

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**КОВШАКОВА ТЕТЯНА СЕРГІЙВНА**

УДК: 633.358:631.53.04:631.811

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА**  
**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ**  
**ПОСІВУ**

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 – 2025

## 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 окремих елементів технології, 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 Південного Степу, а також у виборі ефективних біопрепаратів для підвищення їхньої продуктивності.

Метою наших досліджень було встановлення особливостей росту й розвитку різних сортів гороху під впливом біопрепаратів Біо-гель та Хелатит порівняно з композицією мікроелементів (бор + молібден) та контролем (обробка посіву водою), а також впливу вказаних препаратів на продуктивність культури.

Дослідження проводили за схемою трифакторного польового досліджу.

Сорти гороху (фактор А): Оплот, Модус, Світ.

Густота посіву (фактор В) – при вивченні ефективності сортів використовували три густоти посіву: 0,9; 1,2; 1,5 млн/га. Діапазон густоти посіву був обраний з аналізу рекомендацій виробників і літературних джерел.

Обробка посіву (фактор С): біологічними препаратами та мікроелементами. У досліді вивчали чотири варіанти обробки посіву – контрольний варіант (обробка посіву водою), композиція бору та молібдену, Біо-гель, Хелафіт.

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 загальновизнаної методики за встановленою схемою в чотириразовому повторенні. Обробку проводили у фазі вусоутворення та бутонізації.

Повторність досліді – чотириразова. Посівна площа ділянки – 72 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>. Усі спостереження проводили на всіх варіантах досліді у двох несуміжних повтореннях. Технологія вирощування гороху в досліді була типовою 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, біопрепарати та мікроелементи також мали значний вплив. Так, Біо-гель подовжував вегетаційний період на 7-8 діб порівняно з контролем на всіх варіантах досліді. Обробка цим препаратом у фазі вусоутворення і бутонізації збільшувала тривалість вегетаційного періоду на 7-8 діб, Хелафіт подовжував його на 5-6 діб,

а суміш мікроелементів – на 4-6 діб, що свідчить про їх високу фізіологічну активність та ефективність. Уперше для умов Південного Степу встановлено, що застосування біопрепаратів Хелафіт та Біо-гель для обробки посіву досліджуваних сортів гороху у фазі вусоутворення та бутонізації – запорука підвищення їх продуктивності і не поступаються або перевищують за позитивним впливом суміш мікроелементів та мають органічне походження. Встановлено, що обробка посіву біопрепаратами та мікроелементами призводила до збільшення якісних показників у відсотковому відношенні більшою мірою, ніж у кількісних. Застосування композиції мікроелементів (бор + молібден) формувало приріст у середньому на рівні 29-38%, Хелафіт – на 39-54% та Біо-гель – 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 сортів 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 безлистових «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 посіву сумішню мікроелементів підвищувала врожай насіння на 0,19-0,49 т/га (7,1-17,3%). Використання регулятора росту Хелафіт збільшувало врожайність на 0,17-0,52 т/га (8,1-20,3%). Найбільш виражений ефект спостерігався при застосуванні біодобрива Біо-гель, 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 препаратом Біо-гель 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 біопрепаратами збільшувала масу 1000 зернин 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. У контрольних варіантах (обробка посіву водою) сорти Оплот і Світ формували 4,3-5,1 бобів на рослину, і цей показник збільшувався зі зменшенням густоти посіву. 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. Також, Біо-гель 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 умовний вихід білка 0,80 т/га при густоті 0,9 млн/га при обробці біологічним добривом Біо-гель, 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 умовний вихід білка в межах 0,46-0,76 т/га, при цьому кращі варіанти перевищували контроль (обробка посіву 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 за густоти посіву 1,5 млн/га та 4,3 боби за густоти посіву 0,9 млн/га, що було на 16% менше, ніж у інших сортів.

Застосування Біо-гелю сприяло збільшенню кількості зернин на одну рослину, забезпечивши приріст на 6,0, 4,0 та 4,5 шт. відповідно по сортах згідно схеми досліджу.

Біологічне добриво 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 біодобрих збільшує рентабельність усіх досліджуваних сортів гороху, а найвищим цей показник є за обробки посіву препаратом Біо-гель.

На економічні показники при вирощуванні гороху впливали певною мірою всі досліджувані фактори – сорт, густота посіву, біопрепарати та мікроелементи. Кращим виявився сорт Оплот, який за густоти посіву 0,9 млн/га та дворазовій обробці біодобривом 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 посіву 1,2 млн/га, що вказує на його слабку адаптивність до умов Південного Степу.

Найбільше енергії з урожаєм накопичував сорт Оплот за густоти 0,9 млн/га та обробці посіву 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 дворазове застосування біопрепарату Біо-гель сприяє покращенню фітосанітарного стану посіву гороху, знижує «пестицидний тиск» на довкілля та дозволяє певною мірою «біологізувати» технологію вирощування гороху в зоні Південного Степу.

Крім того, дворазова обробка посіву 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 посіву, мікроелементи, біопрепарати, Біо-гель, Хелафіт, фенологія, біометрія, урожайність, структура, якість, економіка, енергетичний потенціал.

## 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.

Pea varieties (factor A): three pea varieties – Oplot, Modus, and Svit.

Plant density (factor B) – 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.

Crop treatment (factor C): with bio-fertilizers. Four variants of the crop treatment – water (control), Mo+B, Bio-gel, and Khelafit were studied in the experiment.

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 72 m<sup>2</sup>, the accounting area was 50 m<sup>2</sup>. 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- fertilizers 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-fertilizers 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-fertilizers 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 grains 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-fertilizers 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-fertilizers – 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 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 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-fertilizers, Bio-gel, Khelafit, phenology, biometrics, productivity, structure, quality, economy, energy potential.

# 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. Вип. 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. Вип. 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. Вип. 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. Вип. 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 посіву. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2024. Вип. 136. С. 178-191. URL: [DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.22](https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.22)

## 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-vseukrainська-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. 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/konferenciya\\_2024\\_10.pdf](https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2024/10/konferenciya_2024_10.pdf).



## ЗМІСТ

	Стор.
<b>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ</b>	19
<b>ВСТУП</b>	20
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ ГОРОХУ У СВІТОВОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ</b>	28
1.1. Ретроспектива та сучасний стан вирощування гороху	28
1.2. Біологічні особливості гороху та зміна морфотипу сортів в історичному аспекті	34
1.3. Щільність агроценозу гороху та мінеральне живлення як засіб адаптації до умов вирощування	48
1.4. Основні принципи та заходи біологізації агротехнології вирощування гороху на півдні України	59
Висновки до розділу 1	66
<b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	68
2.1. Кліматичні та метеорологічні умови проведення досліджень	68
2.2. Характеристика ґрунту дослідних ділянок	81
2.3. Методика проведення польових дослідів	83
2.4. Характеристика досліджуваних сортів гороху, біопрепаратів та композиції мікроелементів	89
2.5. Агротехніка проведення дослідів	93
Висновки до розділу 2	94
<b>РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ ТА КОМПОЗИЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ АГРОЦЕНОЗУ</b>	95
3.1. Вплив досліджуваних факторів на ріст та розвиток вегетативних органів сортів гороху	95
3.2. Вплив досліджуваних факторів на ріст та розвиток генеративних органів сортів гороху	117

3.3. Фітосанітарний стан агроценозу та водоспоживання гороху	127
Висновки до розділу 3	134
<b>РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ ТА КОМПОЗИЦІЇ</b>	137
<b>МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ</b>	
<b>ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗЕРНА СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНОЇ</b>	
<b>ГУСТОТИ АГРОЦЕНОЗУ</b>	
4.1. Продуктивність сортів гороху при застосуванні	137
мікроелементів та біопрепаратів за різних густот посіву	
4.2. Вплив досліджуваних факторів на якісні показники зерна	143
гороху	
Висновки до розділу 4	148
<b>РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ,</b>	149
<b>ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ</b>	
<b>ОБГРУНТОВАНOSTІ ТЕХНОЛОГІЙ ДОСЛІДЖУВАНИХ</b>	
<b>СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ ПОСІВУ ТА ОБРОБКИ</b>	
<b>ПРЕПАРАТАМИ</b>	
5.1. Економічна ефективність вирощування сортів гороху	149
5.2. Енергетична ефективність застосування біопрепаратів і	157
мікроелементів при вирощуванні гороху	
5.3. Вплив досліджуваних факторів на агроекологічні аспекти	163
вирощування сортів гороху	
Висновки до розділу 5	166
<b>ВИСНОВКИ</b>	167
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	171
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	172
<b>ДОДАТКИ</b>	198

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ГДж – гігаджоулі

млн/га – млн. штук на 1 га

Вода-контроль – контрольний варіант (обробка посіву водою)

В – бор (борна кислота)

Мо – молібден (молібденовокислий амоній)

Біо-гель – БІО-ГЕЛЬ органічний продукт

Хелафіт – ХЕЛАФІТ-комбі

НВ – найменша волоємність, %

ВС – воскова стиглість

## 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, органічних 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 повної стиглості насіння, що в умовах Південного Степу 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 біопрепаратів 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. Робота присвячена вивченню впливу біопрепаратів і мікроелементів на продуктивність сортів гороху в «зоні ризикового землеробства» – в умовах Південного Степу [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 земель Південного Степу в цьому переліку займає горох посівний (*Pisum sativum* L.), що здатний, на відміну від сої, яка може забезпечувати врожай у «зоні ризикованого землеробства» тільки при зрошенні, формувати до 2,0-3,6 т/га зерна [7, 48, 49].

Свого часу горох був головною зернобобовою культурою на українських землях, і недарма 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 131 тис/га в 2022 році до 211 тис/га у 2024 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 до 3,3-3,6 т/га. У дослідженнях прагнемо досягти цього за рахунок оптимізації густоти посіву і застосуванню біопрепаратів та мікроелементів. Було обрано сорти гороху, занесені до «Реєстру сортів України» в останні десятиріччя та рекомендованні для вирощування в умовах Степу України, а їхнє насіння не є дефіцитним для виробників нашої зони. Сорти Оплот, Модус та Світ – вітчизняної селекції, адаптовані до умов Південного 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 площі посівів гороху й інших бобових культур до 15-20% у структурі незрошуваних сівозмін Південного Степу 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 посіву, то як оригінатори сортів, так і дослідники залежно 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].

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

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].

**Мета і завдання дослідження.** Метою досліджень було встановлення особливостей росту й розвитку різних сортів гороху під впливом біопрепаратів Біо-гель та Хелафіт порівняно з композицією мікроелементів (бор + молібден) та контролем (обробка посіву 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 території 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 комплексного впливу мікроелементів та індивідуального впливу біопрепаратів на елементи структури врожаю, зернової продуктивності, якісних і господарсько-цінних показників зерна гороху;
- аналіз продуктивності та характеристики економічних показників, що використовуються для оцінки вартості зерна гороху сортів Оплот, Модус, Світ залежно від досліджуваних факторів;

- економічна, енергетична оцінка ефективності застосування мікроелементів та біопрепаратів при їх використанні в технології вирощування гороху.

**Об'єкт дослідження** – процеси росту та розвитку гороху в неполивних умовах півдня України.

**Предмет дослідження.** Сукупність наукових положень компонентів адаптивної технології вирощування сортів гороху Оплот, Модус та Світ за різних густот посіву і обробки композицією мікроелементів (бор + молібден) й біопрепаратами Біо-гель та Хелафіт.

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

- польовий – для спостереження та вивчення реакції посіву гороху на використання мікродобрих і біопрепаратів 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 енергетичної 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 Південного Степу України:

- *встановлено* перевагу біологічного препарату Біо-гель та регулятора росту Хелафіт над існуючими хімічними мікроелементами (композиція бору та молібдену) при обробці посіву гороху, які за певних умов можуть мати стимулюючий вплив;
- *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 оптимальні 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 у 2021 році сорту Оплот з врожайністю 3,4 т/га, з валовим збором 72 т та рівнем рентабельності виробництва 98%. Розроблені нами окремі елементи технології вирощування гороху на зерно планується і в подальшому застосовувати у виробничій діяльності господарства в структурі посіву товарного зерна зернобобових культур.

У господарстві ПП «Агрофірма «Авангард», села 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%. Покращену нами технологію вирощування гороху на зерно планується й надалі впроваджувати у виробничі процеси господарства в структурі посіву товарного зерна зернобобових культур.

**Особистий внесок здобувача.** Авторкою обґрунтовано гіпотезу та розроблено програму дослідження, проаналізовано й узагальнено наукову інформацію відповідно до теми роботи, виконано польові й лабораторні експерименти, проведено супутні обліки та спостереження. Результати дослідів систематизовано, статистично оброблено, сформульовано висновки. Проведено

апробацію і впровадження розроблених елементів технології у виробничих умовах.

**Апробація результатів дисертаційного дослідження.** Результати дисертаційної роботи були апробовані в період з 2019 по 2024 рр. на наукових і науково-практичних заходах: II Всеукраїнська науково-практична конференція «Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення» (05-06 березня 2019 року, Херсон); Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності» (14-15 березня 2019 року, Херсон); Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (23 травня 2019 року, Херсон); Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція, яка була присвячена 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин (24 травня 2019 р., Херсон); Міжнародна студентська науково-практична конференція «Сучасні підходи до післязбиральних технологій та маркетингу плодоовочевої продукції» (28-29 травня 2019 року, Мелітополь); Міжнародна науково-практична конференція «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (13-14 червня 2019 року, Херсон); III Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми та практичні питання щодо виконання робіт із землеустрою» (17 жовтня 2019 року, Херсон); Міжнародна науково-практична online-конференція молодих учених «Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених» (19 травня 2020 року, Херсон); Міжнародна науково-практична конференція «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (11-12 червня 2020 року, Херсон); 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); V Всеукраїнська науково-практична конференція «Управління та раціональне використання земельних

ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення» (04-05 березня 2021 року, Херсон); III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (19 травня 2021 року, Херсон); IV Міжнародна науково-практична конференція «Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (10-11 червня 2021 року, Херсон); IV Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених з нагоди Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (17 листопада 2021 року, Херсон); V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених з нагоди Дня науки «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку» (19 травня 2022 року, Херсон); 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); Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні вектори розвитку аграрної науки», присвячена 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 171 сторінках комп'ютерного тексту, що складається зі вступу, 5-ти розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Робота містить 35 таблиць, 33 рисунки. Список використаних джерел налічує 260 найменувань.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ ГОРОХУ У СВІТОВОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ

### 1.1. Ретроспектива та сучасний стан вирощування гороху

*Pisum sativum* L. – таку назву дав горохові посівному Карл Лінней у XVIII ст., але, за твердженням 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 [42, 49, 200, 201, 202]. Як стверджує Сінська М. О. та інші автори, горох почали вводити в культуру в Межиріччі, Месопотамії та Індії задовго до нашої ери [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, 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 посіву, фону мінерального живлення, зрошувальної норми та ін. [29, 49, 152, 156, 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].

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 зерні гороху представлений у невеликих кількостях – приблизно 2-3%, і цей показник слабо варіюється між сортами. Основна частина жиру сконцентрована в зародку зернини [49, 201]. 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 0,117 кг засвоюваного протеїну, 15,2 г лізину та 3,2 г метіоніну [49, 152, 153, 172, 201].

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 [184, 208, 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, 208, 252].

Найбільші посівні площі гороху зосереджені в Лісостепу (55% від загальної площі посіву), Степу (25%) і на Поліссі (20%). Однак за останній десятирічний період показники загальної площі посіву під горохом в Україні

значно знизилися, коливаючись від 191 тисячі гектарів (у 2013 році) до 405 тисяч гектарів (у 2017 році), що порівнянно з 1148,2 гектарами (у 1992 році) становить суттєву різницю [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, 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 вирощування 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, 44, 49, 84].

Світові площі посіву гороху охоплюють 6,9 млн га, а загальний обсяг виробництва зерна становить 13,2 млн тонн при середній врожайності 1,91 т/га. В Європі горох є провідною зернобобовою культурою [251, 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, 202].

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

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].

*Таблиця 1.1*

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

Рік	Посівна площа, тис.га	Валовий збір, тис.т	Урожайність, ц/га
2015	156	359	23,4
2016	170	378	22,4
2017	239	1100	31,9
2018	435	800	18,4
2019	253	572	22,6
2020	251	583	23,2
2021	238	548	23,0
2022	125	270	21,6
2023	139	368	26,5
2024	208	458	22,0

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 в Україні й сьогодні можна зустріти дикорослі види цієї рослини. [49, 189, 202].

Горох здебільшого вирощують аграрії південних і східних областей України. Понад половину посіву 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]. 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, 158, 161].

Горох займає провідну позицію серед харчових і кормових культур завдяки своїй високій поживній цінності. Вміст умовного 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 споживають 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]. Борошно із зерна гороху використовують як важливий концентрований корм. За поживністю горох 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 [29, 43, 49, 74, 93, 106, 122, 156, 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, 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, 24, 29, 38]. Ключовим фактором підвищення врожайності гороху є використання сучасних добрив і новітніх засобів захисту рослин [23, 49, 64, 78, 86, 89, 104, 114, 128, 129, 138, 143, 156, 258].

## **1.2 Біологічні особливості гороху та зміна морфотипу сортів в історичному аспекті**

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 зерна в бобах та маси тисячі зернин. На думку ряду авторів найдоцільніше вирощувати горох на зрошуваних територіях, підтримуючи вологість ґрунту на рівні 70% від нормального зволоження [49, 252]. Інші науковці дотримуються подібної думки [152, 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, 202].

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, 202].

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 довгоносиками [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, 205, 211].

Слід зауважити, що у Південному Степу 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 [29, 124, 156, 214]. Порушення технології вирощування на одному з етапів онтогенезу не можна компенсувати в наступних, щоб запобігти зниженню продуктивності рослин. Особливо важливим елементом технології вирощування гороху 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 штаблових 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 листка. 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 [135]. За свідченням Безуглої О. М. метою їх 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). Одинадцять 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 зерна 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 листка й укорочення міжвузлів ще не гарантує рослинам гороху стійкості до вилягання. Водночас слід зазначити, що відносну 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 врожайми. 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 зерна. 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 збережені 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

виращування 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, *transcaasicum* – закавказький, *abyssinicum* – абіссинський, *elatius* – 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].

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, зерновою 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 листків асиміляційна площа у різних сортів зменшується на 4-49%, а продуктивність фотосинтезу падає на 20-33%, що веде до зменшення врожайності зерна 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 біомасі рослин у фазі воскової стиглості зерна 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 штаббовим, 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 – міжвузлям. 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, 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].

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 обробки. Виведення сортів з вусатим типом листка частково вирішило проблему стійкості до вилягання. Унікальна форма гороху з гетероморфною структурою листка «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 зернини 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, 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 °С. Сходи гороху здатні витримувати

зниження температури до  $-6^{\circ}\text{C}$ , 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  $12-16^{\circ}\text{C}$ , тоді як для генеративних органів цей показник становить  $16-20^{\circ}\text{C}$ . Температури, що перевищують  $20^{\circ}\text{C}$ , 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  $\text{м}^3$  води на тонну 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 зерна. У посушливі роки вегетаційний період гороху може скорочуватися в 1,5 рази, а термін цвітіння зменшується на 7-10 діб, 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 [153, 156, 200, 202].

Найстійкішими до посухи є ранньостиглі сорти, які встигають сформувати 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 зерна. За стійкістю до посухи горох переважає над бобами, викою 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. В 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 [206, 207, 209, 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, 201].

Горох належить до вологолюбних рослин, і його вимоги до вологості високі. Це завдяки потужній кореневій системі, яка дозволяє рослині видобувати вологу з глибоких шарів ґрунту. Така особливість допомагає гороху легше переносити короточасні 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 біомаси, варіюється від 235 до 1658 кг залежно від сорту та умов вирощування [153, 172, 201].

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 вологості періоду [49, 172].

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 Богатир чеський, Рапорт, Смарагд, Топаз,

Труженик, 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].

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 рослини та трьома-п'ятьма – у генеративній. Перевагу мають сорти з фізіологічно обмеженим або генетично детермінантним типом розвитку [36].

Архітектоніка сучасних сортів гороху зазнала суттєвих змін завдяки впровадженню мутантних генів, таких як короткостеблість (*le*), вусатий тип листка (*af*), детермінантний 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 детермінантних форм (*det*, *deh*) у селекційний процес [31, 131].

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].

Сучасні безлисточкові сорти також демонструють вищу продуктивність порівняно з листовими формами. Потенціал врожайності нових сортів може бути максимально реалізований за умови застосування комплексних технологій

інтенсифікації. Основним напрямком для розширення площ посіву 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 бобових культур [21, 164, 173].

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 порівняно 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 0,3-0,5 т/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 слідують 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 врожайність порівняно з листочковими 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 врожайність 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 Щільність агроценозу гороху та мінеральне живлення як засіб адаптації до умов вирощування**

Серед науковців, що досліджують способи сівби та густоту стояння рослин гороху для отримання зерна 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 порівняно з вузькорядковою сівбою [49, 152, 153, 156, 162, 172, 189, 199].

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]. Норма висіву гороху залежить від ґрунтово-кліматичних умов. За умови внесення під посіви гороху мікро- і макродобрив, 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, 51, 66].

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 густота 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 [49].

В іноземних країнах рекомендована оптимальна густота 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 лютневі 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 зерна [49].

Глибина загортання насіння гороху варіюється залежно 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, 67, 238].

Норми висіву насіння гороху встановлюються залежно від регіону, де здійснюється вирощування, особливостей сорту та характеристик насіння. Відповідно до рекомендацій, зональні норми висіву для Південного Степу

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 зерна 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, 234, 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 [47, 142, 156].

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  $P_{70}K_{82}$ . 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 [67, 68, 101, 154, 190].

Фосфор також підвищує стійкість рослин до посухи, низьких температур і захворювань [90], а за 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  $K_{60}$  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 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  $N_{30}P_{60}K_{120}+S_{36}+Mg_{1,5}$ . 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 спостерігалася [215, 217].

Зернобобові культури, включаючи горох, мають середні вимоги до сірки [21, 23, 119]. 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:  $N_{30}P_{30}K_{30}$  [146].

У лівобережному Лісостепу, на типових малогумусних важкосуглинкових чорноземах, оптимально вносити добрива у пропорціях  $N_{30}P_{45}K_{45}$ , доповнюючи підживлення рослин у фазі гілкування на рівні  $N_{15}$ . Це дозволяє підвищити врожайність до 3,67 т/га [86], згідно з дослідженнями Мартинюка О. М. [156, 157]. Для досягнення врожайності зерна в межах 3,0-3,5 т/га в західному Лісостепу він рекомендує восени вносити  $P_{40}K_{60}$  та  $N_{20}$  перед сівбою [157].

Дослідники М. І. Бахмат і К. С. Небаба, працюючи в західному Лісостепу, радять застосовувати мінеральні добрива в нормі  $N_{30}P_{30}K_{45}$  при вирощуванні гороху [34]. 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  $N_{30}P_{45}K_{60}$  [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  $N_{45}P_{60}K_{60}$  або  $N_{30}P_{60}K_{60}$  з додатковим підживленням  $N_{15}$  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.

Інші дані вказують, що максимальна врожайність зерна гороху досягається при внесенні  $N_{50}P_{70}K_{40}$ , 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  $N_{60}P_{60}K_{60}$  в поєднанні з ризогуміном [227, 228].

Такі ж норми добрив рекомендовано для сортів Вінничанин і Світязь для досягнення врожайності 3,55 т/га. Н. В. Телекало [220, 221] зазначає, що оптимальна норма добрив становить  $N_{45}P_{60}K_{60}$ . У дослідженнях Т. М. Рябоконт [205, 206] вказується на доцільність дещо вищих норм азотних і фосфорних добрив  $N_{45}P_{60}K_{90}$  з додатковим підживленням  $N_{15}$ . Приріст урожайності при застосуванні  $N_{20}P_{70}K_{82}$  порівняно з варіантом без добрив склав 0,46 т/га [50, 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  $N_{30}P_{60}K_{60}$  і кілька підживлень протягом вегетації з  $N_{10}P_{10}$  у фази 12-13, 51-59 та 60-69. Внесення фосфорних і калійних добрив підвищує врожайність на 0,1-0,3 т/га залежно 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 –  $N_{60-90}P_{20-30}K_{30-45}$  [56, 72]. У дослідженнях В. В. Волкогона та М. А. Журби найвища врожайність гороху (3,35 та 3,62 т/га) формувалася за внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  [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 см<sup>2</sup> [62]. Норма висіву встановлюється, враховуючи біологічні особливості сорту і специфіку ґрунтово-кліматичної зони. Вона варіюється від 0,8 до 1,4 мільйона схожих насінин на гектар залежно від регіону [113, 122, 189, 201, 202].

У посушливих умовах рекомендується висівати меншу кількість насіння, тоді як у зонах з достатнім зволоженням – більше [123, 225]. Для досягнення високої врожайності гороху важливо забезпечити оптимальну кількість рослин на одиницю площі шляхом встановлення відповідної норми висіву [113, 122, 189, 201, 202]. Низька норма висіву, навіть при підвищеній продуктивності окремих рослин, призводить до зменшення врожаю з одиниці площі, оскільки зріджені посіви не в змозі повністю використовувати наявні запаси поживних речовин і вологи. Зріджені посіви менш продуктивні й більше схильні до забур'янення [91, 113, 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 [247, 248]. В Україні ж зазначають вищі норми – від 1,0 до 1,2 мільйона насінин на гектар [40, 41]. 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 білоквіткових сортів гороху оптимальні норми висіву складають 1,2-1,4 млн схожих насінин на гектар, тоді як для червоноквіткових сортів і пелюшки – 1,0-1,2 млн [62]. В умовах Південного Степу 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 [48, 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, 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 посіву [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, 189, 219] пропонують збільшувати норму висіву для загущення посіву 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  $N_{15}P_{15}K_{15}$  та  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (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 [199]. Проте в науковій літературі є дані з різних ґрунтово-кліматичних умов (Україна, 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 виношенням елементів живлення з ґрунту горох займає одне з перших місць (табл. 1.2). [49, 202].

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

Культура	Внесення 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 внесення поживних речовин з ґрунту пояснюється насамперед високим вмістом білків, вуглеводів і жирів у кінцевому врожаї гороху. За показником внесення 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].

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, 151, 170]. Але, більшість авторів доходять висновку, що збільшення доз азотних добрив не підвищує врожайності гороху.

#### **1.4 Основні принципи та заходи біологізації агротехнології 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 ризоторфіно підвищує врожайність на 2,0-4,2 ц/га і покращує його якість. Вміст білка зростає на 2-5% [1, 12, 26].

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. В умовах Південного Степу кращими попередниками є озима пшениця й інші зернові колосові, а також кукурудза й інші просапні культури [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 [167, 180, 181].

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 [180, 242, 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 [189, 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 (бору й молібдену) 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 біомасі зернових культур міститься лише 1-3 мг бору на 1 кг абсолютно сухої біомаси рослин, то в листках соняшнику – 50-60 мг, а в бобових культурах – 30-60 мг на 1 кг абсолютно сухої біомаси [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 насінневу 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].

Молібдєнові 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 біомасі 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 сирі біомаси [49, 160, 173, 180, 182].

Горох дуже добре реагує на застосування молібдєнових 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 [49].

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 [49, 224].

Значний досвід, накопичений у наш час, свідчить про важливу роль бобових рослин у родючості ґрунтів. Ряд дослідників вказують, 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, 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, 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 – копійчник – 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  $N_{30}P_{45}$ , що рекомендують дослідники [49, 60, 224, 234].

Серед мікроелементів особливу увагу слід приділити бору та молібдену. 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 Іщенка 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 бобів на рослинах, числа зернин у бобі 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 посіву у фазі бутонізації сумішшю хелату молібдену з карбамідом або антистресом, хелатом молібдену та карбамідом [Савранчук В. В. та Іщенко В. А., 2015 Бюлетень ІСЗ НААН, 2015, № 6, С. 119 – 125].

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 десятиріччя почали широко застосовуватись при вирощуванні зернових, олійних та інших культур [76]. Вони не містять шкідливих для довкілля речовин і мають стимулюючий ефект, рістрегулюючий вплив, їх застосовують у малих дозах (1-2 л/га) [76].

На дослідному полі Херсонського державного аграрно-економічного університету протягом 2014-2018 років вивчали вплив цих біопрепаратів 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**

1. Горох, як цінна та стратегічно важлива культура для України, попри коливання посівних площ, зберігає значний потенціал у харчовій, кормовій та агротехнічній сферах, особливо завдяки здатності збагачувати ґрунт азотом.

2. Онтогенез гороху включає складну послідовність фаз та етапів розвитку, що є важливим при плануванні сівозміни, термінів сівби та застосування агротехнічних заходів. З метою збереження родючості ґрунту та запобігання

фітосанітарним проблемам, культура потребує дотримання правил сівозміни, зокрема уникнення повторного вирощування на одному полі менш як через 4-5 років.

3. Реалізація експортного і економічного потенціалу виробництва гороху вимагає впровадження адаптованих до регіональних кліматичних умов ефективних агротехнологій, включаючи оптимальний вибір сортів – зокрема, високопродуктивних, стійких та придатних до механізованого збирання (безлисточкових, вусатих, детермінантних).

4. Ключовими елементами успішного вирощування гороху є регулювання густоти посіву, що варіюється залежно від сорту та ґрунтово-кліматичної зони (з вищими нормами для безлисточкових сортів, особливо в умовах Південного Степу при достатньому зволоженні), та збалансоване мінеральне живлення.

5. Особливої уваги потребує оптимізація азотного живлення, враховуючи здатність гороху до симбіотичної азотфіксації, яка може пригнічуватися надмірним внесенням мінерального азоту. Натомість, застосування інокулянтів та композиції мікроелементів (бору + молібден) сприяє підвищенню ефективності азотфіксації.

6. Перспективним напрямком для сталого виробництва гороху, особливо в умовах Південного Степу, є біологізація агротехнології, що включає використання біопрепаратів та багатоцільових стимуляторів захисних реакцій для покращення метаболізму рослин, стимуляції азотфіксуючої активності та підвищення загальної продуктивності культури.

## 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». Географічні координати поля є такі: поле знаходиться на території Корабельного району міста Херсона на відстані 8 км на Південний Захід від обласного центру. Кліматичні умови Південного Степу України, з характерною нестабільністю опадів і високим рівнем сонячної радіації, формують степові суббореальні (семиаридні) ландшафти. Місце розташування дослідного поля мали наступні координати - 46.686501, 32.481552.

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, 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/см<sup>2</sup>, а радіаційний баланс – до 40-50 ккал/см<sup>2</sup> (у Причорномор'ї – до 55 ккал/см<sup>2</sup>) [39, 49, 63, 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, 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/км<sup>2</sup> на рік) [39, 49, 63, 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, 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 становить 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, 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, 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, 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, 254, 255].

Осінні посухи виникають рідше, однак їх ймовірність у приморських районах залишається значною – близько 40-50% [39, 49, 63, 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, 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, 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, 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, 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, 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, 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, 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 °С зона максимальної продуктивності рослинних екосистем у північній півкулі може зміститися на 200-300 км на північ [39, 49, 63, 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 зросте (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, 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, 254, 255].

