2 млн/га	2,5	2,7	3,0	2,8
0,9 млн/га	2,6	2,9	3,2	2,9
сорт Світ				
1,5 млн/га	2,5	2,8	2,9	2,8
1,2 млн/га	2,8	3,0	3,2	3,1
0,9 млн/га	3,0	3,2	3,6	3,3
НІР ₀₅ , шт.: А –0,07 ; В –0,07; С –0,09; АВ –0,13; АС –0,15; ВС –0,15; АВС –0,26.				

Що стосується кількості насінин в 1 бобі при настанні повної стиглості насіння (таблиця 3.13.), то вона також демонструвала тенденцію до зменшення на загущених посівах. Вона залежала від сорту та значною мірою від обробки посівів мікроелементами і біопрепаратами. На контрольних варіантах кількість насінин коливалася від 2,3 до 3,0 шт. Використання бору та молібдену дозволяло збільшити цей показник на 7-13% до 3,3 шт. для всіх варіантів густоти у досліджуваних сортах. Найвищий середній максимум (3,6 шт.) був досягнутий у сортів Оплот і Світ при подвійній обробці посівів

препаратом «Біо-гель» (+20-24% у порівнянні з контролем), у сорті Модус максимальна кількість становила 3,2 шт. Як свідчать дані інших дослідників, кількість повноцінного насіння гороху на 1 біб змінюється в умовах України від 2,0–2,9 шт. до 6,9 шт. [10, 133, 134]. Так, Пилипенко В. С. [192, 194] зі співавторами наводять значення цього показника на рівні сорту Царевич 2,57–5,08 шт., а для сорту Девіз – 3,0–6,8 шт. залежно від умов вирощування. Андрушко М. О., Лихочвор В. В. залежно від сорту та мінерального живлення отримали 4,7–6,0 шт. насінин в 1 бобі [23, 25].

В умовах Білорусії, за даними Камінського В. Ф., Дворецько С. П. та Рябокінь Т. В. [116], формується 2,8–3,9 шт.

Таблиця 3.14.

Кількість насіння на 1 рослині гороху залежно від умов вирощування, шт. (середнє за 2019–2021 рр.) [10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	8,2	9,1	14,4	13,0
1,2 млн/га	10,3	12,2	15,2	13,2
0,9 млн/га	11,6	14,8	17,6	16,3
сорт Модус				
1,5 млн/га	7,4	8,8	10,4	8,6
1,2 млн/га	9,5	11,1	12,6	11,5
0,9 млн/га	10,4	12,5	14,4	12,8
сорт Світ				
1,5 млн/га	7,9	8,9	9,6	9,0
1,2 млн/га	9,9	11,4	12,8	12,1
0,9 млн/га	11,3	13,8	15,8	14,2
НІР ₀₅ для бобів, шт.: А –0,11; В –0,11; С –0,12; АВ –0,18; АС –0,21; ВС –0,21; АВС –0,37				
НІР ₀₅ для зерен в 1 бобові, шт: А-0,07, В-0,07, С-0,09, АВ-0,13, АС-0,15, ВС-0,15, АВС-0,26				

Важливим показником, який прямо впливає на продуктивність гороху, є кількість зерен одержаних з однієї рослини. Дані, наведені іншими дослідниками, варіюють у межах 30,1 шт. За даними Дідура І. М., в його дослідях кількість насінин з рослини була на рівні 19,9–20,0 шт. на кращих

варіантах [72, 74], а Чинчик О. С. наводить дані за сортами гороху: в сорту Царевич 15,4–16,2 шт., а в сорту Отаман – до 24,1 шт. [229, 231].

Гангур В. В. і Єременко Л. С. встановили, що під дією повного добрива значення цього показника зростало з 11,7 шт. до 14,5 шт. [51].

Про найвищий рівень, одержаний у власних дослідках (50,1 шт.), сповіщає Андрушко М. О. [20, 23].

У своїх дослідках кількість зерен з 1 рослини гороху ми розраховували як добуток від перемноження показників кількості бобів і кількості насінин на один біб у фазу повної стиглості, а дані звели в таблицю 3.12. [10, 133, 134].

Дані таблиці 3.14 свідчать про те, що густина посівів істотно впливала на кількість насіння з однієї рослини. На контрольних варіантах (обробка водою) та в інших варіантах цей показник зростав при зменшенні густоти з 1,5 млн/га до 0,9 млн/га. На контролі різниця становила 3,4 насінини у сорту Оплот (41%), аналогічні результати спостерігалися й у сорту Світ, тоді як у сорту Модус цей показник досягав 3,0 насінини (40%) (40%) [10, 133, 134].

Кількість насіння з однієї рослини також суттєво залежала від використання мікроелементів та біостимуляторів [10, 133, 134].

При оптимальній густоті (0,9 млн/га) для сорту Оплот він становив 14,8 шт., для сорту Світ – 13,8 шт. і для Модусу – 10,4 шт., що перевищувало контроль відповідно на 3,2, 2,5 та 2,1 шт. Найбільший приріст забезпечував препарат «Біо-гель», який давав додаткові 4,7, 2,9 та 2,4 насінини для вказаних сортів, з загальним приростом на рівні 6,0, 4,0 та 4,5 насінин на одну рослину. Таким чином, застосування цих препаратів може суттєво підвищити врожайність гороху, допомагаючи протистояти негативним факторам навколишнього середовища, а також стимулюючи ріст та розвиток рослин і впливаючи на їх ферментативну систему [10, 133, 134].

3.2 Продуктивність сортів гороху при застосуванні мікроелементів та біостимуляторів за різних густот посівів [7, 8, 9, 10].

В умовах Південного Степу України, в зоні так званого ризикованого землеробства, основним екологічним фактором, що визначає продуктивність сільськогосподарських культур у незрошуваних умовах, є вода [10].

Від ступеня зволоження ґрунту, вологості повітря в період вегетації гороху, запасу продуктивної вологи в орному шарі на момент сівби в прямій залежності знаходиться урожайність його насіння [10].

Із даних розділу 2 дисертації відомо, що за період вегетації гороху кількість опадів за роками значно варіювала . Найбільш посушливим був 2020 рік, що значно знизило продуктивність гороху, порівняно з 2019 та 2021 роками.

За свідченням багатьох авторів і нашими попередніми спостереженнями, мікроелементи бор і молібден та біостимулятори «Біо-гель» і «Хелафіт» покращують ріст та розвиток рослин гороху, підвищуючи його продуктивність [7, 8, 9, 182, 185, 188, 189].

Досліджувані нами сорти не були виключенням із цих тверджень. Дані, що характеризують залежність врожаю гороху від обробки посівів мікроелементами бор і молібден та біостимуляторами «Біо-гель» та «Хелафіт», які наведені в таблиці 3.15., це підтверджують [10] (додаток К.4).

Таблиця 3.15.

Урожайність зерна сортів гороху за різних густот посівів (середнє за 2019–2021 рр.), т/га [10]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	2,78	2,97	3,39	3,03
1,2 млн/га	2,89	3,18	3,42	3,18
0,9 млн/га	3,00	3,31	3,64	3,44
сорт Модус				
1,5 млн/га	2,11	2,34	2,56	2,28
1,2 млн/га	2,55	2,98	3,12	3,07
0,9 млн/га	2,39	2,62	2,83	2,64
сорт Світ				
1,5 млн/га	2,38	2,71	2,98	2,83
1,2 млн/га	2,82	3,31	3,50	3,25
0,9 млн/га	2,66	3,02	3,36	3,13
НІР ₀₅ , т/га: А – 0,05; В – 0,05; С – 0,06; АВ – 0,09; АС – 0,10; ВС – 0,10; АВС – 0,18.				

Подвійна обробка посівів гороху сумішшю бору та молібдену призвела до збільшення врожаю насіння в межах 0,19–0,49 т/га (7,1–17,3%). Найвищий показник спостерігався у гороху сорту Світ при густоті 1,2 млн/га (0,49 т/га – 17,3%). У сорту Модус максимальний приріст врожаю становив 0,44 т/га, або 16,9% при густоті 1,2 млн/га, а в сорту Оплот – 0,31 т/га, тобто 10,3 % за загустоти посівів 0,9 млн/га [10].

Ці дані підтверджують високу ефективність мікроелементів, і з огляду на їх доступність та відносно низьку вартість гектарної норми, вони заслуговують на увагу агровиробників [10].

Препарат «Хелафіт» у наших дослідах посідав середню позицію серед стимуляторів, забезпечуючи приріст врожаю зерна гороху у досліджуваних сортах в межах 0,17–0,52 т/га (8,1–20,3%) [10].

Найбільший приріст спостерігався у сорту Модус (0,52 т/га або 20,3%) при густоті 1,2 млн/га, у сорту Світ – 0,45 т/га (18,9%) за густоти 1,5 млн/га, а у сорту Оплот – 0,44 т/га (14,7%). Мінімальний приріст (0,17 т/га або 8,1%) був у сорту Модус при густоті 1,5 млн/га. Це свідчить про перспективність використання препарату «Хелафіт» при вирощуванні насіння гороху в умовах Півдня України [7, 8, 9, 10].

Найбільший вплив на підвищення продуктивності гороху мав препарат «Біо-гель». Використання цього препарату для подвійної обробки вегетуючих посівів забезпечило додатковий вихід зерна в межах 0,44–0,70 т/га (18,3–26,3%) [7, 8, 9, 10].

Максимальний додатковий урожай (0,70 т/га або 26,3%) було отримано у сорту Світ при густоті 0,9 млн/га, у сорту Оплот – 0,64 т/га (21,3%) за густоти 0,9 млн/га, а у сорту Модус – 0,57 т/га (22,3%) [7, 8, 9, 10].

Протягом років досліджень найбільший середній рівень урожайності спостерігався у сорту Оплот і складав 3,64 т/га при густоті 0,9 млн/га, у сорту Світ – 3,50 т/га за густоти 1,2 млн/га, тоді як сорт Модус досяг максимального середнього врожаю в 3,12 т/га за умов застосування цього препарату при густоті 1,2 млн/га. Ці показники свідчать про високу ефективність використання препарату для обробки посівів гороху [7, 8, 9, 10].

Для подальшого вивчення впливу досліджуваних факторів на структуру врожаю гороху ми провели облік маси бобів із насінням і окремо ваги насіння та ступок бобів з 1 м² посіву за варіантами досліду [10, 133, 134].

Таблиця 3.16.

Маса насіння з 1 м² сортів гороху залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами (середнє за 2019–2021 рр.), г [10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	288	325	380	331
1,2 млн/га	304	347	364	354
0,9 млн/га	312	359	412	384
сорт Модус				
1,5 млн/га	219	263	291	255
1,2 млн/га	267	324	351	335
0,9 млн/га	244	295	318	304
сорт Світ				
1,5 млн/га	255	375	324	315
1,2 млн/га	291	361	389	361
0,9 млн/га	289	333	371	352
НІР ₀₅ , г: А – 0,08; В – 0,08; С – 0,09; АВ – 0,14; АС – 0,16; ВС – 0,16; АВС – 0,28.				

Дані таблиці 3.16.(додаток Н.8) свідчать про вплив досліджуваних факторів на масу насіння гороху з 1 м² площі посіву (біологічний урожай зерна) у фазу повної стиглості. На контрольних варіантах досліду вона була найменшою (219–291 г/м²), залежала насамперед від сорту і збільшувалася зі зменшенням густоти посівів: у сорту Оплот за густоти 1,5 млн/га – 288 г/м², за густоти 0,9 млн/га – 312 г/м², в сорту Світ – 255 та 289 г/м², а в Модуса – відповідно 219 та 244 г/м². Таку ж залежність підтверджують праці Андрушко М. О., Лихочвора В. В. [20, 23], Бахмат М. І., Небаби К. С. [34], Гамаюнової В. В., Туз М. С. [48, 49] та інші [10, 133, 134].

Чільне місце в рейтингу біологічної врожайності посідав сорт: із наведених даних видно, що Модус поступався Оплоту та Світу в середньому на 11,1–14,5 % на контрольних варіантах [10, 133, 134].

Обробка посівів мікроелементами й досліджуваними препаратами на всіх варіантах підвищувала її. Мікроелементи давали приріст цього показника в середньому на 25–60 г/м² (13–21%) у всіх сортів та за всіх густот посівів, «Хелафіт» – на 43–72 г/м² (15–21%, а «Біо-гель» – 54–100г/м² (20–31%) [10, 133, 134].

Таблиця 3.17.

Вихід зерна та стулок бобів із загальної маси бобів г/м² сортів гороху залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами (середнє за 2019–2021 рр.) [10, 133, 134]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	288/71	325/73	380/81	331/74
1,2 млн/га	304/74	347/79	364/81	354/79
0,9 млн/га	312/76	359/80	412/84	384/83
сорт Модус				
1,5 млн/га	219/56	263/60	291/64	255/58
1,2 млн/га	267/65	324/73	351/77	335/75
0,9 млн/га	244/61	295/67	318/70	304/69
сорт Світ				
1,5 млн/га	255/64	375/69	324/73	315/71
1,2 млн/га	291/72	361/80	389/83	361/81
0,9 млн/га	289/72	333/74	371/77	352/78
Чисельник-маса зерна, знаменник – маса стулок бобів				

У таблиці 3.17. (додаток Н.9) наведені середні за роки досліджень дані щодо залежності маси стулок бобів із насінням і вихід зерна з неї [10, 133, 134].

Аналізуючи показники таблиці 3.17. (додаток Н.9), ми встановили, що зміна маси стулок бобів під впливом досліджуваних факторів повністю корелювала з такими змінами в насінні, але була у фізичному вираженні значно меншою і складала залежно від варіантів досліду 17–21% від загальної маси бобів із насінням. Залежність такого ж порядку в своїх публікаціях наводять Василенко А. О. зі співавторами [44, 45], Гончар Л. М., Пилипенко В. С. [56, 57] [10, 133, 134].

На вихід зерна найбільший вплив виявив препарат «Біо-гель» у порівнянні з необробленими варіантами. При його використанні цей показник становив 82-83% порівняно з 79-80% на контрольних варіантах, що є на 5,1% вище. Водночас різниці між досліджуваними сортами не спостерігалось [10, 133, 134].

Отже, застосування подвійних обробок посівів гороху мікроелементами бором і молібденом та біопрепаратами «Біо-гель» і «Хелафіт» давали вагомий приріст урожаю насіння за всіх умов його вирощування [10, 133, 134].

3.3. Вплив досліджуваних факторів на якісні показники зерна гороху.

Основним критерієм оцінки ефективності вирощування зернобобових культур і насамперед гороху є вихід білка з одиниці посівної площі. Для визначення цього показника проведено розрахунки за всіма варіантами дослідів з урахуванням середньої урожайності зерна за роки досліджень [7, 8, 9, 10].

Таблиця 3.18.

Вихід білка з насіння гороху залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2019–2021 рр.), т/га

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	0,61	0,65	0,75	0,67
1,2 млн/га	0,64	0,70	0,75	0,70
0,9 млн/га	0,66	0,73	0,80	0,76
сорт Модус				
1,5 млн/га	0,46	0,51	0,56	0,50
1,2 млн/га	0,56	0,65	0,68	0,67
0,9 млн/га	0,52	0,57	0,62	0,58
сорт Світ				
1,5 млн/га	0,65	0,63	0,69	0,66
1,2 млн/га	0,65	0,76	0,81	0,75
0,9 млн/га	0,62	0,69	0,80	0,73

Відсоток білка в насінні гороху ми приймали за даними установ-оригінацій для кожного досліджуваного сорту. Згідно з ними середній вміст білка в зерні становить: для сорту Оплот – 22,0%, Модус – 21,8% і Світ – 23,2%. Одержані результати зведено в таблицю 3.18. [7, 8, 9, 10].

За даними таблиці 3.18. найвищий вихід білка демонстрували сорти Оплот, який становив 0,80 т/га при густоті 0,9 млн/га з обробкою посівів препаратом «Біо-гель», та Світ, який дав 0,81 т/га при густоті 1,2 млн/га і 0,80 т/га за такої ж обробки при густоті 0,9 млн/га. Інші варіанти досліду давали вихід білка на рівні 0,46–0,76 т/га. Вказані кращі варіанти за виходом білка перевищували контроль (обробіток посівів водою) в середньому на 12–13% [7, 8, 9, 10].

Важливим показником якості вирощеного насіння є маса 1000 насінин (таблиця 3.19.) (додаток Н.10) [10].

Таблиця 3.19.

Вплив мікроелементів і біостимуляторів на масу 1000 насінин сортів гороху (середнє за 2019–2021 рр.), г [10].

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	205	228	232	225
1,2 млн/га	211	231	237	232
0,9 млн/га	223	237	243	236
сорт Модус				
1,5 млн/га	180	197	211	202
1,2 млн/га	193	209	221	214
0,9 млн/га	203	218	224	219
сорт Світ				
1,5 млн/га	200	222	230	225
1,2 млн/га	212	226	236	228
0,9 млн/га	218	232	239	233
НІР ₀₅ , г: А – 1,45; В – 1,68 С – 1,45; АВ – 2,91; АС – 2,52; ВС – 2,9 ; АВС – 5,03				

Цей показник прямо впливає на урожайність зерна, від нього в більшості випадків залежить вихід насіння, наявність достатньої кількості запасних

поживних речовин, забезпеченість сходів культури елементами живлення на початкових етапах її онтогенезу [180, 182].

На думку багатьох дослідників, цей показник був найвагомішим чинником продуктивності гороху, так, за даними Андрушко М. О. та Лихочвора В. В. [20, 22, 23, 25], пряма кореляційна залежність між масою 1000 насінин та урожайністю є дуже високою ($r=0,91-0,94$), це також підтверджено в дослідженнях Гамаюнової В. В. [48, 49] й Алмашової В. С. [49] та інших авторів. Вона може змінюватися в широкому діапазоні. Гирка А. Д. зі співавторами свідчить про інтервал з 185 г до 260 г [52, 54], Іщенко В. А. [97, 98] вказує, що в Запорізькій області (близької до нас) маса 1000 насінин у сортів Харківського селекцентру була в межах 225–245 г в залежності від фону живлення рослин, а Телекало Н. В. [220, 221] наводить дані за сортами гороху України: сорти Отаман – 194 г, Улус – 208 г, Царевич – 260 г, а в сорту Чекбек – 269 г, що підтверджують дані Гирки А. Д. [52, 54]. Андрушко М. О. та Лихочвор В. В. у своїх публікаціях [20, 22, 23, 25] наводять дані про масу 1000 зерен у різних сортів в умовах лісостепу на рівні 230–270 г і більше; лідером у них був сорт Мадонна, який за густоти 0,9 млн/га мав цей показник на рівні 291 г, а при 1,4 млн/га – лише 255 г.

Як вважає більшість авторів, маса 1000 насінин гороху в залежності від сорту, умов та агротехніки вирощування змінюється в широкому межевому діапазоні від 165 до 291 г [153, 156, 189,]. Як свідчить Телекало Н. В. [220, 221], цей показник у сортів Харківського селекційного центру був таким: у сорту Оплот – на рівні 225–258 г, у сорту Світ – на рівні 215–263 г, у сорту Царевич – 258–260 г, у сорту Улус – 208–231 г і Харківський янтарний – 206–237 г [221]. У засушливих умовах Півдня України маса 1000 зерен може знижуватися до 142–165 г [256], а при зрошенні збільшуватися до 260–285 г [48, 49].

Андрушко М. О. і Лихочвор В. В. вказують, що цей показник збільшується зі зменшенням густоти посівів [25], що спостерігалось і в наших дослідженнях.

Також Андрушко М. О. зазначає, що існує зворотна кореляційна залежність між нормою висіву та елементами продуктивності рослин гороху: коефіцієнт кореляції між густотою посівів і кількістю бобів, а також зерен з рослини дорівнює відповідно $r = -0,92$ та $r = -0,98$ [20, 25].

Між масою 1000 насінин і масою зерен з 1 рослини цей коефіцієнт дорівнював $r = -0,99$ [20, 25].

У таблиці 3.19. [10] наведені результати досліджень, що ілюструють вплив мікростимуляторів на масу 1000 зерен гороху.

За даними таблиці 3.19. цей показник залежав насамперед від сорту: маса 1000 насінин у сорту Модус була на 8–11% меншою, ніж у сортів Оплот та Світ і складала 180–203 г, тоді як у названих сортів була в межах 205–223 г. Маса 1000 насінин збільшувалася зі зменшенням густоти посівів, що пояснюється, на нашу думку, збільшенням у цьому випадку площі живлення кожної окремої рослини, внаслідок чого покращувалася їх освітленість, водозабезпечення та мінеральне живлення. Наприклад, у сорту Оплот на контрольному варіанті (обробка посівів водою) за густоти 1,5 млн/га маса 1000 насінин була 205 г, за густоти 1,2 млн/га – 211 г, а за густоти 0,9 млн/га – 223 г. Така залежність була характерною і для інших досліджуваних сортів та біопрепаратів [10].

Обробка посівів мікроелементами та біостимуляторами призводила до збільшення маси 1000 насінин гороху на всіх варіантах, забезпечуючи зростання цього показника на 6-17% у порівнянні з контролем [10].

Бор-молібденові мікродобрива збільшували його на 6–11 %, найбільший ефект був отриманий за густоти 1,5 млн/га в усіх сортів і становив для сорту Оплот 23 г (11%), для сорту Світ – 22 г (11%) і для сорту Модус – 17 г (9%). При зменшенні густоти посівів ефект від застосування мікроелементів дещо знижувався. Більш суттєво на збільшення маси насіння впливав біопрепарат «Хеладіт», який зумовлював прибавку до 12% [10].

Найбільше впливав на покращення якості насіння гороху препарат «Біогель», застосування якого збільшувало масу 1000 зернин на 10–17 % порівняно з контролем [10].

Максимальну прибавку дало застосування цього препарату в сорту Модус за густоти 1,5 млн/га – 31 г (17 %), у сортів Оплот та Світ – відповідно 27 г (13%) та 30 г (15%) також при найбільшому загущенні посівів гороху [10].

Отже, залежно від ситуації, що склалась у виробників, застосування мікроелементів бору й молібдену та біостимуляторів «Біо-гель» і «Хелафіт» за вищевказаних умов дасть позитивний економічний ефект [10].

Основним критерієм при вирощуванні гороху на насіння є його схожість, яка визначає його високу якість [10].

У таблиці 3.20. (додаток Д) наведені результати досліджень впливу досліджуваних факторів на схожість кондиційного насіння в сортів гороху [10].

Таблиця 3.20.

Вплив біостимуляторів і мікроелементів на схожість насіння сортів гороху за різної густоти посівів, % (середнє за 2019–2021 рр.) [10]

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	95	96	96	96
1,2 млн/га	96	96	97	97
0,9 млн/га	95	96	96	96
сорт Модус				
1,5 млн/га	95	96	96	96
1,2 млн/га	96	96	97	97
0,9 млн/га	96	96	96	96
сорт Світ				
1,5 млн/га	95	96	96	96
1,2 млн/га	96	97	97	97
0,9 млн/га	95	96	96	97
НІР ₀₅ , %: А –0,44; В –0,44; С –0,51; АВ –0,77; АС –0,89; ВС – 0,89; АВС –1,55				

Необхідність визначення схожості насіння при проведенні дослідів пов'язана з тим, що, за свідченням деяких авторів і нашими власними спостереженнями, застосування деяких стимуляторів, особливо тих, які

містять гіберелін і янтарну кислоту, внаслідок виникнення явища апоміксісу та партенокарпії може призвести до її зниження [10, 49].

Аналіз таблиці 3.20. свідчить, що схожість кондиційного насіння гороху не залежала від використання мікроелементів досліджуваних біостимуляторів і залишалася в межах першого класу ДСТУ [10].

Таким чином, двократне оброблення вегетуючих сортів гороху сумішшю бору і молібдену, а також біостимуляторами «Хелафіт» і «Біо-гель» значно підвищує їх урожайність (на 7-26%) і масу 1000 зерен (на 6-17%), без впливу на посівну якість насіння [10].

Висновки до розділу 3

1. У ході досліджень встановлено, що на тривалість міжфазних і вегетаційних періодів гороху впливають різні фактори, причому в різному ступені.

Філогенетичний фактор (різні сорти гороху однієї групи стиглості) практично не мав значного впливу на ці показники. Зменшення густоти посівів призводить до збільшення тривалості міжфазних і вегетаційних періодів. Біостимулятори та мікроелементи справляють істотний вплив на ці показники, зокрема «Біо-гель», який збільшує їх на 7-8 днів у порівнянні з контролем.

2. Погодно-кліматичні та ґрунтові умови Півдня України, за умов дотримання чинних агротехнічних методів та їх біологізації, сприяють отриманню високих врожаїв гороху.

3. Двократна обробка посівів гороху сумішшю бору та молібдену призводила до збільшення врожаю насіння на рівні 0,19–0,49 т/га (7,1–17,3%).

4. Препарат «Хелафіт» у наших дослідженнях зайняв середню позицію серед стимуляторів, забезпечуючи збільшення врожаю зерна гороху у вивчених сортах у межах 0,17–0,52 т/га (8,1–20,3%).

5. Найзначніший вплив на підвищення продуктивності гороху здійснював препарат «Біо-гель», який при подвійній обробці вегетуючих посівів забезпечував додатковий вихід зерна на рівні 0,44-0,70 т/га (18,3-26,3%).

6. Найбільший додатковий урожай — 0,70 т/га (26,3%) — був отриманий у сорту Світ при густоті 0,9 млн/га, у сорту Оплот — 0,64 т/га (21,3%) при такій же густоті, а у сорту Модус — 0,57 т/га (22,3%).
7. Протягом років проведених досліджень найвищий показник середньої врожайності був у сорту Оплот, який становив 3,64 т/га при густоті посівів 0,9 млн/га, тоді як у сорту Світ він досяг 3,50 т/га при густоті 1,2 млн/га. Сорт Модус показав максимальний середній урожай за період досліджень на рівні 3,12 т/га при густоті 1,2 млн/га.
8. Найвищий вихід білка спостерігався у сортів Оплот, який становив 0,80 т/га при густоті 0,9 млн/га з обробкою посівів препаратом «Біо-гель», та Світ, з виходом 0,81 т/га при густоті 1,2 млн/га і 0,80 т/га при густоті 0,9 млн/га з такою ж обробкою. Інші варіанти дослідження давали вихід білка в межах 0,46–0,76 т/га. Вказані оптимальні варіанти за виходом білка перевищували контроль (обробка посівів водою) в середньому на 12–13%.
9. Обробка посівів мікроелементами та біостимуляторами призводила до збільшення маси 1000 насінин гороху в усіх варіантах, в результаті чого цей показник зростав на 6–17% у порівнянні з контролем.
10. Використані нами мікроелементи та біостимулятори мали значний вплив на кількість квіток на одній рослині. Найбільш виражений ефект спостерігався при двократній обробці посівів гороху препаратом «Біо-гель», який забезпечував приріст квіток на рослині: у сорту Оплот – на 20,3%, у сорту Модус – на 21,0% і у сорту Світ – на 22,4%. Це свідчить про його високу біологічну та стимулюючу активність.
11. Кількість утворених бобів значною мірою залежала від сорту. На контрольних варіантах (обробка посівів водою) найбільше бобів формувалися у сортів Оплот та Світ — від 4,3 до 5,1 шт. на рослині, причому їхня кількість мала тенденцію до зростання при зменшенні густоти посівів. У сорту Модус цей показник становив 3,9 шт. за густоти 1,5 млн/га та 4,3 шт. за густоти 0,9 млн/га, що на 16% менше, ніж у зазначених сортів.
12. Препарат «Біо-гель» забезпечував збільшення кількості насінин на одну рослину на рівні 6,0, 4,0 та 4,5 шт.

13. Найбільший вплив на вихід зерна виявив препарат «Біо-гель» у порівнянні з необробленими варіантами. При його використанні цей показник становив 82–83%, у той час як на контрольних варіантах він був на рівні 79–80%, що на 5,1% більше. Відмінностей між досліджуваними сортами не спостерігалось.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ І МІКРОДОБРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ДОСЛІДЖУВАНИХ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ ПОСІВІВ

При вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема гороху, ключовими показниками економічної ефективності є чистий прибуток та рівень рентабельності виробництва. За даними науковців, економічна ефективність вирощування гороху значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов та агротехнологій, що використовуються, а оптимізація окремих елементів агротехнічного комплексу дозволяє повністю реалізувати генетичний потенціал сортів. В наших дослідженнях економічна ефективність визначалась згідно з загальноприйнятою методикою. За допомогою розробленої технологічної карти ми оцінювали витрати на контрольних та дослідних варіантах на 1 га посівів (додаток Е). При розрахунку вартості продукції з 1 га ми враховували, що ціна 1 тонни товарного зерна гороху станом на 01.01.2023 становила близько 12000 грн

Для визначення витрат при вирощуванні гороху на 1 га посівів ми використовували ціни на посівний матеріал, паливно-мастильні матеріали, заробітну плату та інші витрати, що були актуальні в Україні станом на 01.01.2023 року. Після цього нами були розраховані загальні витрати та їх структура для всіх досліджуваних сортів, а також для контрольних варіантів (обробка посівів водою).

З таблиці урожайності ми вибрали дані про урожайність з одного гектару зерна гороху по варіантах дослідів (табл. 4.1).

Дані таблиці 4.1 свідчать, що урожайність з одного гектару зерна гороху по досліді коливався в межах 21,1 - 36,4 ц/га. Як було зазначено в розділі 3, найменшим він був у сорту Модус, а у сортів Оплот та Світ був близьким за значенням. В усіх сортів збір зерна по варіантах з обробкою мікроелементами та біостимуляторами перевищував контрольні варіанти (обробіток посівів водою) в середньому на 12 - 22%. Найбільша середня урожайність з одного гектару зерна гороху була у сорту Оплот при густоті 0,9 млн/га (36,4 ц/га) та

сорту Світ (35,0 ц/га) при густоті 1,2 млн/га за умов обробітку посівів препаратом "Біо-гель".

Таблиця 4.1.

Валовий збір зерна сортів гороху (ц/га) залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2019-2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	27,8	29,7	33,9	30,3
1,2 млн/га	28,9	31,8	34,2	31,8
0,9 млн/га	30,0	33,1	36,4	34,4
сорт Модус				
1,5 млн/га	21,1	23,4	25,6	22,8
1,2 млн/га	25,5	29,8	31,2	30,7
0,9 млн/га	23,9	26,2	28,3	26,4
сорт Світ				
1,5 млн/га	23,8	27,1	29,8	28,3
1,2 млн/га	28,2	33,1	35,0	32,5
0,9 млн/га	26,6	30,2	33,6	31,3

З огляду на значення таблиці 4.1., з урахуванням вищезазначеної ціни на 1 ц гороху ми вираховували вартість отриманої продукції за варіантами дослідів і звели їх у таблицю 4.2. Аналіз таблиці 4.2. вказує, що вартість зерна з 1 га посіву суттєво різнилася за варіантами дослідів: на контрольних варіантах вона була найменшою і коливалася від 33,3 тис. грн/га до 36,0 тис. грн/га для сорту Оплот; від 25,3 до 36,0 тис. грн/га для сорту Модус та для сорту Світ – від 28,5 до 33,8 тис. грн/га.

Застосування мікроелементів і біостимуляторів значно збільшували цей показник. Найвищим він був у сорту Оплот за густоти 0,9 млн/га – 43,6 тис. грн/га, у сорту Модус – за густоти 1,2 млн/га – 37,4 тис. грн/га та в сорту Світ – 42,0 тис. грн/га за густоти 1,2 млн/га за обробки посівів препаратом «Біо-гель». Застосування мікроелементів та «Хелафіту» давало значення на 12–14% менше, ніж при обробці посівів препаратом «Біо-гель».

Вплив досліджуваних факторів на вартість зерна сортів гороху з 1 га посівів (грн.), (середнє за 2019-2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	33360	35640	40680	36360
1,2 млн/га	34680	38160	41040	38160
0,9 млн/га	36000	39720	43680	41280
сорт Модус				
1,5 млн/га	25320	28580	30720	27360
1,2 млн/га	30600	35760	37440	36840
0,9 млн/га	28680	31440	33900	31680
сорт Світ				
1,5 млн/га	28560	32520	35760	33960
1,2 млн/га	33840	39720	42000	39010
0,9 млн/га	31920	36240	40320	37560

Витрати коштів на 1 га (оренда земельних паїв, оплата праці, вартість ПММ, насіння, добрив, отрутохімікатів, транспорту, амортизації, поточного ремонту, води та інших прямих витрат, фіксований податок) при вирощуванні сортів гороху по варіантах дослідів (середнє за роки досліджень) приведені в таблиці 4.3.

Із таблиці 4.3. видно, що витрати коштів на 1 га варіювали в межах 19,4–24,2 тис. грн/га, що пов'язано з додатковими витратами на посівне насіння на загущених варіантах (1,5 млн/га), витратами на збирання та перевезення додаткового врожаю та його доробки за кращими варіантами, всі інші об'єми затрат за всіма варіантами дослідів були тотожні. Андрушко О. М. [25, 149] вказує, що при проведенні дослідів у 2017–2019 роках сума витрат у цінах тих років коливалася в межах 12,3–18,7 тис. грн/га, що наближається до наших даних у цінах 2024 року.

Таблиця 4.3.

Витрати при вирощуванні сортів гороху залежно від досліджуваних факторів (грн/га) (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	22905	23371	24172	23702
1,2 млн/га	21684	22316	22818	22548
0,9 млн/га	20463	21128	21780	21576
сорт Модус				
1,5 млн/га	21793	22325	22795	22458
1,2 млн/га	21120	21984	22321	22365
0,9 млн/га	19451	19983	20436	20248
сорт Світ				
1,5 млн/га	22241	22940	23492	23371
1,2 млн/га	21568	22532	22931	21061
0,9 млн/га	19899	20647	21315	21061

Із таблиці 4.3. видно, що витрати коштів на 1 га варіювали в межах 19,4–24,2 тис. грн/га, що пов'язано з додатковими витратами на посівне насіння на загущених варіантах (1,5 млн/га), витратами на збирання та перевезення додаткового врожаю та його доробки за кращими варіантами, всі інші об'єми затрат за всіма варіантами досліду були тотожні. Андрушко О. М. [25, 149] вказує, що при проведенні дослідів у 2017–2019 роках сума витрат у цінах тих років коливалася в межах 12,3–18,7 тис. грн/га, що наближається до наших даних у цінах 2024 року.

У наших дослідах найвищими витрати були у сорту Оплот за густоти 1,5 млн/га при застосуванні препарату "Біо-гель" - 24172 грн/га та препарату "Хелафіт" - 23702 грн/га, в той час, як при обробці посівів водою - 22905 грн/га. Найменші витрати - 19451 грн були у сорту Модус на контрольному варіанті

(обробка водою). Ці дані вказують, що вирощування гороху є більш затратним, ніж вирощування ячменю або проса за подібними технологіями.

Прибуток від реалізації продукції є основною складовою загального прибутку. Він обчислюється як різниця між обсягом реалізованої продукції (без врахування податку на добавлену вартість і акцизного збору) та її повною собівартістю. Необхідно зазначити, що збиткових варіантів у досліді не було. Дані щодо впливу досліджуваних факторів на прибуток за варіантами досліді наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Вплив досліджуваних факторів на прибуток (грн/га) за сортами гороху (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	10455	12269	16508	12658
1,2 млн/га	12996	15844	18221	15612
0,9 млн/га	15537	18592	21900	19704
сорт Модус				
1,5 млн/га	3527	5754	7925	4901
1,2 млн/га	9480	13776	15119	14477
0,9 млн/га	9229	11457	13524	11432
сорт Світ				
1,5 млн/га	6318	9580	12268	10589
1,2 млн/га	12272	17188	19049	16336
0,9 млн/га	12021	15593	19004	16498

Дані таблиці 4.4. свідчать, що прибуток різнився за варіантами і був у межах 3527–21900 грн/га. На контрольних варіантах (обробіток посівів водою) найбільшим він був у сорту Оплот – 15537 грн/га за густоти посівів 0,9 млн/га,

у сорту Світ – 12272 грн/га за густоти посівів 1,2 млн/га, а в сорту Модус за такої ж густоти – на рівні 9480 грн/га.

Найбільшого значення прибуток досягав у всіх сортів при обробці посівів препаратом «Біо-гель», але за різних густот посівів: у сорту Оплот – 21900 грн/га за густоти 0,9 млн/га, а в сортів Модус – 15119 грн/га та Світ – 19049 грн/га за густоти 1,2 млн/га.

Прибуток при використанні мікроелементів бору й молібдену та стимулятора «Хелафіт» знаходився приблизно на одному рівні й поступався препаратом «Біо-гель» за варіантами досліду на 6–14%.

Таблиця 4.5.

Собівартість 1 ц зерна сортів гороху (грн) залежно від умов вирощування (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор В – густина посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	824	787	713	782
1,2 млн/га	750	702	667	709
0,9 млн/га	682	638	598	627
сорт Модус				
1,5 млн/га	1033	954	890	985
1,2 млн/га	828	738	715	728
0,9 млн/га	814	763	722	767
сорт Світ				
1,5 млн/га	934	846	788	826
1,2 млн/га	765	681	656	697
0,9 млн/га	748	684	634	673

Важливим економічним показником є собівартість 1 ц вирощеної продукції, яка є часткою від поділу всіх затрат в грошовому еквіваленті на показник валового врожаю з 1 га посіву.

Дані собівартості зерна сортів гороху за варіантами дослідів наведені в таблиці 4.5.

За даними таблиці 4.5. найвища собівартість зерна була на контрольних варіантах (обробіток посівів водою) у всіх досліджуваних сортів, що пояснюється найменшою урожайністю на них, і коливалась у межах 748–1023 грн/ц.

Найменшою вона була на оптимальних за густотою посівів варіантах при їх обробці препаратом «Біо-гель», що в розрізі сортів виглядає таким чином: у сорту Оплот – 598 грн/ц за густоти посіву 0,9 млн/га, у сорту Модус – 715 грн/ц, та в сорту Світ – 634 грн/ц за густоти посівів 1,2 млн/га.

Застосування мікроелементів і стимулятора «Хелафіт» також значно (на 9–15%) зменшувало собівартість зерна гороху порівняно з контролем.

Основним економічним показником, що визначає господарську доцільність застосування тієї чи іншої технології вирощування культури, є її рентабельність та її рівень, який визначається як частка від ділення прибутку на витрати, виражену у відсотках.

Дані, що ілюструють рівень рентабельності досліджуваних варіантів гороху, наведені на рис. 4.1, 4.2, 4.3.

Як видно з рис. 4.1., рентабельність на контрольних варіантах у сорту Оплот була на рівні від 45,6% (густина 1,2 млн/га) до 75,9% (0,9 млн/га) і мала тенденцію до збільшення зі зменшенням густоти посіву. Застосування мікроелементів і біостимуляторів вело до підвищення рівня рентабельності за всіма варіантами дослідів порівняно з контрольними (обробка посівів водою). Найвищою в сорту Оплот була рентабельність при двократній обробці гороху препаратом «Біо-гель» із густотою посівів 0,9 млн/га – 100,6%, що є досить високим показником і знаходиться на рівні даних, наведених для гороху багатьма авторами для різних кліматичних зон України.

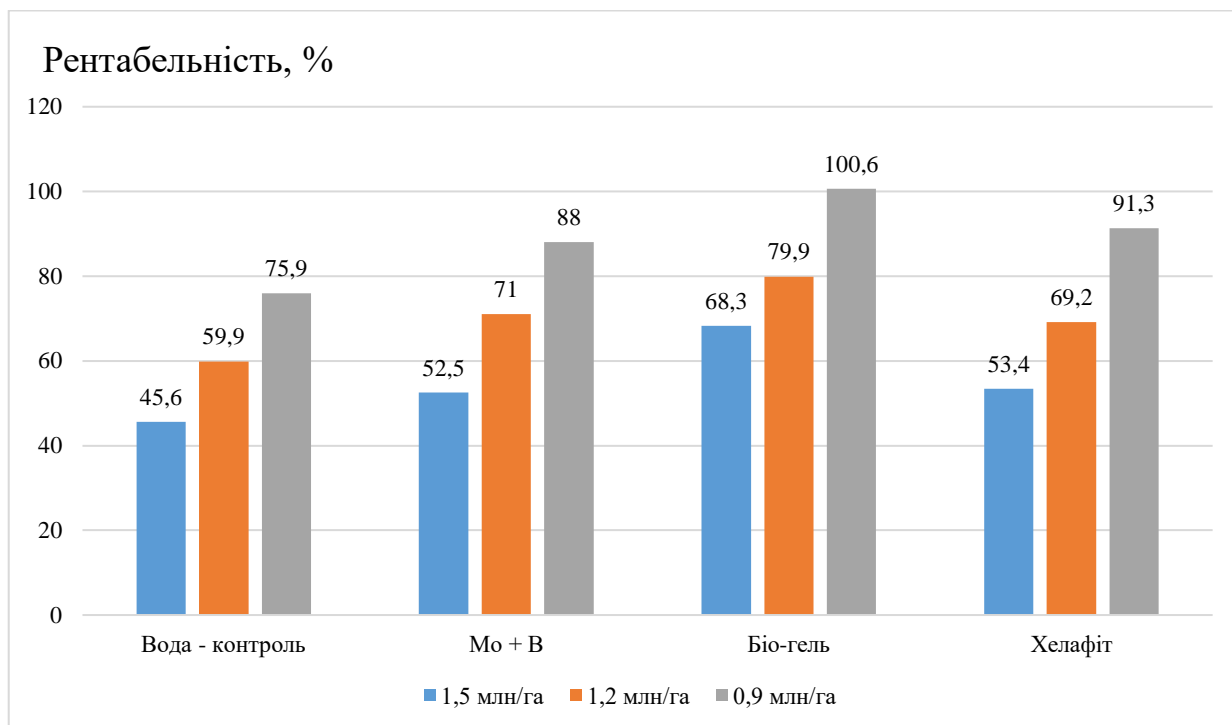


Рис. 4.1. Вплив досліджуваних факторів на рентабельність гороху сорту Оплот, (середнє за 2019–2021 рр.)

Рисунок 4.2 відображає показники рівня рентабельності сорту Модус за варіантами досліду. Найнижчою вона була на контрольному варіанті на загущених посівах (1,5 млн/га) – 16,2%, а найвищою – 67,7% при обробці посівів препаратом «Біо-гель» із густотою посівів 1,2 млн/га.

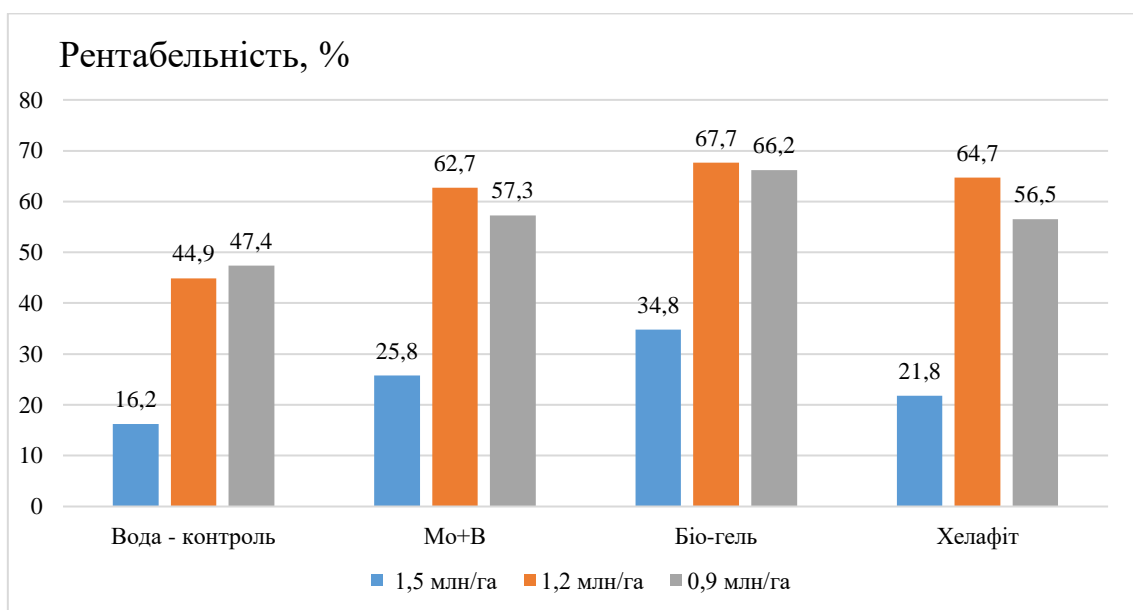


Рис. 4.2. Вплив досліджуваних факторів на рентабельність гороху сорту Модус, (середнє за 2019–2021 рр.)

Вплив досліджуваних факторів на рентабельність вирощування гороху сорту Світ ілюструє рис. 4.3.

Очевидно, що найменшу рентабельність мали контрольні варіанти, як і в інших сортів вона збільшувалася зі зменшенням густоти посівів із 1,5 млн/га до 1,2 та 0,9 млн/га, що, на нашу думку, пов'язано зі зменшенням витрат на коштовне насіння та підвищення урожайності при застосуванні як мікроелементів, так і біостимуляторів. Найвищою рентабельність у сорту Світ була на густотах 1,2 млн/га (83,0%) та 0,9 млн/га (89,2%) при обробці посівів препаратом «Біо-гель». Застосування мікроелементів бору й молібдену давало на цих густотах рентабельність відповідно 76,3% та 75,5%, а препарату «Хелафіт» – до 78,3%.

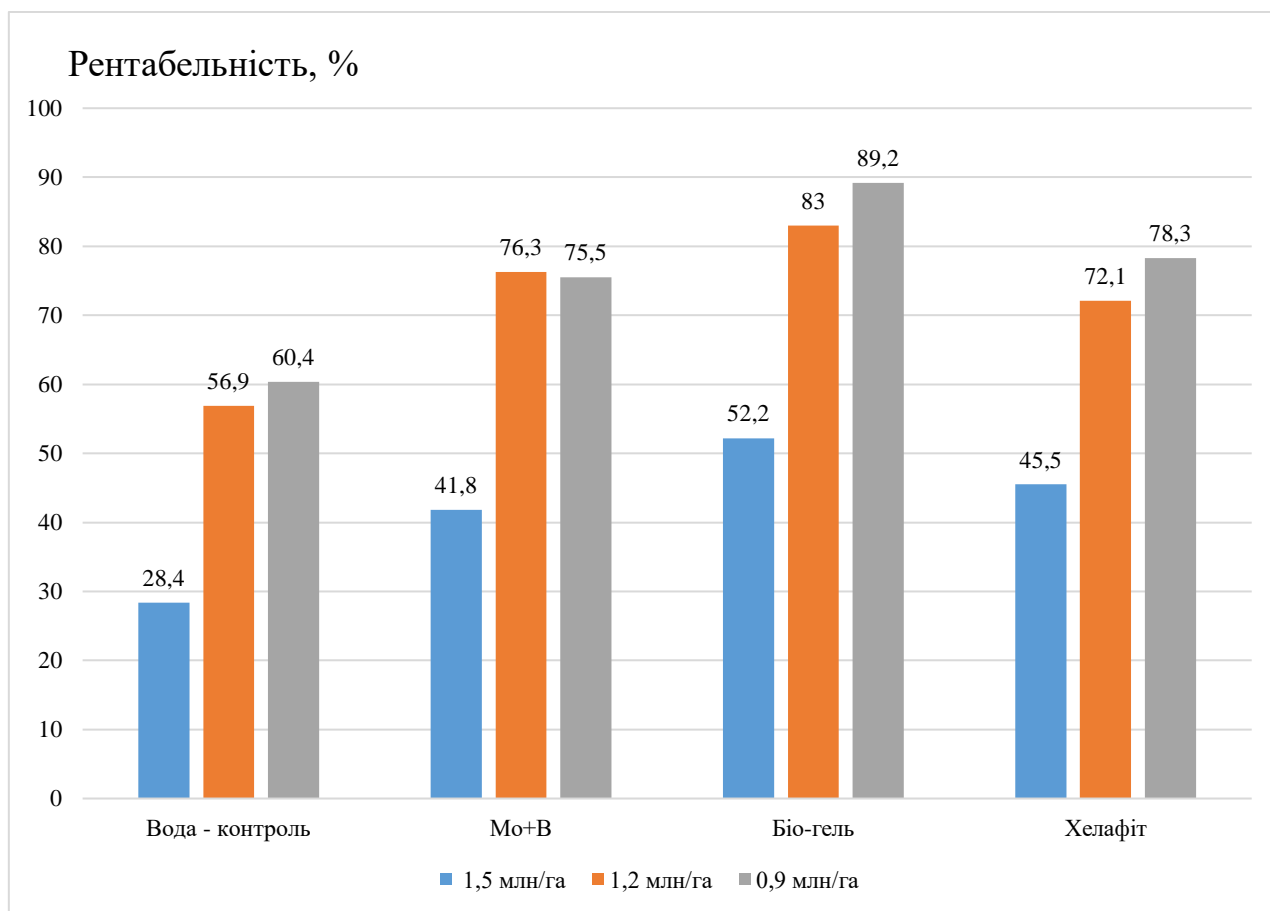


Рис. 4.3. Вплив досліджуваних факторів на рентабельність гороху сорту Світ, (середнє за 2019–2021 рр.)

Висновки до розділу 4

Отже, застосування мікроелементів і біостимуляторів збільшує рентабельність усіх досліджуваних сортів гороху, а найвищим цей показник є при обробці посівів препаратом «Біо-гель».

На економічні показники при вирощуванні гороху впливали певною мірою всі досліджувані фактори – сорт, густота посівів, біостимулятори. Кращим виявився сорт Оплот, який за густоти посіву 0,9 млн/га та двократній обробці препаратом «Біо-гель» давав прибуток 21900 грн/га, забезпечуючи рентабельність на рівні 100,6%. Дещо поступався йому сорт Світ із прибутком 19049 грн/га та рентабельністю 89,2% за тих же умов вирощування. Сорт Модус мав ці показники на рівні 15119 грн/га та 67,7% за густоти посівів 1,2 млн/га, що вказує на його слабку адаптивність до умов Півдня України.

РОЗДІЛ 5

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГОРОХУ

Відомо, що внаслідок асиміляції сонячної енергії під час процесу фотосинтезу рослини здатні накопичувати енергію Сонця у вигляді органічної речовини. Частково ця енергія йде на задоволення власних потреб, а частково відкладається в різному вигляді в запас (стебел, насіння, коренів тощо), що використовується людом на різні цілі [158, 159, 237]. При розрахунку енергетичної ефективності в наших дослідженнях ми користувалися методикою, розробленою в нашому університеті академіком Ушкаренко В. О. зі співавторами [159]. Вважають, якщо досліджувана технологія веде до від'ємного балансу енергії, вона є нераціональною, а в наших дослідках за всіма варіантами досліду цей показник був позитивним.

Таблиця 5.1.

Вплив досліджуваних факторів на прихід енергії з урожаєм сортів гороху (ГДж/га) (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	49,18	52,54	59,97	53,60
1,2 млн/га	51,12	56,25	60,50	56,25
0,9 млн/га	53,07	58,55	64,39	60,85
сорт Модус				
1,5 млн/га	37,33	41,40	45,29	40,33
1,2 млн/га	45,11	52,72	55,19	54,31
0,9 млн/га	42,28	46,35	50,06	46,70
сорт Світ				
1,5 млн/га	42,10	47,94	52,72	50,06
1,2 млн/га	49,89	58,55	61,92	57,49
0,9 млн/га	47,06	53,42	59,44	55,37

Енергоємність урожаю гороху за варіантами дослідів ми розраховували, приймаючи, що вміст сухих речовин у зерні гороху є на рівні 87% при вологості зерна 13%, а енергія, що міститься в 1 кг сухої речовини насіння гороху, дорівнює 4912,8 Ккал. [144, 237].

У таблиці 5.1. наведені дані щодо приходу енергії з урожаєм сортів гороху (в ГДж/га) в середньому за роки досліджень за варіантами дослідів.

Дані таблиці 5.1. свідчать, що найвищою енергоємністю врожаю була в сорту Оплот за густоти посівів 0,9 млн/га при їх двократній обробці препаратом «Біо-гель» і становила 64,39 ГДж/га. У сорту Модус цей показник сягав максимуму за густоти 1,2 млн/га (55,19 ГДж/га) при обробці посівів препаратом «Біо-гель», у сорту Світ за аналогічних умов вирощування прихід енергії складав 61,92 ГДж/га, що на 2,47 ГДж/га менше, ніж у сорту Оплот.

Таблиця 5.2.

Вплив досліджуваних факторів на витрати енергії при вирощуванні сортів гороху (ГДж/га) (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	27,77	28,13	28,91	28,24
1,2 млн/га	25,51	26,05	26,50	26,00
0,9 млн/га	23,25	23,83	24,44	24,07
сорт Модус				
1,5 млн/га	26,54	26,97	27,37	26,86
1,2 млн/га	24,88	25,68	25,94	25,85
0,9 млн/га	22,12	22,55	22,94	22,59
сорт Світ				
1,5 млн/га	27,04	27,65	28,15	27,87
1,2 млн/га	25,38	26,29	26,64	26,18
0,9 млн/га	22,62	23,29	23,92	23,49

Далі ми за технологічною картою досліду проводили оцінку затрат енергії за варіантами досліду (додаток Ж), а результати звели в таблицю 5.2.

Аналізуючи таблицю 5.2., ми помітили її майже повну кореляцію з аналогічною таблицею розділу 4, яка свідчить про грошові затрати за варіантами досліду. Найбільші затрати енергії були на загущених посівах, що пов'язано з додатковими енерговитратами на насіння, яке є доволі енергомістке. На варіантах, де отримана найвища врожайність, для кожного сорту цей показник мав такі значення при обробці посівів препаратом «Біо-гель»: у сорту Оплот за густоти посівів 0,9 млн/га – 24,44 ГДж/га, у сортів Модус і Світ за густоти 1,2 млн/га – відповідно 25,94 та 26,64 га.