Південний Степ 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 °С становить 3400-3500 °С. Середньорічна температура повітря коливається між 9,7 і 11,7 °С, тоді як у найтеплішому місяці, липні, вона сягає 21,3-23,0 °С [39, 49, 63, 254, 255].

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



грунту досягає 30-40 см. Відлиги трапляються досить часто, а сніговий покрив є нестійким [39, 49, 63, 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, 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, 254, 255].

Літо в Південному Степу тепле, середня температура липня становить  $23^{\circ}\text{C}$ , проте у спекотні дні може підніматися до  $39^{\circ}\text{C}$  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, 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, 254, 255].

Хід метеорологічних показників у 2019-2021 роках (на дослідному полі ХДАЕУ) характеризується даними які приведені далі. Зима 2018-2019 року була дещо теплішою за середні багаторічні дані, але помічено часті різкі коливання температури з нетривалим пониженням її до  $-12-14^{\circ}\text{C}$  та відлигами з температурою до  $+3-5^{\circ}\text{C}$ , а в середині лютого – до  $+9-10^{\circ}\text{C}$ . 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 найближчої до дослідного поля ХДАЕУ метеостанції (аеродром Чорнобаївка) м. Херсону.

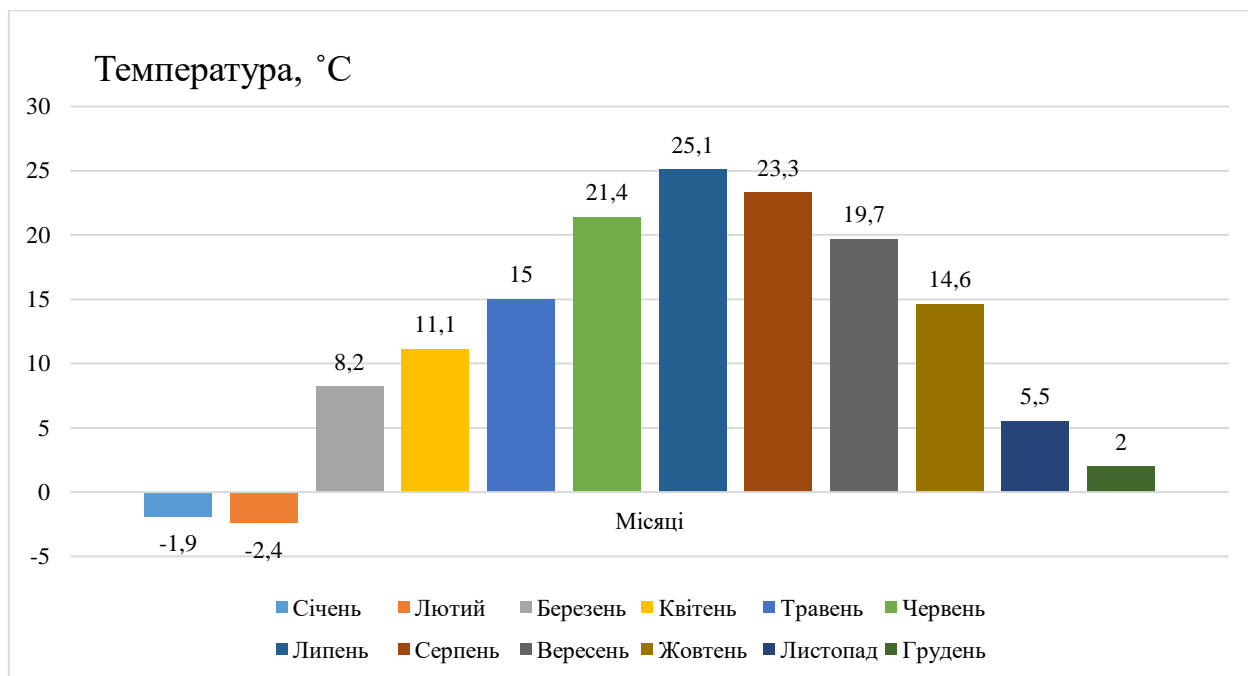


Рис. 2.1. Температура за місяцями в м. Херсон за 2019 рік

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

Травень був помірно теплим і лише в третій декаді добова температура підвищилась до 20-23° C, 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 і розподілялися площею досить нерівномірно: різниця на кілометровій відстані досягала 6-8 мм і навіть більше. Завдяки даним найближчої до дослідного поля ХДАЕУ метеостанції (аеродром Чорнобаївка) м. Херсону враховували кількість опадів за роки досліджень. На рисунку 2.2 проілюстровано щомісячну їх кількість у 2019 році.

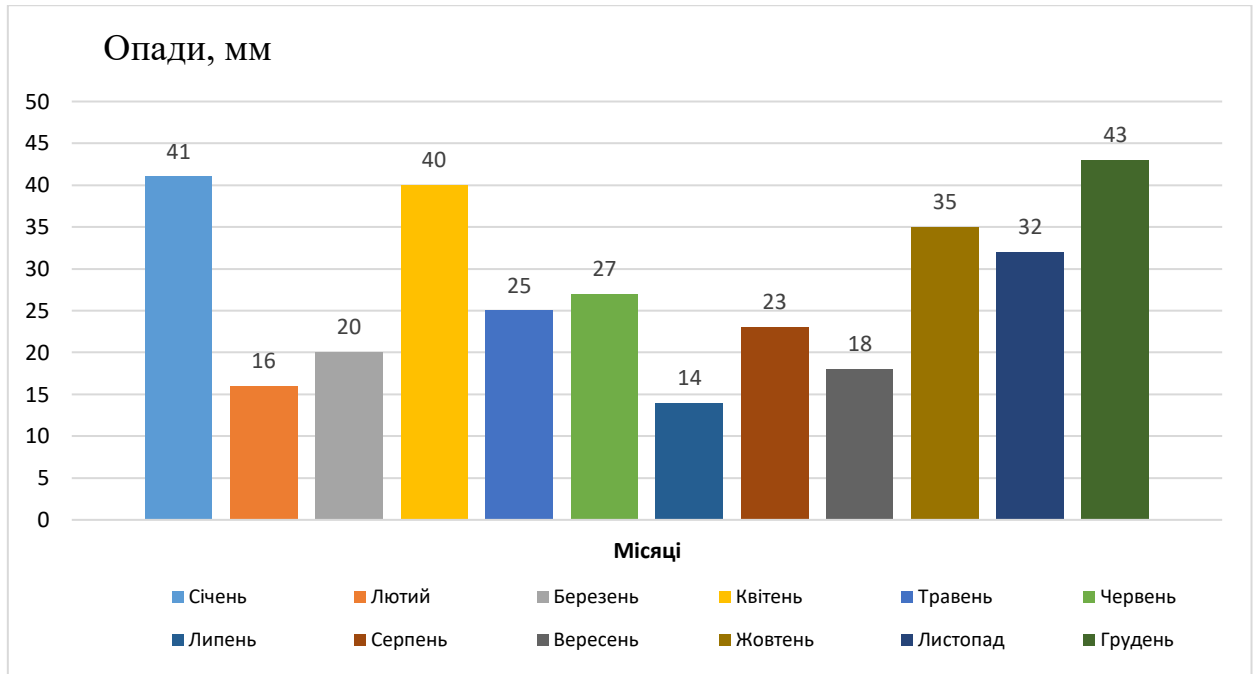


Рис. 2.2. Кількість опадів за місяцями на дослідній ділянці в 2019 році, сума за рік – 334 мм

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 досліді.

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

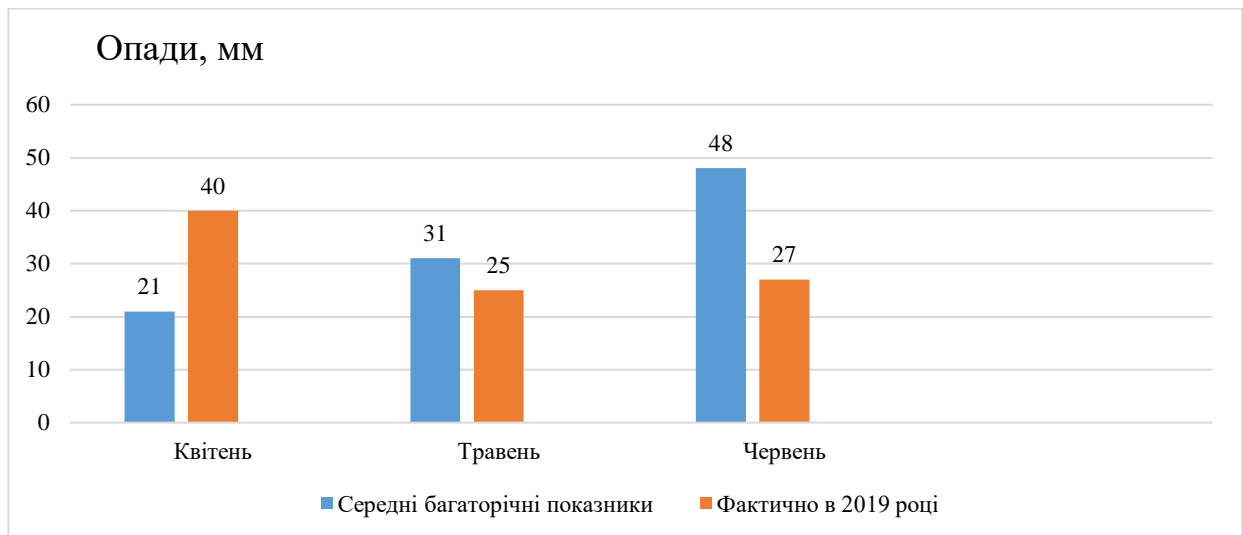


Рис. 2.3. Порівняльна кількість опадів за період вегетації гороху в 2019 році

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 °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 °C, що подекуди негативно позначилося на зимівлі озимих культур.

На рисунку 2.4. зображено перебіг температурних даних повітря за місяцями. 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 °C), яке повторилося в середині третьої декади, утворивши сніговий покрив висотою до 18-20 см, який через 3-5 днів поступово розтанув.

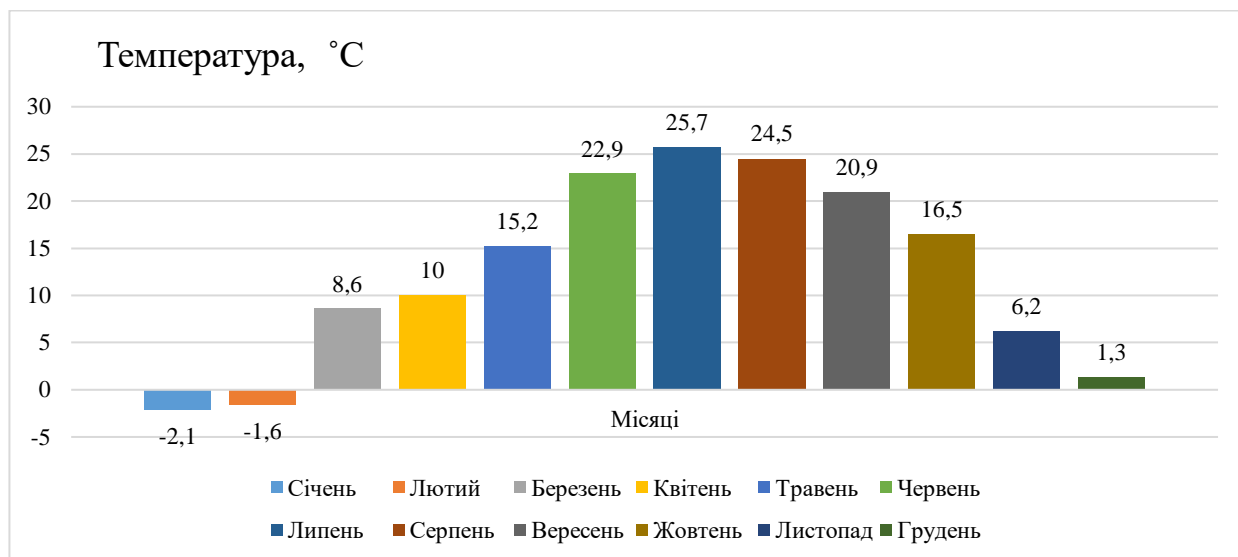


Рис. 2.4. Температура за місяцями в м. Херсон за 2020 рік

У березні температура підвищилася до  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , але в середині другої декади знижувалася до  $-1-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На початку квітня стабільно почала наростати температура: в окремі дні вона підіймалася до позначок  $+14-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Незначні похолодання (до  $+5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) були в другій декаді квітня, а кінець місяця був дуже теплим – до  $+18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що зумовило дружний ріст рослин гороху на досліді. Як свідчить рисунок 2.4, в травні середньомісячна температура була на  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в червні на  $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  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.

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.

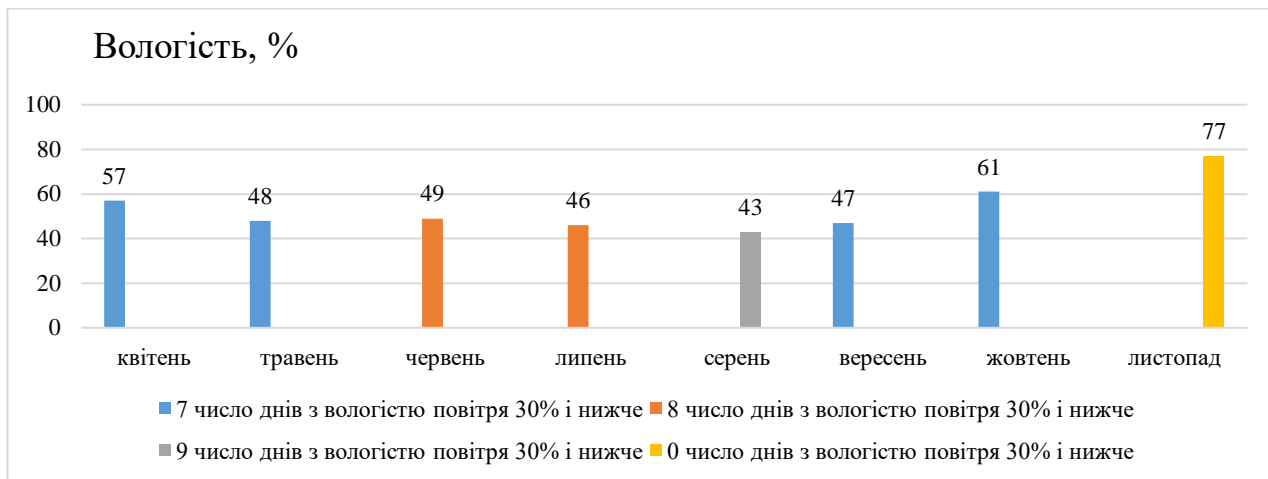


Рис. 2.5. Багаторічні середньомісячні показники вологості повітря за вегетаційний період за даними агрокліматичного довідника в Херсонській області

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

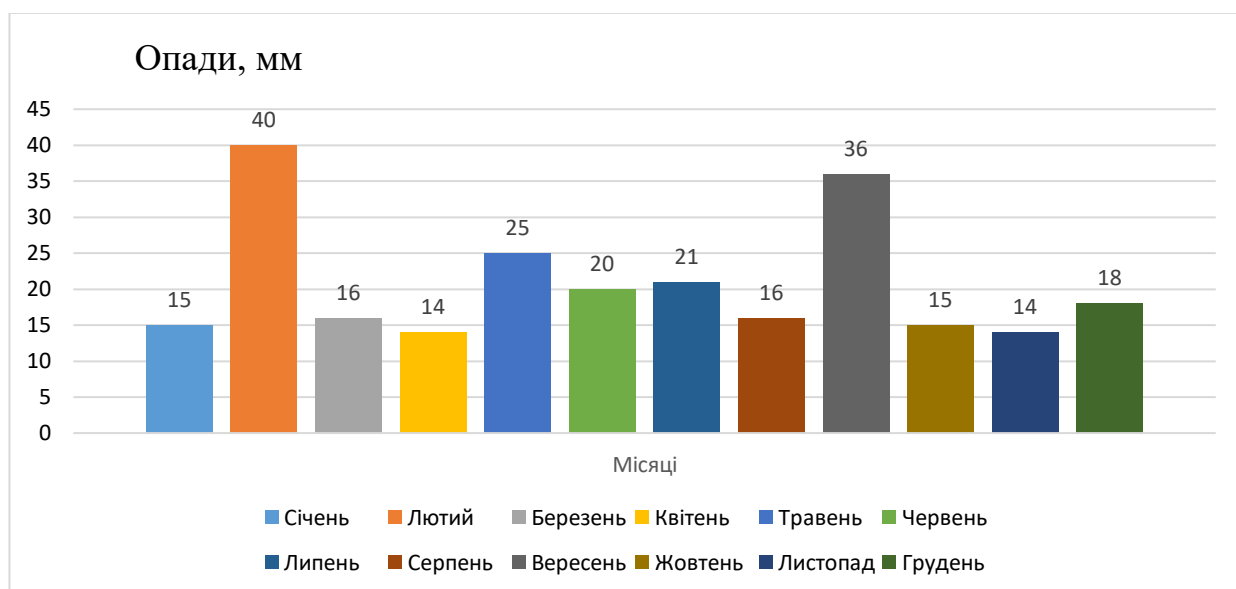


Рис. 2.6. Кількість опадів за місяцями на дослідній ділянці в 2020 році, сума за рік – 248 мм

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.

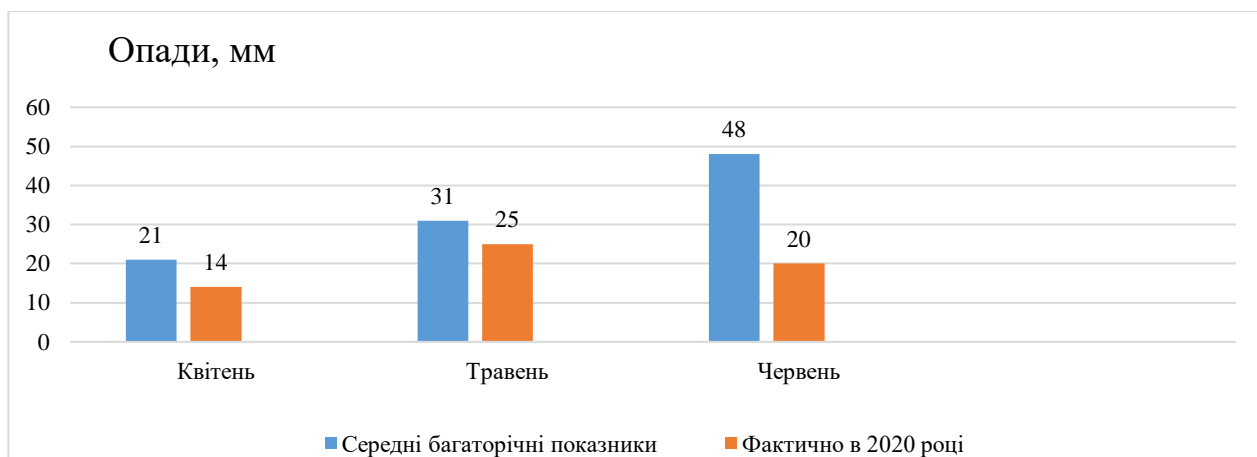


Рис. 2.7. Порівняльна кількість опадів за період вегетації гороху в 2020 році

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  $-16-18^{\circ}\text{C}$ , 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.

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  $-2...-4^{\circ}\text{C}$ . 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.

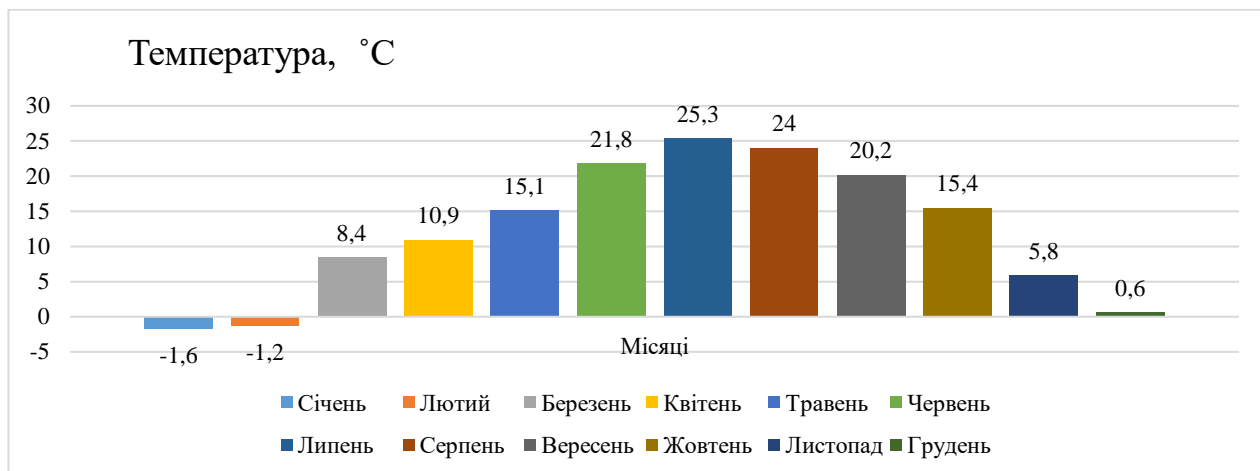


Рис. 2.8. Температура за місяцями в м. Херсон за 2021 рік

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

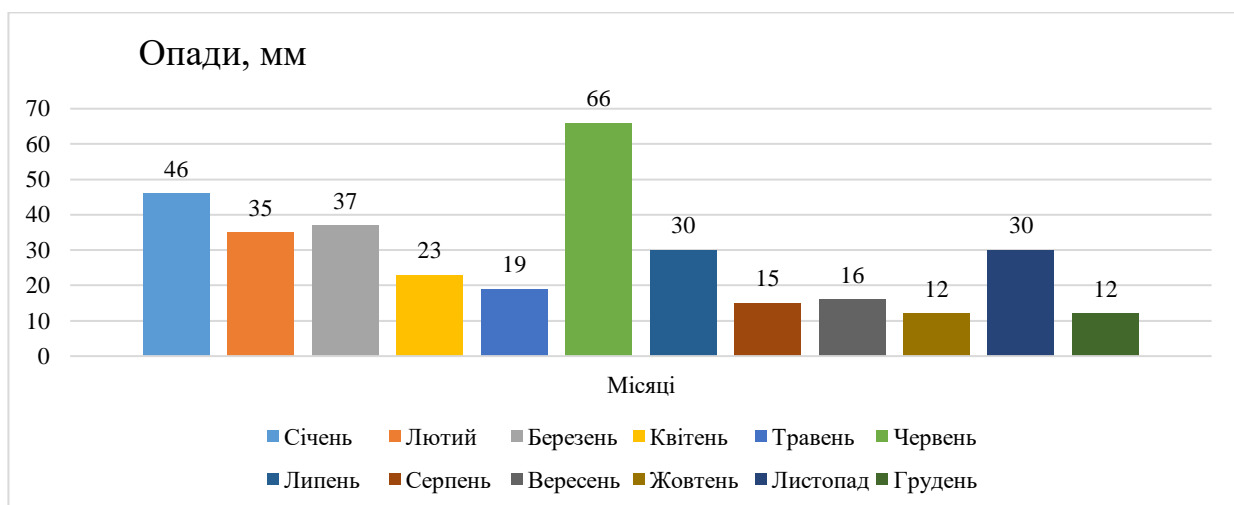


Рис. 2.9. Кількість опадів за місяцями на дослідній ділянці в 2021 році, сума за рік – 370 мм

За період вегетації гороху випало опадів в межах 108 мм (рис. 2.10.). 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 зерна гороху, що позитивно вплинуло на показники його урожайності за варіантами дослідів.

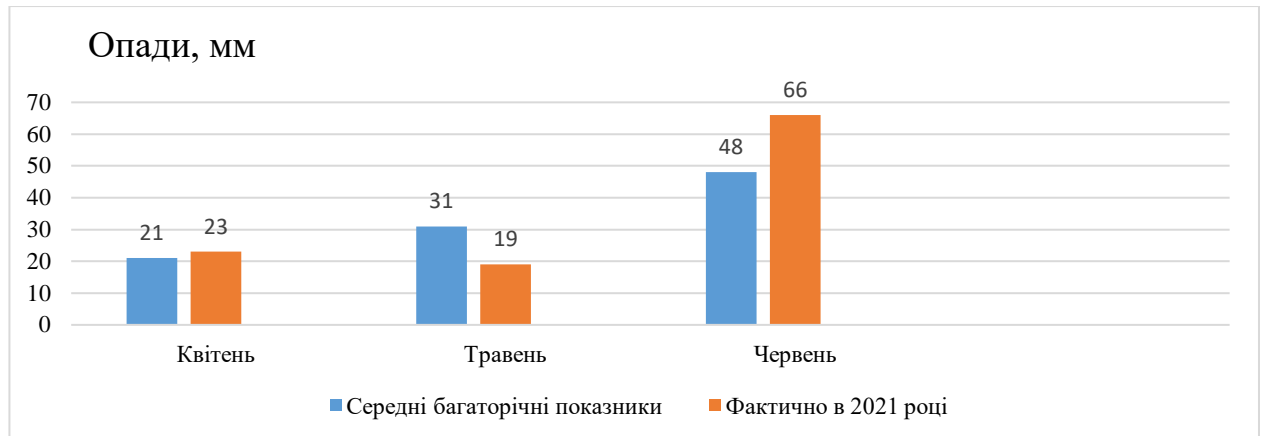


Рис. 2.10. Порівняльна кількість опадів за період вегетації гороху в 2021 році

Запас води перед посівом в шарі ґрунту 0-100 см був у межах: 2019 р. – 126 мм, 2020 р. – 72 мм, 2021 р. – 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, 222, 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 зменшенню загальної пористості та рівня гігроскопічності [16, 39, 49, 63, 196, 254, 255] (табл. 2.1).

За даними таблиці 2.1., в орному шарі ґрунту (0-30 см) 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 – 2,2 мг/100 г, P – 3,8 мг/100 г, K – 26 мг/100 г.

*Таблиця 2.1.*

**Фізико-механічні показники ґрунту дослідної ділянки**

Горизонт, см	Сума фракцій в% до сухого ґрунту		Щільність складення, г/см <sup>3</sup>	Щільність твердої фази ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Пористість, %
	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

Середній 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  $N_{40}P_{60}$ . Щоб досягти високих врожаїв, 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, 254, 255].

### **2.3. Методика проведення польових дослідів**

Досліди з вивчення продуктивності сортів гороху проводили впродовж 2019-2021 років за схемою:

Фактор А – сорти гороху (середньої групи стиглості):

1. Оплот
2. Світ
3. Модус

Фактор В – густина посіву:

1. 0,9 млн. шт./га (норма висіву – 1,05 млн. шт. насінин на 1 га)
2. 1,2 млн. шт./га (норма висіву – 1,39 млн. шт. насінин на 1 га)
3. 1,5 млн. шт./га (норма висіву – 1,75 млн. шт. насінин на 1 га)

Фактор С – обробка посіву водою, біопрепаратами та мікроелементами в фази вусоутворення та бутонізації:

1. Контроль (обробка посіву водою по 200 л/га)
2. Біо-гель (1,5 л препарату на 200 л/га води)
3. Хелафіт (1,5 л препарату на 200 л/га води)
4. Композиція мікроелементів (В + Мо) (45 г борної кислоти + 45 г молібденовокислого амонію на 200 л/га води)

Попередником гороху в досліді була пшениця озима на зерно.

Проведення польового дослідів включало фенологічні та біометричні основні та супутні спостереження, фітосанітарний моніторинг, вимірювання освітленості та забур'яненості посіву за варіантами дослідів [79, 80, 81, 82, 83].

Були визначені дати настання та проходження основних фенофаз розвитку рослин, таких як сходи, вусоутворення, бутонізація, цвітіння, налив насіння, воскова стиглість і повна стиглість зерна.

Полеві досліді та лабораторні дослідження проводили згідно з методиками проведення польових дослідів та методичними рекомендаціями для роботи в неполивних умовах [79].

Досліди були проведені методом розщеплених ділянок з частковою рендомізацією, відповідно до методики польових експериментів, що вивчають агротехнологічні прийоми вирощування сільськогосподарських культур. При плануванні та виконанні дослідження використовували загальноприйняті методичні вказівки, посібники та ДСТУ ISO 10012:2005 (рис. 2.11) [79, 80, 81, 82, 83].



Рис. 2.11. Загальний вигляд досліді на полі, 2019 рік

Дослід був проведений з чотирикратною повторністю. Посівна площа ділянки – 72 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>.

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

Вологість ґрунту визначали згідно з ДСТУ 4362:2004 для відстеження змін вмісту вологи та вологозабезпеченості рослин [80], її визначали 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, м<sup>3</sup>/га;

$O$  – атмосферні опади за період, м<sup>3</sup>/га ;

$W_h$  – запас вологи в шарі ґрунту 0-100 см на початок періоду, м<sup>3</sup>/га;

$W_k$  – запас вологи шарі ґрунту 0-100 см наприкінці періоду, м<sup>3</sup>/га.

Коефіцієнт водоспоживання гороху розраховували за формулою:

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

де  $KB$  – коефіцієнт водоспоживання, м<sup>3</sup>/т;

$B$  – сумарне водоспоживання за період вегетації, м<sup>3</sup>/га;

$Y$  – урожайність, т/га.

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. 2.12.).





Рис. 2.12. Вимірювання лінійного приросту рослин гороху за варіантами дослідів, 2019 рік

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

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

де  $S$  – площа листків,  $\text{м}^2$ ;

$a$  – загальна маса сирих листків, г;

$b$  – маса сирих висічок, г;

$c$  – площа висічок,  $\text{м}^2$ .

Площу листків 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 методом висічок, та площі вусів, які за масою становлять до 45-47% від маси листових пластинок і наступної суми цих значень [171].

Недзельський В. А. запропонував 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  $D \times 3,14$ , (де  $D$  – діаметр одного вуса) визначають периметр одного вуса і шляхом множення на довжину (5 см) визначають площу вуса (циліндра) [169, 171].

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 посіву, 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, 171].

Описаний метод є дуже довготерміновим, що впливає на точність визначення площі асиміляційної поверхні, оскільки за час визначення відібрані зразки значно зменшують вагу внаслідок втрачання вологи, що приводє 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 точний 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 рослин гороху вусатого типу.

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/м<sup>2</sup>;

$B_1$  і  $B_2$  – суха маса рослин з 1м<sup>2</sup> посіву на початку й у кінці облікового проміжку часу, г/м<sup>2</sup>;

$L_1$  і  $L_2$  – площа листків на 1м<sup>2</sup>, на початку й у кінці облікового проміжку часу, м<sup>2</sup>;

$T$  – число діб між замірами.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу визначали 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, м<sup>2</sup>/га за добу;

$L_1, L_2, L_3 \dots L_n$  – площа листків на 1 га посіву у відповідні строки визначення, м<sup>2</sup>/га;

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

Загальну продуктивність фотосинтезу (г/м<sup>2</sup> за добу) визначали за різницею в кількості накопиченої сухої надземної біомаси 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. Повторність визначення дворазова. Розкопування проводили на глибину 0-60 см. Аналогічним способом проводили відбір зразків за варіантами досліду у дворазовій повторності для визначення кількості та маси бульбашок азотфіксуючих бактерій [79].