За різницею енергоємності й затрат енергії за варіантами досліду ми визначали приріст енергії з урожаєм (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3.

Вплив досліджуваних факторів на приріст енергії при вирощуванні сортів гороху (ГДж/га) (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	21,40	24,41	31,06	25,36
1,2 млн/га	25,61	30,20	34,01	30,10
0,9 млн/га	29,82	34,73	39,96	36,79
сорт Модус				
1,5 млн/га	10,79	14,43	17,91	13,48
1,2 млн/га	20,23	27,03	29,25	28,46
0,9 млн/га	20,16	23,80	27,12	24,11
сорт Світ				
1,5 млн/га	15,07	20,29	24,57	22,19
1,2 млн/га	24,50	32,26	35,27	31,31
0,9 млн/га	24,44	30,13	35,52	31,88

Дані таблиці 5.3. свідчать, що найбільший приріст енергії забезпечував сорт Оплот – від 29,82 ГДж на контролі (обробіток водою) до 39,96 ГДж при застосуванні препарату «Біо-гель» за густоти посівів 0,9 млн/га. У сортів Модус і Світ за оптимальної густоти посівів (1,2 млн/га) максимальне значення приросту енергії із застосуванням препарату «Біо-гель» було відповідно 29,25 та 35,27 ГДж/га.

Важливою характеристикою досліджуваних технологій вирощування гороху є енергоємність 1 центнера продукції, тобто кількість енергії затраченої на одиницю її вирощування, яку висвітлює таблиця 5.4.

Таблиця 5.4.

Вплив досліджуваних факторів на енергоємність продукції сортів гороху (ГДж/ц) (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор В – густота посівів	Фактор С - варіанти обробки посівів			
	Вода-контроль	Мо + Во	Біо-гель	Хелафіт
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	1,00	0,95	0,85	0,93
1,2 млн/га	0,88	0,82	0,77	0,80
0,9 млн/га	0,77	0,72	0,67	0,70
сорт Модус				
1,5 млн/га	1,26	1,15	1,07	1,18
1,2 млн/га	0,98	0,86	0,83	0,84
0,9 млн/га	0,93	0,86	0,81	0,86
сорт Світ				
1,5 млн/га	1,14	1,02	0,94	0,98
1,2 млн/га	0,90	0,79	0,76	0,81
0,9 млн/га	0,85	0,77	0,71	0,75

У всіх досліджуваних сортів енергоємність 1 ц зерна гороху знижувалася зі зменшенням густоти посівів та збільшенням його врожайності. Найбільшою вона була на контрольних варіантах (обробіток посівів водою) і досягала

значення в сорту Оплот – 1,00 ГДж/ц, у сорту Модус – 1,26 ГДж/ц та в сорту Світ – 1,14 ГДж/ц.

Найнижче значення цей показник мав на кращих варіантах досліді: у сорту Оплот – 0,67, у сорту Модус – 0,81 і в сорту Світ – 0,71 ГДж/ц за умов обробки посівів препаратом «Біо-гель» за оптимальних густот посівів.

Основним критерієм оцінки енергетичної ефективності варіантів досліді є енергетичний коефіцієнт, який вказує на відношення одержаної з врожаєм енергії до її затрат на 1 га.

Цей показник залежав від умов вирощування гороху й у досліді коливався в межах 1,41–1,98 на контрольних варіантах, що відповідає його середньому значенню при вирощуванні гороху в господарствах України. Чисельні значення цього показника наведені на рис. 5.1, 5.2, 5.3.

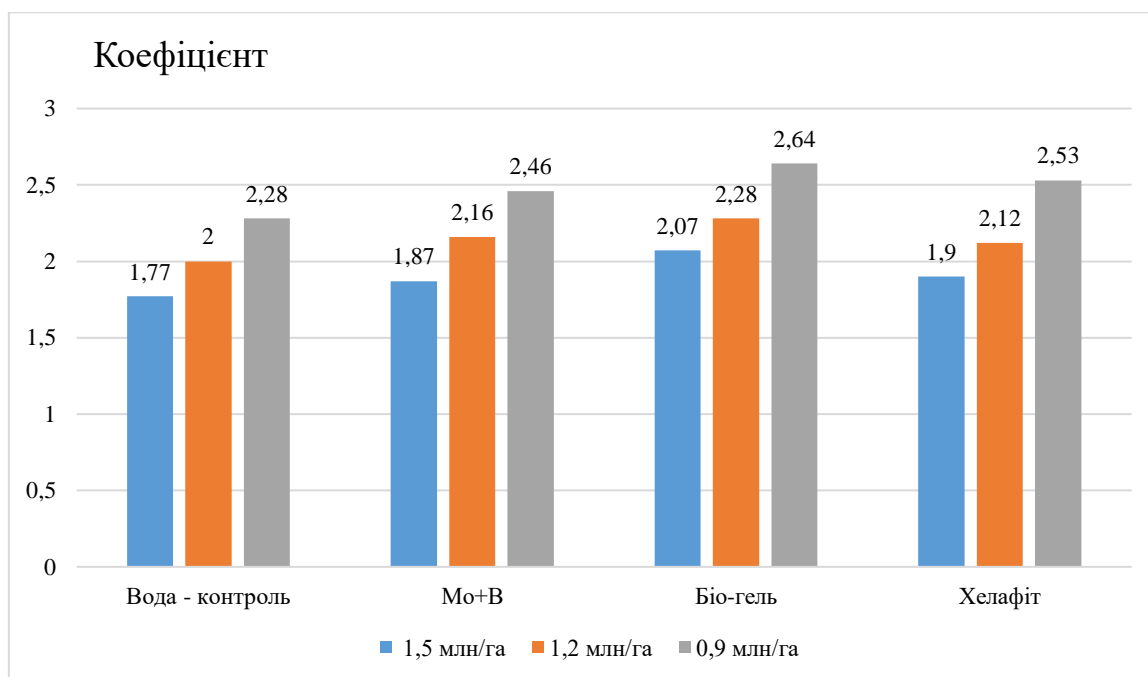


Рис. 5.1. Вплив досліджуваних факторів на енергетичний коефіцієнт гороху сорту Оплот, (середнє за 2019–2021 рр.)

З рис. 5.1. видно, що в сорту Оплот енергетичний коефіцієнт змінювався від 1,77 на контролі при загущеному посіві до 2,64 на варіанті з густотою 0,9 млн/га і обробці гороху препаратом «Біо-гель».

За цієї густоти посівів обробка препаратом «Хелафіт» формувала коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні 2,53, а при застосуванні сумішки бору та молібдену – на рівні 2,46.

Показники енергетичного коефіцієнта для сорту Модус наведені на рис. 5.2.

Аналіз рис. 5.2. вказує, що коефіцієнт енергетичної ефективності сорту Модус на контрольному варіанті на загущеному посіві дорівнював 1,41 і був найменшим серед варіантів дослідів.

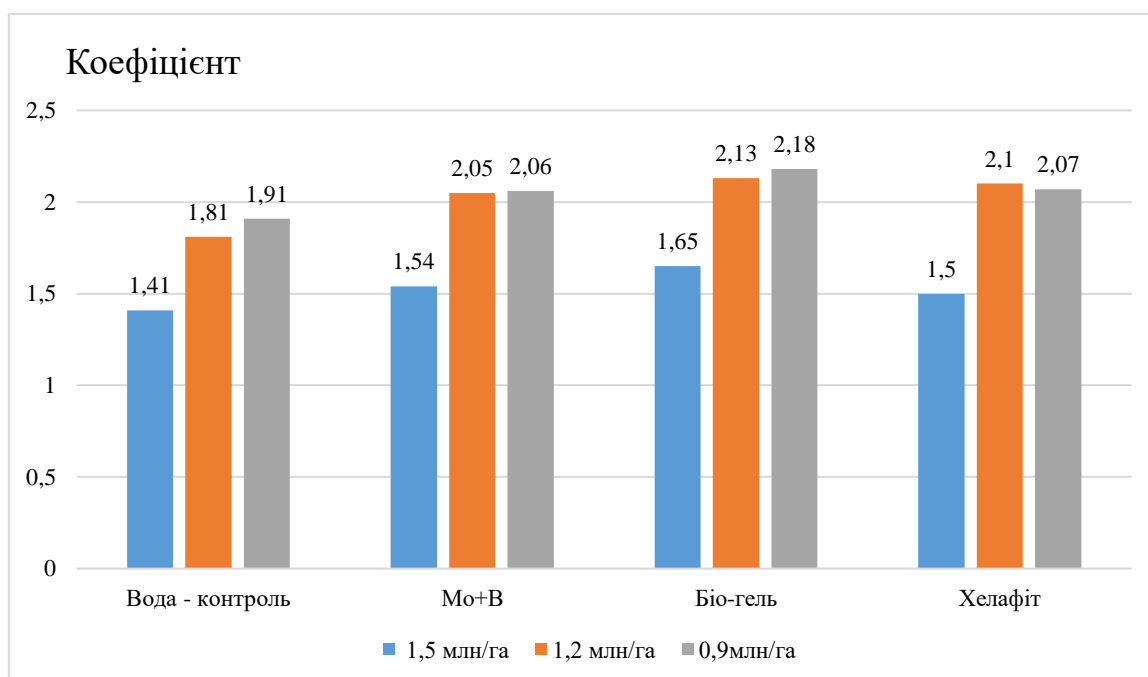


Рис. 5.2. Вплив досліджуваних факторів на енергетичний коефіцієнт гороху сорту Модус, (середнє за 2019–2021 рр.)

Найбільше значення коефіцієнта (2,18) забезпечувала обробка посівів препаратом «Біо-гель» за густоти 1,2 млн/га, а застосування мікроелементів і препарату «Хелафіт» зменшувало цей показник у середньому на 5–9 %.

Вплив досліджуваних факторів на енергетичний коефіцієнт гороху сорту Світ висвітлений на рис. 5.3.

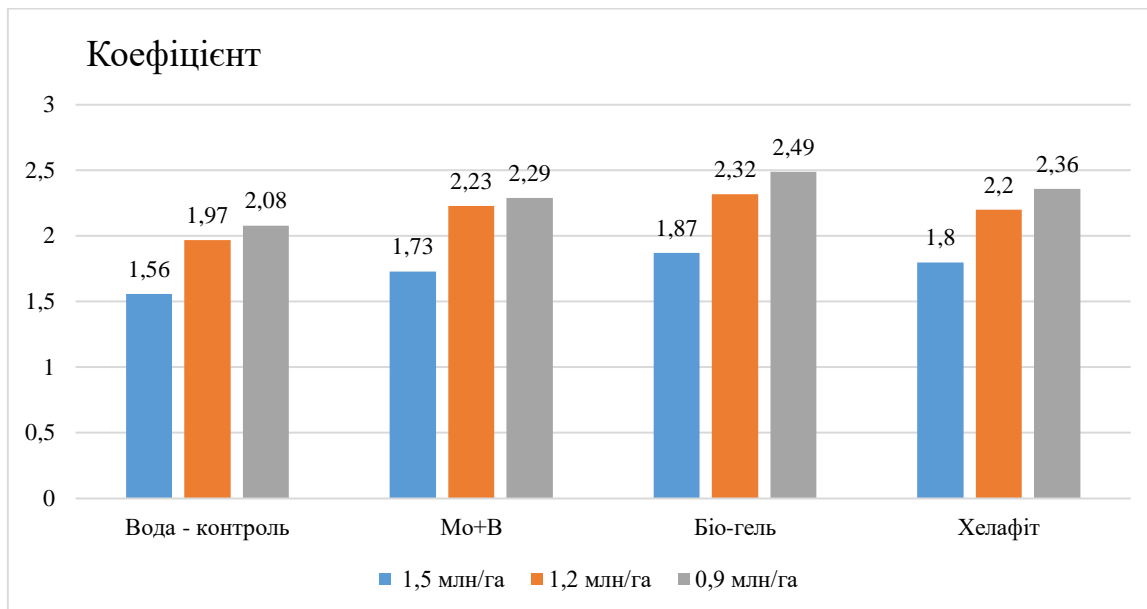


Рис. 5.3 Вплив досліджуваних факторів на енергетичний коефіцієнт гороху сорту Світ, (середнє за 2019–2021 рр.)

Як видно з рис. 5.3., у сорту Світ енергетичний коефіцієнт залежав, як і в сортів Оплот і Модус, від густоти посівів та обробки посівів мікроелементами й біостимуляторами та зменшувався в межах 1,56–2,49. Найбільше значення (2,49) він мав за густоти посівів 1,2 млн/га при застосуванні препарату «Біо-гель», а мікроелементи та препарат «Хелафіт» незначною мірою йому поступалися з коефіцієнтом на рівні 2,20–2,23.

Висновки до розділу 5

Найбільше енергії з урожаєм накопичував сорт Оплот за густоти 0,9 млн/га та при обробці посіву препаратом «Біо-гель» – на рівні 64,39 ГДж/га за роки досліджень, при цьому енергетичний коефіцієнт досягав значення 2,64. Гарні енергетичні показники були в сорту Світ, який накопичував 61,92 ГДж/га енергії з коефіцієнтом 2,32. Сорт Модус помітно поступався вказаним сортам за цими показниками.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичне обґрунтування та практичне рішення наукового завдання, яке стосується процесів росту, розвитку та формування врожайності гороху залежно від біологічних характеристик сортів, норм висіву та елементів системи удобрення в умовах Південного Степу для досягнення врожайності на рівні 3,2-3,6 т/га. У зв'язку з тим, що до кожного розділу роботи було зроблено конкретні висновки з наведенням даних у натуральних показниках, у загальних висновках більшість отриманих результатів показуємо через їх порівняння, виражене у відсотках.

1. Наведені ґрунтово-кліматичні показники за роки досліджень свідчать, що умови Південного Степу України здатні задовільнити певною мірою потреби рослин гороху в основних екологічних факторах – температурі, світлі та воді, яка є в дефіциті, і дозволяють отримувати за дотримання високих агротехнологій його стабільні врожаї.
2. Під час досліджень було встановлено, що на тривалість міжфазних і вегетаційного періодів гороху впливають різні фактори в різному ступені. Філогенетичний фактор (різні сорти гороху однієї групи стиглості) майже не впливає на ці показники. Зі зменшенням густоти посівів збільшується тривалість міжфазних і вегетаційних періодів. Біостимулятори та мікроелементи мають значний вплив, причому «Біо-гель» подовжує ці періоди на 7-8 днів у порівнянні з контрольними варіантами в усіх дослідках.
3. Використання біопрепаратів дозволяє збільшити висоту рослин гороху сортів Оплот, Модус і Світ на 13,5-18,7%. Під впливом біопрепаратів «Хелафіт» та «Біо-гель» кількість листя на рослині зростає на 14-23%, а суха маса листя збільшується на 13,1-22%.
4. Добовий приріст надземної маси гороху з 1 м² при використанні біостимулятора «Біо-гель» в середньому перевищує контроль на 15,6%.
5. Суха маса кореневої системи гороху збільшується в середньому на 14-20% під впливом біостимуляторів.

6. Кількість азотфіксуючих бульбочок на коренях гороху зростає в середньому на 42-44%, а їх суха маса – на 39-54% завдяки використанню біостимуляторів.

7. Результати проведених досліджень свідчать, що подвійна обробка посівів гороху сумішшю бору та молібдену сприяла збільшенню врожайності на 0,19–0,49 т/га, що відповідає приросту від 7,1% до 17,3%. Препарат «Хелафіт» продемонстрував середні результати серед стимуляторів, збільшуючи врожай на 0,17–0,52 т/га (8,1–20,3%). Найвищий ефект щодо підвищення продуктивності гороху відзначено при застосуванні препарату «Біо-гель», який забезпечив додатковий урожай на рівні 0,44–0,70 т/га (18,3–26,3%). Максимальне збільшення врожайності – 0,70 т/га (26,3%) – отримано для сорту Світ за густоти 0,9 млн/га; для сорту Оплот цей показник становив 0,64 т/га (21,3%) при такій же густоті, а для сорту Модус – 0,57 т/га (22,3%). Отже, нові біологічні препарати «Біо-гель» та «Хелафіт» дають більший приріст урожаю зерна гороху порівняно з бором та молібденом (які мають хімічну природу) і при цьому не впливають на екологію довкілля.

8. За роки досліджень при обробці препаратом «Біо-гель» найвищий середній рівень врожайності був зафіксований у сорту Оплот, який склав 3,64 т/га при густоті посівів 0,9 млн/га, тоді як у сорту Світ цей показник становив 3,50 т/га при густоті 1,2 млн/га. Сорт Модус досяг максимального середнього врожаю за роки досліджень на рівні 3,12 т/га при густоті 1,2 млн/га і використанні відповідного препарату. Приріст врожаю на кращих варіантах відбувався за рахунок збільшення маси 1000 насінин на 18 – 22 % та кількості насінин в одному бобі на 11 – 14 % порівняно з обробкою посівів водою на контрольних варіантах.

9. Найвищий вихід білка забезпечували сорти Оплот – 0,80 т/га при густоті 0,9 млн/га і обробці препаратом «Біо-гель», а також сорт Світ, який показав 0,81 т/га при густоті 1,2 млн/га і 0,80 т/га при густоті 0,9 млн/га за аналогічної обробки. Інші варіанти досліду давали вихід білка на рівні 0,46–0,76 т/га. Вказані кращі варіанти по виходу білка перевищували контроль (обробіток посівів водою) в середньому на 12–13%.

10. Обробка посівів мікроелементами та біостимуляторами сприяла збільшенню маси 1000 насінин гороху на всіх варіантах, що призводило до приросту на 6–17% у порівнянні з контролем.

11. Використання мікроелементів та біостимуляторів мало помітний вплив на кількість квіток на кожній рослині. Найбільш значний результат було зафіксовано під час двократної обробки посівів гороху препаратом «Біо-гель», який забезпечив приріст квіток на одну рослину: 20,3% у сорту Оплот, 21,0% у сорту Модус та 22,4% у сорту Світ. Це підкреслює його високу біологічну активність та стимулюючий ефект.

12. Кількість утворених бобів значною мірою залежала від сорту. У контрольних варіантах (посіви, оброблені водою) найбільша кількість бобів спостерігалася у сортів Оплот і Світ, де їх було від 4,3 до 5,1 шт. на рослині. Зі зменшенням густоти посівів цей показник мав тенденцію до зростання. У сорту Модус кількість бобів становила 3,9 шт. при густоті 1,5 млн/га та 4,3 шт. при густоті 0,9 млн/га, що на 16% менше, ніж у зазначених вище сортах.

13. Препарат «Біо-гель» сприяв збільшенню кількості насінин на одну рослину, досягаючи 6,0 у сорту Оплот, 4,0 у сорту Модус та 4,5 шт. у сорту Світ.

14. В порівнянні з необробленими варіантами, найзначніший вплив на вихід зерна з бобів здійснював препарат «Біо-гель». При його застосуванні цей показник досягав рівня 82–83% проти 79–80% на контролі, або на 5,1% більше. Різниці між досліджуваними сортами не простежувалося.

15. Отже, застосування мікроелементів і біостимуляторів збільшує рентабельність усіх досліджуваних сортів гороху, а найвищим цей показник є при обробці посівів препаратом «Біо-гель».

На економічні показники при вирощуванні гороху впливали певною мірою всі досліджувані фактори – сорт, густота посівів, біостимулятори. Кращим виявився сорт Оплот, який за густоти посіву 0,9 млн/га та двократній обробці препаратом «Біо-гель» давав прибуток 21900 грн/га, забезпечуючи рентабельність на рівні 100,6%. Дещо поступався йому сорт Світ із прибутком 19049 грн/га та рентабельністю 89,2% за тих же умов вирощування. Сорт

Модус мав ці показники на рівні 15119 грн/га та 67,7% за густоти посівів 1,2 млн/га, що вказує на його слабку адаптивність до умов Півдня України [135].

16. Найбільше енергії з урожаєм накопичував сорт Оплот за густоти 0,9 млн/га та при обробці посіву препаратом «Біо-гель» – на рівні 64,39 ГДж/га за роки досліджень, при цьому енергетичний коефіцієнт досягав значення 2,64. Гарні енергетичні показники були в сорту Світ, який накопичував 61,92 ГДж/га енергії з коефіцієнтом 2,32. Сорт Модус помітно поступався вказаним сортам за цими показниками.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою збільшення виробництва гороху в посушливих умовах Півдня України з рівнем урожайності його зерна 3,5–3,6 т/га та частковою біологізацією агротехніки цієї культури пропонуємо:

1. Висівати горох сорту Оплот (який є найбільш адаптованим до наших умов) з формуванням густоти посівів 0,9 млн/га з їх обробкою біопрепаратом «Біо-гель» з нормою 1,5 л/га в два строки: першу обробку провести у фазу «гілкування» сумісно з обробкою поля гербіцидом, другу – у фазу «бутонізація» разом із обробкою посівів інсектицидами.

2. У зв'язку з тим, що у проведенні дослідів за урожайністю сорт Світ незначною мірою поступався сорту Оплот (в середньому на 0,16 т/га), є сенс вирощувати сорт Світ із густотою посівів 1,2 млн/га за умов дворазової обробки посівів препаратом «Біо-гель» з указаними вище нормою та строками.

3. При відсутності препарату «Біо-гель», як альтернативу рекомендуємо застосовувати біостимулятор «Хелафіт», який за ефективністю не поступається борно-молібденовим мікродобривам, але є екологічно чистим продуктом, і забезпечує урожайність зерна гороху за вказаних густот посівів і норми витрат препарату 1,5 л/га у сорту Оплот на рівні 3,44 т/га та у сорту Світ – 3,25 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверчев О. В., Онищенко С. О., Алмашова В. С., Ковшакова Т. С. Способи корегування якості «зеленого горошку» з допомогою біодибриг та мікроелементів. Міжнародна науково-практична конференція *«Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності»*(14-15 березня 2019 року, Херсон), С.45-48;
2. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Розробка адаптивних технологій вирощування гороху. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки *«Сучасна наука: стан та перспективи розвитку»* (23 травня 2019 року, Херсон), С.39-45.
3. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Застосування екологічно безпечних агротехнологій при вирощуванні гороху в умовах посушливого клімату Півдня України. *Міжнародна науково-практична online – конференція молодих учених «Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених»* (19 травня 2020 року, Херсон), С. 19–22.
4. Аверчев О. В., Онищенко С.О., Алмашова В. С., Ковшакова Т. С. Сучасні технології вирощування гороху в умовах сучасних кліматичних змін. Міжнародна науково-практична конференція *«Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення»*(11-12 червня 2020 року, Херсон), С.96-98.
5. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С., Розробка елементів органічних технологій вирощування гороху в умовах Півдня України. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених з нагоди Міжнародного дня науки та Дня працівника сільського господарства *«Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві»* (10 листопада 2020 року, Херсон), С.43-45.
6. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Адаптація сортів зимуючого та ярого гороху на Півдні України при біологічному землеробстві в умовах мінливості

клімату. IV Міжнародна науково-практична конференція «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення»(10-11 червня 2021 року, Херсон), С.113-116;

7. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив біологізації елементів агротехніки сортів гороху за різної густоти шляхом обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами на його біометричні показники в незрошуваних умовах південного степу України : *Scientific monograph. Development trends of the world agriculture in the XXIst century: the view of the modern scientific community*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. С. 28–59.

8. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив біостимуляторів та мікроелементів на фенологічні показники сортів гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2022. №123. С.3-8.

9. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив стимуляторів росту та мікроелементів на формування азотофіксуючого апарату гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2023. №134. С. 64-71.

10. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2024. №136. С. 3 – 11.

11. Алмашова В.С. Агроекологічне обґрунтування вирощування гороху овочевого на півдні України / В.С. Алмашова // *1-й відкритий з'їзд фізіобіологів Херсонщини: Зб. тез, доп. / відп. ред. М.Ф. Бойко.*– Херсон: Айлант, 2006.– С.6.

12. Алмашова В.С. Вплив мікроелементів на розвиток бульбочкових бактерій на коренях овочевого гороху / В.С. Алмашова, В.І. Жарінов, С.О. Онищенко // *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць.*– Херсон: Айлант, 2005. – Вип. 36. – С. 51– 54.

13. Алмашова В.С. Вплив мікроелементів і ризоторфіну на продуктивність гороху овочевого в умовах Херсонської області / В.С. Алмашова, В.В. Гамаюнова, С.О. Онищенко // *Таврійський науковий вісник : Зб. наук. праць.* – Херсон: Айлант, 2006. – Вип. 49.– С. 18–21.

14. Алмашова В.С. Екологічне обґрунтування вирощування овочевого гороху на півдні України / В.С. Алмашова, В.І. Жарінов // „Наука, молодь, екологія”: *Мат—ли I Міжвузівської наук.—практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених* (9–10 червня 2005 р.).— Житомир, 2005.— С. 124.
15. Авраменко С.В. Огурцов Ю.Є., Цехмейструк М.Г. [та ін.] Вусатий горох. Нове обличчя давньої культури. *Агроном* 2014 №2. С. 104-106
16. Агрогрунтознавство : навч. посіб. / В.І. Лопушняк та ін Львів : ЛНАУ, 2016. 212 с.4.
17. Адамень Ф.Ф. Агроекологічне обґрунтування технології вирощування і використання сої в кормовиробництві Криму. автореф. дис. на здобуття наук ступеня д.-г. наук : спец. 06.00.12 - Кормовиробництво і луківництво 06.01.09 – Рослинництво. Вінниця. 1995. 38 с. 5.
18. Адамовська В.Г., Молодченкова О.О., Січка В.І. [та ін.]. Біохімічна характеристика генотипів зернобобових культур півдня України у зв'язку з селекцією на якість насіння. *Збірник наукових праць селекційно-генетичного інституту національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С. 107-116.
19. Алмашова В.С., Ковшакова Т.С. Агроекологічні аспекти вирощування гороху на півдні України в умовах збалансованого природокористування. *Міжнародна науково-практична конференція «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення»*(13-14 червня 2019 року, Херсон), С.89-92;
20. Андрушко М. О. Вплив біологічних особливостей сортів гороху та норм висіву на продуктивність і якість. *Аграрна освіта і наука досягнення та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. - засновникам наукової школи з селекції і насінництва пшениці і картоплі та 100-річчю з часу заснування Агробіотехнологічного (Агрономічного) факультету* 26-27 березня 2020 року. Біла Церква: БНАУ. С. 76-79.