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



Збирання врожаю та його облік проводили у фазі повної стиглості зерна методом зважування, використовуючи комбайн «Sampro-130».

Дані врожайності були приведені до стандартної вологості насіння 14%. Результати були оброблені дисперсійним аналізом за допомогою ПЕОМ [223].

Розрахунок економічної ефективності вирощування гороху на зерно здійснювався за відповідною методикою, згідно із загальними виробничими нормами й з обліком усіх витрат, прямих і накладних видатків за наявними на 01.01.2024 р. розцінками [85].

Енергетичну ефективність визначали за методикою енергетичної оцінки технології вирощування рослин (за Медведовським) [79].

## **2.4. Характеристика досліджуваних сортів гороху, біопрепаратів та композиції мікроелементів**

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

Оплот – напівкарликовий сорт гороху, що належить до безлисточкового типу. Його оригінатором 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 5,49 т/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 залежно 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 3,58 т/га, а максимальна – 5,8 т/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. 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.

Для дворазової обробки посіву гороху у фазі вусоутворення та бутонізації використовували вітчизняні препарати Біо-гель та Хелафіт комбі дозою 1,5 л/га, рекомендованою виробниками, і композицією мікроелементів (бор + молібден), з масовою часткою 45 г борної кислоти та 45 г молібденовокислого амонію в розрахунку на 1 га посіву за допомогою електричного ранцевого оприскувача, який згідно з технічною характеристикою забезпечує постійний тиск в системі і рівномірну обробку посіву препаратами (додаток М.5).

Основна діюча речовина біодобрива Біо-гель: 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; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,30; K<sub>2</sub>O – 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 із стимулюючим ефектом, яке здатне підвищити врожайність на 8-30% [259]. Рекомендована двократна обробка посіву в фазі вегетації та бутонізації нормою 1,0-2,0 л/га.

Основна діюча речовина препарату з біозахисним ефектом Хелафіт комбі: 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 [260].

Концентрація діючої речовини:

- мікроелементи: менше 20 г/л, іони біогенних металів, (Zn<sup>++</sup>, Cu<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) 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, епібрасcинолід – менше 0,05 г/л, зеатін, альгінова кислота, гідроксикоричнева кислота.

Препаративна форма: розчин. Обприскування посіву препаратом Хелатит комбі призводить до збільшення врожайності зернових колосових на 0,3-0,4 т/га, а соняшнику та ріпаку – на 0,2-0,3 т/га і більше [260]. Рекомендована дворазова обробка посіву в фазі 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 біомаси [49, 98].

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].

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].

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 електронів від

субстрату, що окислюється (донатор електронів) до речовини, яка відновлюється (акцелатор електронів) [27, 49, 180].

Горох демонструє позитивну реакцію на використання молібденових добрив, що сприяє підвищенню врожайності зеленої маси та зерна гороху, а також збільшенню в ньому вмісту протеїну. 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 [49, 174, 177, 180].

## **2.5. Агротехніка проведення досліду**

У дослідженні використовувалася агротехніка, яка є прийнятою для вирощування гороху на зерно в степовій зоні України з додаванням досліджуваних факторів [49, 180, 199, 201, 202].

Як попередник використовувалася озима пшениця, вирощувана на зерно. Після збору врожаю попередника проводили лушення 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 в день посіву. Сівба сортів гороху, що досліджувалися, здійснювалася сівалкою СЗ-3,6, з внесенням  $P_{10}$ , після чого проводили коткування кільчасто-шпоровими котками (додаток М.9).

Впродовж вегетаційного періоду гороху проводилася обробка посіву 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 200 л/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 обробку посіву гербіцидом Базагран (рекомендована норма – 3л/га) [259, 260].

Обробку посіву біопрепаратами Біо-гель та Хелафіт проводили з допомогою ранцевого електричного оприскувача, який має постійний тиск і забезпечує рівномірний розпил розчину за варіантами дослідів. Облік урожаю проводили комбайном «Samro-130» при повній стиглості насіння гороху з вологістю 14% згідно з ДСТУ 4524:2006.

## **Висновки до розділу 2**

1. Дослідження продуктивності сортів гороху (Оплот, Світ, Модус) за різних густот посіву та позакореневих обробок біопрепаратами (Біо-гель, Хелафіт) і композицією мікроелементів (бор та молібден) проводилися протягом 2019-2021 років на дослідному полі Херсонського ДАЕУ, розташованому в зоні ризикованого землеробства Південного Степу, де переважають темно-каштанові ґрунти з недостатнім природним вмістом поживних речовин та мікроелементів (зокрема бору та молібдену).
2. Агротехнологія вирощування включала стандартні для регіону прийоми підготовки ґрунту після озимої пшениці, внесення основних та передпосівних добрив, сівбу з різною густотою, захист від шкідників та бур'янів.
3. Метеорологічні умови в роки досліджень мали певні відмінності за зволоженням, проте загалом були в межах, що дозволили отримати врожаї гороху, придатні для аналізу впливу досліджуваних факторів на продуктивність культури в контексті зміни кліматичних та ґрунтових умов Південного Степу.
4. Застосована комплексна методика польових досліджень дозволила оцінити агрономічну ефективність різних сортових особливостей, густоти посіву та застосування біопрепаратів і мікроелементів для оптимізації вирощування гороху за зміни клімату та ґрунтів типових для зони Південного Степу.

### РОЗДІЛ 3

## ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ ТА КОМПОЗИЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ АГРОЦЕНОЗУ

### **3.1 Вплив досліджуваних факторів на ріст та розвиток вегетативних органів сортів гороху**

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 В. Д. [179], Андрушко М. О., Лихочвор В. В. [24], Василенко А. О. [44], Гамаюнова В. В., Алмашова В. С. [48, 49], Дідур І. М. [73], Січкарь В. І. [208, 211], Хухлаєв І. І. [225] 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].

На тривалість міжфазних періодів гороху впливають мінеральні добрива, інокуляція насіння, біологічні препарати, регулятори росту, мікроелементи, 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], Плотніков В. В. [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.

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

Аналіз таблиці 3.1. (додаток Н.1.) дозволяє констатувати, що тривалість 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.

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] вказують, що в їхніх дослідах сходи з'являлися на 7-10-14-20 добу, що залежало від температури й незначною мірою від сорту.

Період «сходи–вусоутворення» (галуження стебла) мав тривалість 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 тривалість міжфазного періоду «вусоутворення–бутонізація», на яку впливали вже всі досліджувані фактори, яка за варіантами змінювалася в межах 24-35 діб.

Вплив сорту на міжфазний період «вусоутворення–бутонізація» спостерігався насамперед на різних густотах посіву і їх обробках. У контрольних варіантах (обробка посіву 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 посіву мікроелементами й біопрепаратами значно впливала на цей міжфазний період. Обробка посіву бором і молібденом збільшувала його тривалість в середньому на 3 доби, що збігається з даними досліджень Алмашової В. С. і Гамаюнової В. В. [49] та інших авторів [68, 93, 98]. Хелафіт також при відповідному застосуванні збільшував тривалість міжфазного періоду «вусоутворення–бутонізація» у 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 зернагороху на цих варіантах.



У досліджах найменшим за тривалістю був міжфазний період «бутонізація–цвітіння» і залежно від досліджуваних факторів тривав 6-10 діб, а під дією мікроелементів та біопрепаратів збільшувався в середньому на 2-3 доби. На такий же термін збільшувався цей показник на мінімальній густоті посіву порівняно з максимальною.

При дослідженні міжфазного 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 встановлювали.

Тривалість міжфазного періоду «молочна стиглість–повна стиглість насіння» в досліді колилася в інтервалі 12-15 діб і незначною мірою залежала від сорту, іноді від густоти, а обробка посіву препаратом Біо-гель збільшувала її в середньому на 2 доби. Сумуючи тривалість міжфазних періодів, ми визначали термін філогенезу гороху (вегетаційний період) за варіантами досліду.

*Таблиця 3.1.*

**Вплив біопрепаратів та мікроелементів на тривалість міжфазних періодів у сортів гороху, діб (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Сівба – сходи	Сходи - бутонізація	Бутонізація – цвітіння	Цвітіння – повна стиглість	Вегетаційний період, діб	Плюс – мінус до контролю
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	11	38	5	30	73	0
В + Мо	11	41	7	29	77	+4
Біо-гель	11	42	8	31	81	+8
Хелафіт	11	30	7	29	76	+3

густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	11	39	7	29	75	0
В + Мо	11	42	7	30	79	+4
Біо-гель	11	43	8	32	83	+8
Хелафіт	11	41	9	30	80	+5
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	11	40	7	30	77	0
В + Мо	11	43	7	32	82	+5
Біо-гель	11	45	7	32	84	+7
Хелафіт	11	44	7	30	81	+4
Сорт Модус						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	10	36	7	28	71	0
В + Мо	10	38	9	30	77	+6
Біо-гель	10	39	9	30	78	+7
Хелафіт	10	39	8	30	77	+6
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	10	37	8	28	73	0
В + Мо	10	39	10	30	79	+6
Біо-гель	10	41	10	31	80	+7
Хелафіт	10	40	9	30	79	+6
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	10	39	9	27	75	0
В + Мо	10	41	10	29	80	+5
Біо-гель	10	43	10	30	83	+8
Хелафіт	10	42	9	29	80	+5
Сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	12	39	6	28	73	0
В + Мо	12	42	6	31	79	+6
Біо-гель	12	42	7	31	80	+7
Хелафіт	12	41	7	29	77	+4
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	12	40	6	29	75	0
В + Мо	12	44	6	32	82	+7
Біо-гель	12	44	7	32	83	+8
Хелафіт	12	44	7	30	79	+4
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	12	42	6	30	78	0
В + Мо	12	45	7	32	84	+6
Біо-гель	12	46	7	33	86	+8
Хелафіт	12	45	7	32	84	+6

Дані, що свідчать про вплив біопрепаратів, а також суміші мікроелементів на тривалість міжфазних і вегетаційного періодів у різних сортах гороху, представлені в таблиці 3.2. [8, 131].

Згідно з таблицею 3.2, 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 у контрольному варіанті для сорту Оплот становив 75 діб, для сорту Модус – 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.

У 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 доби та для сорту Світ – на 5 діб. Густота посіву також значно впливала на їх забур'яненість: при вирощуванні за безгербіцидною технологією, у дослідях 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.

Біопрепарати та мікроелементи мали найзначніший вплив на тривалість міжфазних і вегетаційного періодів, незалежно від сорту і густоти посіву. Використання Біо-гелю у фазі формування вусів і бутонізації подовжувало вегетаційний період на 7-8 діб, Хелафіту – на 5-6 діб, а композиції мікроелементів – на 4-6 діб, що свідчить про їхню високу фізіологічну активність і ефективність.

Отже, результати показують, що застосування біодобрива 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 в умовах Південного Степу.

Таблиця 3.2.

**Вплив біопрепаратів та мікроелементів на тривалість вегетаційного періоду сортів гороху, діб (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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

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 біомаси 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. Згідно із типовою методикою [79] всі біометричні вимірювання проводилися за варіантами досліду у двох несуміжних 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 Південного Степу 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 посіву, що, в свою чергу, суттєво позначається на продуктивності фотосинтезу, аерації рослин, газообміні та транспірації, а також на здатності конкурувати з бур'янами [49, 132, 202].

Було встановлено, що лінійний приріст у гороху в основному завершується під час цвітіння рослин [201, 202]. Дані, що ілюструють вплив досліджуваних факторів, представлені в таблиці 3.3 (додаток Н.1).

Аналіз показників з таблиці 3.3 (додаток Н.1) 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. У контрольних варіантах висота рослин незначно змінювалася залежно від погодних умов року.

Що стосується впливу густоти посіву на висоту рослин, спостерігалась тенденція до її незначного зниження із зменшенням густоти, що підтверджує дані інших дослідників [7, 132]. Наприклад, у контрольних варіантах у сорту Оплот за густоти посіву 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.

Використання мікроелементів в усіх варіантах досліду (для різних сортів гороху та густот посіву) сприяло середньому лінійному приросту рослин від 5,0%

до 9,6% в порівнянні з контрольним варіантом, що позитивно впливало на ріст і розвиток гороху.

Хелафіт, який за даними авторського прайс-листа раніше не застосовували для обробки посіву 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 біопрепарат Біо-гель: її величина порівняно з контролем (обробка посіву водою) при дворазовому 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 посіву. Ці дані свідчать про високу фізіологічну активність цього препарату.

Таблиця 3.3.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С - варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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
НІР <sub>05</sub> , см: А – 0,82; В – 0,82; С – 0,94; АВ – 1,41; АС – 1,63; ВС – 1,63; АВС – 2,83.				

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, 49].

Вплив біопрепаратів і мікроелементів на кількість листків у сортів гороху за різних густот посіву наведений у таблиці 3.4.(додаток Н.2). Дані, представлені в таблиці 3.4 (додаток Н.2), свідчать про те, що за роки досліджень кількість листків у фазу цвітіння гороху у контрольних варіантах змінювалася незначною мірою і залежала від погодних умов, що також стосується сортів. Що стосується густоти посіву, то у контрольних варіантах кількість листків при мінімальній густоті була на 4-6% меншою, ніж при максимальній. У випадках застосування біопрепаратів та мікродобрих (фактор С) ця різниця збільшувалася до 9-12% і навіть більше. При використанні композиції мікроелементів (бор + молібден) приріст становив в середньому 4-6 листків на рослину (10,0-14,2%). Обробка посіву Хелафітом підвищувала цей показник до 5-8 листків (12-16%), а застосування препарату Біо-гель забезпечувало найбільшу прибавку – 7-10 листків, що становить 18-23% відносно контролю (обробка посіву водою).

Таблиця 3.4.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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
НІР <sub>05</sub> , шт.: А – 0,80; В – 0,80; С – 0,92; АВ – 1,38; АС – 1,60; ВС – 1,60; АВС – 2,77.				

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, 198, 204], у гороху вусатого типу інтенсивний фотосинтез відбувається як у листках, 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» є трудомісткими, складними й не дуже точними [171].

Слушною є думка, що для визначення фотосинтетичного потенціалу гороху «вусатих» сортів доцільніше використовувати показник сумарної маси асиміляційного апарату. Отримані дані за цим параметром за роки досліджень наведені в таблиці 3.5 (додаток Н.3).

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

*Таблиця 3.5.*

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , г: А – 0,13; В – 0,13; С – 0,15; АВ – 0,22; АС – 0,25; ВС – 0,25; АВС – 0,44.				

Обробка посіву сумішню мікроелементів сприяла збільшенню маси асиміляційного апарату в середньому на 5,2%, Обробка препаратом 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].

Дані щодо залежності площі асиміляційної поверхні гороху за варіантами дослідів в середньому за 2019-2021 роки наведені на рис. 3.1., 3.2., 3.3. Рис. 3.1. свідчить, що в сорту Оплот у контрольному варіанті (обробка посіву водою) найбільша площа асиміляційної поверхні була за густоти 0,9 млн/га – 25,7 тис. м<sup>2</sup>/га, тоді як за густоти 1,5 млн/га – лише 23,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Максимум цей показник у сорту Оплот досягав при обробці посіву препаратом Біо-гель – 31,3 тис. м<sup>2</sup>/га за такої же густоти посіву, і перевищував контроль на 5,6 тис. м<sup>2</sup>/га, або на 21,8%, що свідчить про високий фотосинтетичний потенціал варіанта дослідів. Близькими за значенням є дані Пилипенка В. С. із співавторами [193, 194].

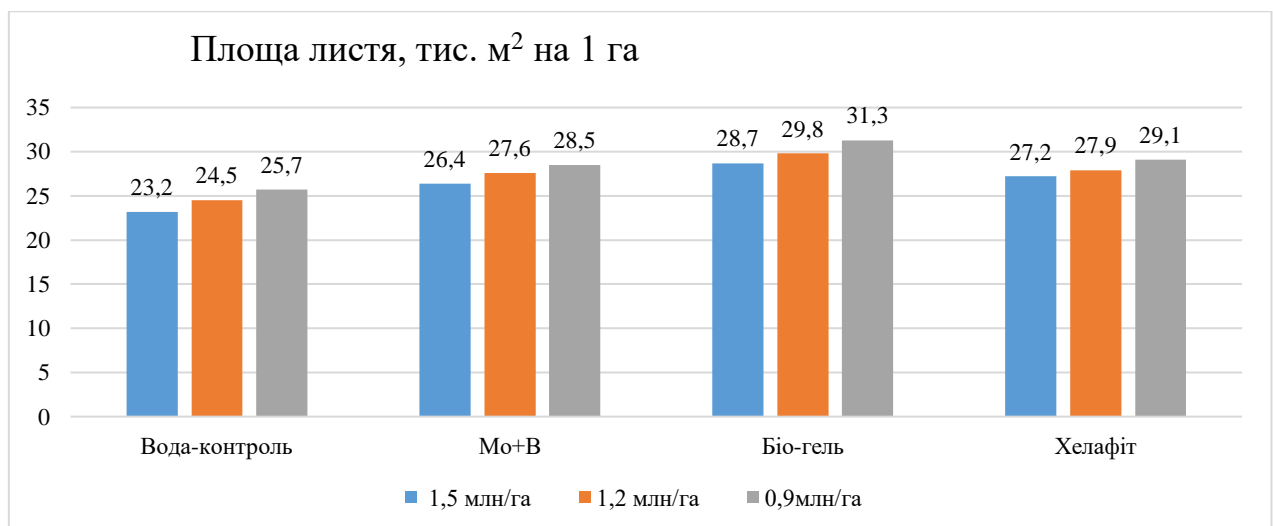


Рис. 3.1. Вплив досліджуваних факторів на площу асиміляційної поверхні гороху у фазу цвітіння сорту Оплот (середнє за 2019-2021 роки)

Порівнюючи варіанти досліду з контрольним варіантом на рис. 3.1. можна помітити збільшення площі листків по всіх досліджуваних факторах, що свідчить про динаміку збільшення даного показника в досліді.

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

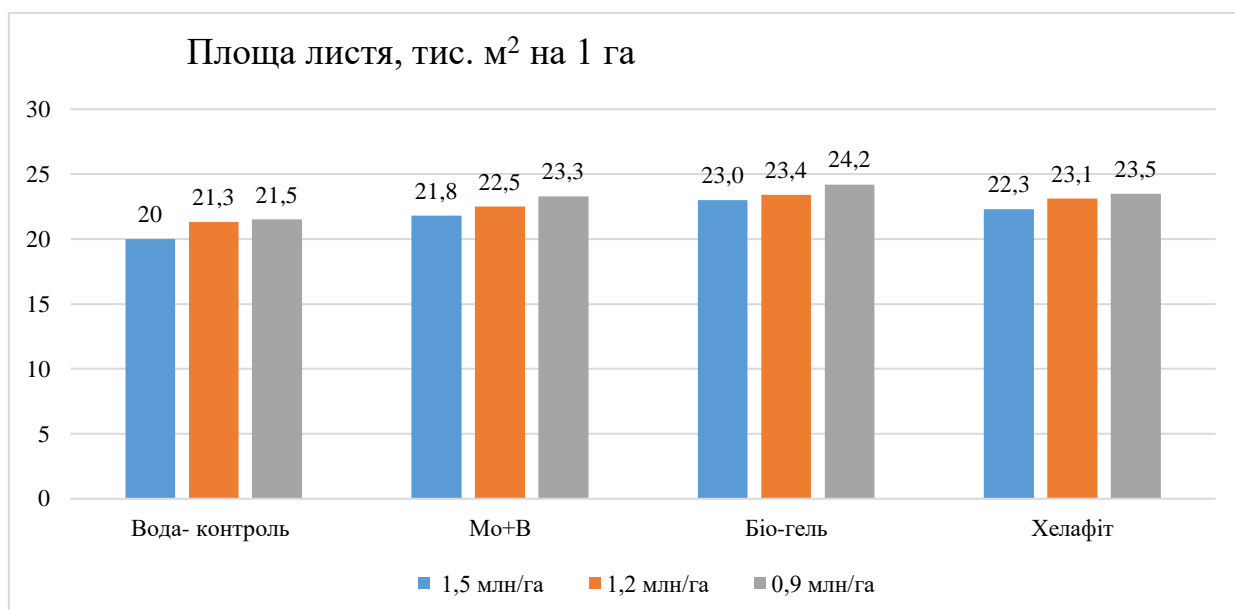


Рис. 3.2. Вплив досліджуваних факторів на площу асиміляційної поверхні гороху у фазу цвітіння сорту Модус (середнє за 2019-2021 рр.)

Дослідження інших авторів, проведених протягом останніх років із сортами «вусатого» типу свідчать, що площа асиміляційної поверхні гороху може значно варіювати залежно від генотипу (сорт) 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. м<sup>2</sup>/га до 46,5 тис. м<sup>2</sup>/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 у контрольному варіанті на рівні 19 тис. м<sup>2</sup>/га, яка змінювалася за роки досліджень від 17,3 до 21,1 тис. м<sup>2</sup>/га.

З рис. 3.3. зрозуміло, що мінімуму досліджуваний показник у сорту Світ сягав у контрольному варіанті (обробка посіву водою) за густоти посіву 1,5 млн/га – 22,6 тис. м<sup>2</sup>/га, а максимуму – за обробки сорту препаратом Біо-гель з густотою посіву 1,2 млн/га і мав середнє значення на рівні 30,4 тис. м<sup>2</sup>/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.

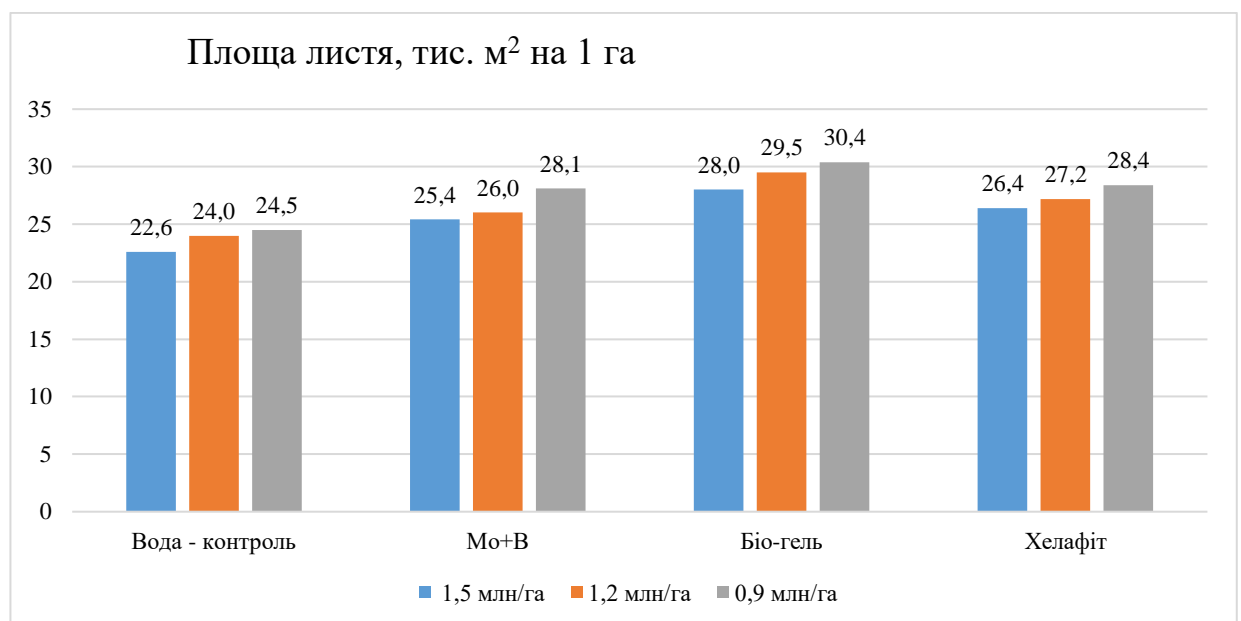


Рис. 3.3. Вплив досліджуваних факторів на площу асиміляційної поверхні гороху у фазу цвітіння сорту Світ (середнє за 2019-2021 рр.)

Вагомим показником, що відображає умови росту та розвитку рослин гороху, є накопичення надземної біомаси під час вегетаційного періоду. У більшості випадків цей показник слугує індикатором майбутньої зернової продуктивності [7, 8, 10, 65, 126, 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 [185].

У дослідях, відповідно до методичних вимог, ми визначали біомасу надземної частини рослин у сирому та сухому стані під час фаз вусоутворення та бутонізації, з інтервалом у 20 діб. Виходячи з отриманих даних, в таблиці 3.6. розраховували добовий приріст сухої речовини на одиницю площі для різних варіантів експерименту, що відображає загальну продуктивність асиміляції. З вимірювань видно, що найбільшу біомасу надземної частини у 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 посіву біопрепаратами 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 біомаси залежно від року. Найменш сприятливим для зволоження ґрунту був 2020 рік, коли вологість становила лише 55-60% від максимальної вологоємності ґрунту [7, 8, 9].

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

На основі цих даних ми обчислили добовий приріст сухої речовини з 1 м<sup>2</sup> під час активного росту гороху за всіма варіантами експерименту. У таблиці 3.6. представлено, що добовий приріст сухої речовини залежав від сорту [7, 8, 9].

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

Серед біопрепаратів і мікроелементів найбільше сприяв добовому приросту сухої біомаси Біо-гель, який збільшував приріст на 13,3, 12,9 та 11,5

г/м<sup>2</sup>, залежно від густоти посіву. Для сорту Світ ці показники становили 11,8, 10,7, 10,4 г/м<sup>2</sup>, а для сорту Модус – 10,3, 9,4 та 9,1 г/м<sup>2</sup> за добу [7, 8, 9].

Таблиця 3.6.

**Вплив біопрепаратів і мікроелементів на добовий приріст надземної біомаси в сухій речовині з одиниці площі посіву (загальна продуктивність фотосинтезу), (середнє за 2019-2021 рр.) г/м<sup>2</sup>**

Фактор С варіанти обробки посіву	Суха біомаса, г/м <sup>2</sup>		Приріст сухих речовин, г/м <sup>2</sup> за 20 діб	Добовий приріст сухих речовин, г/м <sup>2</sup> за добу
	Фаза вусоутворення	Фаза бутонізації		
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га				
Вода - контроль	34	259	225	9,0
В + Мо	34	350	316	12,6
Біо-гель	34	366	332	13,3
Хелафіт	34	314	280	11,2
густина посіву – 1,2 млн/га				
Вода - контроль	32	253	221	8,8
В + Мо	31	337	306	12,2
Біо-гель	32	355	323	12,9
Хелафіт	32	347	315	12,6
густина посіву – 0,9 млн/га				
Вода - контроль	29	237	208	8,3
В + 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 посіву – 1,5 млн/га				
Вода - контроль	32	214	182	7,3
В + Мо	31	282	251	10,0
Біо-гель	32	290	258	10,3
Хелафіт	31	283	252	10,1
густина посіву – 1,2 млн/га				
Вода - контроль	30	207	177	7,1
В + Мо	30	257	227	9,1
Біо-гель	30	264	234	9,4
Хелафіт	30	259	229	9,2
густина посіву – 0,9 млн/га				
Вода - контроль	26	197	171	6,8
В + Мо	25	241	216	8,6
Біо-гель	25	253	228	9,1
Хелафіт	25	247	222	8,9

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

Регулятор росту Хелафіт і мікроелементи забезпечили приріст сухої речовини на 3-6% менший, але значно вищий, ніж у контрольних варіантах. Наведені дані свідчать про потенціал досліджуваних препаратів [7, 8, 9].

Для гороху та інших дводольних рослин характерна стрижнева коренева система, яка формує симбіоз із азотфіксуючими бактеріями, що утворюють кореневі бульбочки [9, 60]. Сила кореневої системи визначає обсяги води та мінеральних солей, які рослини можуть поглинати, що, у свою чергу, впливає на їх посухостійкість. У більшості рослин біомаса кореневої системи становить 18-27% від біомаси надземної частини. Залежність сухої біомаси коренів гороху з 1 м<sup>2</sup> від досліджуваних факторів наведена в таблиці 3.7. [7, 8, 9].

Аналіз таблиці 3.7. (додаток Н.4.) вказує, що суха біомаса коренів значно залежала від погодних умов року. У контрольних варіантах вона була в 2019 році на рівні 60-66 г/м<sup>2</sup>, в 2020 році – 51-57 г/м<sup>2</sup>, та 58-62 г/м<sup>2</sup> в 2021 році. 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 біомасу коренів гороху досліджуваних сортів. За даними таблиці 3.7., при обробці посіву 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 посіву на 7-12 г/м<sup>2</sup>, або на 14-20%.

Таблиця 3.7.

**Суша біомаса коренів різних сортів гороху за варіантами досліду, г/м<sup>2</sup>  
(середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густина посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup> : А – 1,16; В – 1,16; С – 1,34; АВ – 2,00; АС – 2,31; ВС – 2,31; АВС – 4,01				

Застосування препарату Хелафіт збільшував цей показник у середньому до 9-15 г/м<sup>2</sup>, тобто – до 18-26%. Біо-гель забезпечував найбільший приріст, збільшуючи біомасу коренів на 13-18 г/м<sup>2</sup>, 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 напрямі збільшення інтенсивності азотфіксації [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 азотфіксуючими 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]. Кількість бульбочок азотфіксуючих 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 вологості до 55-60% від НВ кількість колоній бактерій на коренях значно зменшується, їх ріст і розвиток загальмовується [9].

Так, у посушливому 2020 році у контрольних варіантах в усіх сортів цей показник був менший на 18-23 шт. на 10 рослин, порівняно з 2019 та 2021 роками, коли вологості в ґрунті було в достатку – 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 (рис.3.4, рис. 3.5, рис. 3.6) [9].



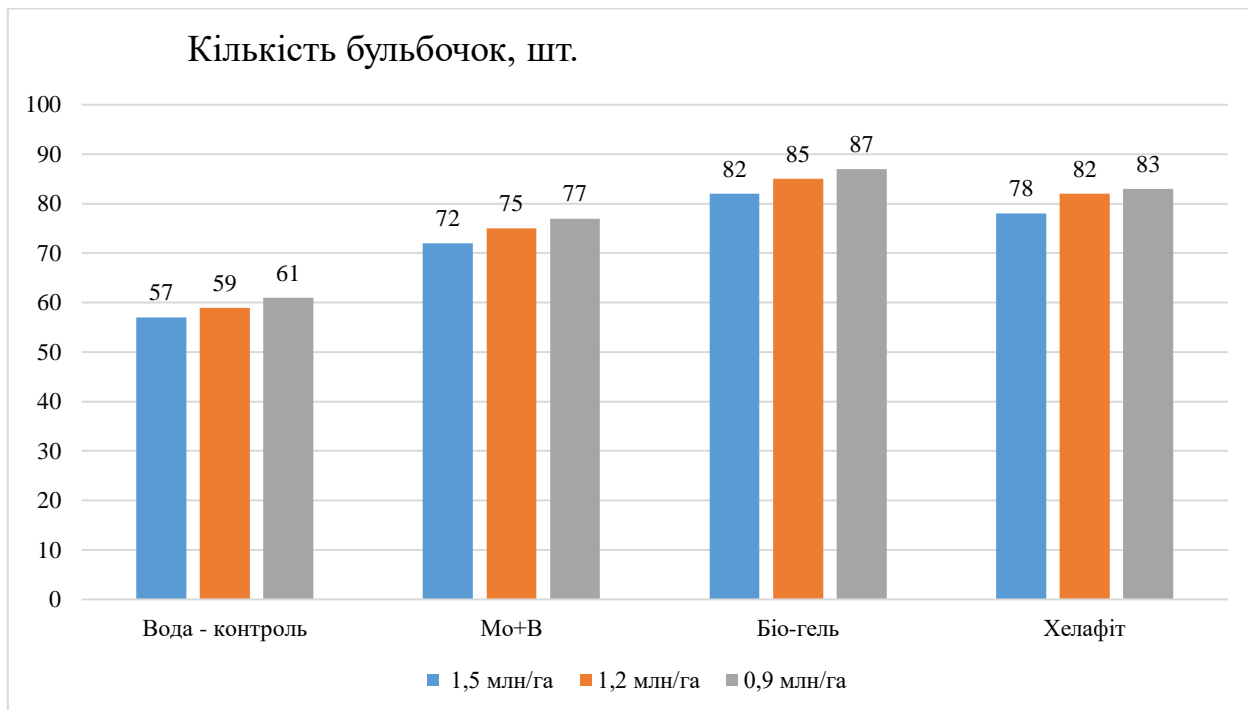


Рис. 3.4. Вплив досліджуваних факторів на кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху сорту Оплот (середнє за 2019-2021 рр.)