21. Андрушко М. О. Вплив елементів системи удобрення на врожайність гороху. Інститут сільського господарства Карпатського регіону. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених *"Актуальні проблеми агропромислового виробництва України"*. 14 листопада 2019 р. Львів Оброшине. 2019. С.3-4.
22. Андрушко М. О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *"Передгірне та гірське землеробство і тваринництво"*. Львів-Оброшине. 2019. Випуск 66. С. 8-20. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua-66/1.pdf>
23. Андрушко М. О., Лихочвор В.В. Особливості росту і розвитку гороху під впливом різних видів та норм мінеральних добрив. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference (11-13 december). Publishing House "ACCENT". Sofia/Bulgaria. 2019. Pp 962-972. URL: <http://sci-conf.com.ua>.
24. Андрушко М. О., Лихочвор В.В., Андрушко О. М. Вирощування гороху (*Pisum sativum*) - шлях до екологічних інновацій. *"Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва"*. Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Полтава 22 червня 2020). Полтавська державна аграрна академія. Полтава : РВВ ПДАА. 2020. С. 1013.
25. Андрушко М. О., Лихочвор В.В., Андрушко О. М. Вплив норми висіву гороху на насінневу продуктивність та якісні показники. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок / за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С. 10.
26. Анспок П.И. Микроудобрения: Спр. / П.И. Анспок.— Л.: Агропромиздат, 1990.— С. 176—177.
27. Анспок П.И. Результаты полевых опытов с микроэлементами в колхозах и совхозах Латвийской ССР / П.И. Анспок // Микроэлементы и урожай.— Рига: Изд. АН Латвийский ССР, 1961.— 270 с.

28. Антипін Р. А. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гороху в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 "Рослинництво". Вінниця. 2007. С. 19.
29. Бабич А.О. Зернобобовые культуры / А.О. Бабич//.— К.: Урожай, 1984.— 96 с.
30. Бабич А.О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами /А.С. Бабич, В.Ф. Петриченко, Ф.Ф. Адамень // *Вісник аграрної науки*. — 1996.— № 2.— С. 37–39.
31. Бабич А.О., Бабич-Побережна А. А. Зернові бобові культури у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. *Збірник наукових праць Селекційногенетичного інституту - національного центру насінництва і селекції* 2010. Вип. 15(55). С. 153-166.
32. Баташова М. Є. Перспективи використання генетичного різноманіття в сучасній селекції гороху. *Збірник наукових праць міжнародної науково-практичної конференції "Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших культур : досягнення і перспективи" 25 - 26 квітня 2016 р. Подільський державний аграрно-технічний університет. Тернопіль. Крок. 2016. С. 76 - 77.*
33. Баташова М. Є. Формування врожаю гороху посівного в умовах дефіциту вологи. ПДАА Науково-практична конференція професорськовикладацького складу, 2014. С. 8-10.
34. Бахмат М.І., Небаба К. С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія*. 2018. №294. С. 24-31.
35. Бахмат М.І., Чинчик О. С. Особливості вирощування гороху посівного в умовах Поділля Лісостепу західного. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Аграрна наука і практика в контексті європейської інтеграції"*. Кам'янець-Подільський, 2018. 1, С. 54-56.
36. Безугла О. М., Безуглий І. М., Кобизєва Л. Н., Потьомкіна Л. М. Нові сорти гороху інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН – складова

Національного генбанку рослин України. У зб. Генетичні ресурси рослин. Харків, 2020. С.77-83.

37. Бєров Є. Д. Вплив мінімізації обробітку ґрунту під горох на його агрофізичні властивості в умовах південного Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2018. Випуск № 92. Частина 1. С. 306-314.

38. Бірюкова І. Щоб горох добре вродив. Farmer. 2018. №3. С. 126-128.

39. Бойко М. Ф., Чорний С. Г. Екологія Херсонщини, : Навчальний посібник. – Херсон : 2001. – 156 с.

40. Болтовская Я.И. Некоторые особенности гороха при разных нормах высева и способах посева в условиях Степной зоны Украины /Я.И.Болтовская //Зернобобовые и крупяные культуры: Науч. труды ВАСХНИЛ.– М.: Колос, 1971.– С.165–170.

41. Бучинський І. М., Лихочвор В. В. Горох повернувся в Україну. Агроном. 2018. №1. С. 184-185.

42. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або знову про горох. Пропозиція. 2019. №2. С. 54-58.

43. Вавилов П.П. Бобовые культуры и проблемы растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов.– М., 1983.– 255 с.

44. Василенко А. О., Безуглий І. М., Глянцев А. В. [та ін.]. Стабільність показників продуктивності і вмісту білка у сортів гороху селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Збірник наукових праць Селекційногенетичного інституту національного центру насінництва і селекції. 2015. Вип. 26(66). С. 154-160.

45. Василенко А. О., Рябуха С. С., Безуглий І. М., [та ін.]. Індикація селекційних тенденцій за сортовою композицією і господарськими властивостями в конкурсному сортовипробуванні гороху. Корми і кормо виробництво. Вінниця. 2008. Вип. 62. С. 31-37.

46. Волкогон В. В., Журба М. А. Активність азотофіксації, емісія N₂O та CO₂ в агроценозах гороху за дії добрив і передпосівної бактеризації. Сільськогосподарська мікробіологія. 2013. Вип. 18. С. 16-26.

47. Волкогон В. В , Токмакова Л. М., Волкогон К. І. Мікробіологічні процеси в ризосфері рослин гороху за впливу добрив і ризогуміну. Вісник аграрної науки. 2017. №1 С. 5-11.
48. Гамаюнова В. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2016. Вип. 24(1). С. 46-57.
49. Гамаюнова В.В., Коковіхін С.В., Алмашова В.С., Онищенко С.О. Агробіологічне обґрунтування технології вирощування гороху овочевого в умовах півдня України : монографія. – Херсон: Айлант, 2017. – 183 с.
50. Гангур В. В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах лівобережного Лісостепу України. Науковий журнал Інституту зернових культур "Зернові культури". Дніпро. 2017. Том 1. С. 129-133.
51. Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в умовах лівобережного Лісостепу України. Бюлетень інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2015. №9. С. 19-33.
52. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Бочевар О. В., Іщенко В. А. Ефективність добрив, норм висіву та інокуляції насіння у підвищенні зернової продуктивності гороху вусатого морфотипу в північному Степу. Наукововиробничий збірник Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. Харків. 2013. Вип.14. С. 37-46.
53. Гирка А. Д., Сидоренко О. В., Ільєнко О.В., Бочевар О. В. Способи підвищення зернової продуктивності гороху в північному Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2013. №5. С. 58-63.
54. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д, Сидоренко Ю. Я. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах північного Степу України. Вісник аграрної науки. 2018. №2. С. 31-35.

55. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я., [та ін.]. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України. Науковий журнал Інституту зернових культур "Зернові культури". Дніпро. 2018. Том 2. №2. С.267-273.
56. Гончар Т. М. Удосконалення технології вирощування гороху на зерно в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття 150 наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 "Рослинництво". Київ, 2008. 21 с.
57. Гончар Л. М., Пилипенко В. С. Польова схожість насіння та густина стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. Випуск 268. С. 46-57.
58. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. Пропозиція. 2019. 1. С.56-59.
59. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ. Аграрна освіта, 2013. 406 с.
60. Григора І.М. Ботаніка. Підручник для аграрних університетів / Григора І.М., Шаброва С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – Київ. – Фітосоціоцентр, 2006. – 484 с.
61. Грищук П. І Вплив щільності агроценозу гороху посівного на його зернову продуктивність. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. №2 48- 51.
62. Грищук П. І. Особливості встановлення кількісної норми висіву гороху посівного. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України. Матеріали міжнародної наукової конференції 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 81-82.
63. Ґрунтові ресурси Херсонської області, їхня продуктивність та раціональне використання / В.А. Демьохін, В.Г. Пелих, М.І. Полупан та ін. – К.: Колобіг, 2007.– 132 с.
64. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство. Київ. Центр учбової літератури. 2010. 464 с.

65. Данильченко О. М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2016. Вип. 9. С. 88-91.
66. Дворецька С. П., Камінський В. Ф. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху Північному Лісостепу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство". 2009. Випуск 81. С. 75-79.
67. Дворецька С., Любич О. Мінеральне живлення гороху. Пропозиція. 2016 #11. С. 66-72. <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-girohu>, (11.03.2019).
68. Дворецька С. П., Рябокін Т. М., Єфіменко Г. М. Особливості формування елементів продуктивності рослинного гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування культури. Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН". 2014. Випуск 3. С. 56-66.
69. Дворецька С.П., Рябокін Т.М., Каражбей Т.В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН". Київ: "ВП Едельвейс". 2016. №1. С. 36-45.
70. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. Київ. Міністерство аграрної політики та продовольства України. 2017. 392 с.
71. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ. Міністерство аграрної політики та продовольства України. 2018. 447с.
72. Дідур І.М. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна сортами гороху різних морфотипів. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство». Київ. 2009. Вип.81. С. 80-88.
73. Дідур І.М., Джура Н.М., Сологуб О.М. Роль зернобобових культур у кругообігу азоту в агрофітоценозах Лісостепу України. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2010. Вип.18. С. 77-81.

74. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету "Сільське господарство та лісівництво". 2016. Випуск 4. С.56-61.
75. Дмитренко В.Л. Адаптація меліоративного землеробства до погоди і клімату. Вісник аграрної науки. 2003. №2. С.52-56.
76. Домарацький Є.О. Позакореневі азотні підживлення та рістрегулюючі препарати як фактори формування фотосинтетичного потенціалу рослин ріпаку озимого. Таврійський науковий вісник. Вип. 101. 2018. С. 22- 28.
77. Домарацький Є.О. Подолання впливу стресових явищ під час вирощування пшениці озимої за умов глобальних кліматичних змін. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за участі ФАО 2018. С. 227-232.
78. Домарацький Є., Домарацький О., Козлова О. Стимулятори росту та комбіновані препарати біологічного походження як невід'ємний елемент екологізації технології вирощування технічних культур. Сучасний рух науки: V міжнар. науково–практ. інтернет–конф., Дніпро, 2019. С. 202–206.
79. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва. Колос. 1985. 351 с.
80. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунту. [Чинний від 2006-01-01]. Київ. Держспоживстандарт України, 2005. 20 с. (Національний стандарт України).
81. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Метод визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 15 с. (Національний стандарт України).
82. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІА. [Чинний від 2005-05-30]. Київ. Держспоживстандарт України, 2006. 18 с. (Національний стандарт України).

83. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Київ. Держспоживстандарт України, 2012. IV, 4 с. (Національний стандарт України).
84. Екологія та біологія сільськогосподарських рослин : підручник / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2013. 724 с.
85. Економіка сільського господарства: Навчальний посібник / С. М. Рогач, Н. М. Суліма, Т. А. Гуцул, Л. В. Ярема. – Київ: ЦП "Компринт", 2018. – 517 с.
86. Єремко Л.С., Гангур В.В., Киричок О.О., Сокирко Д.П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. №3. С. 50-56.
87. Жуйков О.Г., Лагутенко К.В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник: землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. Херсон. 2017. №98. С.65-70.
88. Задорожна О.А., Юшкіна Л.Л. Вплив генотипових та середовищних чинників на регенераційні процеси гороху (*Pisum sativum* L.) in vitro. Агробіологія. Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2010. Випуск 4 (80). С. 50-54.
89. Зернові бобові. Рекомендації з вирощування. Компанія BASF Agro. 2017. 63 с.
90. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми. ВТД "Університетська книга". 2004. 464 с.
91. Зуза В. Горох без бур'янів. *Farmer*. 2016. Березень. С. 100–102.
92. Ільєнко О. В. Використання ґрунтової вологи посівами гороху вусатого морфологічного типу залежно від норм висіву насіння в умовах північного Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. №2. С.90-94.
93. Ільєнко О.В. Формування врожайності гороху вусатого морфологічного типу під впливом добрив та норм висіву насіння в умовах північного Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2013. №4. С. 33-37.

94. Ішенко В.І. Елементи технології – резерв підвищення урожайності гороху в Степу. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. Запоріжжя. 2013. №18. С. 85-92.
95. Іщенко В.А. Ефективність використання ризогуміну і полі міксобактерину у поєднанні з мікродобрином та регулятором росту при вирощуванні гороху вусатого типу в північному Степу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Сільськогосподарська мікробіологія. Чернігів. 2013. Вип. 17. С. 89-100.
96. Іщенко В.А. Ефективність застосування мінеральних та бактеріальних добрив при вирощуванні гороху вусатого типу в умовах північного Степу України. Корми і кормовиробництво. 2010 . №66. С. 54-60.
97. Іщенко В.А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах північного Степу України. Вісник Донецького національного університету. Серія А: природничі науки. 2009. Вип. 1. С. 557-561.
98. Іщенко В.А., Белякова О.А. Ефективність мікродобрива, регулятора росту та ризогуміну у підвищенні продуктивності сортів гороху безлисточкового (вусатого) типу. Науковий збірник Вісник Степу. Кіровоград. 2009. Вип 6. С. 37-41.
99. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Удобрення гороху за всіма правилами. Інформаційно-аналітична газета «Агробізнес Сьогодні». 2018. №24.<http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12390-udobrennia-horokhu-za-vsima-pravylamy.html>, (11.03.2019)
100. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О., Темченко А. Горох – культура вимоглива до умов вирощування. Агробізнес сьогодні 2016. №7. С. 70-72.
101. Іщенко В.А., Томашина Г.П., Темченко А.М. Поширеність гороху та ефективність елементів його вирощування в умовах північного Степу. Науковий збірник Вісник Степу. Кіровоград. 2013. Вип 10. С. 49-53.
102. Калитка В.В., Капоніс М.В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій на пігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (*Pisum*

sativum L.). Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Рослинництво. 2015. Випуск №2. С.5-18.

103. Калитка В.В., Капоніс М.В. Вплив регуляторів росту рослин і біопрепаратів на продуктивність гороху посівного (*Pisum sativum* L.) в умовах південного Степу України. Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія. 2015. №210. С.38-46.

104. Камінський В.Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. д.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2006. 48 с.

105. Камінський В.Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. Вісник аграрної науки. 2006. №7. С. 20-25.

106. Камінський В.Ф. Значення сорту в сучасних технологіях вирощування зернобобових культур. Корми і кормовиробництво. 2006. №57. С. 84-94.

107. Камінський В.Ф. Значення та шляхи стабілізації виробництва зернобобових культур в Україні. Збірник наукових праць Інституту землеробства. 2004. Спецвипуск. С.138-143.

108. Камінський В.Ф. Комплексна дія факторів інтенсифікації на врожайність гороху. Вісник аграрної науки. 2006. №8. С.28-32.

109. Камінський В.Ф. Стан та перспективи виробництва гороху в Україні. Вісник аграрної науки. 2000. №5. С.22–25.

110. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Гресь С.А. Значення погоднокліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. Корми і кормовиробництво. 2004. Вип.53. С. 38-43.

111. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Шляхтуров Д. С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу. Землеробство. 2008. Вип. 80. С. 109–115.

112. Камінський В.Ф., Дворецька С.П. Вплив метеорологічних умов на продуктивність гороху та ефективність факторів інтенсифікації. Вісник ДААУ. Житомир. 2000. Вип.1. С. 75-79.

113. Камінський В.Ф., Дворецька С.П. Ефективність моделей технології вирощування гороху залежно від рівня їх інтенсифікації. Збірник наукових

- праць Уманського державного аграрного університету. Умань. 2003. С. 734-737.
114. Камінський В.Ф., Дворецька С.П. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на продуктивність гороху. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. Київ. Нора-принт. 1999. Вип. 1-2. С. 31- 34.
115. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Костина Т.П. Вплив погодних умов та системи удобрення на формування продуктивності сортів гороху. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» Київ: ВП «Едельвейс», 2012. Вип. 3-4. С. 82-90.
116. Каминский В.Ф., Дворецкая С.П., Рябоконт Т.М. Влияние факторов интенсификации на динамику содержания элементов питания в растениях гороха при различных технологиях выращивания. Сборник научных трудов "Земледелие и селекция в Беларуси". Минск. 2014. Вып.50. С.146- 154.
117. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Рябоконт Т.М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". 2015. Випуск 4. С. 59-65.
118. Камінський В.Ф., Лапа І.В., Смоляр М.І. Продуктивність гороху залежно від дози та співвідношення мінеральних добрив. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 1996. С. 221-227.
119. Карпенко В.Е. Овощной луцильный горох на юге Украины и вопросы экономики его производства / В.Е.Карпенко // Земледелие на юге Украины (тематический сборник научных трудов Херсонского СХИ). – Херсон, 1967. – С. 441 – 452.
120. Каталог сортів Інституту фізіології рослин і генетики НАН. 2017.
121. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Попов С.І. [та ін.] Каталог сортів і гібридів польових культур Інституту рослинництва ім В.Я. Юр'єва НААН. Харків. 2017. 77 с.
122. Кірілеску О.Л., Мовчан К.І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах західного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2016. Випуск 82. С.127-132.

123. Кірчук І.С., Пішта Д.С., Кірчук Г.А. Особливості технології вирощування гороху в умовах південно-західного Степу України. Аграрний вісник Причорномор'я. 2012. № 61. С. 15-19.
124. Кобызева Л.Н., Безуглая О.Н. Видовое разнообразие зерновых бобовых культур в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины и его значение для селекционной практики. Генетичні ресурси рослин. Харків. 2009. №7. С. 9-21.
125. Коблай С.В. Адаптивний потенціал різних за морфо типом сортів гороху. Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції, 3 листопада 2016 р. м. Київ. "Світові рослинні ресурси: стан і перспективи розвитку". Український Інститут експертизи сортів рослин. Вінниця. Нілан-ЛТД. 2016. С. 38-40.
126. Коблай С. В. Накопичення надземної біомаси та адаптивність до умов степової зони різних за морфо типом сортів гороху. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2009. Вип. 14(54). С.143-150.
127. Коблай С.В. Характер успадкування ознак продуктивності гороху у гібридів F1. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2015. Вип. 26(66). С.63-73.
128. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В., Онищенко С.О. Аграекологічне обґрунтування застосування біостимуляторів при вирощуванні гороху на півдні України. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція присвячена 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин (24 травня 2019 р., Херсон), С.165-167;
129. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Розробка елементів органічних технологій вирощування гороху в умовах півдня України. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених з нагоди Міжнародного дня науки та Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві» (10 листопада 2020 року, Херсон), С.43-45.

130. Ковшакова Т. С., Аверчев О. В. Порівняльна продуктивність сортів гороху зимуючого та ярого в умовах півдня України. III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (19 травня 2021 року, Херсон), С.53-55.
131. Ковшакова Т. С., Аверчев О. В. Вплив мікродобрив та біостимуляторів на довжину вегетаційного періоду гороху. IV Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених з нагоди Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (17 листопада 2021 року, Херсон), С.61-63.
132. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на висоту рослин сортів гороху в умовах Півдня України. V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (19 травня 2022 року, Херсон), С.19-21.
133. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Формування рівня продуктивності сортів гороху під впливом мікроелементів та біостимуляторів за різних густот посівів в умовах Південного Степу України. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні вектори розвитку аграрної науки» присвячена 150-річчю створення Херсонського державного аграрно-економічного університету (17-18 вересня 2024 р., Херсон), С.;
134. Ковшакова Т.С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на формування генеративних органів гороху при різних густотах посівів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2024. №136. С. 178-191.
135. Козев В.І. Оцінки генетичної мінливості та спадковості у генотипів гороху в посівах під зиму. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва Селекція і насінництво. Харків. 2015. №108. С.106-115.
136. Козев В.І. Успадкування типу листя і продуктивності в різних генотипів гороху. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва Селекція і насінництво. Харків. 2014. №106. С.57-63.

137. Кондратенко М.І. Формування адаптивності ознак зернової продуктивності колекційних зразків гороху посівного різних морфо типів в умовах правобережного лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2015. Випуск 81. С. 21-30.
138. Король Л.В. Формування біологічного потенціалу гороху залежно від застосування добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2019. 21 с.
139. Король Л.В. Формування фотосинтетичного апарату гороху залежно від впливу добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України. Агробіологія. 2017. Вип. 1. С. 121-127.
140. Костина Т.П. Вплив мінеральних добрив на формування асиміляційної поверхні та продуктивність сортів гороху. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство". Київ. ВД "Едельвейс". 2012. Випуск 84. С. 86-93.
141. Костина Т.П. Оптимізація елементів технології вирощування сортів гороху різних морфотипів в умовах північної частини Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ. 2015. 22 с.
142. Коць С.Я., Петриченко В.Ф. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. Вісник аграрної науки. 2015. №3. С.57-66.
143. Кравченко В.С., Кононенко Л.М., Вишнеvsька Л.В. [та ін.] Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. Аграрний вісник Причорномор'я. 2019. Випуск 92. С83-91.
144. Крижанівський В.Г. Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху, пшениці озимої та буряку цукрового за різних заходів основного обробітку ґрунту. Агробіологія. Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2015. Випуск 1(117). С.27-31.

145. Кушнір О. М. Оцінка показників якості зерна гороху залежно від впливу технологічних прийомів. Корми та кормовиробництво. 2005. Вип.55. С. 121-128.
146. Лебідь Є.М., Десятник Л.М., Федоренко І.Є. [та ін.]. Особливості вирощування гороху й озимої пшениці в сівозмінах Степу. Агроном. 2018. №3. С. 166-167.
147. Лемішко С. М. Ефективність використання біопрепаратів та стимуляторів росту у посівах гороху в умовах північного Степу України. Науковий журнал Інституту зернових культур "Зернові культури". Дніпро. 2018. Том 2. №1. С.82-87.
148. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. №4. С. 51-57. doi: 10.31210/visnyk2019.04.06
149. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. Науковий журнал «Вісник аграрної науки Причорномор'я», - Миколаїв, 2020. – Вип. 2. С. 71-85 / <https://visnyk.mnau.edu.ua>, DOI: 10.31521/2313-092X/2020-2(106)
150. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Урожайність гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву. Науковий журнал Житомирського національного агроекологічного університету Наукові горизонти. 2019. №12. С. 53-59. doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-53-59
151. Лихочвор В.В., Андрушко М.О., Андрушко О.М. Симбіотична діяльність гороху (*Pisum sativum*) залежно від норми висіву. Матеріали XII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (15 липня 161 2020 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2020. С. 66-69. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo2020conf>
152. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів. НВФ"Українські технології". 2008. 624 с.
153. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Горох. Львів. Українські технології. 2002. 68с.

154. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полухович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 питань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. За редакцією В.І. Лопушняка. Львів. Простір-М. 2018. 488 с.
155. Мазуркевич Л.І., Грищенко О.В. Формування урожаю гороху та пшениці ярої при тривалому застосуванні добрив. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць. Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2013. Випуск 17. Том 2. С. 60-63.
156. Макашева Р.Х. Горох / Р.Х. Макашева.– Л., 1973. – 312 с.
157. Мартинюк О.М. Продуктивність гороху, люпину білого та сої залежно від елементів технології вирощування в західному Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2008. 21 с.
158. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
159. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур /В.О. Ушкаренко, П.Н. Лазер, А.І. Остапенко та ін.: Методич. вказівки. – Херсон, 1997.– 21 с.
160. Микроэлементы в сельском хозяйстве: Сб. //Тезисы докладов.– Киев: Изд-во Украинской академии сельскохозяйственных наук, 1962.– 325 с.
161. Мишустин Е.Н. Биологическая фиксация атмосферного азота / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова.– М.: Наука, 1968.– 145 с.
162. Міністерство надзвичайних ситуацій України; Херсонський обласний центр з гідрометеорології; за редакцією С. І. Мельничука, Г. І. Адаменко. – Одеса: Астропринт, 2011. – 208 с.
163. Моргун В., Коць С. Бактеризація посівного матеріалу бобових. Пропозиція. 2007. №2. С. 40-41.
164. Моргун В.В., Чекалін М.М., Баташова М.Є., Мірошніченко І.В. Сучасний стан селекційно-генетичних досліджень гороху (*Pisum sativum* L.) Физиология и биохимия культурных растений. 2007. 39. №1. С. 3-13.

165. Мурач О.М., Волкогон В.В. Формування симбіотичного апарату гороху за впливу бактеріальних препаратів, мікроелементів і стимулятора росту. Агроєкологічний журнал. 2014. №4. С. 55-59.
166. Мусатов А.Г., Іщенко В.А. Вплив елементів технології на ефективність вирощування гороху в умовах північного Степу правобережжя України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпро. 2011. Вип. 1. С. 55-59.
167. Мусієнко М.М., Капоніс М.В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та рослинах гороху посівного (*Pisum sativum*) на початкових етапах онтогенезу за дії біопрепаратів і регуляторів росту рослин. Вісник аграрної науки. 2018. №7. С. 11-17.
168. Небаба К. С. Енергія проростання і польова схожість сортів гороху в умовах Лісостепу Західного. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 80-81.
169. Нідзельський В.А. Площа асиміляційної поверхні гороху вусатого. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. Львів. Львів. нац. аграр. ун-т. 2012. №16. С.268-272.
170. Нідзельський В.А. Урожайність фенологічно різних сортів гороху залежно від добрив. Вісник аграрної науки. 2001. №5. С.80-81.
171. Нідзельський В.А., Коваленко В.П. Удосконалення методів визначення площі асиміляційної поверхні гороху вусатого. Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія. 2012. №176. С.49-53.
172. Новітні агротехнології в рослинництві : підручник. В. А. Мазур та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с.
173. Новикова Н.Е., Зотиков В.И. Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Вестник ОрелГАУ. 2011. №2. С. 5-8.
174. Онищенко С. О., Ковшакова Т. С., Мартинов І. М. Вплив біодобрив і мікродобрив на продуктивність гороху та кадастрові показники якості ґрунтів територіальних громад (ТГ) Херсонської та Миколаївської областей. П

- Всеукраїнська науково-практична конференція *«Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення»* (05-06 березня 2019р., Херсон), С.165-169;
175. Онищенко С. О., Алмашова В. С., Ковшакова Т. С. Агроекологічні аспекти охорони земельних відносин в Україні. III Всеукраїнська науково-практична конференція *«Проблеми та практичні питання щодо виконання робіт із землеустрою»* (17 жовтня 2019 року, Херсон), С.244-246.
176. Онищенко С.О., Алмашова В.С., Ковшакова Т.С. Екологічна оцінка моніторингу видового складу регульованих шкідливих організмів та оцінка порога їхньої шкоди чинності для сільськогосподарської продукції Херсонської області. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2020. №112. С.270-274.
177. Онищенко С.О., Ковшакова Т.С. Вплив біологізації агротехніки вирощування гороху на вміст гумусу в ґрунті на Півдні України. V Всеукраїнська науково-практична конференція *«Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення»* (04-05 березня 2021р., Херсон), С.326-329;
178. Орлов С.Д., Калюжна Е.А., Українець В.В. Удосконалення способів добору та оцінки генотипів гороху за комплексом господарсько-цінних ознак. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць. Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2014. Випуск 21. С. 126-132.
179. Паламарчук Г.Е. Автореферат диссертации канд. с.-х. наук. – Херсон, 1990. – 21 с.
180. Пати́ка В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. [та ін.] Біологічний азот. Київ. Світ. 2003. 424с.
181. Патыка В.Ф., Толкачев Н.З., Бутвина О.Ю. Основные направления оптимизации симбиотической азотфиксации в современной земледелии Украины. Физиология и биохимия культурных растений. 2005. №5. С.284-293.
182. Пейве Я.В. Микроэлементы и их значение в сельском хозяйстве / Я.В. Пейве. – Москва: Сельхозгиз, 1961.– 220 с.

183. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ. Юнівест Медіа. 2018. 543 с.
184. Петриченко В.Ф. Виробництво зернобобових культур і сої в Україні: сучасні виклики та перспективи. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С.10-11.
185. Петриченко В.Ф., Антипін Р.А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця. Діло. 2006. Вип. 57. С.3-14.
186. Петриченко В. Ф., Гончар Т. М. Наукові основи формування високопродуктивних посівів гороху в умовах правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2007. Вип. 59. С. 103-110.
187. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патика В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Корми і кормовиробництво. 2003. Випуск 51. С.3-6.
188. Петриченко В.Ф., Лісова Т.Є. Шляхи підвищення продуктивності гороху в умовах Лісостепу України. Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. 2001. Вип.9. С. 74-77.
189. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2020. 806 с.
190. Петриченко, В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І. [та ін.] Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. International academy journal WEB of SCHOLAR. 2018. 6(24). Vol. 4. June 2018. 22-29.
191. Пилипенко В.С., Гончар С.М., Каленська С.М. Управління формуванням продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2016. №9(32). С. 71-76
192. Пилипенко В. С., Гончар Л. М., Каленська С. М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство". 2016. №91. Том 2. С.51-55.

193. Пилипенко В.С., Каленська С.М. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. Вісник аграрної науки. 2017. №4. С. 17-22.

194. Пилипенко В. С., Каленська С. М., Гончар Л. М. Формування асиміляційної поверхні гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння. Збірник наукових праць «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України». 2016. Вип. 20 (34). С. 20–28.

195. Плотніков В.В., Гильчук В.Г., Гуменний М.Б. Урожайність та якість зерна гороху при комплексному застосуванні системи агрохімікатів в сучасних конкурентоспроможних технологіях його вирощування. Корми і кормовиробництво. 2008. Вип. 62. С. 155-163.

196. Почвы Украины и повышение их плодородия /Под. ред. Б.С. Носко .– К.: Урожай, 1988.– 450 с.

197. Присяжнюк О.І., Калюжна Е.А., Король Л.В. Оцінка сучасних сортів гороху за основними господарсько-цінними ознаками. Збірник наукових праць національного наукового центру "Інститут землеробства НААН". 2015. Вип.3. С. 106-116.

198. Присяжнюк О. І., Король Л. В. Фотосинтетична діяльність гороху залежно від впливу агротехнічних прийомів в умовах Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць. Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2017. Випуск 25. С. 57-70.

199. Прищеп М.М., Сергєєв Л.А., Конащук О.П. Вирощування насіннєвого гороху на півдні України. Агроном. 2018. №4. С. 138-140.

200. Розвадовський А.М. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / А.М. Розвадовський, А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко. – К.: Урожай, 1990.– 158 с.

201. Рослинництво: Підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак, О.М. Козяр, Г.І. Демидась / за ред. О.Я. Шевчука. – К.: НАУУ, 2005.– 502 с.
202. Рослинництво: підруч. / за ред. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – С. 59.
203. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. Пропозиція. 2019. №1. С. 24-29.
204. Рябокінь Т.М. Вплив факторів інтенсифікації на фотосинтетичну діяльність посівів гороху. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". Київ. ВП "Едельвейс". 2015. Випуск 1. С.47-52.
205. Рябокінь Т.М. Особливості формування урожаю сортів гороху різного морфотипу залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування в північній частині правобережного Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Чабани. 2017. 20 с.
206. Рябокінь Т.М., Дворецька С.П., Єфіменко Г.М. Продуктивність сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2014. Випуск 16. С. 212-217
207. Свистенюк Н. І. Вивчення мутантних ліній гороху посівного з метою використання їх в селекційному процесі: *кваліфікаційна магістерська робота: спец. 7.09010101 «Агрономія». наук. кер. В. С. Мамалига Вінниця.* 2016. С. 88.
208. Січкарь В. Повернення бобового "царя". Farmer. 2018. №1. С. 94-96.
- Січкарь В.І. Стан і перспективи розвитку виробництва зернобобових культур у світі та Україні. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2015. Вип. 26(66). С.9-20.
209. Січкарь В.І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту-Національного центру насінництва та сортовивчення. Одеса. 2002. №43. С. 92-94.
210. Січкарь В. І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку

- аграрного виробництва України : міжнар. наук. конф., серпень 2016 : тези доп. – Вінниця: Діло, 2016. – С. 15-16.
211. Січкарь В.І., Хухлаєв І.І., Лаврова Г.Д. [та ін.]. Результати, проблеми та перспективи селекції сої і гороху для степової зони України. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2012. Вип. 20(60). С.110-125.
212. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні положення та правила складання ДСТУ 8302:2015. [Чин. від 2016-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2016. 16с. (Національний стандарт України).
213. Сокол Т.В., Безуглий І.М., Василенко А.О. Стійкість зразків гороху до аскохітозу та фузаріозу на штучному інфекційному фоні. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2015. Вип. 26(66). С.170-178.
214. Соколов В. М., Січкарь В. І. Стан науково-дослідних робіт із селекції зернобобових культур в Україні. Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. 2010. Вип. 15 (55). С. 6–13.
215. Станилевич И. С., Богдевич И. М., Путятин Ю. В. Эффективность возделывания гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с разной обеспеченностью обменным магнием. Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Почвоведение и агрохимия. Минск. 2019. № 1 (62). С. 168-175.
216. Сухова Г. І. Продуктивність гороху залежно від сортових особливостей в умовах Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2014. №7. С. 88-94.
217. Тарануха В.Г., Камасин С.С. Горох: значение, биология, технология. Горки. Белорусская государственная с.-х. академия. 2009. 56с.
218. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету "Сільське господарство та лісівництво". 2019. Випуск 13. С.84-93.

219. Телекало Н.В. Конкурентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2015. Випуск 90. С. 96-101.
220. Телекало Н.В. Продуктивність інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу інокуляції та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 2015. 20 с.
221. Телекало Н.В. Формування симбіотичної та зернової продуктивності гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2014. Випуск 89. С. 72-79
222. Тихоненко Д.Г., Горін М.О., Лактіонов М.І. [та ін.] Ґрунтознавство. Підручник. Київ. Вища школа. 2005. 703 с.
223. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон. Айлант. 2008. 272 с.
224. Фізіологія рослин: підручник / Мусієнко М.М. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
225. Хухлаєв І.І., Коблай С.В., Січкарь В.І. Урожайність сортів гороху за умов посухи. Збірник наукових праць селекційно-генетичного інституту – національного центру насінництва та сортовивчення. Одеса. 2014. Випуск 23 (63). С. 65-72.
226. Хухлаєв І.І., Колеснікова С.В., Січкарь В.І. Створення вихідного матеріалу та селекція високотехнологічних сортів гороху. Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Луганськ. 2008. №86. С. 81-91.
227. Черенков А.В., Клиша А.І., Гирка А.Д., Кулініч О.О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія; за ред. А.В. Черенкова. Дніпропетровськ. Акцент ПП. 2014. 110 с.
228. Черенков А.В., Шевченко М.С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. Вісник аграрної науки. 2017. №1. С. 13-18.

229. Чинчик О.С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на показники структури урожаю та урожайність сортів гороху. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету: Сільськогосподарські науки. 2016. Вип. 24. Частина 1. С. 222-228.
230. Чинчик О.С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. Корми і кормо виробництво. 2015. Випуск 81. С.74-77.
231. Чинчик О.С. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту на формування структури рослин сортів гороху. Корми і кормовиробництво. 2013. Випуск 77. С. 123-127.
232. Шевченко А.М. Нові технологічні сорти – на відновлення виробництва гороху. Вісник аграрної науки. 2006. № 11. С. 19-21.
233. Шелудько В.М. Горох у харчуванні людини // Хранение и переработка зерна. – 2012. – №9. – С. 27-28.
234. Шульга М.С. Горох / М.С. Шульга.– К.: Урожай, 1971.– 139 с.
235. Шушківська Н.І. Шкідливість горохового зерноїда та акацієвої вогнівки. Агробіологія. Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2013. Випуск 10 (100). С.125-127.
236. Шушківська Н.І. Шкідливість горохової попелиці. Агробіологія. Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2011. Випуск 5 (84). С. 9-11.
237. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур.– Волгоград. 1985.– 30 с.
238. Якобенчук В.Ф. Ґрунтознавство з основами геоботаніки та агрохімії. Навчальний посібник. Львів. Львівський державний аграрний університет. 1998. 236 с.
239. Anon A. Effects of potassium on nitrogen fixation // Better crops, 1998. – P. 30–31.
240. Biological nitrogen – ecological; dangerless fertilizers / V.P. Palyka, L.V. Podoba, A.N. Nikolaenko et al. // Вісник ХДАУ.– 2001.– № 4.– С. 64-66.

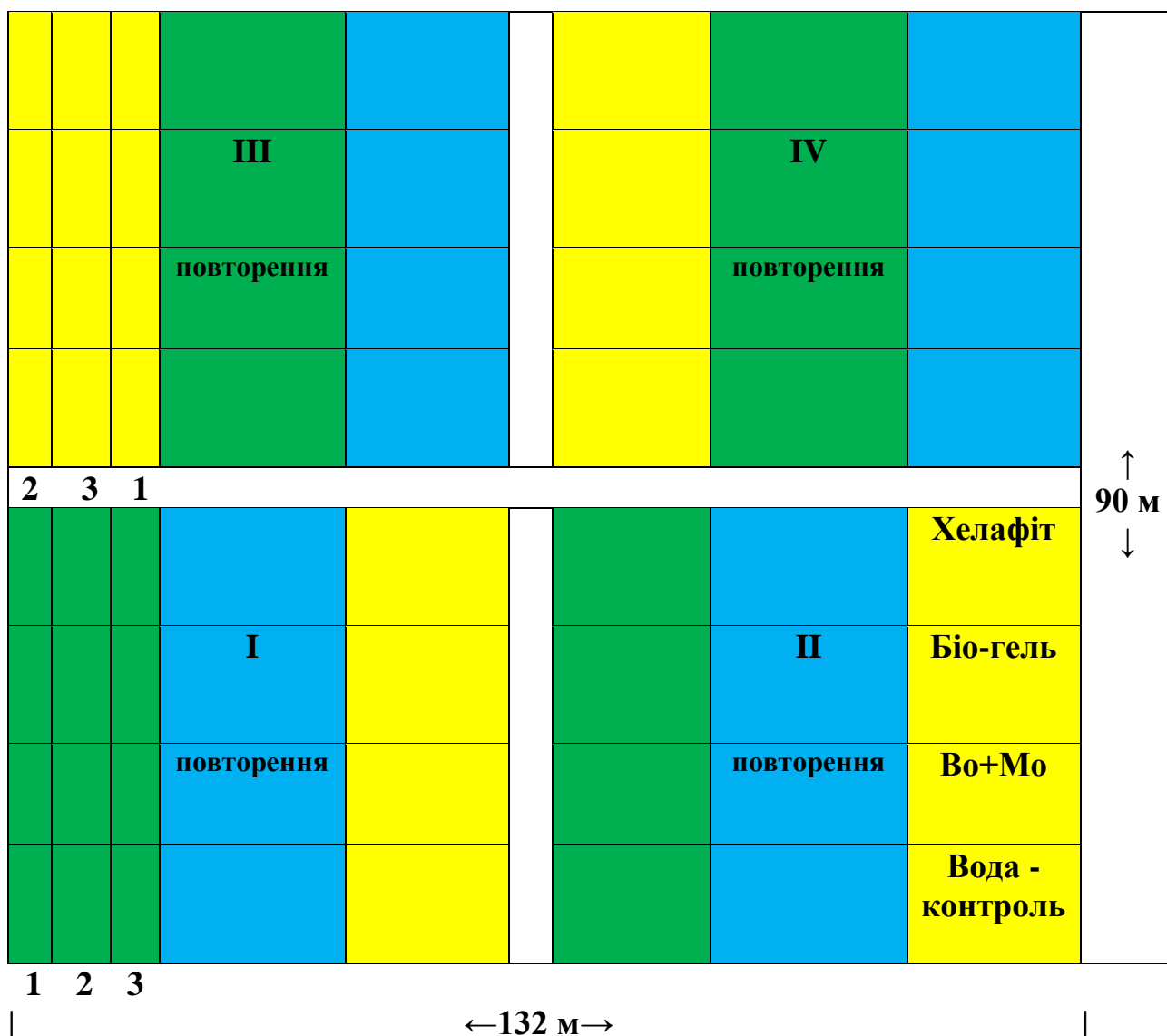
241. Dari P.J. Nitrogen fixation associated with non-legumes in agriculture / P.J. Dari // Plant and Soil. – 1986. – Vol. 90. – P. 303-334.
242. Duke S.H. Role of potassium in legume dinitrogen fixation / S.H. Duke, M. Collins // Potassium in agriculture, 1985. – P. 443-465.
243. Eaglesham A. Fertilizer N – effects on N₂ fixation by cowpea and soybean / A. Eaglesham, S. Hassoura, R. Seegers // Agron. J., 1983, V. 75. – № 1. – P. 61.
244. Evans J. Response of soybean – Rhizobium symbioses to mineral nitrogen / J. Evans // Plant and Soil. – 1982. – 66, № 3. – P. 439–442.
245. Jensen E. The influence of rate and time of nitrate supply on nitrogen fixation and yield in pea (*Pisum sativum* L.) / E. Jensen // Fertil. Res., 1986. – 10. – № 3. – P. 193–202.
246. Jensen E.S. Symbiotic N₂ field bean estimated by N₁₅ fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop / E.S. Jensen // Plant Soil, 1986. – Vol. 92. – P. 3-13.
247. Me Neil Dol. Effect of nitrogen source on uredines in soybean / Dol. Me Neil, T.A. La Rue // Plant Physiol., 1984. – V. 74. – № 2. – P. 227.
248. Cervato A. Pisello da industria / A. Cervato // Terra e vita. – 1983. – Vol. 24. – P. 43-45.
249. Russel A.P. Field Evolution of N₂ fixation and utilization by Phaseolus bean varieties, determined by ¹⁵N – isotope dilution / Russel A.P., Vosa P.B., Mafsu E. et al. // Plant and Soil, 1982. – V. 65, № 3. – P. 397.
250. Silsbury J.H. Effects of nitrogenous activity of subterranean clover / J.H. Silsbury, D.V. Catchpoole, W. Wallace // Austr. J. Plant Physiol. – 1986. – Vol. 13. – № 2. – P. 257
251. Горохова булька: про падіння ціни, зростання експорту та світовий ринок. URL: <https://agravery.com/uk/posts/author/show?slug=gorohova-bulka-pro-padinna-cini-zrostan-na-eksportu-ta-svitovij-rinok> (Дата звернення 05.05.2023)
252. Горох_посівний. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Горох_посівний (Дата звернення 15.11.2021)

253. Генетичні ресурси рослин. URL: [www.tsatu.edu.ua > rosl > wp-content > uploads > sites > lekciya-6.biologichni-osoblyvosti-i-tehnologija-vyroshchuvannja-horohu..pdf](http://www.tsatu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/6/biologichni-osoblyvosti-i-tehnologija-vyroshchuvannja-horohu..pdf) (Дата звернення 16.10.2021)
254. Клімат Херсонської області. URL: <https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/> (Дата звернення 10.09.2021)
255. Клімат і кліматичні ресурси Херсонської області у контексті глобальних змін. URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01006uxc-3560.docx.html> (Дата звернення 24.08.2021)
256. Руденко В. А. Порівняльна продуктивність зимуючих і ярих сортотипів гороху залежно від норми висіву у Південному Степу України: дисертаційна робота: спец. 201 «Агрономія». наук. кер. В. Я. Щербаков Одеса. 2023. С.195. URL: <https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/Dysertatsiya-Rudenko.pdf> (Дата звернення 10.12.2023)
257. Сучасні тенденції вирощування вівса та гороху. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/7836-suchasni-tendentsii-vyroshchuvannia-vivsa-ta-horokhu.html> (Дата звернення 22.04.2023)
258. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. URL: [www.tsatu.edu.ua > rosl > wp-content > uploads > sites > lekciya-6.biologichni-osoblyvosti-i-tehnologija-vyroshchuvannja-horohu..pdf](http://www.tsatu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/6/biologichni-osoblyvosti-i-tehnologija-vyroshchuvannja-horohu..pdf) (Дата звернення 31.08.2023)
259. URL: <https://biogel.com.ua/category/> «Біо-гель» - органічне добриво для рослин та ґрунтів (Дата звернення 10.03.2019).
260. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/helafit-kombi-r> Росторегулююча речовина з біозахисним ефектом «ХЕЛАФІТ КОМБІ» (Дата звернення 11.03.2019).

ДОДАТКИ

Додаток А

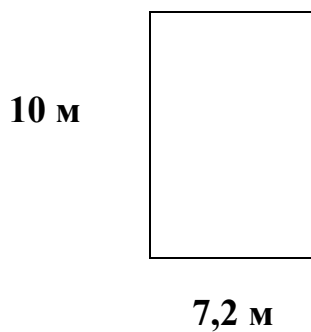
Загальна схема розміщення варіантів у досліді



- сорт Оплот
- сорт Модус
- сорт Світ

Густота посівів: 1 – 1,5 млн. шт./га
 2 - 1,2 млн. шт./га
 3 – 0,9 млн. шт./га

Схема дослідної ділянки



Додаток Б.1

Термін настання фаз розвитку сортів гороху залежно від досліджуваних факторів в 2019 р.

№ п\п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Посів	Сходи	Вусо утворенн я	Бутоніз ація	Цвітінн я	Молоч на стигліс ть	Повна стигліс ть	Вегета ційний період, днів.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фактор А – сорт Оплот									
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	17.04	30.04	25.05	30.05	16.06	29.06	73
2.	Во + Мо	6.04	17.04	30.04	28.05	4.06	18.06	1.07	76
3.	Біо-гель	6.04	17.04	30.04	29.05	6.06	19.06	3.07	78
4.	Хелафіт	6.04	17.04	30.04	27.05	5.06	18.06	2.07	77
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	17.04	30.04	26.05	2.06	18.06	1.07	76
2.	Во + Мо	6.04	17.04	30.04	29.05	5.06	20.06	3.07	78
3.	Біо-гель	6.04	17.04	30.04	30.05	7.06	21.06	4.07	79
4.	Хелафіт	6.04	17.04	30.04	28.05	6.06	20.06	3.07	78
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	17.04	30.04	27.05	3.06	20.06	3.07	78
2.	Во + Мо	6.04	17.04	30.04	30.05	5.06	22.06	5.07	80
3.	Біо-гель	6.04	17.04	30.04	2.06	8.06	24.06	6.07	81
4.	Хелафіт	6.04	17.04	30.04	1.06	7.06	23.06	5.07	80
Сорт Модус									
густина – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	16.04	28.04	22.05	29.05	15.06	27.06	72
2.	Во + Мо	6.04	16.04	28.04	24.05	2.06	17.06	30.06	75
3.	Біо-гель	6.04	16.04	28.04	25.05	4.06	18.06	1.07	77
4.	Хелафіт	6.04	16.04	28.04	25.05	3.06	17.06	30.06	75
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	16.04	28.04	23.05	1.06	16.06	28.06	73
2.	Во + Мо	6.04	16.04	28.04	25.05	5.06	18.06	1.07	76
3.	Біо-гель	6.04	16.04	28.04	27.05	6.06	19.06	3.07	78
4.	Хелафіт	6.04	16.04	28.04	26.05	5.06	18.06	2.07	75
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	16.04	28.04	25.05	3.06	18.06	30.06	75
2.	Во + Мо	6.04	16.04	28.04	27.05	6.06	20.06	3.07	78
3.	Біо-гель	6.04	16.04	28.04	29.05	7.06	22.06	4.07	79
4.	Хелафіт	6.04	16.04	28.04	28.05	6.06	21.06	3.07	78
Сорт Світ									
густина – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	18.04	29.04	27.05	2.06	16.06	30.06	74
2.	Во + Мо	6.04	18.04	29.04	30.05	4.06	18.06	3.07	77
3.	Біо-гель	6.04	18.04	29.04	30.05	6.06	19.6	4.07	78
4.	Хелафіт	6.04	18.04	29.04	29.05	5.06	19.06	3.07	77
густина - 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	18.04	29.04	28.05	3.06	17.06.	1.07	75
2.	Во + Мо	6.04	18.04	29.04	2.06	6.06	19.06	3.07	77
3.	Біо-гель	6.04	18.04	29.04	2.06	7.06	21.06	5.07	79
4.	Хелафіт	6.04	18.04	29.04	30.05	7.06	20.06	4.07	78
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	6.04	18.04	29.04	30.05	3.06	18.07	3.07	77
2.	Во + Мо	6.04	18.04	29.04	3.06	7.06	20.06	4.07	78
3.	Біо-гель	6.04	18.04	29.04	4.06	8.06	23.06	5.07	79
4.	Хелафіт	6.04	18.04	29.04	3.06	8.06	22.06	4.07	78

Додаток Б.2

Термін настання фаз розвитку сортів гороху залежно від досліджуваних факторів в 2020 р.

№ п\п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Посів	Сходи	Вусо утворенн я	Бутоніз ація	Цвітінн я	Молоч на стигліс ть	Повна стигліс ть	Вегета ційний період, днів.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фактор А – сорт Оплот									
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	12.04	28.04	19.05	25.05	10.06	25.06	74
2.	Во + Мо	02.04	12.04	28.04	22.05	29.05	12.06	26.06	75
3.	Біо-гель	02.04	12.04	28.04	24.05	01.06	14.06	28.06	77
4.	Хелафіт	02.04	12.04	28.04	21.05	29.05	13.06	27.06	76
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	12.04	28.04	21.05	27.05	11.06	26.06	75
2.	Во + Мо	02.04	12.04	28.04	24.05	01.06	14.06	26.06	75
3.	Біо-гель	02.04	12.04	28.04	26.05	03.06	17.06	28.06	77
4.	Хелафіт	02.04	12.04	28.04	24.05	01.06	15.06	27.06	76
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	12.04	28.04	23.05	28.05	12.06	27.06	76
2.	Во + Мо	02.04	12.04	28.04	24.05	02.06	14.06	27.06	76
3.	Біо-гель	02.04	12.04	28.04	27.05	04.06	17.06	30.06	79
4.	Хелафіт	02.04	12.04	28.04	26.05	02.06	16.06	28.06	77
Сорт Модус									
густина – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	15.04	29.04	17.05	24.05	10.06	24.06	71
2.	Во + Мо	02.04	15.04	29.04	20.05	27.05	13.06	25.06	72
3.	Біо-гель	02.04	15.04	29.04	22.05	29.05	14.06	27.06	74
4.	Хелафіт	02.04	15.04	29.04	20.05	28.05	13.06	25.06	72
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	15.04	29.04	19.05	25.05	12.06	25.06	72
2.	Во + Мо	02.04	15.04	29.04	21.05	28.05	15.06	27.06	74
3.	Біо-гель	02.04	15.04	29.04	24.05	01.06	16.06	28.06	75
4.	Хелафіт	02.04	15.04	29.04	22.05	29.05	14.06	26.06	73
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	15.04	29.04	20.05	26.05	12.06	26.06	73
2.	Во + Мо	02.04	15.04	29.04	22.05	29.05	14.06	27.06	74
3.	Біо-гель	02.04	15.04	29.04	24.05	02.06	16.06	29.06	76
4.	Хелафіт	02.04	15.04	29.04	22.05	30.05	15.06	27.06	74
Сорт Світ									
густина – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	13.04	25.04	20.05	03.06	15.06	27.06	75
2.	Во + Мо	02.04	13.04	25.04	22.05	06.06	16.06	29.06	77
3.	Біо-гель	02.04	13.04	25.04	24.05	04.06	17.06	01.07	79
4.	Хелафіт	02.04	13.04	25.04	22.05	03.06	16.06	30.06	78
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	13.04	25.04	21.05	04.06	16.06	28.06	76
2.	Во + Мо	02.04	13.04	25.04	23.05	05.06	17.06	29.06	77
3.	Біо-гель	02.04	13.04	25.04	26.05	06.06	18.06	02.07	80
4.	Хелафіт	02.04	13.04	25.04	22.05	04.06	17.06	30.06	78
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	02.04	13.04	25.04	22.05	05.06	16.06	30.06	78
2.	Во + Мо	02.04	13.04	25.04	24.05	06.06	17.06	02.07	80
3.	Біо-гель	02.04	13.04	25.04	25.05	07.06	18.06	03.07	81
4.	Хелафіт	02.04	13.04	25.04	24.05	06.06	17.06	02.07	80

Додаток Б.3

Термін настання фаз розвитку сортів гороху залежно від досліджуваних факторів в 2021 році

№ п\п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Посів	Сходи	Вусо утворенн я	Бутоніз ація	Цвітінн я	Молоч на стигліс ть	Повна стигліс ть	Вегета ційний період, днів.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фактор А – сорт Оплот									
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	13.04	29.04	23.05	28.05	11.06	23.06	71
2.	Во + Мо	04.04	13.04	29.04	25.05	01.06	13.06	26.06	74
3.	Біо-гель	04.04	13.04	29.04	27.05	03.06	17.06	28.06	76
4.	Хелафіт	04.04	13.04	29.04	26.05	02.06	15.06	27.06	75
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	13.04	29.04	25.05	01.06	13.06	27.06	74
2.	Во + Мо	04.04	13.04	29.04	27.05	03.06	15.06	30.06	75
3.	Біо-гель	04.04	13.04	29.04	29.05	06.06	17.06	29.06	76
4.	Хелафіт	04.04	13.04	29.04	27.05	03.06	16.06	30.06	75
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	13.04	29.04	26.05	03.06	16.06	28.06	76
2.	Во + Мо	04.04	13.04	29.04	29.05	05.06	17.06	29.06	77
3.	Біо-гель	04.04	13.04	29.04	01.06	08.06	19.06	30.06	78
4.	Хелафіт	04.04	13.04	29.04	30.05	04.06	16.06	28.06	76
Сорт Модус									
густина – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	16.04	30.04	21.05	26.05	10.06	25.06	70
2.	Во + Мо	04.04	16.04	30.04	23.05	29.05	13.06	28.06	73
3.	Біо-гель	04.04	16.04	30.04	25.05	02.06	15.06	29.06	74
4.	Хелафіт	04.04	16.04	30.04	23.05	01.06	14.06	28.06	73
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	16.04	30.04	22.05	28.05	12.06	26.06	71
2.	Во + Мо	04.04	16.04	30.04	23.05	29.05	13.06	27.06	72
3.	Біо-гель	04.04	16.04	30.04	26.05	04.06	16.06	28.06	73
4.	Хелафіт	04.04	16.04	30.04	25.05	02.06	15.06	27.06	72
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	16.04	30.04	24.05	30.05	13.06	25.06	70
2.	Во + Мо	04.04	16.04	30.04	26.05	02.06	14.06	27.06	72
3.	Біо-гель	04.04	16.04	30.04	28.05	05.06	17.06	29.06	74
4.	Хелафіт	04.04	16.04	30.04	27.05	03.06	15.06	28.06	73
Сорт Світ									
густина – 1,5 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	15.04	30.04	25.05	30.05	14.06	27.06	73
2.	Во + Мо	04.04	15.04	30.04	27.05	02.06	16.06	30.06	76
3.	Біо-гель	04.04	15.04	30.04	29.05	05.06	19.06	02.07	78
4.	Хелафіт	04.04	15.04	30.04	28.05	04.06	17.06	01.07	77
густина – 1,2 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	15.04	30.04	26.05	02.06	15.06	30.06	76
2.	Во + Мо	04.04	15.04	30.04	28.05	04.06	18.06	01.07	78
3.	Біо-гель	04.04	15.04	30.04	30.05	07.06	20.06	03.07	80
4.	Хелафіт	04.04	15.04	30.04	28.05	05.06	19.06	02.07	79
густина – 0,9 млн/га									
1.	Вода-контроль	04.04	15.04	30.04	28.05	04.06	17.06	01.07	78
2.	Во + Мо	04.04	15.04	30.04	30.05	06.06	18.06	02.07	79
3.	Біо-гель	04.04	15.04	30.04	02.06	09.06	22.06	04.07	81
4.	Хелафіт	04.04	15.04	30.04	01.06	07.06	21.06	03.07	80

Додаток В.1

Динаміка ваги надземної маси сортів гороху залежно від фаз розвитку та досліджуваних факторів в 2019 р.