Найбільше впливала на кількість бульбочок обробка гороху біопрепаратами та мікроелементами. Мікроелементи забезпечували приріст порівняно з контролем в середньому на 24-27% [9].

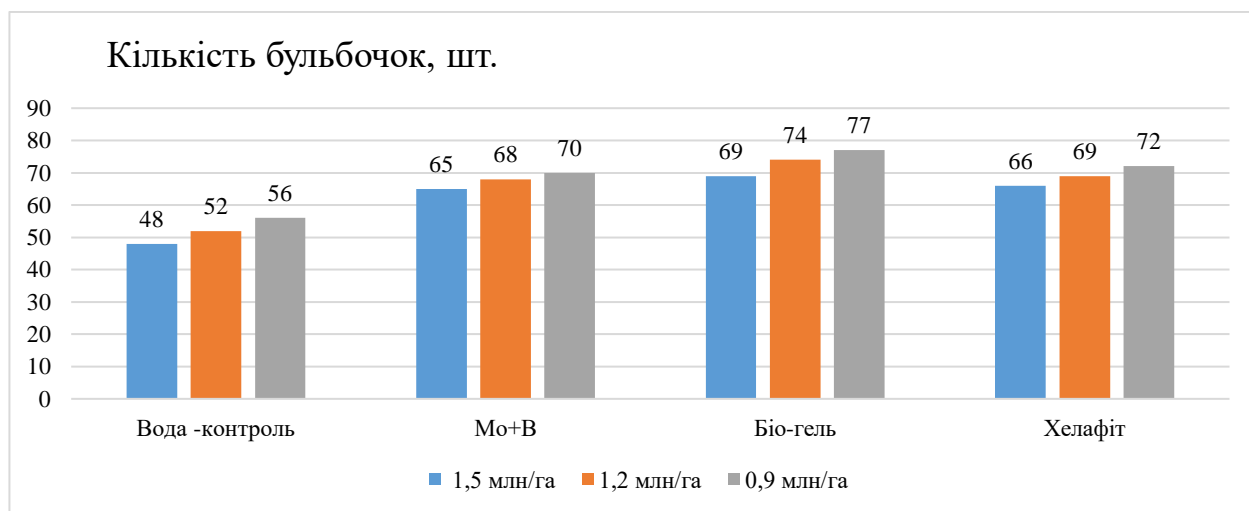


Рис. 3.5. Вплив досліджуваних факторів на кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху сорту Модус (середнє за 2019-2021 рр.)

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].

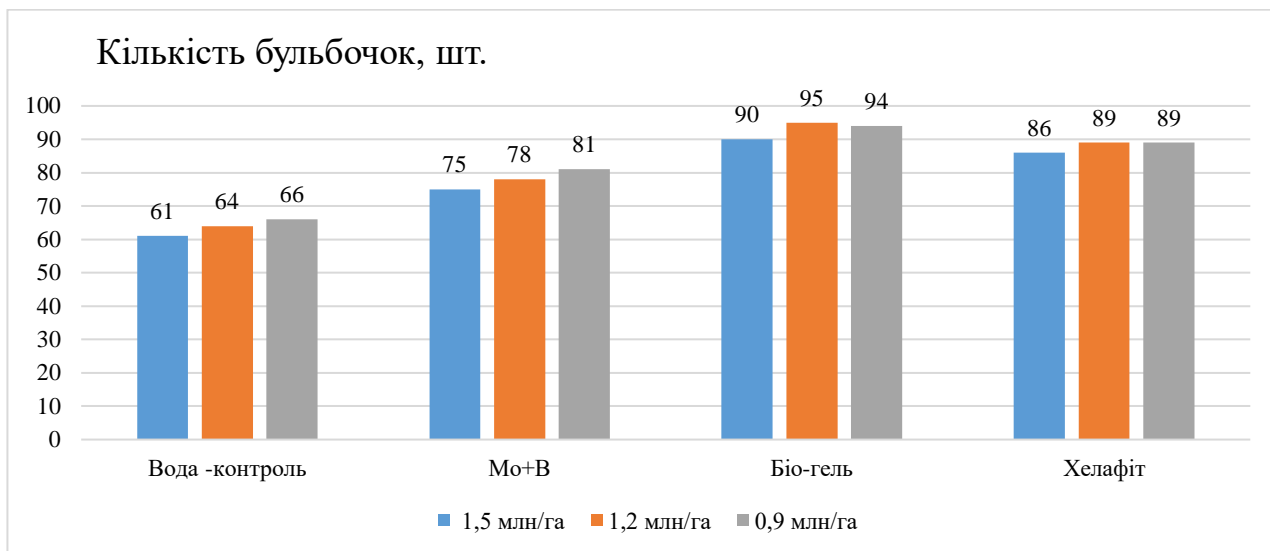


Рис. 3.6. Вплив досліджуваних факторів на кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій на коренях 10 рослин гороху сорту Світ (середнє за 2019-2021 рр.)

Якісним показником розвитку азотфіксуючого апарату гороху є суха маса бульбочок на його корені залежно від сорту, густоти посіву та обробки посіву біологічними препаратами, регулятором росту і мікроелементами, про що ілюструють рисунки 3.7., 3.8., 3.9.

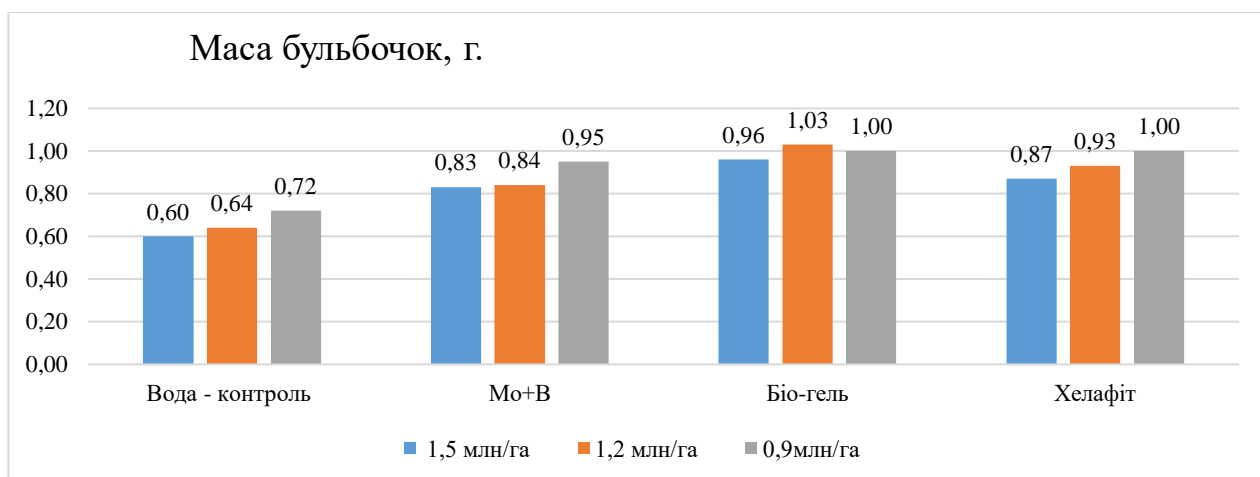


Рис. 3.7. Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотфіксуючих бактерій на 10 рослинах гороху сорту Оплот (середнє за 2019-2021 роки)

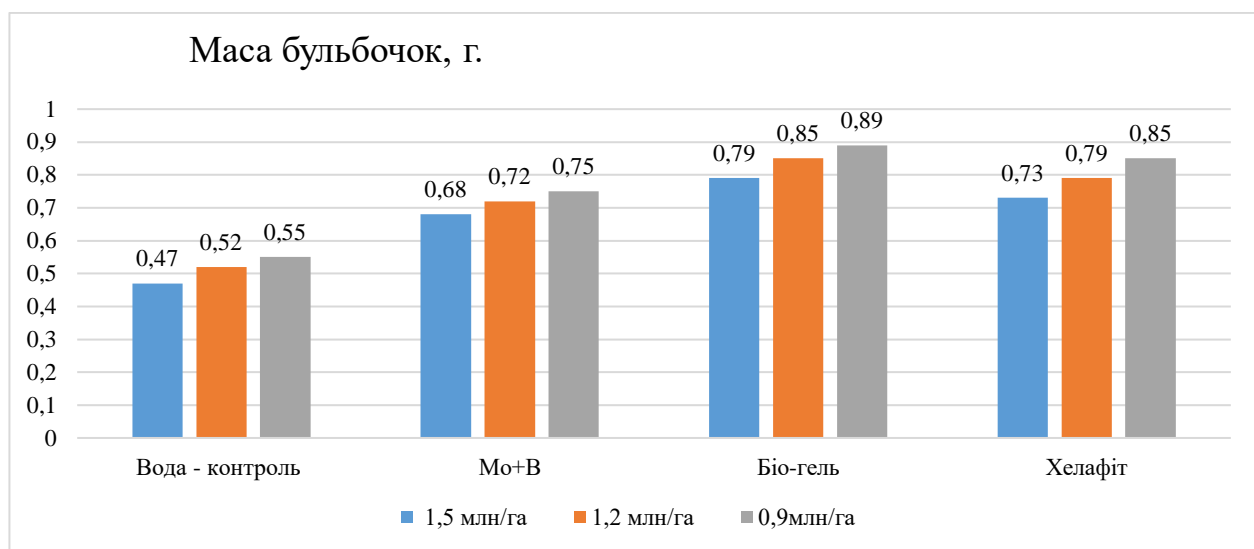


Рис. 3.8. Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотфіксуючих бактерій на 10 рослинах гороху сорту Модус (середнє за 2019-2021 роки)

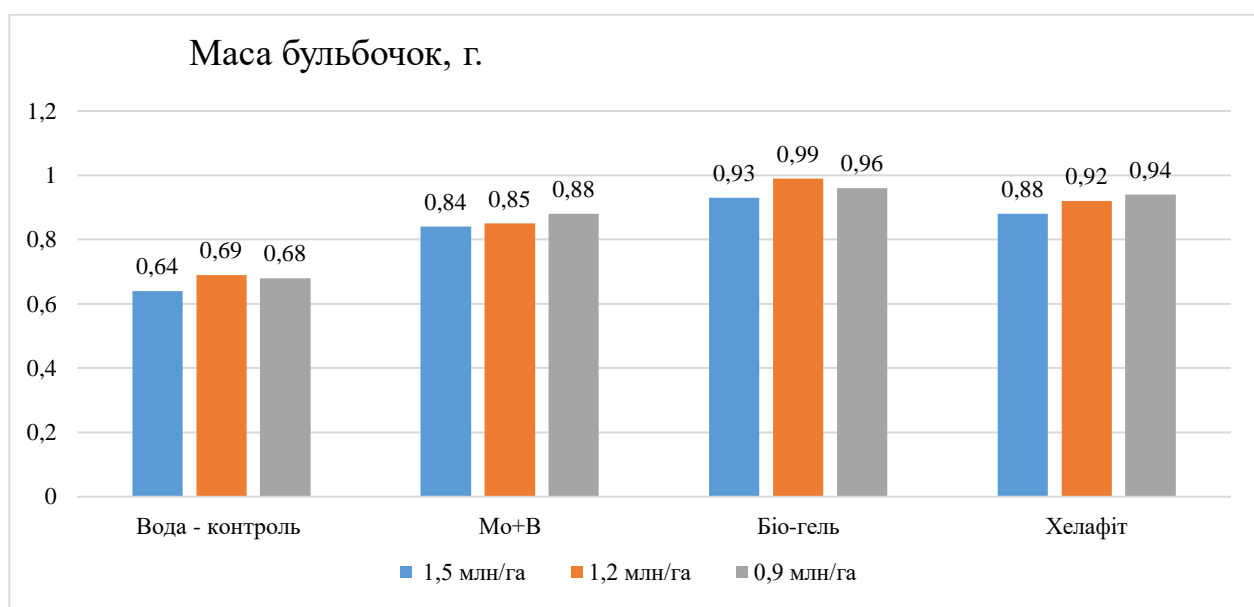


Рис. 3.9. Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотфіксуючих бактерій на 10 рослинах гороху сорту Світ (середнє за 2019-2021 роки)

Аналіз таблиці 3.8. (додаток Н.5.) вказує, що маса бульбочок на 10 рослинах, як і їх кількість, збільшувалася у контрольних та досліджуваних варіантах зі зменшенням густоти посіву у всіх сортів у середньому на 17-19%,

що пов'язане 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 Південного Степу та генетичними особливостями [9].

Вплив обробки посіву біопрепаратами 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-гель – на 53-62% [9].

Таблиця 3.8.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , г: А – 0,03; В – 0,03; С – 0,04; АВ – 0,07; АС – 0,09; ВС – 0,09; АВС – 0,11				

Результати, представлені в цьому розділі, підтверджують, що застосування мікроелементів та біопрепаратів під час фази «вусоутворення» та бутонізації є важливим фактором для підвищення продуктивності досліджуваних сортів гороху [7, 8, 9].

### **3.2 Вплив досліджуваних факторів на ріст та розвиток генеративних органів сортів гороху**

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

Тому в досліді ми вирішили виявити вплив досліджуваних факторів на ці негативні процеси з метою їх запобігання. Для цього за варіантами досліду 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 3.9. наведені дані, що свідчать про кількість повноцінних квіток на одній рослині гороху залежно від сорту, густоти посіву і їх обробки мікроелементами та біопрепаратами [10, 133, 134].

Дані таблиці 3.9. свідчать, що середня кількість повноцінних квіток на рослині у досліджуваних сортах коливалася від 5,3 до 7,4 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 біопрепаратів.

Обробка посіву мікроелементами при оптимальних густотах сприяла зростанню цього показника з 6,0 шт. у 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 6,8 шт. (+18,4%). 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 дворазовій 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].

Таблиця 3.9.

**Вплив біопрепаратів і мікроелементів на кількість квіток на одній рослині  
в сортів гороху за різних густот посіву, шт.  
(середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густина посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , шт.: А – 0,10; В – 0,10; С – 0,11; АВ – 0,17; АС – 0,20; ВС – 0,20; АВС – 0,34.				

Отже, використання мікроелементів, а також біопрепаратів для обробки вегетуючого посіву 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]. Для його встановлення ми проводили облік плодів, утворених після цвітіння – на початку фази наливу насіння в двох несуміжних повтореннях, а середні дані за 3 роки за варіантами дослідів наведені в таблиці 3.10.[10, 133, 134].

Аналізуючи таблицю 3.10. (додаток 3.4.), виявлено, що кількість сформованих бобів здебільшого залежала від сорту. У контрольних варіантах (обробка посіву 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 посіву. 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].

*Таблиця 3.10.*

**Кількість бобів, утворених після цвітіння на одній рослині в сортів гороху залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами за роки досліджень (середнє за 2019-2021 рр.), шт.**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	Біо-гель	Хелафіт
<b>Фактор А – сорт Оплот</b>				
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
<b>сорт Модус</b>				
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
<b>сорт Світ</b>				
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 <sub>05</sub> , шт.: А – 0,12; В – 0,12; С – 0,14; АВ – 0,20; АС – 0,23; ВС – 0,23; АВС – 0,41.				

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].

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

Таблиця 3.11. ілюструє вплив біопрепаратів і мікроелементів на відсоток (коефіцієнт) запліднення сортів гороху за різних густот посіву [10, 133, 134].

Найбільш значний вплив на коефіцієнт запліднення мав сорт. Як показує таблиця, найвищі значення спостерігалися у сортів Оплот та Світ, де вони досягали 80-83% у контрольних варіантах і майже не залежали від густоти посіву. 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].

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

*Таблиця 3.11.*

**Вплив біопрепаратів і мікроелементів на відсоток запліднення сортів гороху за різних густот посіву, % (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густина посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	Біо-гель	Хелафіт
1	2	3	4	5
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



1	2	3	4	5
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

Вплив досліджуваних факторів на кількість насіннєвих зачатків у бобах на початку фази наливу насіння відображає таблиця 3.12. Кількість насіннєвих зачатків утворених після запліднення, в основному залежала від сорту. У сортів Оплот і Світ цей показник у контрольних варіантах становив 3,6-4,2 шт. і збільшувалася зі зменшенням густоти посіву. Для сорту Модус був нижчим – 3,1-3,5 шт., що на 14-17% менше.

Таблиця 3.12.

**Вплив досліджуваних факторів на кількість насіннєвих зачатків в одному бобі в сортів гороху після цвітіння, шт. (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , шт: А – 0,07; В – 0,07; С – 0,08; АВ – 0,12; АС – 0,14; ВС – 0,14; АВС – 0,24.				

Мікроелементи також суттєво впливали на показник кількості насіннєвих зачатків утворених після запліднення, забезпечуючи рівень 4,0-4,5 шт. у сортів Оплот і Світ, що в середньому на 11% перевищувало контроль. У сорту Модус він складав 3,3-3,6 шт., що на 12% більше порівняно з обробкою водою. Серед біопрепаратів 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 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 зерна (рис. 3.10, додаток М.12).

Результати цього обліку наведені в таблиці 3.13. При порівнянні кількості бобів у фазу повної стиглості насіння з їх кількістю, що сформувалася після цвітіння гороху, було помічено зменшення цього показника у всіх варіантах досліду на 16-33%. Це зменшення було пов'язане з сортом та обробкою посіву мікроелементами й біопрепаратами, тоді як густина травостою мала менший вплив на вказані результати [10, 133, 134].

Аналогічне явище описане також іншими авторами, які вказують на зменшення кількості бобів 1 рослини гороху при повній стиглості на 20-27% порівняно з початком фази наливу насіння [25].

У дослідах середня кількість бобів на рослині гороху при повній стиглості за три роки варіювала від 3,2 до 4,3 шт. у контрольних варіантах, при цьому спостерігалася зворотна кореляція з густиною посіву, що також відзначалося в інших варіантах.

Що стосується сортів, то найбільша кількість бобів у 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 посіву водою [10, 133, 134].

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

Таблиця 3.13.

**Вплив біопрепаратів і мікроелементів на кількість бобів на 1 рослині у фазу повної стиглості насіння в сортів гороху за різних густот посіву, шт. (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , шт.: А – 0,11; В – 0,11; С – 0,12; АВ – 0,18; АС – 0,21; ВС – 0,21; АВС – 0,37.				

Що стосується кількості насінин в 1 бобі при настанні повної стиглості насіння (рис. 3.10., таблиця 3.14.), то вона також демонструвала тенденцію до зменшення на загущених посівах. Вона залежала від сорту та значною мірою від обробки посіву мікроелементами і біопрепаратами. У контрольних варіантах кількість насінин коливалася від 2,3 до 3,0 шт. Використання композиції мікроелементів (бор + молібден) дозволяло збільшити цей показник на 7-13% до 3,3 шт. для всіх варіантів густоти у досліджуваних сортах. Найвищий середній максимум (3,6 шт.) досягнутий у сортів Оплот і Світ при подвійній обробці посіву гороху препаратом Біо-гель (+20-24% порівняно з контролем), у сорту Модус максимальна кількість становила 3,2 шт.



Рис. 3.10. Масштабне порівняння кількості бобів, утворених після цвітіння гороху, 2019 рік

Таблиця 3.14.

**Кількість насінин в 1 бобі на період повної стиглості насіння залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами за роки досліджень (середнє за 2019-2021 рр.), шт.**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	Біо-гель	Хелафіт
1	2	3	4	5
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

1	2	3	4	5
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 <sub>05</sub> , шт.: А – 0,07; В – 0,07; С – 0,09; АВ – 0,13; АС – 0,15; ВС – 0,15; АВС – 0,26.				

Як свідчать дані інших дослідників, кількість повноцінного зерна гороху на 1 біб змінюється в умовах України від 2,0-2,9 шт. до 6,9 шт. [10, 133, 134]. Пилипенко В. С. [192] зі співавторами наводять значення цього показника для сорту Царевич на рівні 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 отримували 4,7-6,0 шт. зернин в 1 бобі [23, 25].

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 дослідках кількість зерен з однієї рослини була на рівні 19,9-20,0 шт. у 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 дослідках кількість зерен з 1 рослини гороху ми розраховували як добуток від перемноження показників кількості бобів (табл. 3.13) і кількості насінин на один біб у фазу повної стиглості (табл. 3.14), а дані звели в таблицю 3.15. [10, 133, 134].

Дані таблиці 3.15 свідчать про те, що густина посіву істотно впливала на кількість зерна з однієї рослини. У контрольних варіантах (обробка посіву 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 зернини у сорту

Оплот (41%), аналогічні результати спостерігалися й у сорту Світ, тоді як у сорту Модус цей показник досягав 3,0 зернини (40%) [10, 133, 134].

Таблиця 3.15.

**Кількість зерен на 1 рослині гороху залежно від умов вирощування, шт.  
(середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> для бобів, шт. – приведена в таблиці 3.13				
НІР <sub>05</sub> для зерен в 1 бобові, шт. – приведена в таблиці 3.14				

Як показали результати дослідження, кількість зерен з однієї рослини також суттєво залежала від використання мікроелементів та біопрепаратів [10, 133, 134]. Так, при оптимальній густоті посіву (0,9 млн/га) для сорту Оплот вона становила 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 Біо-гель, який формував додаткові 4,7, 2,9 та 2,4 зернини для вказаних сортів, з загальним приростом на рівні 6,0, 4,0 та 4,5 зернин на одну рослину.

Таким чином, застосування досліджуваних препаратів може суттєво підвищити врожайність зерна гороху, стимулюючи і регулюючи ріст та розвиток рослин шляхом впливу на їх ферментативну систему [10, 133, 134].

### 3.3. Фітосанітарний стан агроценозу та водоспоживання гороху

Згідно з методикою проведення дослідів було вивчено вплив препаратів Біо-гель та Хелафіт на фітосанітарний стан посіву гороху. Так, в результаті досліджень ми встановили, що застосування гербіциду Базагран на початку фази вусоутворення при висоті рослин 12-14 см призвело до знищення 92% бур'янів (щириці білої та пониклої, лободи татарської, чернощира, нетреби звичайної та інших) по всіх варіантах досліду через 10-12 днів після обробки посіву гороху, але на початку повної стиглості насіння гороху у контрольних варіантах (не оброблених препаратом Біо-гель) при густоті 0,9 млн/га забур'яненість посіву була на рівні 2 балів за п'ятибальною шкалою, в той час як на оброблених препаратом Біо-гель ділянках кількість конкурентоспроможних бур'янів була нижче 1 бала, що сприяло проведенню збирання урожаю прямим комбайнуванням практично без втрат.

Аналізуючи ситуацію ми прийшли до висновку, що зазначений ефект був досягнутий завдяки значному прискоренню росту та розвитку гороху на дворазово оброблених ділянках препаратом Біо-гель, що дозволило сформувати потужну надземну біомасу, яка пригнічувала ослаблені гербіцидом бур'яни, що залишились після застосування гербіциду. Проведені вимірювання освітленості посіву по ярусах з допомогою люксметра Ю-116 показали, що при освітленості над верхнім ярусом 37 тис.люкс, освітленість в середньому ярусі (на 35-40 см від поверхні ґрунту) на необроблених посівах була в межах 20-22 тис.люкс, а в нижньому ярусі (на поверхні ґрунту) 12-14 тис.люкс, в той час як при застосуванні препарату Біо-гель освітлюваність середнього ярусу була на рівні 16-18 тис.люкс, що забезпечувало оптимальний фотосинтез, а в нижньому лише 4-6 тис.люкс, що було близьким до порогової освітлюваності фотосинтезу пригнічених гербіцидом бур'янів і вело до аномальних явищ в їх рості та розвитку, та сприяло конкурентоспроможності гороху в боротьбі з бур'янами за фактори життєдіяльності (світло, воду, добрива та інші). На рисунку 3.11 зафіксовано необроблений препаратом Біо-гель варіант посіву гороху, а на рисунку 3.12 – оброблений.





Рисунок 3.11 Посів гороху у контрольному варіанті (обробка посіву водою)

Ми бачимо, що кількість бур'янів була в межах 1-2 бала. Рисунок 3.12. свідчить, що кількість конкурентоспроможних бур'янів була мінімальною.



Рисунок 3.12 Посів гороху при обробці препаратом Біо-гель



Крім того, були проведені фітосанітарні обстеження посіву гороху на предмет їх враження хворобами, найнебезпечнішою з яких в нашій зоні є аскохітоз (збудник гриб *Ascochyta pisi* Libert.) [176, 213, 235, 236]. На необроблених препаратом Біо-гель ділянках ми спостерігали враження бобів на рівні 1 балу за п'ятибальною шкалою, а на оброблених двічі – знаходили одиничні випадки аскохітозу.

Вода, як всім відомо, є одним із основних екологічних факторів від якого залежить ріст, розвиток рослин та їх продуктивність [237].

У посушливих умовах Південного Степу України вирішальне значення для формування врожаю як біомаси, так і основної продукції має наявність вологи. При цьому критичним є не лише сумарний обсяг опадів, а й їх сезонний розподіл, особливо протягом фаз вегетації сільськогосподарських культур. Щільність посівів також суттєво впливає на ефективність використання як атмосферної, так і ґрунтової вологи, а відтак – і на загальний водний баланс агроєкосистеми. Для аналізу водного режиму визначали польову вологість ґрунту на початку та наприкінці вегетаційного періоду гороху, що дозволило обчислити кількість продуктивної вологи в ґрунтовому профілі. На основі цих даних ми розраховували один із ключових показників водного режиму – коефіцієнт водоспоживання. Достатній запас вологи в метровому шарі ґрунту забезпечує гороху оптимальні умови для поглинання вологи через кореневу систему, що сприяє інтенсивному росту, розвитку вегетативної маси, а також утворенню здорового листя і плодів.

У таблиці 3.16 приводимо данні по кількості опадів за рік та період вегетації гороху і запасу активної ґрунтової вологи перед посівом в шарі ґрунту 0-100 см, мм.

Як свідчить таблиця 3.16 у 2019 році всього за рік випало 334 мм опадів, в тому числі за період вегетації гороху – 92 мм, передпосівний запас вологи в шарі ґрунту 0-100 см становив 126 мм. У найбільш посушливому 2020 році всього за рік випало 248 мм опадів, в тому числі за період вегетації гороху – 59 мм, що істотно вплинуло на його продуктивність, при цьому передпосівний запас вологи складав 72 мм. 2021 рік характеризувався найбільшим водозабезпеченням: за рік

випало 370 мм, а за період вегетації – 108 мм, а передпосівний запас води ґрунту в шарі 0-100 см був на рівні 134 мм.

*Таблиця 3.16*

**Кількість опадів та запас активної ґрунтової води по роках дослідження перед посівом в шарі ґрунту 0-100 см, мм**

Рік	Всього кількість опадів за рік, мм	Кількість опадів за період вегетації, мм	Запас активної ґрунтової води перед посівом в шарі ґрунту 0-100 см
2019	334	92	126
2020	248	59	72
2021	370	108	134
Середнє	317	86	107

За роки дослідження ми вивчали вплив мікроелементів та біопрепаратів на сумарне водоспоживання сортів гороху та коефіцієнт водоспоживання, який вказує на кількість води, витраченої для вирощування 1 т продукції. Нижче (рис. 3.13., 3.14. та 3.15.) ми приводимо графіки, що ілюструють ці показники у оптимальних варіантах дослідів для сортів Оплот, Модус та Світ [176].

Із графіка (рис. 3.13.) видно, що обсяги сумарного водоспоживання у контрольному варіанті (обробка посіву водою) та дослідних варіантах істотно не різнилися (коливання в межах  $\pm 3-5\%$ ), проте показники коефіцієнта водоспоживання мали помітні відмінності між цими варіантами. При обробці посіву препаратом Біо-гель коефіцієнт водоспоживання був в межах  $302 \text{ м}^3/\text{т}$  і менший ніж у контролі (обробка посіву водою) на  $73 \text{ м}^3/\text{т}$  (19,4%), що пов'язане із значним збільшенням урожайності гороху у цьому варіанті у зв'язку з кращою його адаптацією до умов вирощування в посушливому кліматі.

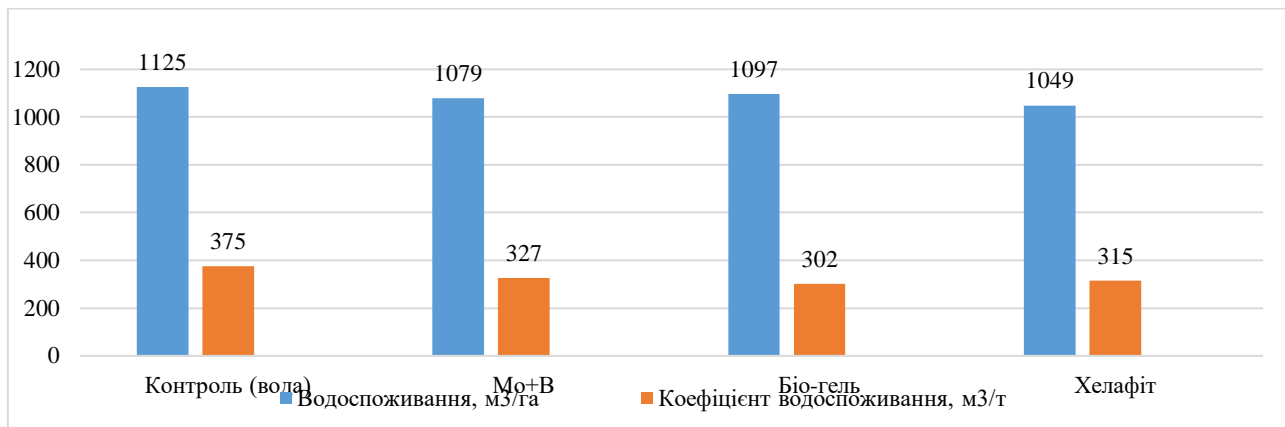


Рисунок 3.13. Сумарне водоспоживання та його коефіцієнт у сорту Оплот за оптимальної густоти посіву 0,9 млн/га при дворазовій обробці посіву препаратом Біо-гель (середнє за 2019-2021 роки)

Як ілюструє графік (рис. 3.14.) у сорту Модус обсяги сумарного водоспоживання у контрольному варіанті (обробка посіву водою) та дослідних варіантах різнилися в межах  $\pm 3-5\%$ , проте показники коефіцієнта водоспоживання мали помітні відмінності між цими варіантами. При обробці посіву препаратом Біо-гель коефіцієнт водоспоживання становив  $364 \text{ м}^3/\text{т}$  і був менший ніж у контролі (обробка посіву водою) на  $78 \text{ м}^3/\text{т}$  (18%).

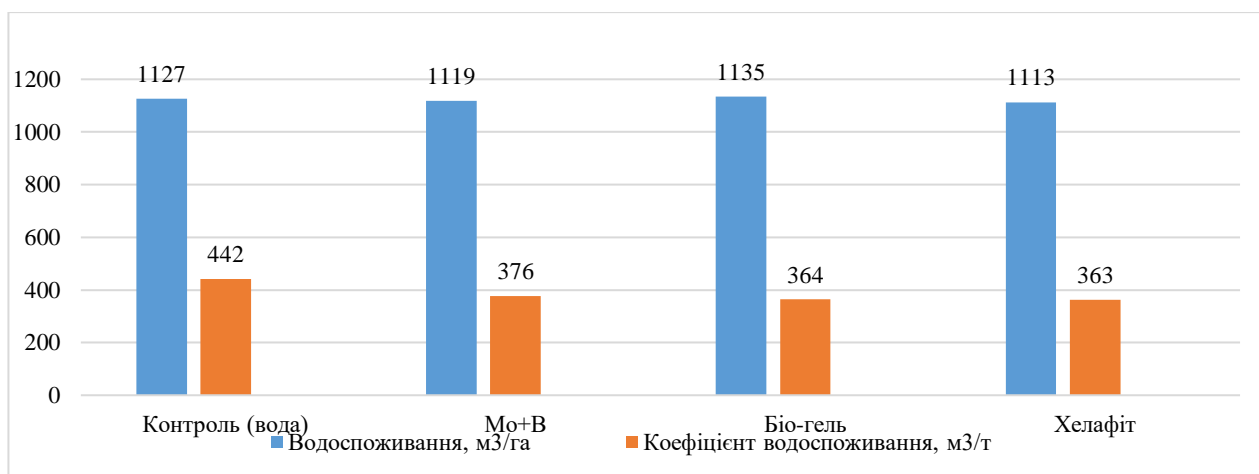


Рисунок 3.14. Сумарне водоспоживання та його коефіцієнт у сорту Модус за оптимальної густоти посіву 1,2 млн/га при дворазовій обробці посіву препаратом Біо-гель (середнє за 2019-2021 роки)

Обсяги сумарного водоспоживання у варіанті досліді для сорту Світ за оптимальної густоти посіву 1,2 млн/га надані в рис. 3.15.

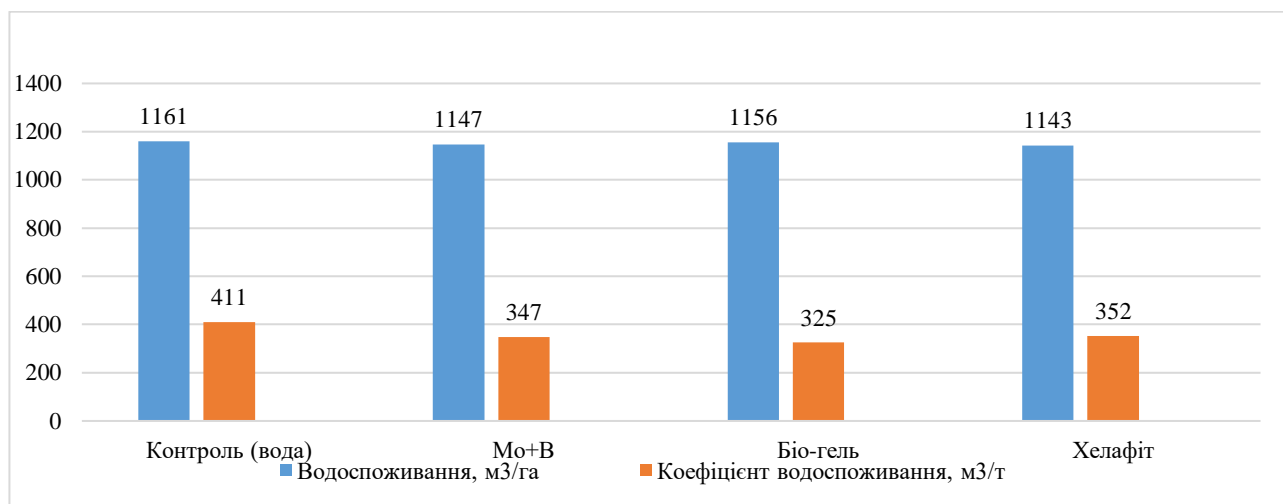


Рисунок 3.15. Сумарне водоспоживання та його коефіцієнт у сорту Світ за оптимальної густоти посіву 1,2 млн/га при дворазовій обробці посіву препаратом Біо-гель (середнє за 2019-2021 роки)

Як вказує графік 3.15, що сумарне водоспоживання у контрольному варіанті (обробка посіву водою) та дослідних варіантах були майже на одному рівні, коефіцієнт водоспоживання мав значну різницю між цими варіантами. При обробці посіву препаратом Біо-гель коефіцієнт водоспоживання був в межах 325 м³/т і менший ніж у контролі (обробка посіву водою) на 86 м³/т (21%), що пов'язане із збільшенням урожайності гороху у цьому варіанті у зв'язку з кращою його адаптацією до умов вирощування в посушливому кліматі.

Про подібну тенденцію вказують і інші автори, які досліджували водоспоживання гороху в умовах Південного Степу України. Як свідчить Руденко В. А. [256] сумарне водоспоживання для сорту Світ досягало в середньому 978 м³/га. При цьому коефіцієнт водоспоживання був на рівні 414 м³/т.

Скорочення коефіцієнта водоспоживання має низку суттєвих переваг. Насамперед, воно забезпечує більш раціональне використання водних ресурсів, що є критично важливим у регіонах з дефіцитом вологи. Зниження потреби в воді

при збереженні продуктивності дозволяє зменшити витрати на зрошення, водночас забезпечуючи потреби рослин гороху у вологозабезпеченні протягом основних фаз розвитку.

Крім того, зниження коефіцієнта водоспоживання підвищує екологічну адаптивність культури: горох стає більш витривалим до тимчасових посушливих умов, ефективніше використовує вологу з ґрунту, що сприяє стабільному росту навіть за обмеженого вологозабезпечення.

Ще однією важливою перевагою є підвищення ефективності водокористування, що дозволяє досягти сталого землеробства з меншим навантаженням на водогосподарські системи. Це особливо важливо для регіонів, де зрошення є обмеженим або дороговартісним. Зменшення коефіцієнта водоспоживання, таким чином, не лише знижує залежність від зовнішніх джерел води, а й сприяє підвищенню врожайності гороху, забезпечуючи стабільні результати навіть у несприятливих умовах.

Зменшення коефіцієнта водоспоживання повинно стати одним із ключових орієнтирів для сучасного агровиробництва, особливо в умовах кліматичних змін, які дедалі частіше супроводжуються аномальними періодами посух. Це завдання має вирішуватись не лише шляхом селекції посухостійких сортів, а й через впровадження ефективних агротехнічних прийомів, таких як мульчування, оптимізація густоти посівів і використання сучасних технологій обробітку ґрунту та біологічних препаратів. Такий комплексний підхід дозволяє зменшити водне навантаження на агроєкосистеми без шкоди для врожайності, а в деяких випадках – навіть з її зростанням.

Порівнюючи графіки 3.13 3.14 та 3.15 ми встановили, що на контрольних варіантах (обробка водою) сумарне водоспоживання у сортів Оплот і Модус було приблизно на одному рівні і становило 1125-1126 м<sup>3</sup> на гектар, в той час, як у сорту Світ цей показник збільшувався до 1161 м<sup>3</sup> на гектар. Це вказує на те, що у цього сорту осмотичний потенціал кореневої системи є більш потужним.

Отже, стосовно коефіцієнта водоспоживання на контрольних варіантах, то найнижчим він був у сорту Оплот – на рівні 375 м<sup>3</sup> на гектар, у сорту Світ він збільшувався до 411 м<sup>3</sup> на гектар, а у сорту Модус – до 442 м<sup>3</sup> на гектар. Це вказує

на те, що найбільш економно витрачає поглинуту вологу сорт Оплот як найбільш адаптований до посушливих умов Південного Степу України.

### **Висновки до розділу 3**

1. Агротехнологічні прийоми, зокрема регулювання густоти посіву (0,9-1,5 млн/га) та позакоренева обробка біопрепаратами (Біо-гель, Хелафіт) та композицією мікроелементів (бор + молібден), істотно впливали на ріст і розвиток сортів гороху (Оплот, Модус, Світ), подовжуючи вегетаційний період до 8 діб, збільшуючи висоту рослин до 15-20 см у фазу цвітіння та кількість листків на 5-7 штук, причому генетичні особливості сортів мали менший вплив на загальну тривалість вегетації. У контрольних варіантах в сорту Оплот найбільшу площу асиміляційної поверхні (25,7 тис. м<sup>2</sup>/га) зафіксовано за густоти 0,9 млн/га, а максимальне значення (31,3 тис. м<sup>2</sup>/га) отримано при обробці препаратом Біо-гель за густоти 0,9 млн/га, що на 21,8% більше за контроль. Обробка композицією мікроелементів (бор + молібден) підвищувала біомасу асиміляційного апарату в середньому на 5,2%, Хелафітом – на 13,1%, Біо-гелем – на 22,3%, що вказує на його найвищу ефективність.
2. Найвищий добовий приріст надземної біомаси в сухій речовині у контрольному варіанті (обробка водою) сформував сорт Оплот – 9,0 г/м<sup>2</sup> за густоти 1,5 млн/га. Біо-гель найбільше збільшив цей показник: для сорту Оплот – до 13,3 г/м<sup>2</sup>, для сорту Світ – до 11,8 г/м<sup>2</sup>, а для сорту Модус – до 10,3 г/м<sup>2</sup> за густоти посіву 1,5 млн/га у всіх випадках.
3. Суха біомаса коренів у контрольному варіанті різнилася залежно від року: у 2019 році – 60-66 г/м<sup>2</sup>, 2020 – 51-57 г/м<sup>2</sup> та у 2021 році – 58-62 г/м<sup>2</sup>), з перевагою сортів Оплот та Світ (на 12-15% вище, ніж у сорту Модус). Обробка композицією мікроелементів збільшувала масу коренів на 14-20% (7-12 г/м<sup>2</sup>), Хелафіт – на 18-26% (9-15 г/м<sup>2</sup>), а Біо-гель забезпечив найбільший приріст – на 24-30% (13-18 г/м<sup>2</sup>). Маса та кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій на 10 рослинах зростали зі зменшенням густоти посіву в середньому на 17-19% у всіх сортів, при цьому сорт Модус мав менші показники. Обробка мікроелементами збільшила масу бульбочок на 29-38%, Хелафітом – на 39-54%, а Біо-гелем – на 53-62%.

4. Кількість квіток на рослину у контрольних варіантах коливалася від 5,3 до 7,4 шт., зменшуючись зі збільшенням густоти посіву. Обробка мікроелементами збільшила цей показник на 13,3-18,4%, Хелафітом – на 16,6-19,0%, а Біо-гель забезпечив найбільший приріст – на 20,3-22,4%. У контрольних варіантах кількість бобів, утворених після цвітіння на одній рослині залежала від сорту та густоти посіву, забезпечуючи 4,3-5,1 шт. у сортів Оплот і Світ (з тенденцією до зростання при меншій густоті) та 3,9-4,3 шт. у сорту Модус (на 16% менше). Найвищий коефіцієнт запліднення у контрольних варіантах мали сорти Оплот і Світ (80-83%), незалежно від густоти посіву. У сорту Модус цей показник становив 72-76%, що на 10-11% нижче. Мікроелементи та біопрепарати підвищували коефіцієнт запліднення на 2-5%, зокрема Біо-гель – на 4-7%, а Хелафіт – на 3-6%.

5. Кількість насіннєвих зачатків залежала від сорту: у контрольних варіантах Оплот і Світ мали 3,6-4,2 шт., а Модус – 3,1-3,5 шт. (на 14-17% менше). Мікроелементи збільшили цей показник у сортів Оплот і Світ до 4,0-4,5 шт., а в сорту Модус – до 3,3-3,6 шт. Біо-гель забезпечив найбільший приріст до 4,4-4,8 шт. у сортів Оплот і Світ, а Хелафіт – 4,1-4,5 шт. Середня кількість бобів на одній рослині у фазу повної стиглості зерна у контрольних варіантах становила 3,2-4,3 шт., зменшуючись зі збільшенням густоти посіву. Найбільше бобів мали сорти Оплот і Світ (3,4-4,3 шт.), а найменше – сорт Модус (3,2-3,9 шт.). Обробка мікроелементами збільшувала кількість бобів на 6-12%, Хелафітом – на 6-13%, а Біо-гель забезпечував найбільший приріст – на 9-18%. Кількість насінин в одному бобі на період повної стиглості зерна у контрольних варіантах становила 2,3-3,0 шт., залежачи від сорту. Обробка композицією мікроелементів (бор + молібден) збільшила цей показник на 7-13% (до 3,3 шт. у середньому). Найбільша кількість зернин спостерігалася у сортів Оплот і Світ за обробки Біо-гелем (до 3,6 шт., +20-24% до контролю), тоді як у сорту Модус максимум сягав 3,2 шт.

6. На момент збирання, у контрольних варіантах (без обробки Біо-гелем) за густоти посіву 0,9 млн/га забур'яненість була 2 бали, а застосування Біо-гелю зменшувало її до менше 1 бала, що сприяло безперешкодному збиранню урожаю

прямим комбайнуванням. Обробка посіву сортів гороху Біо-гелем знизила ураження бобів хворобою аскохітоз, що свідчить про захисну дію цього препарату. На коефіцієнт водоспоживання гороху найбільше впливав біопрепарат Біо-гель, який забезпечував коефіцієнт водоспоживання у сорту Оплот на рівні 302 м<sup>3</sup> на тонну, у сорту Світ 325 м<sup>3</sup> на тону та у сорту Модус 364 м<sup>3</sup> на тонну зерна. У препарата Хелафіт ці показники були на такому рівні: для сорту Оплот – 315 м<sup>3</sup> на тонну, для сорту Світ – 352 м<sup>3</sup> на тонну і для сорта Модус – 363 м<sup>3</sup> на тонну зерна. Обробка посіву композицією мікроелементів бору та молібдену сприяла формуванню коефіцієнта водоспоживання: у сорту Оплот на рівні 327 м<sup>3</sup> на тону, у сорту Світ – 347 м<sup>3</sup> на тонну та у сорту Модус – 376 м<sup>3</sup> на тонну зерна.



## РОЗДІЛ 4

### ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ ТА КОМПОЗИЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗЕРНА СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ АГРОЦЕНОЗУ

#### 4.1. Продуктивність сортів гороху при застосуванні мікроелементів та біопрепаратів за різних густот посіву

В умовах Південного Степу, 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 біопрепарати Біо-гель і Хелафіт покращують ріст та розвиток рослин гороху, підвищуючи його продуктивність [7, 8, 9, 150, 182, 185, 188, 189].

Дані, що характеризують залежність врожаю гороху від обробки посіву мікроелементами та біопрепаратами, наведені в таблиці 4.1.

Подвійна обробка посіву 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 посіву 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. Регулятор росту Хелафіт у досліді посідав середню позицію серед біопрепаратів, 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 зерна гороху в умовах Південного Степу. Найбільший вплив на підвищення продуктивності гороху мав Біо-гель. Використання цього препарату для подвійної обробки вегетуючих посіву забезпечило додатковий вихід зерна в межах 0,44-0,70 т/га (18,3-26,3%). 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].

*Таблиця 4.1.*

**Урожайність зерна гороху за різних густот посіву у 2019-2021 роках (т/га)**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками, т/га				Прибавка відносно контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	3,26	2,21	2,86	2,78	0	0
В + Мо	3,46	2,42	3,02	2,97	0,19	7,1
Біо-гель	3,91	2,70	3,58	3,39	0,61	22
Хелафіт	3,48	2,47	3,15	3,03	0,25	9,0
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	3,37	2,25	3,05	2,89	0	0
В + Мо	3,67	2,57	3,31	3,18	0,29	10,0
Біо-гель	3,96	2,72	3,58	3,42	0,53	18,3
Хелафіт	3,64	2,55	3,36	3,18	0,26	10,0

1	2	3	4	5	6	7
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	3,37	2,25	3,05	2,89	0	0
В + Мо	3,67	2,57	3,31	3,18	0,29	10,0
Біо-гель	3,96	2,72	3,58	3,42	0,53	18,3
Хелафіт	3,64	2,55	3,36	3,18	0,26	10,0
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	3,50	2,36	3,14	3,00	0	0
В + Мо	3,84	2,70	3,39	3,31	0,31	10,3
Біо-гель	4,17	2,87	3,87	3,64	0,64	21,3
Хелафіт	3,94	2,75	3,64	3,44	0,44	14,7
сорт Модус						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	2,40	1,77	2,17	2,11	0	0
В + Мо	2,72	1,88	2,43	2,34	0,23	10,9
Біо-гель	2,88	2,08	2,72	2,56	0,45	21,3
Хелафіт	2,64	1,80	2,39	2,28	0,17	8,1
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	2,92	2,08	2,66	2,55	0	0
В + Мо	3,44	2,41	3,10	2,98	0,44	16,9
Біо-гель	3,55	2,52	3,30	3,12	0,57	22,3
Хелафіт	3,52	2,47	3,21	3,07	0,52	20,3
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	2,78	1,91	2,49	2,39	0	0
В + Мо	3,02	2,15	2,70	2,62	0,23	9,6
Біо-гель	3,29	2,28	2,96	2,83	0,44	18,4
Хелафіт	3,04	2,13	2,75	2,64	0,25	10,5
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	2,82	2,09	2,23	2,38	0	0
В + Мо	3,11	2,26	2,76	2,71	0,33	13,9
Біо-гель	3,36	2,53	3,05	2,98	0,60	25,2
Хелафіт	3,24	2,34	2,93	2,83	0,45	18,9
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	3,36	2,22	2,90	2,82	0	0
В + Мо	3,88	2,61	3,45	3,31	0,49	17,3
Біо-гель	4,06	2,73	3,71	3,50	0,68	24,1
Хелафіт	3,91	2,55	3,28	3,25	0,43	15,2
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	3,13	2,24	2,60	2,66	0	0
В + Мо	3,52	2,43	3,12	3,02	0,36	13,5
Біо-гель	3,88	2,72	3,49	3,36	0,70	26,3
Хелафіт	3,61	2,52	3,26	3,13	0,47	17,7
НІР <sub>05</sub> , т/га: А	0,05	0,05	0,05	0,05		
В	0,06	0,05	0,05	0,05		
С	0,06	0,05	0,06	0,06		
АВ	0,09	0,09	0,09	0,09		
АС	0,10	0,08	0,10	0,10		
ВС	0,10	0,09	0,10	0,10		
АВС	0,18	0,16	0,18	0,18		

Протягом років дослідження 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 урожаю в 3,12 т/га за умов застосування цього препарату при густоті 1,2 млн/га (табл. 4.2).

Таблиця 4.2.

**Урожайність зерна сортів гороху за різних густот посіву  
(середнє за 2019-2021 рр.), т/га**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	Біо-гель	Хелафіт
<b>Фактор А – сорт Оплот</b>				
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
<b>сорт Модус</b>				
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
<b>сорт Світ</b>				
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 <sub>05</sub> , т/га: А – 0,05; В – 0,05; С – 0,06; АВ – 0,09; АС – 0,10; ВС – 0,10; АВС – 0,18.				

Ці показники свідчать про високу ефективність використання препарату для обробки посіву 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 м<sup>2</sup> посіву за варіантами досліду [10, 133, 134].

Дані таблиці 4.3. (додаток Н.7) свідчать про вплив досліджуваних факторів на масу насіння гороху з 1 м<sup>2</sup> площі посіву (біологічний урожай зерна) у фазу повної стиглості. У контрольних варіантах досліду вона була найменшою (219-291 г/м<sup>2</sup>), залежала насамперед від сорту і збільшувалася зі зменшенням густоти посіву: у сорту Оплот за густоти 1,5 млн/га – 288 г/м<sup>2</sup>, за густоти 0,9 млн/га –

312 г/м<sup>2</sup>, в сорту Світ – 255 та 289 г/м<sup>2</sup>, а в Модуса – відповідно 219 та 244 г/м<sup>2</sup>. 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].

Таблиця 4.3.

**Маса насіння з 1 м<sup>2</sup> сортів гороху залежно від обробки посіву  
біопрепаратами та мікроелементами (середнє за 2019-2021 рр.), г**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , г: А – 0,08; В – 0,08; С – 0,09; АВ – 0,14; АС – 0,16; ВС – 0,16; АВС – 0,28.				

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 % у контрольних варіантах [10, 133, 134].

Обробка посіву мікроелементами й досліджуваними препаратами на всіх варіантах підвищувала її. Мікроелементи давали приріст цього показника в середньому на 25-60 г/м<sup>2</sup> (13-21%) у всіх сортів та за всіх густот посіву, Хелафіт – на 43-72 г/м<sup>2</sup> (15-21%, а Біо-гель – 54-100 г/м<sup>2</sup> (20-31%) [10, 133, 134].

У таблиці 4.4. (додаток Н.8) наведені середні за роки досліджень дані щодо залежності маси стулок бобів із насінням і вихід зерна з неї [10, 133, 134].

Аналізуючи показники таблиці 4.4., ми встановили, що зміна маси ступок 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 Гончар Л. М., Пилипенко В. С. зі співавторами [10, 56, 133, 134, 192].

*Таблиця 4.4.*

**Вихід зерна та ступок бобів із загальної маси бобів г/м<sup>2</sup> сортів гороху залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 ступок бобів				

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

Отже, застосування подвійних обробок посіву мікроелементами та біопрепаратами давали вагомий приріст урожаю зерна гороху за всіх умов його вирощування [10, 133, 134].

#### **4.2. 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 [30]. Для визначення цього показника проведено розрахунки за всіма варіантами досліду з урахуванням середньої урожайності зерна за роки досліджень. Відсоток білка в насінні гороху ми приймали за даними установ-оригінаторів 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 4.5. [7, 8, 9, 10].

За даними таблиці 4.5. найвищий умовний вихід білка демонстрували сорти Оплот, який становив 0,80 т/га за густоти посіву 0,9 млн/га з обробкою препаратом Біо-гель, та Світ, який дав 0,81 т/га за густоти 1,2 млн/га і 0,80 т/га за такої ж обробки за густоти 0,9 млн/га. Інші варіанти досліду давали умовний вихід білка на рівні 0,46-0,76 т/га.

*Таблиця 4.5.*

**Умовний вихід білка з насіння гороху залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2019-2021 рр.), т/га**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	Біо-гель	Хелафіт
1	2	3	4	5
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

1	2	3	4	5
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

Отже, вказані кращі варіанти за умовним виходом білка перевищували контроль в середньому на 12-13% [7, 8, 9, 10].

Важливим показником якості вирощеного насіння є маса 1000 насінин (таблиця 4.6.) (додаток Н.9) [10].

Цей показник прямо впливає на урожайність зерна, від нього в більшості випадків залежить вихід зерна, наявність достатньої кількості запасних поживних речовин, забезпеченість сходів культури елементами живлення на початкових етапах її онтогенезу [145, 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 залежно 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]. Також, у своїх публікаціях дані про масу 1000 зерен наводять Андрушко М. О. та Лихочвор В. В. [20, 22, 23, 25]. У різних сортів в



умовах лісостепу вона була 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 залежно 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 – 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 Південного Степу 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 посіву [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 посіву і кількістю бобів, а також зерен з рослини дорівнює відповідно  $r = -0,92$  та  $r = -0,98$  [20, 25].

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

У таблиці 4.6. [10] наведені результати досліджень, що ілюструють вплив мікроелементів та біопрепаратів на масу 1000 зерен гороху. 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 посіву, 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 у контрольному варіанті (обробка посіву водою) за густоти 1,5 млн/га маса 1000 насінин сягала 205 г, за густоти 1,2 млн/га становила 211 г, а за густоти 0,9 млн/га – 223 г. Така залежність була характерною і для інших досліджуваних сортів та біопрепаратів [10].

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

Мікроелементи 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 посіву ефект від застосування мікроелементів дещо знижувався. Більш суттєво на збільшення маси зерна впливав регулятор росту Хелафіт, який зумовлював прибавку до 12% [10].

Найбільше впливав на покращення якості зерна гороху препарат Біо-гель, 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 посіву гороху [10].

Таблиця 4.6.

**Вплив мікроелементів і біопрепаратів на масу 1000 зерен сортів гороху  
(середнє за 2019-2021 рр.), г**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , г: А – 1,45; В – 1,68 С – 1,45; АВ – 2,91; АС – 2,52; ВС – 2,9; АВС – 5,03				

Отже, залежно від ситуації, що склалась у виробників, застосування мікроелементів бору й молібдену та біопрепаратів 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, 168].

У таблиці 4.7. (додаток Д) наведені результати досліджень впливу досліджуваних факторів на схожість кондиційного насіння в сортів гороху [10].

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 4.7. свідчить, що схожість кондиційного насіння гороху не залежала від використання мікроелементів та досліджуваних біопрепаратів і залишалася в межах першого класу ДСТУ [10].

Таблиця 4.7.

**Вплив біопрепаратів і мікроелементів на схожість насіння сортів гороху за різної густоти посіву, % (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густина посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 <sub>05</sub> , %: А – 0,44; В – 0,44; С – 0,51; АВ – 0,77; АС – 0,89; ВС – 0,89; АВС – 1,55				

Таким чином, дворазова обробка вегетуючих сортів гороху композицією мікроелементів (бор + молібден), а також біопрепаратами Хелафіт і Біо-гель значно підвищує їх урожайність (на 7-26%) і масу 1000 зерен (на 6-17%), без впливу на посівну якість зерна [10].

#### **Висновки до розділу 4**

1. Застосування зазначених агротехнологічних прийомів, особливо біопрепарату Біо-гель, позитивно позначилося на продуктивності гороху, збільшуючи врожайність зерна на 0,19-0,70 т/га (на 7,1-26,3%) та масу зерна з 1 м<sup>2</sup> на 25-100 г (на 13-31%), що є особливо важливим в умовах нестабільного зволоження Південного Степу України.
2. Поряд зі збільшенням урожайності, застосування мікроелементів та біопрепаратів сприяло покращенню якісних показників зерна, підвищуючи умовний вихід білка до 0,12-0,15 т/га (на 12-13%) та масу 1000 зерен на 6-31 г (на 6-17%), при цьому схожість насіння залишалася високою, в межах 95-97%, що відповідає першому класу ДСТУ.

## РОЗДІЛ 5

# ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ, ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОБГРУНТОВАНOSTІ ТЕХНОЛОГІЙ ДОСЛІДЖУВАНИХ СОРТІВ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ГУСТОТ ПОСІВУ ТА ОБРОБКИ ПРЕПАРАТАМИ

### 5.1. Економічна ефективність вирощування сортів гороху.

При вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема гороху, ключовими показниками економічної ефективності є чистий прибуток та рівень рентабельності виробництва [85, 144]. 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 [159]. В дослідженнях економічна ефективність визначалась згідно з загальноприйнятою методикою. За допомогою розробленої технологічної карти ми оцінювали витрати на контрольних та дослідних варіантах на 1 га посіву (додаток Е). При розрахунку вартості продукції з 1 га ми враховували, що ціна 1 тонни товарного зерна гороху станом на 01.01.2024 становила близько 12000 грн.

Для визначення витрат при вирощуванні гороху на 1 га посіву ми використовували ціни на посівний матеріал, паливно-мастильні матеріали, заробітну плату та інші витрати, що були актуальні в Україні станом на 01.01.2024 року. Після цього нами були розраховані загальні витрати та їх структура для всіх досліджуваних сортів, а також для контрольних варіантів (обробка посіву водою).

З таблиці урожайності 4.2. ми вибрали дані про валовий збір зерна з одного гектару посіву гороху по варіантах досліді (табл. 5.1).

Дані таблиці 5.1 свідчать, що валовий збір зерна гороху з одного гектару по досліді коливався в межах 2,11-3,64 т/га. Як було зазначено в розділі 4.1, найменшим він був у сорту Модус, а у сортів Оплот та Світ був близьким за

значенням. В усіх сортів валовий збір зерна по варіантах з обробкою мікроелементами та біопрепаратами перевищував контрольні варіанти (обробка посіву водою) в середньому на 12-22%. Найбільший середній показник валового збору зерна гороху з одного гектару був у сорту Оплот при густоті 0,9 млн/га (3,64 т/га) та сорту Світ (3,5 т/га) при густоті 1,2 млн/га за умов обробки посіву препаратом Біо-гель.

Таблиця 5.1.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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

З огляду на значення таблиці 5.1., з урахуванням вищезазначеної ціни на 1 тону гороху ми вираховували вартість отриманої продукції за варіантами дослідів і звели їх у таблицю 5.2. Аналіз таблиці 5.2. вказує, що вартість зерна з 1 га посіву суттєво різнилася за варіантами дослідів: у контрольних варіантах (обробка посіву водою) вона була найменшою і коливалася від 33,3 тис. грн/га до 36,0 тис. грн/га для сорту Оплот; від 25,3 до 30,6 тис. грн/га для сорту Модус та для сорту Світ – від 28,5 до 33,8 тис. грн/га.

Застосування мікроелементів і біопрепаратів 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 посіву препаратом Біо-гель. Застосування мікроелементів та Хелафіту давало значення на 12-14% менше, ніж при обробці посіву препаратом Біо-гель.

Таблиця 5.2

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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 5.3.

Із таблиці 5.3. 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 витрат 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 5.3.

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

Фактор В – густина посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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

У досліджах 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 посіву водою – 22905 грн/га. Найменші витрати – 19451 грн/га були у сорту Модус у контрольному варіанті (обробка посіву 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 додану 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 5.4.



Дані таблиці 5.4. свідчать, що прибуток різнився за варіантами і був у межах 3527-21900 грн/га. У контрольних варіантах (обробка посіву водою) найбільшим він був у сорту Оплот – 15537 грн/га за густоти посіву 0,9 млн/га, у сорту Світ – 12272 грн/га за густоти посіву 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 посіву препаратом Біо-гель, але за різних густот посіву: 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.

Таблиця 5.4.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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

Прибуток при використанні мікроелементів та регулятора росту Хелафіт знаходився приблизно на одному рівні й поступався біопрепарату Біо-гель за варіантами досліду на 6-14%.

Важливим економічним показником є собівартість 1 тонни 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 5.5. Так, найвища собівартість зерна була у контрольних варіантах (обробка посіву водою) у всіх досліджуваних сортів, що пояснюється найменшою урожайністю на них, і коливалась у межах 7480-10230 грн/т.