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Вага надземної маси в фазу вусоутворення /29.04/, г/м ²				Вага надземної маси в фазу бутонізації /20.05/, г/м ²			
		Повторення		Середнє	Вологість, %	Повторення		Середнє	Вологість, %
		1	2			1	2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фактор А – сорт Оплот									
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	202	228	215	85	1779	1742	1760	71
2	Во + Мо	200	224	212	85	2427	2390	2408	71
3	Біо-гель	227	213	220	85	2431	2462	2446	71
4	Хелафіт	203	225	213	85	2382	2398	2390	71
густина – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	194	216	205	86	1668	1702	1680	70
2	Во + Мо	219	195	207	86	2344	2280	2312	70
3	Біо-гель	216	190	203	86	2322	2362	2342	70
4	Хелафіт	193	218	206	86	2344	2302	2324	70
густина – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	189	172	180	85	1594	1426	1560	70
2	Во + Мо	176	206	191	85	2137	2228	2183	70
3	Біо-гель	179	189	184	85	2345	2275	2310	70
4	Хелафіт	172	202	187	85	2268	2320	2294	70
Сорт Модус									
густина – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	188	218	203	85	1458	1502	1480	73
2	Во + Мо	210	224	207	85	2095	2025	2060	73
3	Біо-гель	225	201	213	86	2096	2064	2080	73
4	Хелафіт	190	224	207	85	2009	2051	2030	73
густина – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	178	202	190	85	1429	1488	1458	75
2	Во + Мо	197	177	187	85	1723	1473	1748	75
3	Біо-гель	206	176	191	85	1791	1738	1764	75
4	Хелафіт	169	199	184	85	1757	1715	1736	75
густина – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	185	161	173	86	1450	1431	1440	72
2	Во + Мо	166	194	180	86	1607	1666	1636	72
3	Біо-гель	154	198	176	86	1705	1725	1715	72
4	Хелафіт	184	160	172	86	1643	1683	1668	72
Сорт Світ									
густина – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	234	202	218	85	1781	1810	1795	74
2	Во + Мо	192	240	216	85	2221	2229	2225	74
3	Біо-гель	202	242	222	85	2322	2266	2294	74
4	Хелафіт	225	201	213	85	2192	2240	2216	74

густота – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	183	223	203	86	1702	1734	1718	76
2	Во + Мо	218	177	197	86	2212	2058	2185	76
3	Біо-гель	224	188	206	86	2186	2230	2208	76
4	Хелафіт	180	210	195	86	2190	2150	2170	76
густота – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	176	196	186	86	1628	1568	1598	75
2	Во + Мо	209	179	194	86	1888	2034	1916	75
3	Біо-гель	198	181	189	86	2037	2094	2065	75
4	Хелафіт	168	198	183	86	2030	1966	1998	75
НІР ₀₅ , г/м ² : А				10,8				31,78	
В				12,5				36,70	
С				10,8				31,78	
АВ				21,6				63,56	
АС				18,7				55,05	
ВС				21,6				63,56	
АВС				37,5				110,09	

Додаток В.2

Динаміка ваги надземної маси сортів гороху залежно від фаз розвитку та досліджуваних факторів в 2020 р.

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Вага надземної маси в фазу вусоутворення /29.04/, г/м ²				Вага надземної маси в фазу бутонізації /20.05/, г/м ²			
		Повторення		Серед не	Волог ість, %	Повторення		Серед не	Воло гість, %
		1	2			1	2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фактор А – сорт Оплот									
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	245	230	237	87	1387	1340	1384	69
2	Во + Мо	230	254	242	87	1781	1819	1801	69
3	Біо-гель	254	227	240	87	1839	1790	1814	69
4	Хелафіт	240	230	235	87	1735	1764	1749	69
густина – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	207	235	221	87	1377	1310	1344	67
2	Во + Мо	229	203	216	87	1766	1735	1750	67
3	Біо-гель	208	240	224	87	1744	1790	1767	67
4	Хелафіт	221	215	218	87	1746	1715	1730	67
густина – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	218	198	208	87	245	1281	1263	67
2	Во + Мо	191	219	205	87	1619	1602	1610	67
3	Біо-гель	181	221	201	87	1646	1705	1675	67
4	Хелафіт	223	199	211	87	1624	1657	1640	67
Сорт Модус									
густина – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	213	236	224	85	1236	1206	1221	70
2	Во + Мо	197	226	212	85	1473	1500	1486	70
3	Біо-гель	228	206	217	85	1509	1485	1497	70
4	Хелафіт	197	220	208	85	1478	1452	1465	70
густина – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	219	202	210	85	1152	1170	1161	71
2	Во + Мо	207	225	216	85	1405	1388	1396	71
3	Біо-гель	225	205	215	85	1419	1409	1414	71
4	Хелафіт	215	232	223	85	1413	1390	1402	71
густина – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	185	197	191	85	1074	1101	1087	72
2	Во + Мо	184	176	180	85	1292	1280	1286	72
3	Біо-гель	185	170	177	85	1318	1329	1324	72
4	Хелафіт	186	203	194	85	1297	1316	1306	72
Сорт Світ									
густина – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	249	235	242	86	1408	1382	1395	71
2	Во + Мо	217	235	226	86	1608	1600	1604	71
3	Біо-гель	214	220	217	86	1677	1707	1692	71
4	Хелафіт	244	218	231	86	1649	1661	1655	71

густина – 1,2 млн/га

1	Вода-контроль	207	230	218	86	1330	1318	1324	72
2	Во + Мо	210	218	214	86	1556	1590	1573	72
3	Біо-гель	226	196	211	86	1614	1614	1624	72
4	Хелафіт	216	232	224	86	1580	1580	1591	72
густота – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	215	203	209	86	1274	1302	1288	73
2	Во + Мо	208	194	201	86	1527	1507	1517	73
3	Біо-гель	199	215	207	86	1602	1588	1595	73
4	Хелафіт	218	210	214	86	1532	1560	1546	73
НІР ₀₅ , г/м ² : А				8,70				72,66	
В				10,05				83,90	
С				8,70				72,66	
АВ				17,41				145,31	
АС				15,08				125,84	
ВС				17,41				145,31	
АВС				30,15				251,69	

Додаток В.3

Динаміка ваги надземної маси сортів гороху залежно від фаз розвитку та досліджуваних факторів в 2021 р.

№ п\п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Вага надземної маси в фазу вусоутворення /29.04/, г/м ²				Вага надземної маси в фазу бутонізації /20.05/, г/м ²			
		Повторення		Серед не	Волог ість, %	Повторення		Серед не	Волог ість, %
		1	2			1	2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фактор А – сорт Оплот									
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	230	220	225	83	1555	1465	1510	73
2	Во + Мо	223	241	232	83	1956	1984	1970	73
3	Біо-гель	224	237	230	83	2253	2157	2205	73
4	Хелафіт	242	212	227	83	2177	2103	2140	73
густина – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	201	219	210	83	1410	1490	1450	73
2	Во + Мо	198	216	207	83	1915	1865	1890	73
3	Біо-гель	220	204	212	83	2130	2200	2165	73
4	Хелафіт	222	206	214	83	2043	2097	2070	73
густина – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	189	172	180	83	1594	1426	1560	73
2	Во + Мо	176	206	191	83	2137	2228	2183	73
3	Біо-гель	179	189	184	83	2345	2275	2310	73
4	Хелафіт	172	202	187	83	2268	2320	2294	73
Сорт Модус									
густина – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	199	215	207	85	1290	1330	1310	75
2	Во + Мо	217	203	210	85	1772	1708	1740	75
3	Біо-гель	214	192	203	86	1885	1835	1860	75
4	Хелафіт	205	223	214	85	1775	1835	1805	75
густина – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	209	187	198	85	1293	1227	1260	75
2	Во + Мо	182	202	192	85	1686	1654	1670	75
3	Біо-гель	181	207	194	85	1753	1807	1780	75
4	Хелафіт	195	179	187	85	1677	1743	1710	75
густина – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	176	194	185	85	1143	1197	1170	75
2	Во + Мо	184	176	180	85	1580	1630	1605	75
3	Біо-гель	175	191	183	85	1735	1685	1710	75
4	Хелафіт	189	173	181	85	1684	1636	1660	75
Сорт Світ									
густина – 1,5 млн/га									
1	Вода-контроль	248	216	232	86	1597	1643	1620	74
2	Во + Мо	224	255	241	86	1819	1861	1840	74
3	Біо-гель	227	249	238	86	2184	2136	2160	74
4	Хелафіт	262	226	244	86	2008	2052	2030	74
густина – 1,2 млн/га									
1	Вода-контроль	207	229	218	86	1588	1532	1560	74

2	Во + Мо	208	219	213	86	1776	1834	1805	74
3	Біо-гель	233	209	221	86	2140	2088	2114	74
4	Хелафіт	214	232	223	86	1990	2024	2007	74
густота – 0,9 млн/га									
1	Вода-контроль	213	201	207	86	1501	1531	1516	74
2	Во + Мо	188	218	203	86	1792	1754	1773	74
3	Біо-гель	225	203	214	86	2110	2072	2091	74
4	Хелафіт	197	221	209	86	1968	1996	1982	74
НІР ₀₅ , г/м ² : А				8,84				26,38	
В				10,21				30,46	
С				8,84				26,38	
АВ				17,68				52,75	
АС				15,32				45,68	
ВС				17,68				52,75	
АВС				30,63				91,37	

Додаток Г.1

**Кількість бульбачок азотофіксуючих бактерій на коренях сортів гороху
залежно від впливу досліджуваних факторів в 2019 р.**

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Кількість бульбачок на коренях 10 рослин, шт		
		По повтореннях		Середнє
		1	2	
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	58	68	63
2	Мо + Во	88	76	82
3	Біо-гель	91	107	99
4	Хелафіт	91	97	94
густина посівів 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	69	61	65
2	Мо + Во	88	80	84
3	Біо-гель	99	107	103
4	Хелафіт	93	103	98
густина посівів 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	64	72	68
2	Мо + Во	79	89	84
3	Біо-гель	109	101	105
4	Хелафіт	105	91	98
сорт Модус				
густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	50	62	56
2	Мо + Во	85	80	82
3	Біо-гель	82	74	78
4	Хелафіт	77	81	79
густина 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	56	64	60
2	Мо + Во	82	75	78
3	Біо-гель	91	81	86
4	Хелафіт	79	87	83
густина 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	61	66	63
2	Мо + Во	84	76	80
3	Біо-гель	83	93	88
4	Хелафіт	79	89	84
сорт Світ				
густина 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	74	62	68

2	Мо + Во	80	90	85
3	Біо-гель	105	113	109
4	Хелафіт	105	97	102
густота 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	88	76	72
2	Мо + Во	93	86	89
3	Біо-гель	109	121	115
4	Хелафіт	104	108	106
густота 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	75	70	72
2	Мо + Во	92	104	98
3	Біо-гель	121	107	114
4	Хелафіт	111	107	109
	НІР ₀₅ , шт.: А			3,94
	В			3,94
	С			4,55
	АВ			7,88
	АС			7,88
	ВС			7,93
	АВС			13,64

Додаток Г.2

**Кількість бульбачок азотофіксуючих бактерій на коренях сортів гороху
залежно від впливу досліджуваних факторів в 2020 р.**

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Кількість бульбачок на коренях 10 рослин, шт		
		По повтореннях		Середнє
		1	2	
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	53	47	50
2	Мо + Во	57	60	58
3	Біо-гель	61	66	63
4	Хелафіт	58	62	60
густина посівів 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	43	47	45
2	Мо + Во	53	50	51
3	Біо-гель	63	57	60
4	Хелафіт	52	55	54
густина посівів 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	46	40	43
2	Мо + Во	57	51	54
3	Біо-гель	64	58	61
4	Хелафіт	53	57	55
сорт Модус				
густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	37	41	39
2	Мо + Во	46	42	44
3	Біо-гель	49	51	50
4	Хелафіт	45	49	47
густина 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	46	40	43
2	Мо + Во	49	53	51
3	Біо-гель	56	56	56
4	Хелафіт	53	51	52
густина 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	47	49	47
2	Мо + Во	57	51	54
3	Біо-гель	62	58	60
4	Хелафіт	57	55	56
сорт Світ				
густина 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	55	52	53

2	Мо + Во	59	64	62
3	Біо-гель	69	65	67
4	Хелафіт	68	63	65
густота 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	54	56	55
2	Мо + Во	67	61	64
3	Біо-гель	66	70	68
4	Хелафіт	63	65	64
густота 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	53	59	56
2	Мо + Во	67	62	64
3	Біо-гель	67	71	69
4	Хелафіт	63	69	66
	НІР ₀₅ , шт.: А			1,84
	В			2,13
	С			1,84
	АВ			3,69
	АС			3,19
	ВС			3,69
	АВС			6,38

Додаток Г.3

**Кількість бульбачок азотофіксуючих бактерій на коренях сортів гороху
залежно від впливу досліджуваних факторів в 2021 р.**

№ п/п	Фактор С - варіанти обробки посівів	Кількість бульбачок на коренях 10 рослин, шт		
		По повтореннях		Середнє
		1	2	
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	55	61	58
2	Мо + Во	79	73	76
3	Біо-гель	87	81	84
4	Хелафіт	78	82	80
густина посівів 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	62	60	61
2	Мо + Во	84	78	80
3	Біо-гель	88	94	91
4	Хелафіт	86	84	85
густина посівів 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	67	63	65
2	Мо + Во	78	82	80
3	Біо-гель	96	92	94
4	Хелафіт	87	88	88
сорт Модус				
густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	46	52	49
2	Мо + Во	69	67	68
3	Біо-гель	73	79	76
4	Хелафіт	72	70	71
густина 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	56	50	53
2	Мо + Во	68	72	70
3	Біо-гель	81	77	79
4	Хелафіт	74	72	73
густина 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	56	60	58
2	Мо + Во	73	75	74
3	Біо-гель	80	84	82
4	Хелафіт	77	75	76
сорт Світ				
густина 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	59	63	61

2	Мо + Во	80	76	78
3	Біо-гель	93	97	95
4	Хелафіт	96	90	93
густота 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	65	63	64
2	Мо + Во	78	82	80
3	Біо-гель	104	100	102
4	Хелафіт	95	97	96
густота 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	66	70	68
2	Мо + Во	82	80	81
3	Біо-гель	97	101	99
4	Хелафіт	91	93	92
	НІР ₀₅ , шт.: А			1,73
	В			1,99
	С			1,73
	АВ			3,46
	АС			2,99
	ВС			3,46
	АВС			5,98

Додаток Д.1

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на схожість насіння сортів гороху при різній густоті посівів в 2019 р.

№ п/п	Фактор С - варіанти обробки посівів	Схожість насіння, %		
		По повтореннях		Середнє
		1	2	
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	96	95	95
2	Мо + Во	96	96	96
3	Біо-гель	96	95	96
4	Хелафіт	96	96	96
густина посівів - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	97	96	96
3	Біо-гель	97	97	97
4	Хелафіт	96	98	97
густина посівів - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	95	96	95
2	Мо + Во	96	97	96
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	97	95	96
сорт Модус				
густина посівів - 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	95	95	95
2	Мо + Во	95	96	96
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	96	95	96
густина - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	95	96	96
2	Мо + Во	96	96	96
3	Біо-гель	97	96	97
4	Хелафіт	97	97	97
густина - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	95	97	96
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	96	97	96
сорт Світ				
густина - 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	95	95	95
2	Мо + Во	96	95	96
3	Біо-гель	96	96	96

4	Хелафіт	96	96	96
густота - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	96	97	97
3	Біо-гель	97	97	97
4	Хелафіт	96	97	97
густота - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	95	96	95
2	Мо + Во	96	96	96
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	97	97	97
	НІР ₀₅ , шт.: А			0,35
	В			0,41
	С			0,35
	АВ			0,71
	АС			0,61
	ВС			0,71
	АВС			1,23

Додаток Д.2

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на якісні показники насіння сортів гороху при різній густоті посівів в 2020 р.

№ п/п	Фактор С - варіанти обробки посівів	Схожість насіння, %		
		По повтореннях		Середнє
		1	2	
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	96	95	95
2	Мо + Во	96	96	96
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	97	96	96
густина посівів - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	95	97	96
3	Біо-гель	97	95	96
4	Хелафіт	96	96	96
густина посівів - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	97	95	96
2	Мо + Во	97	97	97
3	Біо-гель	97	97	97
4	Хелафіт	96	96	96
сорт Модус				
густина посівів - 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	95	95	95
2	Мо + Во	95	96	95
3	Біо-гель	97	96	96
4	Хелафіт	96	96	96
густина - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	97	95	96
2	Мо + Во	97	96	96
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	95	96	95
густина - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	96	95	95
3	Біо-гель	97	95	96
4	Хелафіт	95	97	96
сорт Світ				
густина - 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	95	97	96
2	Мо + Во	96	96	96
3	Біо-гель	97	95	96

4	Хелафіт	96	96	96
густота - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	96	95	95
3	Біог-ель	97	96	96
4	Хелафіт	95	95	95
густота - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	95	95	95
2	Мо + Во	95	96	95
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	96	96	96
	НІР ₀₅ , шт.: А			0,44
	В			0,51
	С			0,44
	АВ			0,89
	АС			0,77
	ВС			0,89
	АВС			1,54

Додаток Д.3

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на якісні показники насіння сортів гороху при різній густоті посівів в 2021 р.

№ п/п	Фактор С - варіанти обробки посівів	Схожість насіння, %		
		По повтореннях		Середнє
		1	2	
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	95	97	96
2	Мо + Во	97	97	97
3	Біо-гель	97	95	96
4	Хелафіт	96	96	96
густина посівів - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	96	95	95
2	Мо + Во	95	97	96
3	Біо-гель	96	96	96
4	Хелафіт	97	97	97
густина посівів - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	95	95	95
2	Мо + Во	97	95	96
3	Біо-гель	95	97	96
4	Хелафіт	96	96	96
сорт Модус				
густина посівів - 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	96	95	95
3	Біо-гель	97	95	96
4	Хелафіт	97	97	97
густина - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	95	95	95
2	Мо + Во	95	95	95
3	Біо-гель	95	97	96
4	Хелафіт	97	95	96
густина - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	96	95	95
3	Біо-гель	97	95	96
4	Хелафіт	95	97	96
сорт Світ				
густина - 1,5 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	97	97	97

3	Біо-гель	95	97	96
4	Хелафіт	97	97	97
густота - 1,2 млн/га				
1	Вода-контроль	96	96	96
2	Мо + Во	97	95	96
3	Біо-гель	97	97	97
4	Хелафіт	96	96	96
густота - 0,9 млн/га				
1	Вода-контроль	95	97	96
2	Мо + Во	97	95	96
3	Біо-гель	97	96	96
4	Хелафіт	95	95	95
	НІР ₀₅ , шт.: А			0,54
	В			0,62
	С			0,54
	АВ			1,08
	АС			0,94
	ВС			1,08
	АВС			1,87

Додаток Е.1

Вплив досліджуваних факторів на економічні показники при вирощуванні гороху сорту Оплот (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С- варіанти обробки посівів	Показники						
		Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Собівартість 1ц, грн	Всього затрат, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фактор В - густота посівів - 1,5 млн/га								
1	Вода-контроль	27,8	27,8	823,9	22904,8	33360,0	10455,2	45,6
2	Мо + Во	29,7	29,7	786,9	23370,9	35640,0	12269,1	52,5
3	Біо-гель	33,9	33,9	713,0	24172,1	40680,0	16507,9	68,3
4	Хелафіт	30,3	30,3	782,3	23702,4	36360,0	12657,6	53,4
густина посівів - 1,2 млн/га								
1	Вода-контроль	28,9	28,9	750,3	21683,9	34680,0	12996,1	59,9
2	Мо + Во	31,8	31,8	701,8	22315,9	38160,0	15844,1	71,0
3	Біо-гель	34,2	34,2	667,2	22818,5	41040,0	18221,5	79,9
4	Хелафіт	31,8	31,8	709,1	22547,9	38160,0	15612,1	69,2
густина посівів - 0,9 млн/га								
1	Вода-контроль	30,0	30,0	682,1	20463,0	36000,0	15537,0	75,9
2	Мо + Во	33,1	33,1	638,3	21128,2	39720,0	18591,8	88,0
3	Біо-гель	36,4	36,4	598,4	21780,1	43680,0	21899,9	100,6
4	Хелафіт	34,4	34,4	627,2	21575,8	41280,0	19704,2	91,3

Додаток Е.2

Вплив досліджуваних факторів на економічні показники при вирощуванні гороху сорту Модус (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Показники						
		Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Собівартість 1ц, грн	Всього затрат, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фактор В - густота посівів - 1,5 млн/га								
1	Вода-контроль	21,1	21,1	1032,9	21793,2	25320,0	3526,8	16,2
2	Мо + Во	23,4	23,4	954,1	22325,6	28080,0	5754,4	25,8
3	Біо-гель	25,6	25,6	890,4	22795,0	30720,0	7925,0	34,8
4	Хелафіт	22,8	22,8	985,0	22458,1	27360,0	4901,0	21,8
густина посівів - 1,2 млн/га								
1	Вода-контроль	25,5	25,5	828,2	21119,8	30600,0	9480,2	44,9
2	Мо + Во	29,8	29,8	737,7	21984,1	35760,0	13775,9	62,7
3	Біо-гель	31,2	31,2	715,4	22320,7	37440,0	15119,3	67,7
4	Хелафіт	30,7	30,7	728,5	22365,4	36840,0	14476,6	64,7
густина посівів - 0,9 млн/га								
1	Вода-контроль	23,9	23,9	813,8	19451,0	28680,0	9229,0	47,4
2	Мо + Во	26,2	26,2	762,7	19983,4	31440,0	11456,6	57,3
3	Біо-гель	28,3	28,3	722,1	20436,2	33900,0	13523,8	66,2
4	Хелафіт	26,4	26,4	767,0	20248,5	31680,0	11431,5	56,5

Додаток Е.3

Вплив досліджуваних факторів на економічні показники при вирощуванні гороху сорту Світ (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Показники						
		Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Собівартість 1ц, грн	Всього затрат, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фактор В - густота посівів - 1,5 млн/га								
1	Вода-контроль	23,8	23,8	934,5	22241,2	28560,0	6318,8	28,4
2	Мо + Во	27,1	27,1	846,5	22939,5	32520,0	9580,5	41,8
3	Біо-гель	29,8	29,8	788,3	23491,9	35760,0	12268,1	52,2
4	Хелафіт	28,3	28,3	825,8	23370,6	33960,0	10589,4	45,3
густина посівів - 1,2 млн/га								
1	Вода-контроль	28,2	28,2	764,8	21567,8	33840,0	12272,2	56,9
2	Мо + Во	33,1	33,1	680,7	22531,6	39720,0	17188,4	76,3
3	Біо-гель	35,0	35,0	655,7	22931,2	42000,0	19048,8	83,0
4	Хелафіт	32,5	32,5	697,4	22664,0	39000,0	16336,0	72,1
густина посівів - 0,9 млн/га								
1	Вода-контроль	26,6	26,6	748,1	19898,9	31920,0	12021,1	60,4
2	Мо + Во	30,2	30,2	683,7	20647,0	36240,0	15593,0	75,5
3	Біо-гель	33,6	33,6	634,4	21315,5	40320,0	19004,0	89,2
4	Хелафіт	31,3	31,3	672,9	21061,5	37560,0	16498,5	78,3

Додаток Ж.1

Вплив досліджуваних факторів на енергетичні показники при вирощуванні гороху сорту Оплот (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Показники					
		Урожай ність, ц/га	Прихід енергії, т ис.мДж на 1 га	Витрати енергії, тис мДж на 1 га	Приріст енергії на га, тис. мДж	Коефіціє нт	Енергоєм ність. тис. мДж
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор В - густота посівів - 1,5 млн/га							
1	Вода- контроль	27,8	49,18	27,77	21,40	1,77	1,00
2	Мо + Во	29,7	52,54	28,13	24,41	1,87	0,95
3	Біо-гель	33,9	59,97	28,91	31,06	2,07	0,85
4	Хелафіт	30,3	53,60	28,24	25,36	1,90	0,93
густина посівів - 1,2 млн/га							
1	Вода- контроль	28,9	51,12	25,51	25,61	2,00	0,88
2	Мо + Во	31,8	56,25	26,05	30,20	2,16	0,82
3	Біо-гель	34,2	60,50	26,50	34,01	2,28	0,77
4	Хелафіт	31,8	56,25	26,00	30,10	2,12	0,80
густина посівів - 0,9 млн/га							
1	Вода- контроль	30,0	53,07	23,25	29,82	2,28	0,77
2	Мо + Во	33,1	58,55	23,83	34,73	2,46	0,72
3	Біо-гель	36,4	64,39	24,44	39,96	2,64	0,67
4	Хелафіт	34,4	60,85	24,07	36,79	2,53	0,70

Додаток Ж.2

Вплив досліджуваних факторів на енергетичні показники при вирощуванні гороху сорту Модус (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Показники					
		Урожай ність, ц/га	Прихід енергії, т ис.мДж на 1 га	Витрати енергії, тис мДж на 1 га	Приріст енергії на га, тис. мДж	Коефіціє нт	Енергоєм ність. тис. мДж
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор В - густота посівів - 1,5 млн/га							
1	Вода- контроль	21,1	37,33	26,54	10,79	1,41	1,26
2	Мо + Во	23,4	41,40	26,97	14,43	1,54	1,15
3	Біо-гель	25,6	45,29	27,37	17,91	1,65	1,07
4	Хелафіт	22,8	40,33	26,86	13,48	1,50	1,18
густина посівів - 1,2 млн/га							
1	Вода- контроль	25,5	45,11	24,88	20,23	1,81	0,98
2	Мо + Во	29,8	52,72	25,68	27,03	2,05	0,86
3	Біо-гель	31,2	55,19	25,94	29,25	2,13	0,83
4	Хелафіт	30,7	54,31	25,85	28,46	2,10	0,84
густина посівів - 0,9 млн/га							
1	Вода- контроль	23,9	42,28	22,12	20,16	1,91	0,93
2	Мо + Во	26,2	46,35	22,55	23,80	2,06	0,86
3	Біо-гель	28,3	50,06	22,94	27,12	2,18	0,81
4	Хелафіт	26,4	46,70	22,59	24,11	2,07	0,86

Додаток Ж.3

Вплив досліджуваних факторів на енергетичні показники при вирощуванні гороху сорту Світ (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Показники					
		Урожайність, ц/га	Прихід енергії, тис.мДж на 1 га	Витрати енергії, тис МДЖ на 1 га	Приріст енергії на га, тис. мДж	Коефіцієнт	Енергоємність. тис. мДж
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор В - густота посівів - 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	23,8	42,10	27,04	15,07	1,56	1,14
2	Мо + Во	27,1	47,94	27,65	20,29	1,73	1,02
3	Біо-гель	29,8	52,72	28,15	24,57	1,87	0,94
4	Хелафіт	28,3	50,06	27,87	22,19	1,80	0,98
густина посівів - 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	28,2	49,89	25,38	24,50	1,97	0,90
2	Мо + Во	33,1	58,55	26,29	32,26	2,23	0,79
3	Біо-гель	35,0	61,92	26,64	35,27	2,32	0,76
4	Хелафіт	32,5	57,49	26,18	31,31	2,20	0,81
густина посівів - 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	26,6	47,06	22,62	24,44	2,08	0,85
2	Мо + Во	30,2	53,42	23,29	30,13	2,29	0,77
3	Біо-гель	33,6	59,44	23,92	35,52	2,49	0,71
4	Хелафіт	31,3	55,37	23,49	31,88	2,36	0,75

Додаток 3.1

Кількість утворених бобів на одній рослині залежно від досліджуваних факторів у сортів гороху в 2019 р.