Найменшою вона була на оптимальних за густотою посіву варіантах при їх обробці препаратом Біо-гель, що в розрізі сортів виглядає таким чином: у сорту Оплот – 5980 грн/т за густоти посіву 0,9 млн/га, у сорту Модус – 7150 грн/т, та в сорту Світ – 6340 грн/т за густоти посіву 1,2 млн/га.

Таблиця 5.5.

**Собівартість 1 тонни зерна сортів гороху (грн) залежно від умов вирощування (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	Біо-гель	Хелафіт
<b>Фактор А – сорт Оплот</b>				
1,5 млн/га	8240	7870	7130	7820
1,2 млн/га	7500	7020	6670	7090
0,9 млн/га	6820	6380	5980	6270
<b>сорт Модус</b>				
1,5 млн/га	10330	9540	8900	9850
1,2 млн/га	8280	7380	7150	7280
0,9 млн/га	8140	7630	7220	7670
<b>сорт Світ</b>				
1,5 млн/га	9340	8460	7880	8260
1,2 млн/га	7650	6810	6560	6970
0,9 млн/га	7480	6840	6340	6730

Застосування композиції мікроелементів і препарату 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. 5.1, 5.2, 5.3.

Як видно з рис. 5.1., рентабельність у контрольних варіантах у сорту Оплот була на рівні від 45,6% (густота 1,2 млн/га) до 75,9% (0,9 млн/га) і мала тенденцію до збільшення зі зменшенням густоти посіву. Застосування мікроелементів і біопрепаратів призвело до підвищення рівня рентабельності за всіма варіантами досліду порівняно з контрольними (обробка посіву водою). Найвищою в сорту Оплот була рентабельність при дворазовій обробці гороху препаратом Біо-гель із густотою посіву 0,9 млн/га – 100,6%, що є досить високим показником і знаходиться на рівні даних, наведених для гороху авторами для різних кліматичних зон України.

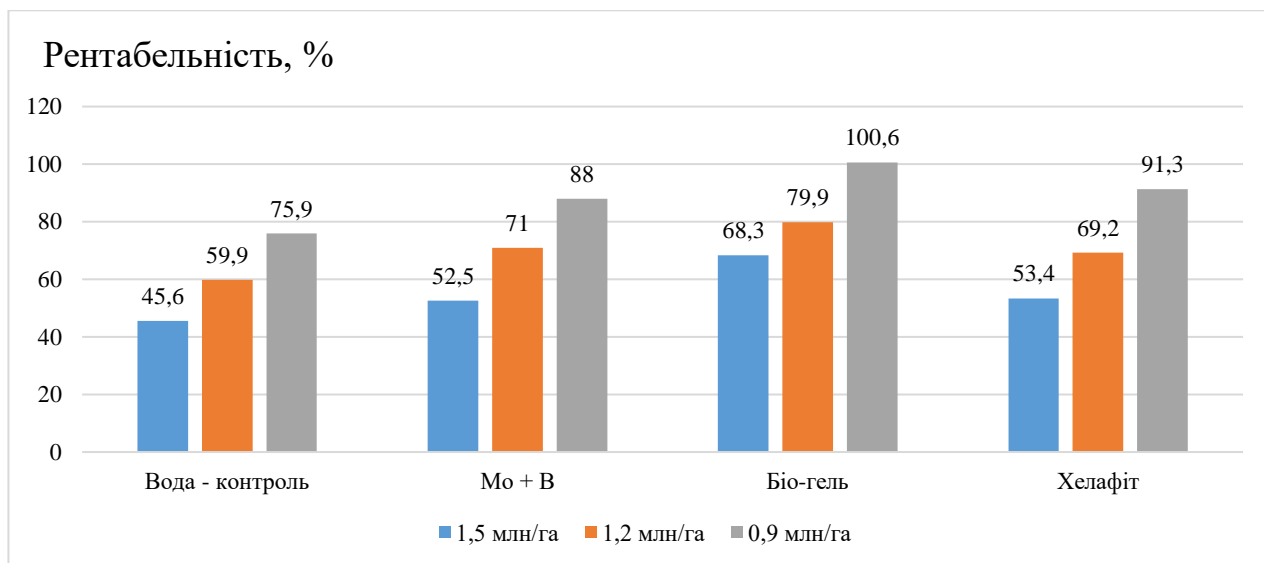


Рис. 5.1. Вплив досліджуваних факторів на рентабельність гороху сорту Оплот, (середнє за 2019-2021 рр.)

Рисунок 5.2 відображає показники рівня рентабельності сорту Модус за варіантами досліду. Найнижчою вона була у контрольному варіанті на загущених посівах (1,5 млн/га) – 16,2%, а найвищою – 67,7% при обробці посіву препаратом Біо-гель із густотою посіву 1,2 млн/га.

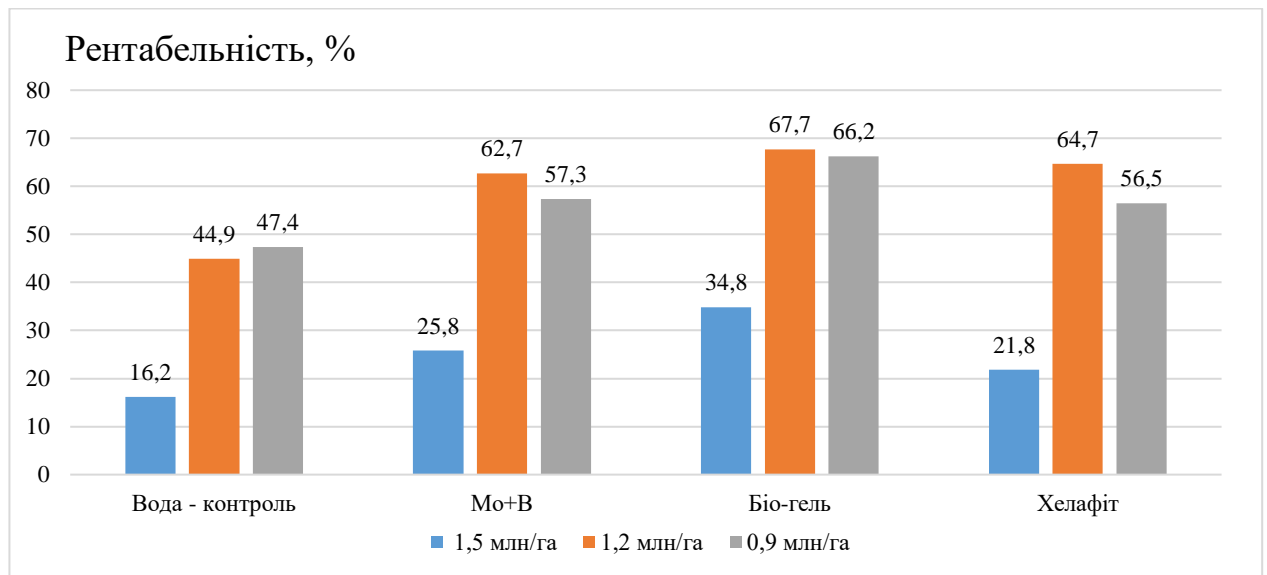


Рис. 5.2. Вплив досліджуваних факторів на рентабельність гороху сорту Модус, (середнє за 2019-2021 рр.)

Вплив досліджуваних факторів на рентабельність вирощування гороху сорту Світ ілюструє рис. 5.3. Очевидно, що найменшу рентабельність мали контрольні варіанти, як і в інших сортів вона збільшувалася зі зменшенням густоти посіву 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 біопрепаратів.

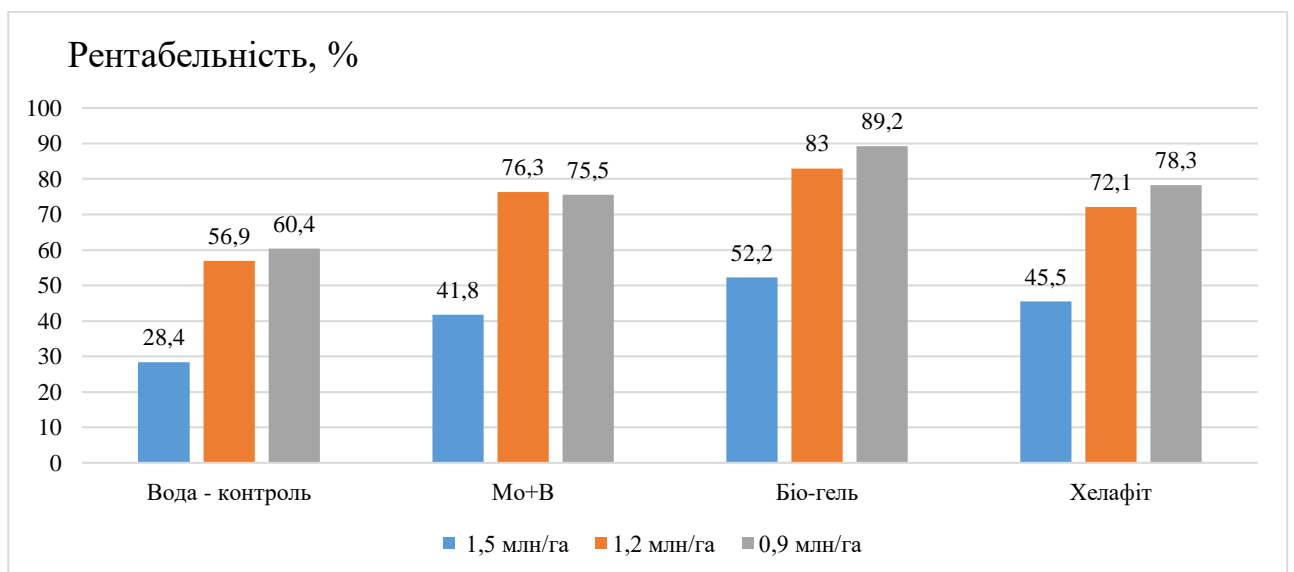


Рис. 5.3. Вплив досліджуваних факторів на рентабельність гороху сорту Світ, (середнє за 2019-2021 рр.)

Найвищою рентабельність у сорту Світ була на густотах 1,2 млн/га (83,0%) та 0,9 млн/га (89,2%) за обробки посіву препаратом Біо-гель. Застосування мікроелементів давало на цих густотах рентабельність відповідно 76,3% та 75,5%, а препарату Хелафіт – до 78,3%.

## **5.2 Енергетична ефективність застосування біопрепаратів 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 людством на різні цілі [28, 144, 159].

При розрахунку енергетичної ефективності в дослідженнях ми користувалися методикою Медведовського О. К. рекомендованою для використання Дідорою В. Г. зі співавторами [79]. 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.

Енергоємність урожаю гороху за варіантами досліду ми розраховували, приймаючи, що вміст сухих речовин у зерні гороху є на рівні 87% при вологості зерна 14%, а енергія, що міститься в 1 кг сухої речовини зерна гороху, дорівнює 20535,5 КДж (4912,8 Ккал) [144].

У таблиці 5.6. наведені дані щодо приходу енергії з урожаєм сортів гороху (в ГДж/га) в середньому за роки досліджень за варіантами досліду. Дані таблиці свідчать, що найвищою енергоємність врожаю була в сорту Оплот за густоти посіву 0,9 млн/га при їх двократній обробці препаратом Біо-гель і становила 64,39 ГДж/га.

У сорту Модус показник енергоємності сягав максимуму за густоти 1,2 млн/га (55,19 ГДж/га) при обробці посіву 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 5.6.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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

Далі ми за технологічною картою досліду проводили оцінку витрат енергії за варіантами досліду (додаток Ж), а результати звели в таблицю 5.7. Аналізуючи таблицю 5.7., ми помітили її майже повну кореляцію з аналогічною таблицею розділу 5.1, яка свідчить про грошові витрати 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 наступні значення. Так, за обробки посіву препаратом Біо-гель: у сорту Оплот за густоти посіву 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.

Таблиця 5.7.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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

За різницею енергоємності й затрат енергії за варіантами досліду ми визначали приріст енергії з урожаєм (таблиця 5.8). Дані таблиці 5.8. свідчать, що найбільший приріст енергії забезпечував сорт Оплот – від 29,82 ГДж на контролі (обробка посіву водою) до 39,96 ГДж при застосуванні препарату Біо-гель за густоти посіву 0,9 млн/га. У сортів Модус і Світ за оптимальної густоти посіву (1,2 млн/га) максимальне значення приросту енергії із застосуванням препарату Біо-гель було відповідно 29,25 та 35,27 ГДж/га.

Таблиця 5.8.

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

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	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

Продовження таблиці 5.8.

1	2	3	4	5
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

Важливою характеристикою досліджуваних технологій вирощування гороху є енергоємність 1 тонни продукції, тобто кількість енергії затраченої на одиницю її вирощування, яку висвітлює таблиця 5.9.

У всіх досліджуваних сортів енергоємність однієї тонни зерна гороху знижувалася зі зменшенням густоти посіву та збільшенням його врожайності. Найбільшою вона була у контрольних варіантах (обробка посіву водою) і досягала значення в сорту Оплот – 10,0 ГДж/т, у сорту Модус – 12,6 ГДж/т та в сорту Світ – 11,4 ГДж/т.

Найнижче значення цей показник мав на кращих варіантах досліду: у сорту Оплот – 6,7, у сорту Модус – 8,1 і в сорту Світ – 7,1 ГДж/т за умов обробки посіву препаратом Біо-гель за оптимальних густот посіву.

Таблиця 5.9.

**Вплив досліджуваних факторів на енергоємність продукції сортів гороху  
(ГДж/т) (середнє за 2019-2021 рр.)**

Фактор В – густота посіву	Фактор С – варіанти обробки посіву			
	Вода-контроль	В + Мо	Біо-гель	Хелафіт
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
1,5 млн/га	10,0	9,5	8,5	9,3
1,2 млн/га	8,8	8,2	7,7	8,0
0,9 млн/га	7,7	7,2	6,7	7,0



1	2	3	4	5
сорт Модус				
1,5 млн/га	12,6	11,5	10,7	11,8
1,2 млн/га	9,8	8,6	8,3	8,4
0,9 млн/га	9,3	8,6	8,1	8,6
сорт Світ				
1,5 млн/га	11,4	10,2	9,4	9,8
1,2 млн/га	9,0	7,9	7,6	8,1
0,9 млн/га	8,5	7,7	7,1	7,5

Основним критерієм оцінки енергетичної ефективності варіантів досліду 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 у контрольних варіантах, що відповідає його середньому значенню при вирощуванні гороху в господарствах України. Його чисельні значення наведені на рис. 5.4, 5.5, 5.6.

З рис. 5.4. видно, що в сорту Оплот енергетичний коефіцієнт змінювався від 1,77 на контролі за загущеному посіві до 2,64 у варіанті з густотою 0,9 млн/га і обробці гороху препаратом Біо-гель. За цієї густоти посіву обробка препаратом Хелафіт формувала коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні 2,53, а при застосуванні мікроелементів – на рівні 2,46.

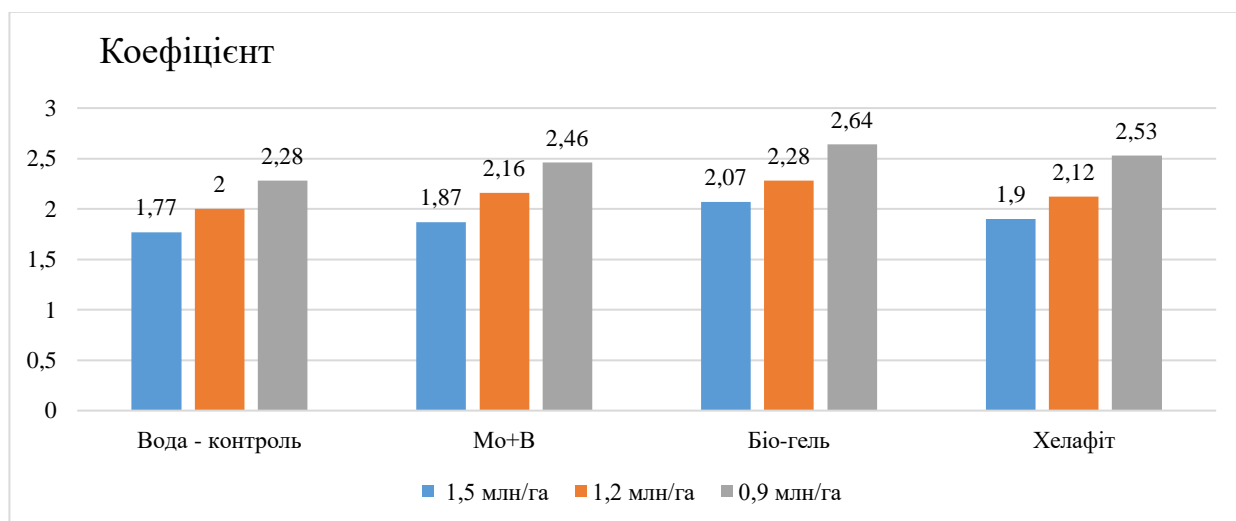


Рис. 5.4. Вплив досліджуваних факторів на енергетичний коефіцієнт гороху сорту Оплот, (середнє за 2019-2021 рр.)

Аналіз рис. 5.5. вказує, що коефіцієнт енергетичної ефективності сорту Модус у контрольному варіанті на загущеному посіві дорівнював 1,41 і був найменшим серед варіантів дослідів. Найбільше значення коефіцієнта (2,18) забезпечувала обробка посіву препаратом Біо-гель за густоти 1,2 млн/га, а застосування мікроелементів і препарату Хелафіт зменшувало цей показник у середньому на 5-9%.

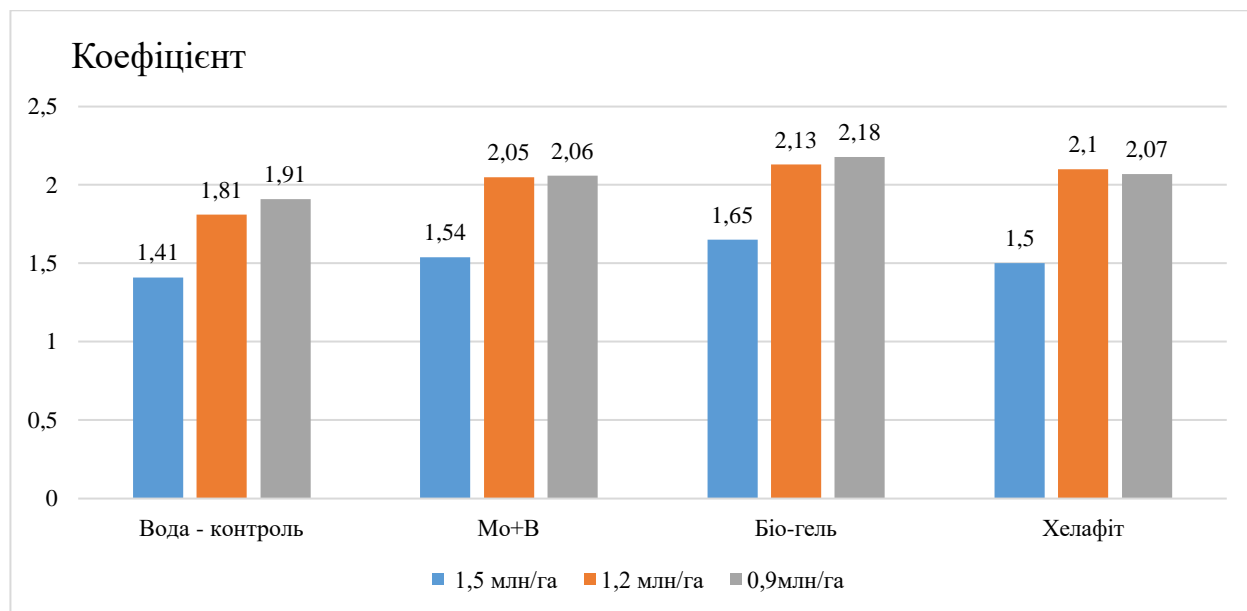


Рис. 5.5. Вплив досліджуваних факторів на енергетичний коефіцієнт гороху сорту Модус, (середнє за 2019-2021 рр.)

Як видно з рис. 5.6., у сорту Світ енергетичний коефіцієнт залежав, аналогічно як і в сортів Оплот і Модус, від густоти посіву та обробки посіву композицією мікроелементів (бор + молібден) й біологічними препаратами та зменшувався в межах 1,56-2,49.

Найбільше значення (2,49) він мав за густоти посіву 1,2 млн/га за застосуванні препарату Біо-гель, а суміш мікроелементів та регулятор росту Хелафіт демонстрували дещо нижчі показники, знаходячись на рівні 2,20-2,23.

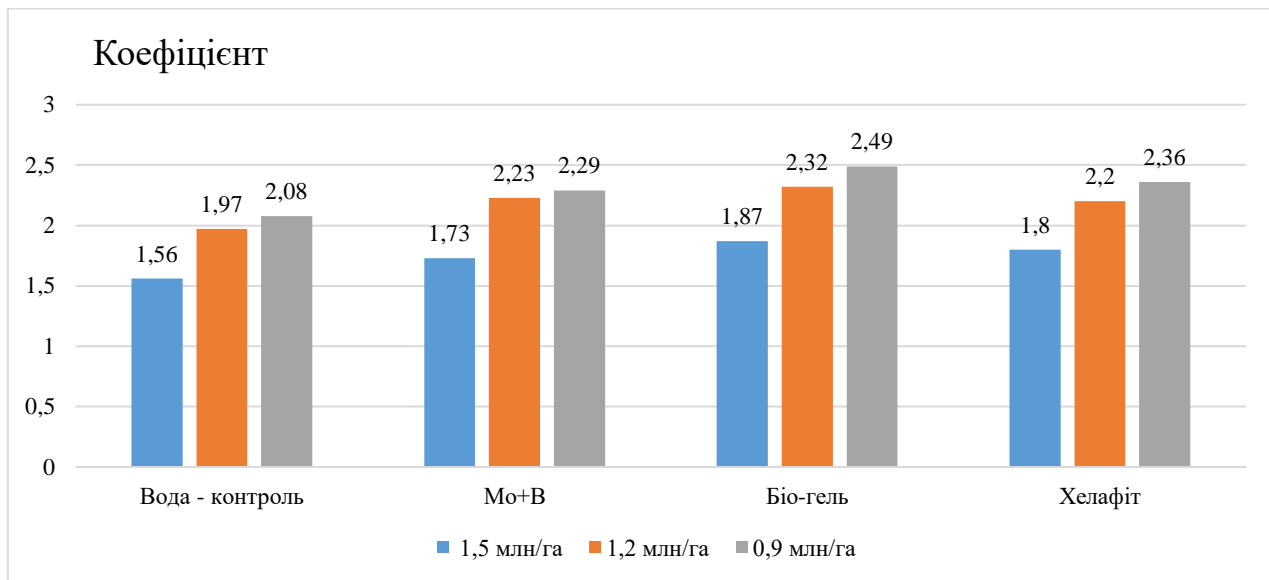


Рис. 5.6. Вплив досліджуваних факторів на енергетичний коефіцієнт гороху сорту Світ (середнє за 2019-2021 рр.)

### 5.3 Вплив досліджуваних факторів на агроекологічні аспекти вирощування сортів гороху.

В попередніх розділах дисертації було достатньо сказано про горох, як сільськогосподарську культуру, його переваги перед іншими культурами, та недоліки з ботаніко-фізіологічної точки зору. Тому, зупинимось на тих питаннях агроекологічного плану на які наше дослідження чинило певний вплив [3].

В розділі 3 було досліджено та проаналізовано вплив мікроелементів та біопрепаратів на процес формування азотфіксуючого апарату сортів гороху, відзначено їх позитивний вплив. Як свідчать праці професора Гамаюнової В. В та Алмашової В. С. і інших авторів [48, 49] по аналогічній тематиці, після збирання гороху в ґрунті накопичується до 45-48 кг біологічного азоту, який потім засвоюється слідуючими культурами сівозміни. Така кількість азоту міститься в 1,4 ц аміачної селітри, яка як відомо має синтетичне походження і справляє певний тиск на екологію довкілля. Біологічний азот крім всього має і економічне значення, економлячи до 2,5 тис. грн/га [24, 187].

В останній час гостро постало питання зменшення антропогенного навантаження на довколишню природу в зв'язку із інтенсифікацією в 80-90-ті

роки сільськогосподарського виробництва, особливо в агрономії, де з метою захисту рослин від різних негативних чинників застосовувались різні нові синтетичні препарати часто не зовсім досліджені в екологічному плані. В зв'язку з появою внаслідок природного добору рас хвороб, шкідників, та бур'янів стійких до використовуваних препаратів, господарники реагували шляхом збільшення доз препаратів, надлишки яких акумулювались в природних ценозах, отруюючи їх [175].

На жаль, на теперішньому етапі розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні майже неможливо повністю в широких обсягах обійтись без застосування пестицидів різного плану – гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів, тощо, тому назріла необхідність шукати шляхи до зменшення доз цих препаратів із збереженням їхньої ефективності. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є біологізація агрономічної сфери діяльності шляхом вивчення та впровадження біологічно активних препаратів природного походження, що не чинять шкоди довкіллю, та посилюючи дію пестициду, спричиняють, крім того, стимулюючий ефект на культуру [24, 143, 203].

До таких препаратів відноситься застосований в дослідках органічний біопрепарат із стимулюючим ефектом Біо-гель [259]. Автор розробки цього препарату Директор НВП «Інститут «ТЕКМАШ», академік інженерної академії України к.т.н. Осипенко Сергій Борисович, приводить в своїх публікаціях результати перевірки його в виробничих умовах Херсонської, Миколаївської, Одеської та Запорізької областей. Він стверджує, що інтенсивне застосування сучасних аграрних технологій протягом останніх десятиліть призвело до деградації ґрунтового покриву, зокрема – до поступової втрати унікальної природної родючості українських чорноземів. Така ситуація створює серйозні екологічні та агрономічні виклики, що зумовлюють необхідність розробки і впровадження ефективних заходів з відновлення та збереження родючості ґрунтів, а також забезпечення стабільності врожайності в умовах змінного клімату та високого техногенного навантаження. Незважаючи на широкий асортимент вітчизняних та імпортованих агрохімічних препаратів, присутніх на ринку, більшість із них орієнтована виключно на збільшення продуктивності

сільськогосподарських культур і не враховує таких критичних аспектів, як адаптація до абіотичних стресів (посухи, підтоплення, заморозки) та довгостроковий вплив на ґрунтову екосистему. Окрім того, несумісність деяких препаратів у бакових сумішах часто ускладнює вибір ефективної та економічно обґрунтованої технології їх застосування [259].

Біологічне добриво Біо-гель поєднує у своєму складі раніше несумісні за природою компоненти: інокулянти (життєздатні штами симбіотичних бактерій), природного походження фунгіцид, органічні гумінові речовини та комплекс поживних елементів. Така унікальна комбінація дозволила отримати багатофункціональний біологічний продукт, здатний забезпечити широкий спектр агрономічно цінних ефектів, серед яких:

- підвищення енергії проростання та схожості насіння;
- активація бульбочкоутворення та процесів біологічної азотфіксації завдяки дії інокулянтів;
- ефективний біозахист рослин від збудників грибкових і бактеріальних захворювань;
- синергетичне посилення дії традиційних пестицидів за рахунок біологічного компонента;
- покращення якісних і кількісних показників урожаю;
- підвищення стійкості культур до впливу біотичних, абіотичних і антропогенних стресових чинників;
- поліпшення структурно-агрономічних властивостей ґрунту та активізація процесів мінералізації післяжнивних залишків [259].

На відміну від більшості хімічно синтезованих гуматів натрію чи калію, які мають обмежену ефективність у водах з підвищеною жорсткістю (через осадження у присутності іонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  тощо), органічні гумати, що входять до складу Біо-гель, зберігають свою біологічну активність незалежно від якості води для приготування робочого розчину. Це дозволяє уникнути вторинного засолення ґрунтів і запобігти деградації структури чорноземів, що є вкрай важливим для збереження довготривалої продуктивності сільськогосподарських угідь. Таким чином, застосовуючи Біо-гель відкриваються нові можливості для

інтегрованого управління продуктивністю агроценозів, екологізації землеробства. Біопрепарат забезпечує стійкий розвиток аграрного сектору в умовах глобальних кліматичних змін та ресурсних обмежень [259].

### **Висновки до розділу 5**

1. Застосування композиції мікроелементів (бор + молібден) та біопрепаратів (Біо-гель, Хелафіт) збільшувало валовий збір зерна гороху на 12-22% (до 3,64 т/га), підвищуючи вартість продукції до 43,6 тис. грн/га (при ціні 12000 грн/т). При витратах на вирощування 1 га в межах 19,4-24,2 тис. грн/га, застосування біопрепаратів та мікроелементів забезпечило зростання прибутку до 21,9 тис. грн/га (на 6-14% вище контролю), знижуючи собівартість 1 тонни зерна на 9-15% (до 5980 грн/т). Рівень рентабельності виробництва гороху зростав до 100,6% (у сорту Оплот при обробці препаратом Біо-гель

2. Максимальний прихід енергії з урожаєм досягав значення 64,39 ГДж/га (у сорту Оплот при застосуванні препарату Біо-гель), що значно перевищувало показники контрольних варіантів (обробка посіву водою) (до 53,07 ГДж/га). Затрати енергії на проведення досліджуваних агротехнічних заходів варіювали в межах 22,12-28,91 ГДж/га, залежно від густоти посіву та вартості застосовуваних препаратів і технологічних операцій. Найбільший приріст енергії з урожаєм було зафіксовано при застосуванні біостимулятора Біо-гель, що досягав 39,96 ГДж/га у сорту Оплот, підкреслюючи високу енергетичну віддачу цього препарату. Застосування біопрепаратів та мікроелементів сприяло зменшенню енергоємності одиниці виробленої продукції до 6,7 ГДж/т (у сорту Оплот). Енергетичний коефіцієнт зростав до 2,64 (у сорту Оплот при обробці препаратом Біо-гель) за густоти посіву 0,9 млн/га. При цьому поліпшувались екологічні умови вирощування гороху.

## ВИСНОВКИ

1. В ході проведених досліджень було встановлено, що на тривалість міжфазних та вегетаційного періодів гороху досліджувані фактори впливали по-різному, а от філогенетичний фактор практично не впливав на ці показники. Зі зменшенням густоти посіву гороху збільшилася тривалість міжфазних і вегетаційного періодів. Доведено, що застосування препарату Біо-гель подовжувало вегетаційний період на 6-8 діб порівняно з контролем (обробка посіву водою) у всіх варіантах досліду. Використання біопрепаратів дозволило збільшити висоту усіх сортів гороху Оплот, Модус і Світ на 13,5-18,7%.
2. Під впливом біопрепаратів Хелафіт та Біо-гель кількість листків на рослині зростала на 14-23%, а їх суха маса збільшилася на 13,1-22%. Максимальне значення площі асиміляційної поверхні (31,3 тис. м<sup>2</sup>) забезпечувала обробка посіву препаратом Біо-гель за густоти посіву 0,9 млн/га, що на 21,8% більше за контроль. Мікроелементи підвищували рівень біомаси асиміляційного апарату в середньому на 5,2%, Хелафіт – на 13,1% і Біо-гель – 22,3%. Добовий приріст надземної біомаси в сухій речовині у сорту Оплот був 9,0 г/м<sup>2</sup> за густоти 1,5 млн/га у контрольних варіантах (обробка водою). Обробка Біо-гелем підвищувала цей показник до 13,3 г/м<sup>2</sup> для сорту Оплот, 11,8 г/м<sup>2</sup> – для сорту Світ і 10,3 г/м<sup>2</sup> – для сорту Модус. 2
3. У контрольних варіантах суха біомаса коренів різнилася по роках, і залежала від вологозабезпеченості ґрунту: у 2019 році – 60-66 г/м<sup>2</sup>, 2020 – 51-57 г/м<sup>2</sup> та у 2021 році – 58-62 г/м<sup>2</sup>), з перевагою сортів Оплот та Світ (на 12-15% вище, ніж у сорту Модус). Обробка композицією мікроелементів збільшувала масу коренів на 14-20% (7-12 г/м<sup>2</sup>), Хелафіт – на 18-26% (9-15 г/м<sup>2</sup>), а Біо-гель забезпечив найбільший приріст – на 24-30% (13-18 г/м<sup>2</sup>). Маса та кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій на 10 рослинах зростали зі зменшенням густоти посіву в середньому на 17-19% у всіх сортів, при цьому сорт Модус мав менші показники. Обробка мікроелементами збільшила масу бульбочок на 29-38%, Хелафітом – на 39-54%, а Біо-гелем – на 53-62%.

4. У контрольних варіантах на одній рослині формувалося від 5,3 до 7,4 квіток, причому зі збільшенням густоти посіву їх кількість зменшувалась. Обробка посівів мікроелементами спричинила підвищення цього показника на 13,3-18,4%, застосування препарату Хелафіт – на 16,6-19,0%, а найзначніше зростання забезпечив Біо-гель – на 20,3-22,4%. Формування бобів після цвітіння було зумовлене як сортовими особливостями, так і щільністю посіву: у сортів Оплот і Світ утворювалося 4,3-5,1 бобів на рослину, а у сорту Модус – лише 3,9-4,3, що на 16% менше. У контрольних варіантах сорти Оплот і Світ демонстрували коефіцієнт запліднення – 80-83%, незалежно від густоти, тоді як у Модуса цей показник становив 72-76%, тобто був на 10-11% нижчим. Використання мікроелементів сприяло зростанню коефіцієнта запліднення на 2-5%, а Біо-гель покращив цей показник на 4-7% і Хелафіт – на 3-6%.

5. Формування насіннєвих зачатків, бобів і зерен тісно залежало від сортових особливостей і технологічних факторів вирощування. У контрольних варіантах сорти Оплот і Світ мали вищу кількість насіннєвих зачатків – 3,6-4,2 шт., тоді як сорт Модус характеризувався нижчим рівнем – 3,1-3,5 шт., що на 14-17% менше. Обробка мікроелементами сприяла підвищенню цього показника до 4,0-4,5 шт. у сортів Оплот і Світ та до 3,3-3,6 шт. у сорту Модус. Найбільший приріст забезпечив Біо-гель, під впливом якого кількість зачатків зроста до 4,4-4,8 шт., тоді як Хелафіт підвищував цей показник до 4,1-4,5 шт.

6. У фазі повної стиглості зерна середній рівень формування бобів на одну рослину становив 3,2-4,3 шт., з тенденцією до зменшення при вищій густоті посіву. Найвищі значення спостерігалися у сортів Оплот і Світ (3,4-4,3 шт.), найнижчі – у сорту Модус (3,2-3,9 шт.). Застосування мікроелементів сприяло зростанню кількості бобів на 6-12%, використання Хелафіту – на 6-13%, тоді як Біо-гель виявився найефективнішим – підвищення становило 9-18%. Кількість насінин у бобі на етапі повної стиглості також залежала від генотипу: у контрольних варіантах вона була 2,3-3,0 шт. Комплексна обробка бором і молібденом підвищувала цей показник до 3,3 шт. (+7-13%). Максимальні значення спостерігалися у сортів Оплот і Світ після застосування Біо-гелю – до



3,6 шт. на біб, що на 20-24% перевищувало контроль. У сорту Модус найвищий рівень досягав 3,2 шт.

**7.** У контрольних варіантах (обробка водою) за густоти посіву 0,9 млн/га рівень забур'яненості становив 2 бали, тоді як використання Біо-гелю знижувало його до менш як 1 бала, що значно полегшувало процес збирання врожаю прямим комбайнуванням. Крім того, препарат проявив захисні властивості, зменшуючи ступінь ураження бобів аскохітозом.

**8.** Коефіцієнт водоспоживання на контрольних варіантах був на рівні: у сорту Оплот – 375 м<sup>3</sup>/т, у сорту Світ – 411 м<sup>3</sup>/т і у сорту Модус – 442 м<sup>3</sup>/т. За обробки посіву Біо-гелем у сорту Оплот він становив 302 м<sup>3</sup>/т, у сорту Світ – 325 м<sup>3</sup>/т, а у сорту Модус – 364 м<sup>3</sup>/т. Хелафіт забезпечував значення коефіцієнту водоспоживання на рівні: 315 м<sup>3</sup>/т для сорту Оплот, 352 м<sup>3</sup>/т – для сорту Світ і 363 м<sup>3</sup>/т для сорту Модус. Застосування комплексу мікроелементів (бор + молібден) забезпечувало коефіцієнт водоспоживання на рівні 327 м<sup>3</sup>/т у сорту Оплот, 347 м<sup>3</sup>/т – у сорту Світ та 376 м<sup>3</sup>/т – у сорту Модус.

**9.** Подвійна обробка посіву гороху сумішню мікроелементів (бор + молібден) сприяла підвищенню врожайності культури на 0,19-0,49 т/га, що відповідало приросту від 7,1% до 17,3%. Застосування Хелафіту сприяло зростанню врожайності на 0,17-0,52 т/га (8,1-20,3%). Найвищий показник продуктивності гороху отримано за використання препарату Біо-гель – додатковий урожай був на рівні 0,44-0,70 т/га (18,3-26,3%). Максимальну кількість додаткового врожаю – 0,70 т/га (26,3%) отримано в сорту Світ за густоти посіву 0,9 млн/га. Для сорту Оплот цей показник становив 0,64 т/га (21,3%) за такої ж густоти, а для сорту Модус – 0,57 т/га (22,3%). Найбільша врожайність отримана у варіантах із застосуванням препарату Біо-гель у сорту Оплот – 3,64 т/га за густоти посіву 0,9 млн/га та в сорту Світ – 3,50 т/га за густоти 1,2 млн/га. Максимальна врожайність сорту Модус становила 3,12 т/га за густоти 1,2 млн/га у варіантах з Біо-гелем.

**10.** Приріст урожаю на кращих варіантах відбувався за рахунок збільшення маси 1000 зерен на 18-22 % та кількості зерен в одному бобі на 11-14% порівняно з контролем (обробка водою). Застосування мікроелементів та біопрепаратів

сприяло покращенню якісних показників зерна, підвищуючи умовний вихід білка на 0,12-0,15 т/га (на 12-13%) та масу 1000 зернин на 6-31 г, при цьому схожість насіння була високою, в межах 95-97%, що відповідає першому класу ДСТУ.

**11.** Найбільший економічний ефект зафіксовано у сорта Оплот, який за густоти посіву 0,9 млн/га та дворазовій обробці препаратом Біо-гель забезпечив отримання прибутку 21900 грн/га й рівня рентабельності 100,6%. За вирощування сорту Світ прибуток становив 19049 грн/га, рентабельність – 89,2%. Найменшими показниками економічної ефективності характеризувався сорт Модус – мав прибуток 15119 грн/га, рентабельність – 67,7% за густоти посіву 1,2 млн/га, що вказує на його слабку адаптивність до умов Південного Степу.

**12.** Найбільше енергії в урожаї накопичував сорт Оплот за густоти 0,9 млн/га та обробки посіву препаратом Біо-гель – 64,39 ГДж/га, при цьому енергетичний коефіцієнт становив 2,64.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою збільшення виробництва гороху в посушливих умовах Південного Степу з рівнем урожайності його зерна 3,5-3,6 т/га та частковою біологізацією агротехнології цієї культури пропонуємо:

1. Висівати горох сорту Оплот (який є найбільш адаптованим до умов Південного Степу) з формуванням густоти посіву 0,9 млн/га та їх обробкою біопрепаратом Біо-гель з нормою 1,5 л/га в два строки: першу обробку провести у фазу «вусоутворення», другу – у фазу «бутонізація».

2. За відсутності біологічного препарату Біо-гель, як альтернативу рекомендуємо застосовувати регулятор росту Хелафіт, який за ефективністю не поступається композиції мікроелементів (бор + молібден), і є екологічно чистим продуктом, та забезпечує урожайність зерна гороху за вказаних густот посіву і норми витрат препарату 1,5 л/га у сорту Оплот на рівні 3,44 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 біодобрив та мікроелементів. *Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. м. Херсон. 2019. С. 45-48;
2. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Розробка адаптивних технологій вирощування гороху : *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку*, матеріали всеукр. наук.-практ. конф. з нагоди Дня науки. м. Херсон. 2019 р. 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. *Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. м. Херсон. 2020 р. 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. *Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. м. Херсон. 2020 р. С.96-98.
5. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С., Розробка елементів органічних технологій вирощування гороху в умовах Півдня України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві* : матеріали II всеукр. наук.-практ. конф. з нагоди Міжнародного дня науки та Дня працівника сільського господарства . м. Херсон. 2020 р. 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. *Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. м. Херсон. 2021 р. С. 113-116;

7. Аверчев О.В. Вплив біологізації елементів агротехніки сортів гороху за різної густоти шляхом обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами на його біометричні показники в незрошуваних умовах Південного Степу. *Development trends of the world agriculture in the XXIst century: the view of the modern scientific community : Scientific monograph* / О.В. Аверчев, Т.С. Ковшакова. Riga, Latvia. 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*. 2022. Вип. 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*. 2023. Вип. 134. С. 64-71.
10. Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 136. С. 3-11.
11. Алмашова В.С. Агроекологічне обґрунтування вирощування гороху овочевого на півдні України. *1-й відкритий з'їзд фізіобіологів Херсонщини: Збіник тез наук.-практ. конф. м. Херсон*. 2006. С. 6.
12. Алмашова В.С., Жарінов В.І., Онищенко С.О. Вплив мікроелементів на розвиток бульбочкових бактерій на коренях овочевого гороху. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 36. С. 51-54.
13. Алмашова В.С., Гамаюнова В.В., Онищенко С.О. Вплив мікроелементів і ризоторфіну на продуктивність гороху овочевого в умовах Херсонської області. *Таврійський науковий вісник*. 2006. Вип. 49. С. 18-21.
14. Алмашова В.С., Жарінов В.І. Екологічне обґрунтування вирощування овочевого гороху на півдні України. *Наука, молодь, екологія: матеріали 1 міжвуз. наук.–практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. м. 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. Лопушняк В.І. та ін. Агрогрунтознавство : навч. посіб. Львів : ЛНАУ, 2016. С. 212.
17. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.О., Вергунова І.М., Лазер П.Н Агробіологічні особливості вирощування сої в Україні. *Аграрна наука*. 2006. с.456
18. Адамовська В.Г., Молодченкова О.О., Січкач В.І. Біохімічна характеристика генотипів зернобобових культур півдня України у зв'язку з селекцією на якість насіння. Збірник наук. праць селекц.-генетич. ін-ту нац. центру насін. і селекц. 2015. Вип. 26. С. 107-116.
19. Алмашова В.С., Ковшакова Т.С. Агроекологічні аспекти вирощування гороху на півдні України в умовах збалансованого природокористування. *Вплив кліматичних змін та просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. м. Херсон. 2019. 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 міжнар. наук.-практ. конф. Біла Церква. 2020. С. 76-79.
21. Андрушко М. О. Вплив елементів системи удобрення на врожайність гороху. Інститут сільського господарства Карпатського регіону. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України* : матеріали VIII Всеукр. наук.-практ. конф. Львів-Оброшине. 2019. С.3-4.
22. Андрушко М. О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво* : міжвід. темат. наук. Збірник. Львів-Оброшине. 2019. Вип. 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. 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.. Полтава : РВВ ПДАА, 2020. С. 10-13.

25. Андрушко М. О., Лихочвор В.В. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 2. С.54-62. DOI: [https:// doi: 10.31521/2313-092X/2020-2\(106\)- 6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6) [visnyk.mnau.edu.ua](http://visnyk.mnau.edu.ua)

26. Анішин Л. А. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поле України. *Пропозиція* . 2004. Вип. 10. С. 48-50.

27. Антонюк А. В. Загальне землеробство: навчальний посібник. Київ, 2012. С. 130.

28. Антипова Л. К. Енергетичні аспекти виробництва насіння люцерни на півдні України. *Наукові горизонти*. 2022. Том 25, №2, 55-64

29. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Колісник С.І. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10, (спецвип.). С. 15-19.

30. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові і національні ресурси рослинного білка. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 62. С. 69-77

31. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Зернові бобові культури у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2010. Вип. 15 (55). С. 153-166.

32. Баташова М. Є. Перспективи використання генетичного різноманіття в сучасній селекції гороху. *Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших культур : досягнення і перспективи* : Збірн. наук. праць міжнар. наук.-практ. конф. Тернопіль, ПДАТУ. 2016. С. 76 - 77.

33. Баташова М. Є. Формування врожаю гороху посівного в умовах дефіциту вологи : матеріали наук.-практ. конф. проф.-викл. складу. Полтава, ПДАА 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*. 2018. №294. С. 24-31.

35. Бахмат М.І., Чинчик О. С. Особливості вирощування гороху посівного в умовах Поділля Лісостепу західного. *Аграрна наука і практика в контексті*

- європейської інтеграції : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Кам'янець-Подільський, 2018. 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. *Генетичні ресурси рослин* : зб. наук.-практ. конф.. Харків, 2020. С.77-83.
37. Беров Є. Д. Вплив мінімізації обробітку ґрунту під горох на його агрофізичні властивості в умовах Південного Степу : зб. наук. Праць. Умань, УНУС. 2018. Вип. № 92. Ч. 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. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Опара М.М. Ефективні різноротаційні сівозміни у сучасному землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 3. С. 20-32.
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. Василенко М. Г., Дерик Г. І. Оцінка агротехнології вирощування сої на сірих лісових ґрунтах. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 83–90.
44. Василенко А. О., Безуглий І. М., Глянцев А. В. Стабільність показників продуктивності і вмісту білка у сортів гороху селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. *Зб. наук. праць СГІ НЦНС*. 2015. Вип. 26(66). С. 154-160.
45. Василенко А. О., Рябуха С. С., Безуглий І. М. Індикація селекційних тенденцій за сортовою композицією і господарськими властивостями в конкурсному сортовипробуванні гороху. *Корми і кормо виробництво*. 2008. Вип. 62. С. 31-37.
46. Волкогон В. В., Журба М. А. Активність азотофіксації, емісія N<sub>2</sub>O та CO<sub>2</sub> 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. *Зб. наук. праць ПДАТУ*. 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, 2017. С 183.
50. Гангур В. В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 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. *Бюл. ІСГСЗ 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. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк.обл.* 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. *Бюл. ІСГСЗ 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. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України. *Зернові культури*. 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 наук. ступеня канд. с.-г. наук. Київ, 2008. 21 с.

57. Гончар Л. М., Пилипенко В. С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Наук.вісник НУБІП*. 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. Київ, Фітосоціоцентр. 2006. 484 с.
61. Грищук П. І Вплив щільності агроценозу гороху посівного на його зернову продуктивність. *Вісник УНУС*. 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* : мат. міжнар. наук.конф. Вінниця. 2016. С. 81-82.
63. Ґрунтові ресурси Херсонської області, їхня продуктивність та раціональне використання [за ред. Дем'янін В.А., Пелих В.Г., Полупан М.І. та ін.] Київ: Колоб'іг, 2007. 132 с.
64. Гудзь В. П., Примає 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 СНАУ*. 2016. Вип. 9. С. 88-91.
66. Дворецька С. П., Камінський В. Ф . Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху Північному Лісостепу. *Землеробство* : міжвід тем. наук. зб.. 2009. Вип. 81. С. 75-79.
67. Дворецька С., Любич О. Мінеральне живлення гороху. *Пропозиція*. 2016 Вип. 11. С. 66-72.
68. Дворецька С. П., Рябокін Т. М., Єфіменко Г. М. Особливості формування елементів продуктивності рослинного гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування культури. *Зб. наук. праць ННЦ ІЗ НААН*. 2014. Вип.3. С. 56-66.

69. Дворецька С.П., Рябокінь Т.М., Каражбей Т.В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Зб. наук. праць ННЦ ІЗ НААН*. 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. *Землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* 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. *Зб. наук. праць ПАДАТУ*. 2010. Вип.18. С. 77-81.
74. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. *Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. праць ВНАУ*. 2016. Вип. 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*. 2018.Вип. 101. С. 22-28.
77. Домарацький Є.О. Подолання впливу стресових явищ під час вирощування пшениці озимої за умов глобальних кліматичних змін. *Мат. міжнар. наук.практ.конф.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 : мат. V міжнар. наук.практ. інт. конф., Дніпро*, 2019. С. 202-206.

79. Дідора В.Г., Смаглий О.Ф., Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навчальний посібник. Київ, 2013. 264с.
80. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунту. [Чинний від 2006-01-01]. Київ, 2005. 20 с. (Національний стандарт України).
81. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Метод визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Київ, 2005. 15 с. (Національний стандарт України).
82. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Кірсанова в модифікації ННЦ ПА. [Чинний від 2005-05-30]. Київ, 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, 2012. IV, 4 с. (Національний стандарт України).
84. Паламарчук В.Д. Екологія та біологія сільськогосподарських рослин : підручник. Вінниця 2013. 724 с.
85. Рогач С.М., Суліма Н.М., Гуцул Т.А., Ярема Л.В. Економіка сільського господарства: навчальний посібник. Київ. 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 посіву гороху. *Вісник ПДАА*. 2019. №3. С. 50-56.
87. Жуйков О.Г., Лагутенко К.В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник*. 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*. 2010. Вип.4 (80). С. 50-54.
89. *Компанія BASF Agro*. Зернові бобові : рекомендації з вирощування.. 2017. 63 с.
90. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин : навчальний посібник. Суми. ВТД. 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. *Бюл. ІСГСЗ 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. *Бюл. ІСГСЗ НААН України*. 2013. №4. С. 33-37.
94. Ішенко В.І. Елементи технології – резерв підвищення урожайності гороху в Степу. *Наук.-техн. бюл. Інституту олійних культур НААН*. 2013. №18. С. 85-92.
95. Іщенко В.А. Ефективність використання ризогуміну і полі міксобактерину у поєднанні з мікродобривом та регулятором росту при вирощуванні гороху вусатого типу в північному Степу. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. тем. наук. зб.* 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 ДНУ*. 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. *Вісник Степу : Наук. зб.* 2009. Вип 6. С. 37-41.
99. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Удобрєння гороху за всіма правилами. *Агробізнес Сьогодні : Інформаційно-аналітична газета*. 2018. №24. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12390-udobrennia-horokhu-za-vsima-pravylamy.html>. (дата звернення: 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. *Вісник Степу*. 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 ХНАУ*. 2015. Вип. №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. *Науковий вісник НУБіП України*. 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. 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. *Зб. наук. 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 погодно-кліматичних 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. *Зб. наук. праць УДАУ*. 2003. С. 734-737.
114. Камінський В.Ф., Дворецька С.П. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на продуктивність гороху. *Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН*. 2000. 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. *Зб. наук. праць ННЦ Інститут землеробства УААН*. 2012. Вип. 3-4. С. 82-90.
116. Камінський В.Ф., Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. №7. С. 20-25
117. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Рябокінь Т.М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. *Зб. наук. праць ННЦ Інститут землеробства УААН*. 2015. Вип.4. С. 59-65.
118. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Лапа І.В. Вплив інокулянтів і фізіологічно активних речовин на урожайність гороху. *Землеробство*. 2000. Вип. 74. – С. 113-115
119. Качан І. Особливості формування врожайності зерна сої в умовах Поділля. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : зб.наук. пр. всеукр. наук.-практ. конф., Тернопіль, 2017. С. 92-94.
120. Інституту фізіології рослин і генетики НАН. Каталог сортів. 2017.
121. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Попов С.І. 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. Вип. 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. Кобизєва Л.М., Безугла О.М. Видове різноманіття зернових бобових культур у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України та його значення для селекційної практики. *Генетичні ресурси рослин*. 2009. №7. С. 9-21.
125. Коблай С.В. Адаптивний потенціал різних за морфо типом сортів гороху. *Світові рослинні ресурси: стан і перспективи розвитку* : мат. II міжнар.наук.-практ. конф. м. Київ, УІЕСР. 2016. С. 38-40.
126. Коблай С. В. Накопичення надземної біомаси та адаптивність до умов степової зони різних за морфо типом сортів гороху. *Зб. наук. праць СГІ НЦНС*. 2009. Вип. 14(54). С.143-150.
127. Коблай С.В. Характер успадкування ознак продуктивності гороху у гібридів F1. *Зб. наук. праць СГІ НЦНС*. 2015. Вип. 26(66). С.63-73.
128. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В., Онищенко С.О. Агроекологічне обґрунтування застосування біостимуляторів при вирощуванні гороху на півдні України. Матеріали всеукр. наук.-практ. інт.-конф. присв. 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин. Херсон, 2019 р. С.165-167;
129. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Розробка елементів органічних технологій вирощування гороху в умовах півдня України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві* : матеріали II всеукр. наук.практ. інт.конф. молодих учених. Херсон, 2020 р. С.43-45.
130. Ковшакова Т. С., Аверчев О. В. Порівняльна продуктивність сортів гороху зимуючого та ярого в умовах півдня України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві* : матеріали III всеукр. наук.практ. інт.конф. молодих учених. Херсон, 2021 р. С.53-55.
131. Ковшакова Т. С., Аверчев О. В. Вплив мікродобрив та біостимуляторів на довжину вегетаційного періоду гороху. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві* : матеріали IV всеукр. наук.практ. інт.конф. молодих учених Херсон, 2021 р. С.61-63.



132. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на висоту рослин сортів гороху в умовах Півдня України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві* : матеріали V всеукр. наук.практ. інт.конф. молодих учених. Херсон 2022 р.С.19-21.
133. Ковшакова Т.С., Аверчев О.В. Формування рівня продуктивності сортів гороху під впливом мікроелементів та біостимуляторів за різних густот посіву в умовах Південного Степу. *Сучасні вектори розвитку аграрної науки* : матеріали Міжнар. наук. практ. конф. присв. 150-річчю створ. ХДАЕУ. Херсон, 2024 р. С. 80-84.
134. Ковшакова Т.С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на формування генеративних органів гороху при різних густотах посіву. *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. *Міжвід. темат.наук. зб. ІРСН*. 2015. №108. С.106-115.
136. Козев В.І. Успадкування типу листя і продуктивності в різних генотипів гороху. *Міжвід. темат.наук. зб. ІРСН*. 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. Вип. 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. 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. *Землеробство*. 2012. Вип.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. 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. Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 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*. 2015. Вип. 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.. Особливості вирощування гороху й озимої пшениці в сівоzmінах 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. *Зернові культури*. 2018. Том 2. №1. С.82-87.
148. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайності зерна. *Вісник ПДАА* 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. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 2. С. 71-85. URL: <https://visnyk.mnau.edu.ua>, DOI: 10.31521/2313-092X/2020-2(106). (дата звернення: 19.03.2024)
150. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Урожайність гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву. *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. *Корми і кормовий білок* : матеріали XII Міжнар. наук. конф. Вінниця. 2020. С. 66-69.
152. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво : навчальний посібник. Львів : НВФ "Українські технології". 2008. 624 с.

153. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Горох : навчальний посібник Львів : НВФ "Українські технології". 2002. 68с.
154. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полюхович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 питань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. за ред. В.І. Лопушняка. Львів. 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*: зб. наук. праць. Київ. 2013. Вип.17. Том 2. С. 60-63.
156. Мартинюк О. М. Особливості формування врожаю зернобобових культур залежно від технології вирощування в західному Лісостепу. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур – у виробництво*: мат. наук.-практ. конф. мол. вчен. і спец. Чабани, 2004. С. 42-43
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. Київ, 2008. 21 с.
158. Медведєва Л.Р., Кренців Я.І. Результати селекції сої в Кіровоградській ДСГДС НААН. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*: матер. міжнар. конф. Вінниця, 2016. С. 22-23.
159. Коваленко В.П., Ушкаренко В.О. Професійна підготовка сільськогосподарських дорадників : навчально-методичний посібник. Херсон: ХДАУ, РВЦ «Колос», 2006. С. 63.
160. Мірзоева Т. В., Логвин І. М. Інноваційні напрями розвитку виробництва сої. *Науковий вісник НУБІП України*. 2013. Вип. 181(2). С. 242-247.
161. Митрофанов Д. В. Вплив елементів погоди та запасів ґрунтової вологи на врожайність гороху в сівоzmінах на чорноземах південних. 2019. Вип.3 (77). С. 98-102.
162. Мірошніченко І.В. Вплив щільності посіву на урожайність та інші кількісні ознаки сортів гороху різного морфотипу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2006. № 1. 30-37

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. *Агроекологічний 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. *Бюл. ІСГСЗ НААН України*. 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* : мат. міжнар. наук. конф. Вінниця. 2016. С. 80-81.
169. Нідзельський В.А. Площа асиміляційної поверхні гороху вусатого. *Вісник ЛНАУ*. Львів. 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*. 2012. №176. С.49-53.
172. Мазур В.А. та ін. Новітні агротехнології в рослинництві : підручник. Вінниця, 2017. 588 с.
173. Новохацький М., Бабич А., Ткачук В., Грабовський О. Сортowa технологія вирощування – шлях до реалізації потенційних можливостей сої. *Пропозиція*. 2000. № 10. С. 41-42.

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. *Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення* : мат. II Всеукр. наук.практ. конф. Херсон, 2019р. С.165-169.
175. Онищенко С. О., Алмашова В. С., Ковшакова Т. С. Агроекологічні аспекти охорони земельних відносин в Україні. *Проблеми та практичні питання щодо виконання робіт із землеустрою* : мат. III Всеукр. наук.практ. конф. Херсон, 2019р. 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 шкодо чинності для сільськогосподарської продукції Херсонської області. *Таврійський науковий вісник*. 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. *Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення* : мат. V Всеукр. наук.практ. конф. Херсон, 2021р. 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 ІБКЦБ*. 2014. Випуск 21. С. 126-132.
179. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур : навч. посіб. Вінниця, 2010. 36 с.
180. Пати́ка В.П., Пасі́чник Л.А., Кураш П. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур за дії фітопатогенних бактерій. *Збір. наук. праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2018. Вип. 4. - С. 51-63.
181. Пати́ка, В.П., Гнатюк, Т.Т., Булеца, Н.М., Кириленко, Л.В. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*, 2015. Вип.2. С.12-20.

182. Петриченко В.Ф., Тихонович І.А., Коць С.Я., Патика М.В. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2012. №8. С.5-11.
183. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ. 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* : мат. міжнар. наук. конф. Вінниця, 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. 2006. Вип. 57. С.3-14.
186. Петриченко В. Ф., Гончар Т. М. Наукові основи формування високопродуктивних посіву гороху в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2007. Вип. 59. С. 103-110.
187. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патика В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С.3-6.
188. Петриченко В.Ф., Лісова Т.Є. Шляхи підвищення продуктивності гороху в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць ВДАУ*. 2001. Вип.9. С. 74-77.
189. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів, 2020. 806 с.
190. Петриченко, В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І. 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 ШНАУ*. 2016. №9(32). С. 71-76
192. Пилипенко В. С., Гончар Л. М., Каленська С. М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. *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. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України* : Зб.наук.праць. 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. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В, Горб О.О., Чайка Т.О. Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Scientific Progress & Innovations*. 2019. Вип. 3. С. 85-91.
197. Присяжнюк О.І., Калюжна Е.А., Король Л.В. Оцінка сучасних сортів гороху за основними господарсько-цінними ознаками. *Зб. наук. праць ННЦ 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*. Київ. 2017. Вип. 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. Рибальченко А.М. Стан виробництва зернобобових культур. *Сучасний рух науки: тези доп. XIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Дніпро, Україна, 2021.–254 с.*, 206.
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 посіву гороху. *Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства НААН*. 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. 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.І. Стан і перспективи розвитку виробництва зернобобових культур у світі та Україні. *Збірник наукових праць СГП - НЦНС*. 2015. Вип. 26(66). С.9-20.
209. Січкарь В.І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур. *Збірник наукових праць СГП - Національного центру насінництва та сортовивчення*. 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., Вінниця, 2016. С. 15-16.
211. Січкарь В.І., Хухлаєв І.І., Лаврова Г.Д. Результати, проблеми та перспективи селекції сої і гороху для степової зони України. *Збірник наукових праць СГП – НЦНС*. 2012. Вип. 20(60). С.110-125.
212. ДСТУ 8302:2015. [Чин. від 2016-07-01]. Київ, 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 СГІ - НЦНС*. 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. Суліма Н.М., Денисенко Д.О. Ефективність інноваційних технологій вирощування зернових культур. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. Вип. 1. С. 197-200.
216. Сухова Г. І. Продуктивність гороху залежно від сортових особливостей в умовах Степу. *Бюл. ІСГСЗ НААН України*. 2014. №7. С. 88-94.
217. Тараріко Ю.О., Чорнокозинський А.В., Сайдак Р.В. Вплив агротехнічних і агрометеорологічних факторів на продуктивність агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2008. №5. С.64-67.
218. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. праць ВНАУ*. 2019. Вип.13. С. 84-93.
219. Телекало Н.В. Конкуренентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 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. 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. Грунтознавство : Підручник. Київ. 2005. 703 с.

223. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон. 2008. 272 с.
224. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: підручник. Київ, 2001. 392 с.
225. Хухлаєв І.І., Коблай С.В., Січкарь В.І. Урожайність сортів гороху за умов посухи. *Збірник наукових праць СГІ НЦНС*. 2014. Вип. 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 ЛНАУ*. 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. 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 ПДАТУ*. 2016. Вип. 24. Ч. 1. С. 222-228.
230. Чинчик О.С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип.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. Вип. 77. С. 123-127.
232. Шевченко А.М. Нові технологічні сорти – на відновлення виробництва гороху. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 11. С. 19-21.
233. Шевченко А.М., Тимошин С.М. Сучасний стан селекційного удосконалення рослин зернового гороху. *Науковий вісник ЛНАУ*. 2012. №36. С.159-164.
234. Шевчук М.Й., Веремеєнко С.І. Агрохімія : підручник. Рівне. 2011. 728 с.
235. Шушківська Н.І. Шкідливість горохового зерноїда та акацієвої вогнівки. *Агробіологія*. 2013. Вип. 10 (100). С.125-127.