Фактори			Повторення (n)	
A	C	B	I	II
1	1	1	4,4	4,8
	2		5,3	5,5
	3		5,9	5,5
	4		5,4	5,8
	1	2	4,8	5,2
	2		5,6	6,2
	3		6,4	6,0
	4		5,9	6,3
	1	3	5,5	5,1
	2		5,9	5,7
	3		6,3	6,1
	4		6,0	6,0
2	1	1	4,2	4,0
	2		4,6	4,4
	3		4,8	5,2
	4		4,8	5,0
	1	2	4,6	5,0
	2		4,9	4,9
	3		5,5	5,7
	4		5,0	5,4
	1	3	4,2	4,4
	2		5,1	5,3
	3		5,8	6,2
	4		5,5	5,3
3	1	1	4,2	4,6
	2		5,5	5,1
	3		5,7	5,5
	4		5,4	5,4
	1	2	4,8	5,2
	2		6,2	5,8
	3		6,1	6,3
	4		6,2	6,0
	1	3	5,4	5,0
	2		6,0	5,8
	3		6,2	6,0
	4		6,1	5,7

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F _ф	F ₀₅
Загальна, C _y	26,67	71	-	-	-
Повторень, C _p	0,02	1	-	-	-
Фактор А, C _A	6,37	2	3,19	61,29	3,27
Фактор В, C _B	12,19	3	4,06	78,15	2,87
Фактор С, C _C	4,92	2	2,46	47,32	3,27
Взаємодія АВ, C _{AB}	0,40	6	0,07	1,28	2,37
Взаємодія АС, C _{AC}	0,10	4	0,02	0,46	2,64
Взаємодія ВС, C _{BC}	0,07	6	0,01	0,21	2,37
Взаємодія АВС, C _{ABC}	0,78	12	0,07	1,26	2,04
Залишок	1,82	35	0,05	-	-

Найменування факторів	Пайова участь %	Похибка дослідів S_x	Похибка середньої S_d	Найменьшая сут. різниця НСР
A	25,67	0,05	0,07	0,13
B	49,10	0,05	0,08	0,13
C	19,82	0,05	0,07	0,15
AB	1,61	0,09	0,13	0,23
AC	0,38	0,08	0,11	0,27
BC	0,26	0,09	0,13	0,27
ABC	3,16	0,16	0,23	0,46

Додаток 3.2

Кількість утворених бобів на одній рослині залежно від досліджуваних факторів у сортів гороху в 2020 р.

Фактори			Повторення (n)	
A	C	B	I	II
1	1	1	4,1	4,5
	2		5,1	4,7
	3		5,0	5,2
	4		4,7	4,9
	1	2	4,8	4,4
	2		5,8	5,2
	3		5,4	6,0
	4		5,5	5,7
	1	3	5,0	4,6
	2		5,5	5,9
	3		6,0	5,6
	4		5,7	5,5
2	1	1	3,5	3,9
	2		4,2	4,0
	3		4,7	7,3
	4		4,2	4,4
	1	2	3,8	4,2
	2		4,2	4,4
	3		5,0	4,8
	4		4,7	4,3
	1	3	4,2	4,0
	2		4,8	5,2
	3		5,3	5,3
	4		5,3	5,3
3	1	1	4,0	4,2
	2		4,6	5,0
	3		5,3	5,1
	4		5,0	5,0
	1	2	4,3	4,7
	2		5,4	5,0
	3		5,7	5,5
	4		5,5	5,3
	1	3	4,6	4,8
	2		5,7	5,3
	3		5,6	6,0
	4		5,5	5,3

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F _ф	F ₀₅
Загальна, C _y	31,02	71	-	-	-
Повторень, C _p	0,11	1	-	-	-
Фактор А, C _A	4,53	2	2,27	15,45	3,27
Фактор В, C _B	12,98	3	4,33	29,51	2,87
Фактор С, C _C	3,74	2	1,87	12,77	3,27
Взаємодія АВ, C _{AB}	1,01	6	0,17	1,15	2,37
Взаємодія АС, C _{AC}	1,00	4	0,25	1,70	2,64
Взаємодія ВС, C _{BC}	0,80	6	0,13	0,91	2,37
Взаємодія АВС, C _{ABC}	1,71	12	0,14	0,97	2,04
Залишок	5,13	35	0,15	-	-

Найменування факторів	Пайова участь %	Похибка дослідів S_x	Похибка середньої S_d	Найменьшая сут. різниця НСР
A	17,58	0,08	0,11	0,22
B	50,36	0,09	0,13	0,22
C	14,52	0,08	0,11	0,26
AB	3,93	0,16	0,22	0,39
AC	3,87	0,14	0,19	0,45
BC	3,10	0,16	0,22	0,45
ABC	6,65	0,27	0,38	0,78

Додаток 3.3

Кількість утворених бобів на одній рослині залежно від досліджуваних факторів у сортів гороху в 2021 р.

Фактори			Повторення (n)	
A	C	B	I	II
1	1	1	4,4	4,6
	2		5,4	5,0
	3		5,4	5,6
	4		5,3	5,5
	1	2	5,0	4,8
	2		5,8	6,1
	3		6,0	6,4
	4		5,8	6,0
	1	3	5,0	5,2
	2		5,9	5,5
	3		6,2	6,4
	4		5,5	5,9
2	1	1	4,2	3,8
	2		4,5	4,7
	3		4,8	5,2
	4		4,8	4,6
	1	2	4,3	4,1
	2		4,9	5,3
	3		5,7	5,1
	4		5,0	5,0
	1	3	4,5	4,3
	2		5,5	5,3
	3		5,7	5,9
	4		5,1	5,5
3	1	1	4,2	4,4
	2		5,3	5,5
	3		5,4	5,6
	4		5,0	5,4
	1	2	5,4	5,2
	2		6,3	6,5
	3		6,7	7,1
	4		6,9	6,5
	1	3	5,3	5,7
	2		6,7	6,5
	3		7,2	7,0
	4		6,2	6,4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F _ф	F ₀₅
Загальна, C _y	43,08	71	-	-	-
Повторень, C _p	0,07	1	-	-	-
Фактор А, C _A	12,80	2	6,40	146,21	3,27
Фактор В, C _B	15,90	3	5,30	121,11	2,87
Фактор С, C _C	9,69	2	4,84	110,71	3,27
Взаємодія АВ, C _{AB}	0,23	6	0,04	0,89	2,37
Взаємодія АС, C _{AC}	2,08	4	0,52	11,88	2,64
Взаємодія ВС, C _{BC}	0,42	6	0,07	1,60	2,37
Взаємодія АВС, C _{ABC}	0,35	12	0,03	0,68	2,04
Залишок	1,53	35	0,04	-	-

Найменування факторів	Пайова участь %	Похибка дослідів S_x	Похибка середньої S_d	Найменьшая сут. різниця НСР
A	30,85	0,04	0,06	0,12
B	38,34	0,05	0,07	0,12
C	23,36	0,04	0,06	0,14
AB	0,57	0,09	0,12	0,21
AC	5,01	0,07	0,10	0,25
BC	1,02	0,09	0,12	0,25
ABC	0,85	0,15	0,21	0,42

Додаток 3.4

Кількість бобів, утворених після цвітіння на одній рослині в сортів гороху залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами, шт. (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками: шт.				Відсоток запліднення	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	шт.	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,6	4,3	4,6	4,5	0	0
2	Мо + Во	5,4	4,9	5,0	5,1	0,6	13
3	Біо-гель	5,7	5,1	5,6	5,5	1,0	22
4	Хелафіт	5,6	4,8	5,5	5,3	0,8	18
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	5,0	4,6	4,8	4,8	0	0
2	Мо + Во	6,9	5,5	6,1	5,8	1,0	21
3	Біо-гель	6,2	5,7	6,4	6,1	1,3	27
4	Хелафіт	6,1	5,6	6,0	5,9	1,1	23
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	5,3	4,8	5,2	5,1	0	0
2	Мо + Во	5,8	5,7	5,5	5,7	0,6	12
3	Біо-гель	6,2	5,8	6,4	6,1	1,0	19,6
4	Хелафіт	6,0	5,6	5,9	5,8	0,7	14
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,1	3,7	3,8	3,9	0	0
2	Мо + Во	4,5	4,1	4,7	4,4	0,5	13
3	Біо-гель	5,0	4,5	5,2	4,9	1,0	26
4	Хелафіт	4,9	4,3	4,6	4,6	0,7	18
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	4,8	4,0	4,1	4,3	0	0
2	Мо + Во	4,9	4,3	5,3	4,8	0,5	12
3	Біо-гель	5,6	4,9	5,1	5,2	0,9	21
4	Хелафіт	5,2	4,5	5,0	4,9	0,6	14
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	4,3	4,1	4,3	4,3	0	0

2	Мо + Во	5,2	5,0	5,3	5,2	0,9	15
3	Біо-гель	6,0	5,3	5,9	5,7	1,4	27
4	Хелафіт	5,4	5,1	5,5	5,3	1,0	20
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	4,4	4,1	4,4	4,3	0	0
2	Мо + Во	5,3	4,8	5,5	5,2	0,9	2,0
3	Біо-гель	5,6	5,2	5,6	6,5	1,2	28
4	Хелафіт	5,4	5,0	5,4	5,3	1,0	22
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	5,2	4,7	5,2	5,0	0	0
2	Мо + Во	5,8	5,2	6,5	5,8	0,8	16
3	Біо-гель	6,3	5,6	7,1	6,3	1,3	26
4	Хелафіт	6,0	5,4	6,5	6,0	1,0	20
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	5,0	4,7	5,7	5,1	0	0
2	Мо + Во	5,8	5,5	6,5	5,9	0,8	16
3	Біо-гель	6,0	5,8	7,0	6,3	1,2	24
4	Хелафіт	5,7	5,4	6,4	5,9	0,8	16
НІР ₀₅ , шт.:					0,12		
А					0,12		
В					0,14		
С					0,20		
АВ					0,23		
АС					0,23		
ВС					0,41		
ABC							

Додаток К.1

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посівів в 2019 р.

№ п/ п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Урожайність по повтореннях, т/га				Середнє, т/га
		I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	3,13	3,15	3,26	3,20	3,26
2	Во + Мо	3,52	3,41	3,33	3,58	3,46
3	Біо-гель	3,78	3,92	4,08	3,84	3,91
4	Хелафіт	3,53	3,43	3,35	3,61	3,48
густина – 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	3,39	3,34	3,29	3,46	3,37
2	Во + Мо	3,69	3,56	3,81	3,64	3,67
3	Біо-гель	3,98	3,92	3,85	4,11	3,96
4	Хелафіт	3,62	3,70	3,73	3,51	3,64
густина – 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	3,46	3,48	3,42	3,73	3,50
2	Во + Мо	3,97	3,95	3,76	3,69	3,84
3	Біо-гель	4,07	4,23	4,29	4,09	4,17
4	Хелафіт	4,08	4,01	4,15	3,93	3,95
Сорт - Модус						
густина – 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	1,81	2,06	2,18	1,95	2,00
2	Во + Мо	2,70	2,73	2,61	2,84	2,72
3	Біо-гель	2,85	2,91	3,02	2,74	2,88
4	Хелафіт	2,74	2,77	2,55	2,49	2,64
густина – 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	2,86	2,90	2,78	3,04	2,92
2	Во + Мо	3,32	3,47	3,35	3,60	3,44
3	Біо-гель	3,45	3,64	3,50	3,61	3,55
4	Хелафіт	3,53	3,50	3,66	3,41	3,52
густина – 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	2,89	2,67	2,73	2,86	2,78
2	Во + Мо	3,03	3,10	3,06	2,89	3,02
3	Біогель	3,31	3,20	3,36	3,09	3,24
4	Хелафіт	3,05	3,02	2,95	3,16	3,04
Фактор А – сорт Світ						
густина – 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	2,93	2,83	2,91	2,75	2,82
2	Во + Мо	3,24	3,04	3,22	2,95	3,11

3	Біо-гель	3,31	3,39	3,28	3,47	3,36
4	Хелафіт	3,28	3,20	3,31	3,16	3,24
густота - 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	3,27	3,46	3,41	3,30	3,36
2	Во + Мо	3,73	3,75	4,03	3,99	3,88
3	Біо-гель	4,12	4,00	4,15	3,97	4,06
4	Хелафіт	3,89	3,92	3,83	4,00	3,91
густота - 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	2,98	3,20	3,18	3,14	3,13
2	Во + Мо	3,45	3,55	3,42	3,66	3,52
3	Біо-гель	3,96	3,83	3,79	3,94	3,88
4	Хелафіт	3,58	3,60	2,74	3,52	3,61
	НІР ₀₅ , т/га: А					0,05
	В					0,05
	С					0,06
	АВ					0,09
	АС					0,10
	ВС					0,10
	АВС					0,18

Додаток К.2

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посівів в 2020р.

№ п\п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Урожайність по повтореннях, т/га				Серед не, т/га
		I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	1,97	2,03	1,89	1,75	1,91
2	Во + Мо	2,36	2,45	2,31	2,56	2,42
3	Біо-гель	2,71	2,74	2,64	2,82	2,70
4	Хелафіт	2,54	2,44	2,55	2,35	2,47
густина – 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	2,12	2,01	1,96	2,11	2,05
2	Во + Мо	2,64	2,53	2,65	2,46	2,57
3	Біо-гель	2,71	2,65	2,83	2,70	2,72
4	Хелафіт	2,54	2,47	2,51	2,67	2,55
густина – 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	1,97	2,05	2,09	1,93	2,01
2	Во + Мо	2,59	2,72	2,83	2,65	2,70
3	Біо-гель	2,90	2,72	2,78	2,96	2,87
4	Хелафіт	2,93	2,90	2,77	2,80	2,75
Сорт - Модус						
густина – 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	1,36	1,47	1,34	1,51	1,42
2	Во + Мо	1,92	1,85	1,95	1,80	1,88
3	Біо-гель	2,09	2,06	1,99	2,19	2,08
4	Хелафіт	1,79	1,81	1,73	1,85	1,80
густина – 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	1,72	1,86	1,96	1,73	1,82
2	Во + Мо	2,30	2,46	2,53	2,35	2,41
3	Біо-гель	2,50	2,53	2,75	2,68	2,52
4	Хелафіт	2,49	2,43	2,38	2,59	2,47
густина – 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	1,49	1,44	1,40	1,55	1,47
2	Во + Мо	2,17	2,12	2,27	2,04	2,15
3	Біо-гель	2,15	2,41	2,37	2,19	2,28
4	Хелафіт	2,08	2,05	2,26	2,15	2,13
Фактор А – сорт Світ						
густина – 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	1,72	1,83	1,94	1,75	1,81
2	Во + Мо	2,11	2,21	2,37	2,15	2,26

3	Біо-гель	2,23	2,25	2,43	2,41	2,53
4	Хелафіт	2,28	2,35	2,43	2,30	2,34
густота - 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	1,90	1,84	1,78	1,96	1,87
2	Во + Мо	2,62	2,72	2,63	2,48	2,61
3	Біо-гель	2,76	2,75	2,61	2,78	2,73
4	Хелафіт	2,43	2,60	2,67	2,50	2,55
густота - 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	1,86	1,82	1,93	1,75	1,84
2	Во + Мо	2,46	2,40	2,55	2,31	2,43
3	Біо-гель	2,68	2,70	2,66	2,84	2,72
4	Хелафіт	2,45	2,64	2,43	2,57	2,52
	НІР ₀₅ , т/га: А					0,08
	В					0,08
	С					0,09
	АВ					0,13
	АС					0,16
	ВС					0,16
	АВС					0,27

Додаток К.3

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посівів в 2021 р.

№ п\п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Урожайність по повтореннях, т/га				Серед не, т/га
		I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посівів 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	2,92	2,88	2,91	2,73	2,86
2	Во + Мо	2,95	3,07	2,88	3,18	3,02
3	Біо-гель	3,62	3,53	3,72	3,45	3,58
4	Хелафіт	3,17	3,11	3,05	3,27	3,15
густина – 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	3,18	3,20	2,89	2,93	3,05
2	Во + Мо	3,30	3,35	3,17	3,42	3,31
3	Біо-гель	3,77	3,56	3,72	3,51	3,58
4	Хелафіт	3,37	3,33	3,48	3,26	3,36
густина – 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	3,07	3,19	3,05	3,28	3,14
2	Во + Мо	3,50	3,51	3,23	3,32	3,39
3	Біо-гель	3,95	3,84	3,71	3,98	3,87
4	Хелафіт	3,57	3,66	3,80	3,53	3,64
Сорт - Модус						
густина – 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	2,12	2,22	2,05	2,29	2,17
2	Во + Мо	2,38	2,32	2,48	2,54	2,43
3	Біо-гель	2,71	2,75	2,83	2,59	2,72
4	Хелафіт	2,21	2,52	2,36	2,47	2,39
густина – 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	2,72	2,86	2,57	2,49	2,66
2	Во + Мо	3,13	3,12	2,98	3,17	3,10
3	Біо-гель	3,30	3,32	3,20	3,36	3,30
4	Хелафіт	3,16	3,24	3,36	3,08	3,21
густина – 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	2,36	2,56	2,46	2,58	2,49
2	Во + Мо	2,67	2,72	2,58	2,83	2,70
3	Біо-гель	2,91	2,94	3,16	2,80	2,96
4	Хелафіт	2,75	2,78	2,63	2,80	2,75
Фактор А – сорт Світ						
густина – 1,5 млн/га						
1	Вода-контроль	2,18	2,27	2,36	2,11	2,23
2	Во + Мо	2,79	2,77	2,61	2,88	2,76

3	Біо-гель	3,07	3,02	2,91	3,20	3,05
4	Хелафіт	2,79	2,97	3,16	2,80	2,93
густота - 1,2 млн/га						
1	Вода-контроль	2,75	2,93	2,84	3,08	2,90
2	Во + Мо	3,46	3,47	3,56	3,31	3,45
3	Біо-гель	3,67	3,73	3,84	3,60	3,71
4	Хелафіт	3,34	3,24	3,13	3,41	3,28
густота - 0,9 млн/га						
1	Вода-контроль	2,70	2,66	2,81	2,55	2,68
2	Во + Мо	3,06	3,16	3,01	3,25	3,12
3	Біо-гель	3,53	3,44	3,37	3,62	3,49
4	Хелафіт	3,32	3,23	3,14	3,35	3,26
	НІР ₀₅ , т/га: А					0,05
	В					0,05
	С					0,06
	АВ					0,08
	АС					0,09
	ВС					0,09
	АВС					0,16

Додаток К.4

Урожайність зерна гороху за різних густот посівів у 2019–2021 роках (т/га)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками, т/га				Прибавка відносно контролю	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	3,26	2,21	2,86	2,78	0	0
2	Мо + Во	3,46	2,42	3,02	2,97	0,19	7,1
3	Біо-гель	3,91	2,70	3,58	3,39	0,61	22
4	Хелафіт	3,48	2,47	3,15	3,03	0,25	9,0
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,37	2,25	3,05	2,89	0	0
2	Мо + Во	3,67	2,57	3,31	3,18	0,29	10,0
3	Біо-гель	3,96	2,72	3,58	3,42	0,53	18,3
4	Хелафіт	3,64	2,55	3,36	3,18	0,26	10,0
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,50	2,36	3,14	3,00	0	0
2	Мо + Во	3,84	2,70	3,39	3,31	0,31	10,3
3	Біо-гель	4,17	2,87	3,87	3,64	0,64	21,3
4	Хелафіт	3,94	2,75	3,64	3,44	0,44	14,7
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,40	1,77	2,17	2,11	0	0
2	Мо + Во	2,72	1,88	2,43	2,34	0,23	10,9
3	Біо-гель	2,88	2,08	2,72	2,56	0,45	21,3
4	Хелафіт	2,64	1,80	2,39	2,28	0,17	8,1
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	2,92	2,08	2,66	2,55	0	0
2	Мо + Во	3,44	2,41	3,10	2,98	0,44	16,9
3	Біо-гель	3,55	2,52	3,30	3,12	0,57	22,3
4	Хелафіт	3,52	2,47	3,21	3,07	0,52	20,3
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	2,78	1,91	2,49	2,39	0	0

2	Мо + Во	3,02	2,15	2,70	2,62	0,23	9,6
3	Біо-гель	3,29	2,28	2,96	2,83	0,44	18,4
4	Хелафіт	3,04	2,13	2,75	2,64	0,25	10,5
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,82	2,09	2,23	2,38	0	0
2	Мо + Во	3,11	2,26	2,76	2,71	0,33	13,9
3	Біо-гель	3,36	2,53	3,05	2,98	0,60	25,2
4	Хелафіт	3,24	2,34	2,93	2,83	0,45	18,9
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,36	2,22	2,90	2,82	0	0
2	Мо + Во	3,88	2,61	3,45	3,31	0,49	17,3
3	Біо-гель	4,06	2,73	3,71	3,50	0,68	24,1
4	Хелафіт	3,91	2,55	3,28	3,25	0,43	15,2
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,13	2,24	2,60	2,66	0	0
2	Мо + Во	3,52	2,43	3,12	3,02	0,36	13,5
3	Біо-гель	3,88	2,72	3,49	3,36	0,70	26,3
4	Хелафіт	3,61	2,52	3,26	3,13	0,47	17,7
НІР ₀₅ , т/га :		A			0,05		
		B			0,05		
		C			0,06		
		AB			0,09		
		AC			0,10		
		BC			0,10		
		ABC			0,18		

Додатки Л.1-3.

Впровадження у виробництво

ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

«РОКСОЛАНА»

75014, Херсонська область, Білозерський район, с.Миролюбівка, вул.
Будівельників,8

тел.8096 9059 797, код ЄДРПОУ 19223926

ДОВІДКА ПРО ВИРОБНИЧЕ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів наукового дослідження

Даною довідкою засвідчуємо, що результати наукових досліджень аспірантки кафедри землеробства Ковшакіної Т. С. з теми «Вплив біостимуляторів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посіву», що формували дисертаційну роботу на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія», пройшли виробничу перевірку в умовах ФГ «РОКСОЛАНА» (с. Миролюбівка, Білозерського району Херсонської області) і характеризуються достатнім рівнем економічної ефективності.

Площа виробничого посіву гороху в агрономічних сезонах 2021 та 2023 рр. складала відповідно: в 2021 році – 45 га сорту Оплот з врожайністю 3,5 т/га, з валовим збором 158 т та рівнем рентабельності 107 %, а в 2023 році - 90 га, з врожайністю товарного зерна гороху, отриманої за біологізованої технології вирощування культури – 3,4 т/га, валовий збір рослинницької сировини склав 306 т за рівня рентабельності виробництва 102 %.

Розроблену Ковшакіною Т. С. зональну біологізовану технологію вирощування гороху на насіння планується і в подальшому застосовувати у виробничій діяльності ФГ «РОКСОЛАНА» в структурі посівів як товарного насіння зернобобових культур, так і в системі насінництва.

Директор ФГ «РОКСОЛАНА»



Максимов М. В.

ФОП «Федорчук»

Україна, 73489, селище Приозерне, Корабельний район, Херсонська обл.

Вих. № 29 від 10 жовтня 2021 р.

ДОВІДКА

про виробниче впровадження результатів наукового дослідження
Ковшакової Тетяни Сергіївни на тему «Вплив біостимуляторів та
мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посіву»

Даною довідкою засвідчуємо, що результати наукових досліджень
аспірантки кафедри землеробства Ковшакової Т. С. з тематики «Вплив
біостимуляторів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за
різних густот посіву», що формували дисертаційну роботу на здобуття
наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія»,
пройшли виробничу перевірку в умовах ФОП «Федорчук» (селище Приозерне,
Корабельний район, Херсонська обл.) і виявили достатній рівень економічної
ефективності.

Площа виробничого посіву гороху в агрономічному сезоні 2021 р.
складала 20 га сорту Оплот з врожайністю 3,4 т/га, з валовим збором 72 т та
рівнем рентабельності виробництва 98 %. Розроблену Ковшаковою Т. С.
зональну біологізовану технологію вирощування гороху на зерно планується і
в подальшому застосовувати у виробничій діяльності господарства в структурі
посівів товарного зерна зернобобових культур.

Керівник ФОП «Федорчук»



Федорчук М. Д.

ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО «АГРОФІРМА «АВАНГАРД»

Україна, пошт. індекс 67749, село Садове, вул. 40-річчя Перемоги, 16 Білгород
Дністровський район, в філії обласне управління АТ «Ощадбанк» Одеської області
р/р UA3032884500000002600030110447 в МФО 328845 ЄДРПОУ 23990531

Вих. № 21/2 від 21 жовтня 2024 р.

ДОВІДКА

про виробниче впровадження результатів наукового дослідження
Ковшакової Тетяни Сергіївни на тему «Вплив біостимуляторів та
мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посіву»

Даною довідкою засвідчуємо, що результати наукових досліджень
аспірантки кафедри землеробства Ковшакової Т. С. з тематики «Вплив
біостимуляторів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за
різних густот посіву», що формували дисертаційну роботу на здобуття
наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія»,
пройшли виробничу перевірку в умовах ПП «Агрофірма «Авангард» (с.
Садове, Білгород Дністровського району Одеської області) і виявили достатній
рівень економічної ефективності.

Площа виробничого посіву гороху в агрономічному сезоні 2021 р.
складала 30 га сорту Оплот з врожайністю 3,6 т/га, з валовим збором 108 т та
рівнем рентабельності виробництва 112 %. Розроблену Ковшаковою Т. С.
зональну біологізовану технологію вирощування гороху на зерно планується і
в подальшому застосовувати у виробничій діяльності господарства в структурі
посівів товарного зерна зернобобових культур.

Керівник ПП «Агрофірма «Авангард»



Гончар А.В.

Головний агроном господарства

Гончар В.А.

ПІБ

Додаток М



Додаток М.1. Відбір зразків для визначення ваги надземної маси гороху



Додаток М.2 Відбір зразків для визначення кількості утворених бобів



Додаток М.3. Приготування робочого розчину досліджуваних препаратів



Додаток М.4. Робочий процес оформлення дослідів

Додаток Н.1.

Вплив біостимуляторів та мікроелементів на довжину міжфазових періодів у сортів гороху, днів (середнє за 2019-2021 рр.)

№ п\п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Посів - сходи	Сходи - бутонізація	Бутонізація - цвітіння	Цвітіння - повна стиглість	Вегетаційний період, днів	Плюс – мінус до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1.	Вода-контроль	11	38	5	30	73	0
2.	Во + Мо	11	41	7	29	77	+4
3.	Біо-гель	11	42	8	31	81	+8
4.	Хелафіт	11	30	7	29	76	+3
густина посівів – 1,2 млн/га							
1.	Вода- контроль	11	39	7	29	75	0
2.	Во + Мо	11	42	7	30	79	+4
3.	Біо-гель	11	43	8	32	83	+8
4.	Хелафіт	11	41	9	30	80	+5
густина посівів – 0,9 млн/га							
1.	Вода-контроль	11	40	7	30	77	0
2.	Во + Мо	11	43	7	32	82	+5
3.	Біо-гель	11	45	7	32	84	+7
4.	Хелафіт	11	44	7	30	81	+4
Сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1.	Вода-контроль	10	36	7	28	71	0
2.	Во + Мо	10	38	9	30	77	+6
3.	Біо-гель	10	39	9	30	78	+7
4.	Хелафіт	10	39	8	30	77	+6
густина посівів – 1,2 млн/га							
1.	Вода-контроль	10	37	8	28	73	0
2.	Во + Мо	10	39	10	30	79	+6
3.	Біо-гель	10	41	10	31	80	+7
4.	Хелафіт	10	40	9	30	79	+6

густота посівів – 0,9 млн/га							
1.	Вода-контроль	10	39	9	27	75	0
2.	Во + Мо	10	41	10	29	80	+5
3.	Біо-гель	10	43	10	30	83	+8
4.	Хелафіт	10	42	9	29	80	+5
Сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1.	Вода-контроль	12	39	6	28	73	0
2.	Во + Мо	12	42	6	31	79	+6
3.	Біо-гель	12	42	7	31	80	+7
4.	Хелафіт	12	41	7	29	77	+4
густота посівів - 1,2 млн/га							
1.	Вода-контроль	12	40	6	29	75	0
2.	Во + Мо	12	44	6	32	82	+7
3.	Біо-гель	12	44	7	32	83	+8
4.	Хелафіт	12	44	7	30	79	+4
густота посівів – 0,9 млн/га							
1.	Вода-контроль	12	42	6	30	78	0
2.	Во + Мо	12	45	7	32	84	+6
3.	Біо-гель	12	46	7	33	86	+8
4.	Хелафіт	12	45	7	32	84	+6

Додаток Н.2.

Висота рослин гороху у фазу цвітіння залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2019 – 2021рр.), см

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками: висота рослин, см.				Прибавка відносно контролю	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	см	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	58	61	60	60	0	0
2	Мо + Во	61	64	63	63	3	5,0
3	Біо-гель	66	69	67	67	7	11,7
4	Хелафіт	62	66	64	64	4	6,7
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	56	60	57	58	0	0
2	Мо + Во	62	62	60	61	3	5,2
3	Біо-гель	67	67	66	67	9	15,5
4	Хелафіт	64	64	63	64	6	10,3
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	55	58	57	57	0	0
2	Мо + Во	62	60	61	61	4	7,0
3	Біо-гель	66	65	68	66	9	15,8
4	Хелафіт	60	63	63	62	5	8,8
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	59	56	59	58	0	0
2	Мо + Во	61	60	62	61	3	5,2
3	Біо-гель	67	64	65	65	7	12,1
4	Хелафіт	64	62	64	63	5	8,6
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	50	53	53	52	0	0
2	Мо + Во	57	57	57	57	5	9,6
3	Біо-гель	61	60	63	61	9	17,3
4	Хелафіт	58	58	61	59	7	13,5
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	44	50	50	48	0	0
2	Мо + Во	57	56	55	56	8	16,6
3	Біо-гель	56	58	56	57	9	18,7

4	Хелафіт	59	55	55	56	8	16,6
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	61	63	62	62	0	0
2	Мо + Во	66	67	66	66	4	9,4
3	Біо-гель	69	72	71	71	9	14,5
4	Хелафіт	66	69	67	67	5	8,1
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	57	61	59	59	0	0
2	Мо + Во	60	65	62	62	3	5,1
3	Біо-гель	63	70	68	67	8	13,6
4	Хелафіт	60	67	65	64	5	8,5
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	55	60	56	57	0	0
2	Мо + Во	58	64	60	61	4	7,0
3	Біо-гель	61	68	66	65	8	14,0
4	Хелафіт	59	65	63	62	5	8,8
НІР ₀₅ , см: А		1,30	1,48	1,86			
В		1,30	1,48	1,86			
С		1,50	1,71	2,15			
АВ		2,25	2,56	3,23			
АС		2,60	2,95	3,73			
ВС		2,60	2,95	3,73			
АВС		4,51	5,12	6,45			

Додаток Н.3.

**Вплив досліджуваних факторів на кількість листків на одній рослині
гороху у фазу цвітіння (середнє за 2019 – 2021рр.), шт.**

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками: кількість листків, шт.				Прибавка відносно контролю	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	шт.	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	34	31	33	33	0	0
2	Мо + Во	39	35	36	37	4	12,1
3	Біо-гель	42	40	42	41	8	24,2
4	Хелафіт	37	36	38	37	4	12,1
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	37	34	35	35	0	0
2	Мо + Во	44	37	40	40	5	14,2
3	Біо-гель	46	42	43	44	9	25,7
4	Хелафіт	43	39	37	40	5	14,2
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	38	38	36	37	0	0
2	Мо + Во	46	40	43	43	6	16,2
3	Біо-гель	48	44	45	46	9	24,3
4	Хелафіт	45	42	44	44	7	18,9
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	32	28	30	30	0	0
2	Мо + Во	37	34	36	33	3	10,0
3	Біо-гель	38	36	38	37	7	23,3
4	Хелафіт	37	34	36	36	6	20,0
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	34	31	30	32	0	0
2	Мо + Во	38	35	34	36	8	12,5
3	Біо-гель	41	38	36	38	10	18,8
4	Хелафіт	39	36	35	37	9	15,6
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	32	31	28	30	0	0
2	Мо + Во	34	37	32	34	4	13,3

3	Біо-гель	36	40	35	37	7	23,3
4	Хелафіт	35	38	32	35	5	16,7
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	34	32	35	34	0	0
2	Мо + Во	38	36	39	38	4	11,8
3	Біо-гель	40	40	42	41	7	20,5
4	Хелафіт	39	38	40	39	5	14,7
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	34	34	36	35	0	0
2	Мо + Во	40	38	39	39	4	11,4
3	Біо-гель	43	41	41	42	7	20,0
4	Хелафіт	40	39	40	40	5	14,2
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	32	36	34	34	0	0
2	Мо + Во	37	38	37	37	3	8,8
3	Біо-гель	41	43	40	41	7	20,5
4	Хелафіт	38	40	38	39	5	14,7
НІР ₀₅ , шт.: А		1,52	1,36	1,74			
В		1,52	1,36	1,74			
С		1,76	1,57	2,01			
АВ		2,64	2,36	3,02			
АС		3,05	2,73	3,49			
ВС		3,05	2,73	3,49			
АВС		5,28	4,72	6,04			

Додаток Н.4.

Маса асиміляційного апарату в сухій речовині сортів гороху залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами, г/1 рослину (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками: маса вусів і листя з 1 рослини, г				Прибавка відносно контролю	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	г	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	6,5	5,6	6,5	6,2	0	0
2	Мо + Во	7,1	5,9	6,7	6,6	0,4	6,4
3	Біо-гель	8,1	6,9	8,0	7,7	1,1	23,6
4	Хелафіт	7,4	6,4	7,0	6,9	0,7	11,8
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	6,6	6,0	6,8	6,5	0	0
2	Мо + Во	6,7	6,2	7,2	6,7	0,2	3,1
3	Біо-гель	8,0	7,5	8,4	8,0	1,5	23,0
4	Хелафіт	8,0	6,8	7,4	7,4	0,9	13,8
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	7,0	6,5	6,7	6,7	0	0
2	Мо + Во	7,7	6,9	6,9	7,2	0,5	7,0
3	Біо-гель	8,6	8,0	8,1	8,2	1,5	22,4
4	Хелафіт	8,3	7,6	7,5	7,8	1,1	16,4
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	5,5	5,0	5,1	5,2	0	0
2	Мо + Во	6,1	5,2	5,7	5,7	0,5	9,6
3	Біо-гель	6,3	6,0	6,1	6,1	0,9	17,3
4	Хелафіт	6,0	5,5	5,6	5,7	0,5	9,6
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	6,6	5,3	5,9	5,9	0	0
2	Мо + Во	7,6	5,6	6,6	6,6	0,7	11,8
3	Біо-гель	8,0	6,4	7,3	7,2	1,3	25,9
4	Хелафіт	7,9	5,9	6,9	6,9	1,0	16,9
густина посівів – 0,9 млн/га							

1	Вода-контроль	6,2	5,7	6,1	6,0	0	0
2	Мо + Во	7,1	6,0	6,7	6,6	0,6	11,0
3	Біо-гель	7,6	6,9	7,2	7,3	1,3	21,7
4	Хелафіт	7,5	6,3	7,0	6,9	0,9	15,5
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	6,5	6,3	6,8	6,5	0	0
2	Мо + Во	7,8	6,6	7,3	7,1	0,6	9,7
3	Біо-гель	8,0	7,8	8,2	8,0	1,5	23,0
4	Хелафіт	7,8	7,3	7,9	7,7	1,2	18,4
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	7,8	6,7	7,2	7,3	0	0
2	Мо + Во	8,4	7,1	7,7	7,7	0,4	5,5
3	Біо-гель	9,4	8,3	8,7	8,8	1,5	20,5
4	Хелафіт	9,0	7,8	8,2	8,3	1,0	13,7
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	7,6	6,8	7,2	7,1	0	0
2	Мо + Во	7,9	7,0	7,4	7,3	0,2	2,8
3	Біо-гель	9,1	8,4	8,9	8,8	1,7	23,9
4	Хелафіт	8,5	7,8	8,2	8,1	1,0	14,0
НІР ₀₅ , Г :		0,14	0,14	0,15			
A		0,14	0,14	0,15			
B		0,16	0,16	0,17			
C		0,24	0,24	0,25			
AB		0,28	0,28	0,29			
AC		0,28	0,28	0,29			
BC		0,49	0,48	0,51			
ABC							

Додаток Н.5.

Суха маса коренів різних сортів гороху за варіантами дослідів (середнє за 2019 – 2021рр.), г/м²

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками: суха маса коренів, г з 1 м ²				Прибавка відносно контролю	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	66	55	60	60	0	0
2	Мо + Во	79	62	74	71	11	18
3	Біо-гель	87	69	79	78	18	30
4	Хелафіт	86	66	75	76	16	26
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	68	52	58	59	0	0
8	Мо + Во	79	59	68	69	10	17
3	Біо-гель	85	65	75	75	16	27
4	Хелафіт	80	62	74	72	13	22
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	58	49	55	54	0	0
2	Мо + Во	66	55	66	62	8	15
3	Біо-гель	72	60	70	67	13	24
4	Хелафіт	70	58	64	64	10	18
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	58	46	53	52	0	0
2	Мо + Во	65	50	62	59	7	13
3	Біо-гель	72	56	68	65	13	25
4	Хелафіт	70	52	64	62	10	19
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	54	45	51	50	0	0
2	Мо + Во	62	52	58	57	7	14
3	Біо-гель	68	57	64	63	13	26
4	Хелафіт	65	53	60	59	9	18
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	53	45	48	49	0	0
2	Мо + Во	60	50	55	56	7	14

3	Біо-гель	66	54	61	60	11	22
4	Хелафіт	61	51	57	56	7	14
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	66	57	62	61	0	0
2	Мо + Во	81	63	76	73	12	20
3	Біо-гель	85	72	77	78	17	28
4	Хелафіт	82	68	73	74	13	21
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	63	54	59	58	0	0
2	Мо + Во	77	60	73	70	12	21
3	Біо-гель	81	68	75	74	16	27
4	Хелафіт	79	65	72	73	15	26
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	59	49	57	55	0	0
2	Мо + Во	71	51	70	64	9	16
3	Біо-гель	75	58	73	68	13	24
4	Хелафіт	70	53	70	64	9	16
НІР ₀₅ , г з 1 м ² :		2,44	1,67	2,46			
А		2,44	1,67	2,46			
В		2,82	1,93	2,84			
С		4,23	2,89	4,26			
АВ		4,88	3,34	4,92			
АС		4,88	3,34	4,92			
ВС		8,46	5,79	8,52			
ABC							

Додаток Н.6.

Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотофіксуючого апарату на коренях гороху (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками суха маса бульбочок з 10 рослин, г				Прибавка відносно контролю	
		2019р	2020р	2021р	Середнє	г	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	0,67	0,49	0,64	0,6	0	0
2	Мо + Во	0,92	0,68	0,88	0,83	0,23	38
3	Біо-гель	1,09	0,81	0,98	0,96	0,36	60
4	Хелафіт	0,96	0,73	0,93	0,87	0,27	45
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	0,72	0,54	0,67	0,64	0	0
2	Мо + Во	0,90	0,71	0,90	0,84	0,20	31
3	Біо-гель	1,19	0,86	1,05	1,03	0,39	61
4	Хелафіт	1,12	0,77	0,91	0,93	0,29	45
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	0,81	0,62	0,74	0,72	0	0
2	Мо + Во	1,11	0,77	0,98	0,95	0,23	32
3	Біо-гель	1,24	0,94	1,12	1,10	0,38	53
4	Хелафіт	1,18	0,85	0,97	1,00	0,28	39
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	0,51	0,44	0,48	0,47	0	0
2	Мо + Во	0,73	0,59	0,72	0,68	0,21	45
3	Біо-гель	0,86	0,71	0,81	0,79	0,32	68
4	Хелафіт	0,82	0,64	0,73	0,73	0,26	55
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	0,55	0,48	0,53	0,52	0	0
2	Мо + Во	0,78	0,64	0,76	0,72	0,20	38
3	Біо-гель	0,91	0,79	0,85	0,85	0,33	63
4	Хелафіт	0,90	0,72	0,76	0,79	0,27	52
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	0,59	0,52	0,56	0,55	0	0

2	Мо + Во	0,84	0,64	0,78	0,75	0,20	36
3	Біогель	0,96	0,82	0,90	0,89	0,34	62
4	Хелафіт	0,99	0,76	0,80	0,85	0,30	54
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	0,73	0,52	0,67	0,64	0	0
2	Мо + Во	0,91	0,70	0,90	0,84	0,20	31
3	Біо-гель	1,07	0,77	0,96	0,93	0,29	45
4	Хелафіт	0,98	0,74	0,93	0,88	0,24	37
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	0,77	0,58	0,73	0,69	0	0
2	Мо + Во	0,94	0,72	0,89	0,85	0,16	23
3	Біо-гель	1,12	0,81	1,03	0,99	0,30	43
4	Хелафіт	1,06	0,79	0,92	0,92	0,23	33
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	0,74	0,60	0,77	0,68	0	0
2	Мо + Во	0,96	0,75	0,94	0,88	0,20	29
3	Біо-гель	1,02	0,84	1,11	0,99	0,24	35
4	Хелафіт	0,99	0,81	0,96	0,92	0,24	35
НІР ₀₅ , г:		А	0,04	0,02	0,02		
		В	0,04	0,02	0,02		
		С	0,05	0,03	0,03		
		АВ	0,07	0,03	0,04		
		АС	0,09	0,04	0,05		
		ВС	0,09	0,04	0,05		
		АВС	0,15	0,06	0,09		

Додаток Н.7

**Кількість насінин в 1 бобі на період повної стиглості насіння гороху
залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами
(середнє за 2019 – 2021рр.)**

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками: кількість насінин в 1 бобі, шт.				Прибавка відносно контролю	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,7	2,2	2,5	2,4	0	0
2	Мо + Во	2,9	2,4	2,6	2,6	0,2	8
3	Біо-гель	3,2	2,6	3,9	3,2	0,6	25
4	Хелафіт	3,0	2,4	2,9	2,8	0,4	17
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	2,9	2,4	2,8	2,7	0	0
2	Мо + Во	3,1	2,5	3,0	2,9	0,2	7
3	Біо-гель	3,3	2,8	3,1	3,0	0,3	11
4	Хелафіт	3,2	2,6	3,0	2,9	0,2	7
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,2	2,5	2,9	2,9	0	0
2	Мо + Во	3,7	2,7	3,4	3,3	0,6	12
3	Біо-гель	3,9	3,1	3,7	3,6	0,9	33
4	Хелафіт	3,8	2,8	3,5	3,4	0,7	26
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,3	2,0	2,7	2,3	0	0
2	Мо + Во	2,6	2,2	2,9	2,6	0,3	13
3	Біо-гель	2,9	2,4	3,2	2,8	0,5	22
4	Хелафіт	2,7	2,2	3,0	2,6	0,3	13
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	2,7	2,1	2,6	2,5	0	0
2	Мо + Во	3,1	2,2	2,9	2,7	0,2	8
3	Біо-гель	3,2	2,5	3,2	3,0	0,5	20
4	Хелафіт	3,1	2,3	2,9	2,8	0,3	12
густина посівів – 0,9 млн/га							

1	Вода-контроль	2,9	2,3	2,7	2,6	0	0
2	Мо + Во	3,3	2,5	3,0	2,9	0,3	11
3	Біо-гель	3,5	2,7	3,3	3,2	0,6	22
4	Хелафіт	3,3	2,5	3,0	2,9	0,3	12
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	2,8	2,3	2,5	2,5	0	0
2	Мо + Во	3,1	2,5	2,7	2,8	0,3	12
3	Біо-гель	3,2	2,7	2,9	2,9	0,4	16
4	Хелафіт	3,1	2,6	2,8	2,8	0,3	12
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	3,1	2,4	2,7	2,8	0	0
2	Мо + Во	3,4	2,6	2,9	3,0	0,2	7
3	Біо-гель	3,6	2,9	3,3	3,2	0,4	14
4	Хелафіт	3,5	2,7	3,1	3,1	0,3	11
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	3,4	2,6	3,0	3,0	0	0
2	Мо + Во	3,7	2,7	3,3	3,2	0,2	7
3	Біо-гель	3,9	3,2	3,6	3,6	0,6	20
4	Хелафіт	3,8	2,8	3,4	3,3	0,3	10
НІР ₀₅ , шт.:							
A		0,08	0,08	0,10			
B		0,08	0,08	0,10			
C		0,10	0,10	0,12			
AB		0,14	0,15	0,18			
AC		0,17	0,17	0,20			
BC		0,17	0,17	0,20			
ABC		0,29	0,29	0,35			

Додаток Н.8.

Маса насіння з 1 м² сортів гороху залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами (середнє за 2019 – 2021рр.), г

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками: маса насіння, г з 1м ²				Прибавка відносно контролю	
		2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	г/м ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	307	248	309	288	0	0
2	Мо + Во	375	273	328	325	37	13
3	Біо-гель	450	319	371	380	92	32
4	Хелафіт	383	286	325	331	43	15
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	322	270	321	304	0	0
2	Мо + Во	405	287	349	347	43	14
3	Біо-гель	442	323	376	364	60	20
4	Хелафіт	412	297	352	354	50	16
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	324	274	338	312	0	0
2	Мо + Во	420	295	362	359	47	15
3	Біо-гель	482	346	409	412	100	32
4	Хелафіт	453	318	380	384	72	23
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	225	193	239	219	0	0
2	Мо + Во	302	219	269	263	44	20
3	Біо-гель	318	254	302	291	72	33
4	Хелафіт	295	209	261	255	36	16
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	293	226	282	267	0	0
2	Мо + Во	375	270	327	324	57	21
3	Біо-гель	405	298	349	351	84	31
4	Хелафіт	389	277	340	335	68	25
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	237	220	275	244	0	0
2	Мо + Во	335	258	293	295	51	21

3	Біо-гель	368	271	315	318	54	22
4	Хелафіт	350	262	300	304	50	20
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	285	232	248	255	0	0
2	Мо + Во	345	255	296	275	25	10
3	Біо-гель	371	278	325	324	69	27
4	Хелафіт	366	263	314	315	60	23
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	311	249	312	291	0	0
2	Мо + Во	419	297	367	361	60	20
3	Біо-гель	443	331	394	389	98	30
4	Хелафіт	426	308	350	361	70	24
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	302	261	304	289	0	0
2	Мо + Во	390	286	324	333	44	15
3	Біо-гель	420	329	369	371	82	28
4	Хелафіт	407	301	348	352	63	22
НІР ₀₅ , г/м ² : А		11,97	8,19	5,59			
В		11,97	8,19	5,59			
С		13,82	9,46	6,46			
АВ		20,73	14,19	9,69			
АС		23,94	16,39	11,19			
ВС		23,94	16,39	11,19			
АВС		41,46	28,38	19,38			

Додаток Н.9.

Вихід зерна із загальної маси бобів з 1м² сортів гороху залежно від обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами (середнє за 2019 – 2021рр.)

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Вихід зерна			
		2019р	2020р	2021р	Середнє
1	2	3	4	5	6
Фактор А – сорт Оплот					
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га					
1	Вода-контроль	76	61	77	71
2	Мо + Во	82	62	72	73
3	Біо-гель	95	70	78	81
4	Хелафіт	83	67	73	74
густина посівів – 1,2 млн/га					
1	Вода-контроль	79	66	79	74
2	Мо + Во	89	70	77	79
3	Біо-гель	93	72	79	81
4	Хелафіт	88	70	78	79
густина посівів – 0,9 млн/га					
1	Вода-контроль	78	68	83	76
2	Мо + Во	90	70	80	80
3	Біо-гель	97	72	85	84
4	Хелафіт	95	72	82	83
сорт Модус					
густина посівів – 1,5 млн/га					
1	Вода-контроль	59	49	60	56
2	Мо + Во	71	50	61	60
3	Біо-гель	72	55	65	64
4	Хелафіт	68	48	59	58
густина посівів – 1,2 млн/га					
1	Вода-контроль	72	56	68	65
2	Мо + Во	87	60	73	73
3	Біо-гель	90	64	76	77
4	Хелафіт	89	61	75	75
густина посівів – 0,9 млн/га					
1	Вода-контроль	58	55	69	61

2	Мо + Во	76	57	70	67
3	Біо-гель	83	58	68	70
4	Хелафіт	79	58	71	69
сорт Світ					
густота посівів – 1,5 млн/га					
1	Вода-контроль	72	58	63	64
2	Мо + Во	77	59	71	69
3	Біо-гель	79	60	70	73
4	Хелафіт	80	63	72	71
густота посівів – 1,2 млн/га					
1	Вода-контроль	78	62	77	72
2	Мо + Во	92	66	83	80
3	Біо-гель	93	72	86	83
4	Хелафіт	94	70	80	81
густота посівів – 0,9 млн/га					
1	Вода-контроль	75	65	76	72
2	Мо + Во	84	66	73	74
3	Біо-гель	86	69	78	77
4	Хелафіт	87	70	79	78
НІР ₀₅ , г /1м ² : А		4,92	4,51	1,20	
В		4,92	4,51	1,20	
С		5,69	5,20	1,38	
АВ		8,53	7,81	2,07	
АС		9,85	9,01	2,39	
ВС		9,85	9,01	2,39	
АВС		17,06	15,61	4,15	

Додаток Н.10.

Вплив мікроелементів і біостимуляторів на масу 1000 насінин сортів гороху (середнє за 2019 – 2021рр.), г

№ п/п	Фактор С Варіанти обробки посівів	Результати досліджень за роками, маса 1000 насінин, г				Прибавка відносно контролю	
		2019р	2020р	2021р	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Фактор А – сорт Оплот							
Фактор В – густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	212	196	207	205	0	0
2	Мо + Во	234	221	229	228	23	11
3	Біо-гель	240	225	233	232	27	13
4	Хелафіт	232	216	227	225	20	10
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	220	201	213	211	0	0
2	Мо + Во	239	224	232	231	20	9
3	Біо-гель	246	228	239	237	26	12
4	Хелафіт	241	219	236	232	21	10
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	237	211	221	223	0	0
2	Мо + Во	250	227	234	237	14	6
3	Біо-гель	258	230	242	243	20	9
4	Хелафіт	252	225	231	236	13	6
сорт Модус							
густина посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	187	171	182	180	0	0
2	Мо + Во	205	187	200	197	17	9
3	Біо-гель	218	201	215	211	31	17
4	Хелафіт	208	195	201	202	22	12
густина посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	198	180	202	193	0	0
2	Мо + Во	217	195	214	209	16	8
3	Біо-гель	230	210	225	221	28	14
4	Хелафіт	223	201	217	214	21	11
густина посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	210	192	208	203	0	0

2	Мо + Во	228	206	221	218	15	7
3	Біо-гель	232	215	226	224	21	10
4	Хелафіт	230	209	220	219	16	8
сорт Світ							
густота посівів – 1,5 млн/га							
1	Вода-контроль	209	192	198	200	0	0
2	Мо + Во	230	212	225	222	22	11
3	Біо-гель	235	221	233	230	30	15
4	Хелафіт	232	214	229	225	25	12
густота посівів – 1,2 млн/га							
1	Вода-контроль	227	202	207	212	0	0
2	Мо + Во	233	216	230	226	14	7
3	Біо-гель	241	228	239	236	24	11
4	Хелафіт	236	218	232	228	16	8
густота посівів – 0,9 млн/га							
1	Вода-контроль	223	206	214	218	0	0
2	Мо + Во	240	221	236	232	14	7
3	Біо-гель	248	231	240	239	21	10
4	Хелафіт	243	220	235	233	15	7
НІР ₀₅ , г:		А	2,34	3,32	3,50		
		В	2,34	3,32	3,50		
		С	2,71	3,84	4,04		
		АВ	4,06	5,76	6,06		
		АС	4,69	6,65	7,00		
		ВС	4,69	6,65	7,00		
		ABC	8,12	11,52	12,12		