236. Шушківська Н.І. Шкідливість горохової попелиці. *Агробіологія*. 2011. Випуск 5 (84). С. 9-11.
237. Паламарчук В.Д. та ін. Екологія та біологія сільськогосподарських рослин : Підручник Вінниця, 2013. 724 с.
238. Якобенчук В.Ф., Снітинський В.В. Ґрунтознавство з основами агрохімії та геоботаніки: навч. Посіб. Львів: Аверс. 2006. С. 312-165.
239. Asif M.A., Iqbal M., Akram M. Effect of sowing dates and seed rates on yield and yield components of pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Agricultural Science*. 2016. Вип.154(6). Р. 976-988. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859615001127>
240. Patyka V.P., Podoba L.V., Nikolaenko A.N. et al. Biological nitrogen – ecological : dangerless fertilizers. *Вісник ХДАУ*. 2001. № 4. С. 64-66.
241. Gamayunova V.V., Khonenko L.G., Baklanova T.V. Modern approaches to the use of mineral fertilizers while preserving soil fertility in conditions of climate change. *Scientific Horizons*. 2020. Вип. № 2 (87). С. 89–101. DOI <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-102-110>.
242. Gamayunova V.V., Almashova V.S., Onyshchenko S.O. Agrobiological substantiation of the technology of growing vegetable peas in the conditions of southern Ukraine: monograph, Ailant, 2017. DOI: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/>
243. Almashova V., Breus D., Olifirenko V. Influence of the Studied Factors on the Yield, Structure and Quality Indicators of Vegetable Peas under the Conditions the South of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, 2024
244. Basanets O. Niche crops: export opportunities, advantages and disadvantages. *Problems of niche export in Ukraine*. 2023. URL: <https://superagronom.com/articles/684-nishevi-kulturi-mojlivosti-eksportu-perevagi-ta-nedoliki-problemi-eksportu-nishevih-v-ukrayini> (дата звернення: 05.09.2024).
245. Boyko O.O. Development of a strategy for the development of the legume market in the context of organic farming. *Agrosvit*. 2019. DOI: <https://www.google.com/search>
246. Basanets O. Niche crops: export opportunities, advantages and disadvantages. *Problems of niche export in Ukraine*. 2023. URL:

<https://superagronom.com/articles/684-nishevi-kulturi-mojlivosti-eksportu-perevagi-ta-nedoliki-problemi-eksportu-nishevih-v-ukrayini>

247. Lazarieva O., Mas A., Borysevykh K. Guidelines of agriculture development in the system of land resource management in Europe and Ukraine. *Agrosvit*. 2022 vol. 2, p. 3-9. DOI: [10.32702/2306-6792.2022.2.3](https://doi.org/10.32702/2306-6792.2022.2.3).

248. Herman R.A., Ekmay R.D., Schafer B.W., et al. Food and feed safety herbicide-tolerant soybean. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2018. № 94. DOI: <https://www.google.com/search>

249. Röder M., Mohr A., Yan Liu. Sustainable bioenergy solutions to enable development in low- and middleincome countries beyond technology and energy access. *Biomass and Bioenergy*. 2020. DOI: <https://www.google.com/search>.

250. Skok S. Almashova V. Bipolarization of agriculture as an element of increasing economic efficiency of crop production in the territory of southern Ukraine : International Collective Monograph Innovative management of business integration and education in transnational economic systems. Batumi, Georgia. 2022.

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-zrostanna-eksportu-ta-svitovij-rinok> (Дата звернення 05.05.2023)

252. Горох\_посівний. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Горох\\_посівний](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 > lekcija-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)

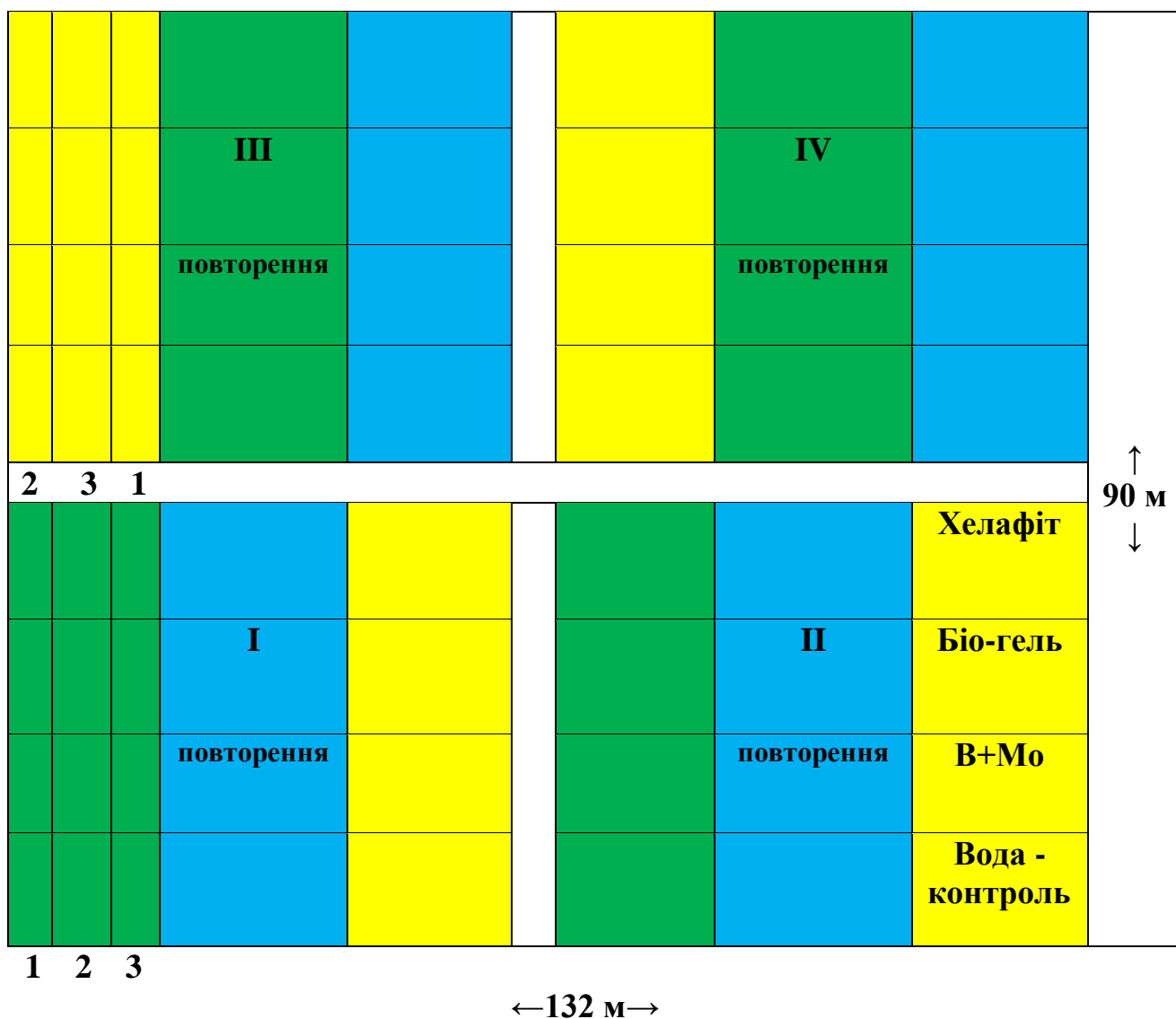
256. Руденко В. А. Порівняльна продуктивність зимуючих і ярих сортотипів гороху залежно від норми висіву у Південному Степу України: дисертаційна робота: спец. 201 «Агрономія». наук. кер. В. Я. Щербаков Одеса. 2023. С.195.

- 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/ekonomichnyi-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 > lekcija-6.biologichni-osoblyvosti-i-tehnologija-vyroshchuvannja-horohu..pdf](http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/6/biologichni-osoblyvosti-i-tehnologija-vyroshchuvannja-horohu..pdf) (Дата звернення 31.08.2023)
259. Біо-гель – органічне добриво для рослин та ґрунтів URL: <https://biogel.com.ua/category/> (Дата звернення 10.03.2019).
260. Росторегулююча речовина з біозахисним ефектом «ХЕЛАФІТ КОМБІ» URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/helafit-kombi-r> (Дата звернення 11.03.2019).

# ДОДАТКИ

## Додаток А

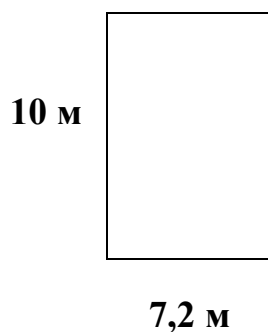
### Загальна схема розміщення варіантів у досліді



- сорт Оплот
- сорт Модус
- сорт Світ

Густота посіву: 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 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Посів	Сходи	Вусо утворення	Бутоніза ція	Цвітіння	Молочна стиглість	Повна стигліс ть	Вегета ційний період, днів.
Фактор А – сорт Оплот								
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	6.04	17.04	30.04	25.05	30.05	16.06	29.06	73
В + Мо	6.04	17.04	30.04	28.05	4.06	18.06	1.07	76
Біо-гель	6.04	17.04	30.04	29.05	6.06	19.06	3.07	78
Хелафіт	6.04	17.04	30.04	27.05	5.06	18.06	2.07	77
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	6.04	17.04	30.04	26.05	2.06	18.06	1.07	76
В + Мо	6.04	17.04	30.04	29.05	5.06	20.06	3.07	78
Біо-гель	6.04	17.04	30.04	30.05	7.06	21.06	4.07	79
Хелафіт	6.04	17.04	30.04	28.05	6.06	20.06	3.07	78
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	6.04	17.04	30.04	27.05	3.06	20.06	3.07	78
В + Мо	6.04	17.04	30.04	30.05	5.06	22.06	5.07	80
Біо-гель	6.04	17.04	30.04	2.06	8.06	24.06	6.07	81
Хелафіт	6.04	17.04	30.04	1.06	7.06	23.06	5.07	80
Сорт Модус								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	6.04	16.04	28.04	22.05	29.05	15.06	27.06	72
В + Мо	6.04	16.04	28.04	24.05	2.06	17.06	30.06	75
Біо-гель	6.04	16.04	28.04	25.05	4.06	18.06	1.07	77
Хелафіт	6.04	16.04	28.04	25.05	3.06	17.06	30.06	75
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	6.04	16.04	28.04	23.05	1.06	16.06	28.06	73
В + Мо	6.04	16.04	28.04	25.05	5.06	18.06	1.07	76
Біо-гель	6.04	16.04	28.04	27.05	6.06	19.06	3.07	78
Хелафіт	6.04	16.04	28.04	26.05	5.06	18.06	2.07	75
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	6.04	16.04	28.04	25.05	3.06	18.06	30.06	75
В + Мо	6.04	16.04	28.04	27.05	6.06	20.06	3.07	78
Біо-гель	6.04	16.04	28.04	29.05	7.06	22.06	4.07	79
Хелафіт	6.04	16.04	28.04	28.05	6.06	21.06	3.07	78
Сорт Свіг								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	6.04	18.04	29.04	27.05	2.06	16.06	30.06	74
В + Мо	6.04	18.04	29.04	30.05	4.06	18.06	3.07	77
Біо-гель	6.04	18.04	29.04	30.05	6.06	19.6	4.07	78
Хелафіт	6.04	18.04	29.04	29.05	5.06	19.06	3.07	77
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	6.04	18.04	29.04	28.05	3.06	17.06.	1.07	75
В + Мо	6.04	18.04	29.04	2.06	6.06	19.06	3.07	77
Біо-гель	6.04	18.04	29.04	2.06	7.06	21.06	5.07	79
Хелафіт	6.04	18.04	29.04	30.05	7.06	20.06	4.07	78
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	6.04	18.04	29.04	30.05	3.06	18.07	3.07	77
В + Мо	6.04	18.04	29.04	3.06	7.06	20.06	4.07	78
Біо-гель	6.04	18.04	29.04	4.06	8.06	23.06	5.07	79
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 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Посів	Сходи	Вусо утворення	Бутоніза ція	Цвітіння	Молочна стиглість	Повна стигліс ть	Вегетаці йний період, днів.
Фактор А – сорт Оплот								
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	02.04	12.04	28.04	19.05	25.05	10.06	25.06	74
В + Мо	02.04	12.04	28.04	22.05	29.05	12.06	26.06	75
Біо-гель	02.04	12.04	28.04	24.05	01.06	14.06	28.06	77
Хелафіт	02.04	12.04	28.04	21.05	29.05	13.06	27.06	76
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	02.04	12.04	28.04	21.05	27.05	11.06	26.06	75
В + Мо	02.04	12.04	28.04	24.05	01.06	14.06	26.06	75
Біо-гель	02.04	12.04	28.04	26.05	03.06	17.06	28.06	77
Хелафіт	02.04	12.04	28.04	24.05	01.06	15.06	27.06	76
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	02.04	12.04	28.04	23.05	28.05	12.06	27.06	76
В + Мо	02.04	12.04	28.04	24.05	02.06	14.06	27.06	76
Біо-гель	02.04	12.04	28.04	27.05	04.06	17.06	30.06	79
Хелафіт	02.04	12.04	28.04	26.05	02.06	16.06	28.06	77
Сорт Модус								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	02.04	15.04	29.04	17.05	24.05	10.06	24.06	71
В + Мо	02.04	15.04	29.04	20.05	27.05	13.06	25.06	72
Біо-гель	02.04	15.04	29.04	22.05	29.05	14.06	27.06	74
Хелафіт	02.04	15.04	29.04	20.05	28.05	13.06	25.06	72
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	02.04	15.04	29.04	19.05	25.05	12.06	25.06	72
В + Мо	02.04	15.04	29.04	21.05	28.05	15.06	27.06	74
Біо-гель	02.04	15.04	29.04	24.05	01.06	16.06	28.06	75
Хелафіт	02.04	15.04	29.04	22.05	29.05	14.06	26.06	73
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	02.04	15.04	29.04	20.05	26.05	12.06	26.06	73
В + Мо	02.04	15.04	29.04	22.05	29.05	14.06	27.06	74
Біо-гель	02.04	15.04	29.04	24.05	02.06	16.06	29.06	76
Хелафіт	02.04	15.04	29.04	22.05	30.05	15.06	27.06	74
Сорт Світ								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	02.04	13.04	25.04	20.05	03.06	15.06	27.06	75
В + Мо	02.04	13.04	25.04	22.05	06.06	16.06	29.06	77
Біо-гель	02.04	13.04	25.04	24.05	04.06	17.06	01.07	79
Хелафіт	02.04	13.04	25.04	22.05	03.06	16.06	30.06	78
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	02.04	13.04	25.04	21.05	04.06	16.06	28.06	76
В + Мо	02.04	13.04	25.04	23.05	05.06	17.06	29.06	77
Біо-гель	02.04	13.04	25.04	26.05	06.06	18.06	02.07	80
Хелафіт	02.04	13.04	25.04	22.05	04.06	17.06	30.06	78
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	02.04	13.04	25.04	22.05	05.06	16.06	30.06	78
В + Мо	02.04	13.04	25.04	24.05	06.06	17.06	02.07	80
Біо-гель	02.04	13.04	25.04	25.05	07.06	18.06	03.07	81
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

Фактор С Варіанти обробки посіву	Посів	Сходи	Вусо утворення	Бутоніза ція	Цвітіння	Молочна стиглість	Повна стигліс ть	Вегетаці йний період, днів.
Фактор А – сорт Оплот								
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	04.04	13.04	29.04	23.05	28.05	11.06	23.06	71
В + Мо	04.04	13.04	29.04	25.05	01.06	13.06	26.06	74
Біо-гель	04.04	13.04	29.04	27.05	03.06	17.06	28.06	76
Хелафіт	04.04	13.04	29.04	26.05	02.06	15.06	27.06	75
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	04.04	13.04	29.04	25.05	01.06	13.06	27.06	74
В + Мо	04.04	13.04	29.04	27.05	03.06	15.06	30.06	75
Біо-гель	04.04	13.04	29.04	29.05	06.06	17.06	29.06	76
Хелафіт	04.04	13.04	29.04	27.05	03.06	16.06	30.06	75
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	04.04	13.04	29.04	26.05	03.06	16.06	28.06	76
В + Мо	04.04	13.04	29.04	29.05	05.06	17.06	29.06	77
Біо-гель	04.04	13.04	29.04	01.06	08.06	19.06	30.06	78
Хелафіт	04.04	13.04	29.04	30.05	04.06	16.06	28.06	76
Сорт Модус								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	04.04	16.04	30.04	21.05	26.05	10.06	25.06	70
В + Мо	04.04	16.04	30.04	23.05	29.05	13.06	28.06	73
Біо-гель	04.04	16.04	30.04	25.05	02.06	15.06	29.06	74
Хелафіт	04.04	16.04	30.04	23.05	01.06	14.06	28.06	73
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	04.04	16.04	30.04	22.05	28.05	12.06	26.06	71
В + Мо	04.04	16.04	30.04	23.05	29.05	13.06	27.06	72
Біо-гель	04.04	16.04	30.04	26.05	04.06	16.06	28.06	73
Хелафіт	04.04	16.04	30.04	25.05	02.06	15.06	27.06	72
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	04.04	16.04	30.04	24.05	30.05	13.06	25.06	70
В + Мо	04.04	16.04	30.04	26.05	02.06	14.06	27.06	72
Біо-гель	04.04	16.04	30.04	28.05	05.06	17.06	29.06	74
Хелафіт	04.04	16.04	30.04	27.05	03.06	15.06	28.06	73
Сорт Світ								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	04.04	15.04	30.04	25.05	30.05	14.06	27.06	73
В + Мо	04.04	15.04	30.04	27.05	02.06	16.06	30.06	76
Біо-гель	04.04	15.04	30.04	29.05	05.06	19.06	02.07	78
Хелафіт	04.04	15.04	30.04	28.05	04.06	17.06	01.07	77
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	04.04	15.04	30.04	26.05	02.06	15.06	30.06	76
В + Мо	04.04	15.04	30.04	28.05	04.06	18.06	01.07	78
Біо-гель	04.04	15.04	30.04	30.05	07.06	20.06	03.07	80
Хелафіт	04.04	15.04	30.04	28.05	05.06	19.06	02.07	79
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	04.04	15.04	30.04	28.05	04.06	17.06	01.07	78
В + Мо	04.04	15.04	30.04	30.05	06.06	18.06	02.07	79
Біо-гель	04.04	15.04	30.04	02.06	09.06	22.06	04.07	81
Хелафіт	04.04	15.04	30.04	01.06	07.06	21.06	03.07	80

## Додаток В.1

### Динаміка ваги надземної біомаси сортів гороху залежно від фаз розвитку та досліджуваних факторів в 2019 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Вага надземної біомаси в фазу вусоутворення /29.04/, г/м <sup>2</sup>				Вага надземної біомаси в фазу бутонізації /20.05/, г/м <sup>2</sup>			
	Повторення				Повторення			
	1	2			1	2		
			Середнє	Вологість			Середнє	Вологість
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фактор А – сорт Оплот								
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	202	228	215	85	1779	1742	1760	71
В + Мо	200	224	212	85	2427	2390	2408	71
Біо-гель	227	213	220	85	2431	2462	2446	71
Хелафіт	203	225	213	85	2382	2398	2390	71
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	194	216	205	86	1668	1702	1680	70
В + Мо	219	195	207	86	2344	2280	2312	70
Біо-гель	216	190	203	86	2322	2362	2342	70
Хелафіт	193	218	206	86	2344	2302	2324	70
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	189	172	180	85	1594	1426	1560	70
В + Мо	176	206	191	85	2137	2228	2183	70
Біо-гель	179	189	184	85	2345	2275	2310	70
Хелафіт	172	202	187	85	2268	2320	2294	70
Сорт Модус								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	188	218	203	85	1458	1502	1480	73
В + Мо	210	224	207	85	2095	2025	2060	73
Біо-гель	225	201	213	86	2096	2064	2080	73
Хелафіт	190	224	207	85	2009	2051	2030	73
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	178	202	190	85	1429	1488	1458	75
В + Мо	197	177	187	85	1723	1473	1748	75
Біо-гель	206	176	191	85	1791	1738	1764	75
Хелафіт	169	199	184	85	1757	1715	1736	75
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	185	161	173	86	1450	1431	1440	72
В + Мо	166	194	180	86	1607	1666	1636	72
Біо-гель	154	198	176	86	1705	1725	1715	72
Хелафіт	184	160	172	86	1643	1683	1668	72
Сорт Світ								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	234	202	218	85	1781	1810	1795	74
В + Мо	192	240	216	85	2221	2229	2225	74
Біо-гель	202	242	222	85	2322	2266	2294	74
Хелафіт	225	201	213	85	2192	2240	2216	74

1	2	3	4	5	6	7	8	9
густота – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	183	223	203	86	1702	1734	1718	76
В + Мо	218	177	197	86	2212	2058	2185	76
Біо-гель	224	188	206	86	2186	2230	2208	76
Хелафіт	180	210	195	86	2190	2150	2170	76
густота – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	176	196	186	86	1628	1568	1598	75
В + Мо	209	179	194	86	1888	2034	1916	75
Біо-гель	198	181	189	86	2037	2094	2065	75
Хелафіт	168	198	183	86	2030	1966	1998	75
НІР <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup> : 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 біомаси сортів гороху залежно від фаз розвитку та досліджуваних факторів в 2020 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Вага надземної біомаси в фазу вусоутворення /29.04/, г/м <sup>2</sup>				Вага надземної біомаси в фазу бутонізації /20.05/, г/м <sup>2</sup>			
	Повторення				Повторення			
	1	2			1	2		
			Середнє	Вологість			Середнє	Вологість
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фактор А – сорт Оплот								
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	245	230	237	87	1387	1340	1384	69
В + Мо	230	254	242	87	1781	1819	1801	69
Біо-гель	254	227	240	87	1839	1790	1814	69
Хелафіт	240	230	235	87	1735	1764	1749	69
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	207	235	221	87	1377	1310	1344	67
В + Мо	229	203	216	87	1766	1735	1750	67
Біо-гель	208	240	224	87	1744	1790	1767	67
Хелафіт	221	215	218	87	1746	1715	1730	67
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	218	198	208	87	245	1281	1263	67
В + Мо	191	219	205	87	1619	1602	1610	67
Біо-гель	181	221	201	87	1646	1705	1675	67
Хелафіт	223	199	211	87	1624	1657	1640	67
Сорт Модус								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	213	236	224	85	1236	1206	1221	70
В + Мо	197	226	212	85	1473	1500	1486	70
Біо-гель	228	206	217	85	1509	1485	1497	70
Хелафіт	197	220	208	85	1478	1452	1465	70
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	219	202	210	85	1152	1170	1161	71
В + Мо	207	225	216	85	1405	1388	1396	71
Біо-гель	225	205	215	85	1419	1409	1414	71
Хелафіт	215	232	223	85	1413	1390	1402	71
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	185	197	191	85	1074	1101	1087	72
В + Мо	184	176	180	85	1292	1280	1286	72
Біо-гель	185	170	177	85	1318	1329	1324	72
Хелафіт	186	203	194	85	1297	1316	1306	72
Сорт Світ								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	249	235	242	86	1408	1382	1395	71
В + Мо	217	235	226	86	1608	1600	1604	71
Біо-гель	214	220	217	86	1677	1707	1692	71
Хелафіт	244	218	231	86	1649	1661	1655	71

1	2	3	4	5	6	7	8	9
густота – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	207	230	218	86	1330	1318	1324	72
В + Мо	210	218	214	86	1556	1590	1573	72
Біо-гель	226	196	211	86	1614	1614	1624	72
Хелафіт	216	232	224	86	1580	1580	1591	72
густота – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	215	203	209	86	1274	1302	1288	73
В + Мо	208	194	201	86	1527	1507	1517	73
Біо-гель	199	215	207	86	1602	1588	1595	73
Хелафіт	218	210	214	86	1532	1560	1546	73
НІР <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup> : 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 біомаси сортів гороху залежно від фаз розвитку та досліджуваних факторів в 2021 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Вага надземної біомаси в фазу вусоутворення /29.04/, г/м <sup>2</sup>				Вага надземної біомаси в фазу бутонізації /20.05/, г/м <sup>2</sup>			
	Повторення				Повторення			
	1	2			1	2		
			Середнє	Вологість			Середнє	Вологість
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фактор А – сорт Оплот								
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	230	220	225	83	1555	1465	1510	73
В + Мо	223	241	232	83	1956	1984	1970	73
Біо-гель	224	237	230	83	2253	2157	2205	73
Хелафіт	242	212	227	83	2177	2103	2140	73
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	201	219	210	83	1410	1490	1450	73
В + Мо	198	216	207	83	1915	1865	1890	73
Біо-гель	220	204	212	83	2130	2200	2165	73
Хелафіт	222	206	214	83	2043	2097	2070	73
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	189	172	180	83	1594	1426	1560	73
В + Мо	176	206	191	83	2137	2228	2183	73
Біо-гель	179	189	184	83	2345	2275	2310	73
Хелафіт	172	202	187	83	2268	2320	2294	73
Сорт Модус								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	199	215	207	85	1290	1330	1310	75
В + Мо	217	203	210	85	1772	1708	1740	75
Біо-гель	214	192	203	86	1885	1835	1860	75
Хелафіт	205	223	214	85	1775	1835	1805	75
густина – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	209	187	198	85	1293	1227	1260	75
В + Мо	182	202	192	85	1686	1654	1670	75
Біо-гель	181	207	194	85	1753	1807	1780	75
Хелафіт	195	179	187	85	1677	1743	1710	75
густина – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	176	194	185	85	1143	1197	1170	75
В + Мо	184	176	180	85	1580	1630	1605	75
Біо-гель	175	191	183	85	1735	1685	1710	75
Хелафіт	189	173	181	85	1684	1636	1660	75
Сорт Світ								
густина – 1,5 млн/га								
Вода-контроль	248	216	232	86	1597	1643	1620	74
В + Мо	224	255	241	86	1819	1861	1840	74
Біо-гель	227	249	238	86	2184	2136	2160	74
Хелафіт	262	226	244	86	2008	2052	2030	74

1	2	3	4	5	6	7	8	9
густота – 1,2 млн/га								
Вода-контроль	207	229	218	86	1588	1532	1560	74
В + Мо	208	219	213	86	1776	1834	1805	74
Біо-гель	233	209	221	86	2140	2088	2114	74
Хелафіт	214	232	223	86	1990	2024	2007	74
густота – 0,9 млн/га								
Вода-контроль	213	201	207	86	1501	1531	1516	74
В + Мо	188	218	203	86	1792	1754	1773	74
Біо-гель	225	203	214	86	2110	2072	2091	74
Хелафіт	197	221	209	86	1968	1996	1982	74
НІР <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup> : 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 азотфіксуючих бактерій на коренях сортів гороху залежно від впливу досліджуваних факторів в 2019 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Кількість бульбачок на коренях 10 рослин, шт		
	По повтореннях		Середнє
	1	2	
1	2	3	4
Фактор А – сорт Оплот			
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	58	68	63
В + Мо	88	76	82
Біо-гель	91	107	99
Хелафіт	91	97	94
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	69	61	65
В + Мо	88	80	84
Біо-гель	99	107	103
Хелафіт	93	103	98
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	64	72	68
В + Мо	79	89	84
Біо-гель	109	101	105
Хелафіт	105	91	98
сорт Модус			
густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	50	62	56
В + Мо	85	80	82
Біо-гель	82	74	78
Хелафіт	77	81	79
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	56	64	60
В + Мо	82	75	78
Біо-гель	91	81	86
Хелафіт	79	87	83
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	61	66	63
В + Мо	84	76	80
Біо-гель	83	93	88
Хелафіт	79	89	84

1	2	3	4
сорт Світ			
густота посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	74	62	68
В + Мо	80	90	85
Біо-гель	105	113	109
Хелафіт	105	97	102
густота посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	88	76	72
В + Мо	93	86	89
Біо-гель	109	121	115
Хелафіт	104	108	106
густота посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	75	70	72
В + Мо	92	104	98
Біо-гель	121	107	114
Хелафіт	111	107	109
НІР <sub>05</sub> , 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 азотфіксуючих бактерій на коренях сортів гороху залежно від впливу досліджуваних факторів в 2020 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Кількість бульбачок на коренях 10 рослин, шт		
	По повтореннях		Середнє
	1	2	
1	2	3	4
Фактор А – сорт Оплот			
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	53	47	50
В + Мо	57	60	58
Біо-гель	61	66	63
Хелафіт	58	62	60
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	43	47	45
В + Мо	53	50	51
Біо-гель	63	57	60
Хелафіт	52	55	54
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	46	40	43
В + Мо	57	51	54
Біо-гель	64	58	61
Хелафіт	53	57	55
сорт Модус			
густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	37	41	39
В + Мо	46	42	44
Біо-гель	49	51	50
Хелафіт	45	49	47
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	46	40	43
В + Мо	49	53	51
Біо-гель	56	56	56
Хелафіт	53	51	52
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	47	49	47
В + Мо	57	51	54
Біо-гель	62	58	60
Хелафіт	57	55	56

1	2	3	4
сорт Світ			
густота посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	55	52	53
В + Мо	59	64	62
Біо-гель	69	65	67
Хелафіт	68	63	65
густота посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	54	56	55
В + Мо	67	61	64
Біо-гель	66	70	68
Хелафіт	63	65	64
густота посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	53	59	56
В + Мо	67	62	64
Біо-гель	67	71	69
Хелафіт	63	69	66
НІР <sub>05</sub> , 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 азотфіксуючих бактерій на коренях сортів гороху залежно від впливу досліджуваних факторів в 2021 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Кількість бульбачок на коренях 10 рослин, шт		
	По повтореннях		Середнє
	1	2	
1	2	3	4
Фактор А – сорт Оплот			
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	55	61	58
Мо + Во	79	73	76
Біо-гель	87	81	84
Хелафіт	78	82	80
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	62	60	61
В + Мо	84	78	80
Біо-гель	88	94	91
Хелафіт	86	84	85
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	67	63	65
В + Мо	78	82	80
Біо-гель	96	92	94
Хелафіт	87	88	88
сорт Модус			
густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	46	52	49
В + Мо	69	67	68
Біо-гель	73	79	76
Хелафіт	72	70	71
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	56	50	53
В + Мо	68	72	70
Біо-гель	81	77	79
Хелафіт	74	72	73
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	56	60	58
В + Мо	73	75	74
Біо-гель	80	84	82
Хелафіт	77	75	76

1	2	3	4
сорт Світ			
густота посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	59	63	61
В + Мо	80	76	78
Біо-гель	93	97	95
Хелафіт	96	90	93
густота посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	65	63	64
В + Мо	78	82	80
Біо-гель	104	100	102
Хелафіт	95	97	96
густота посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	66	70	68
В + Мо	82	80	81
Біо-гель	97	101	99
Хелафіт	91	93	92
НІР <sub>05</sub> , 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 біопрепаратів та мікроелементів на схожість насіння сортів гороху за різної густоти посіву в 2019 році

Фактор С – варіанти обробки посіву	Схожість насіння, %		
	По повтореннях		Середнє
	1	2	
1	2	3	4
Фактор А – сорт Оплот			
Фактор В – густина посіву 1,5 млн/га			
Вода-контроль	96	95	95
В + Мо	96	96	96
Біо-гель	96	95	96
Хелафіт	96	96	96
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	97	96	96
Біо-гель	97	97	97
Хелафіт	96	98	97
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	95	96	95
В + Мо	96	97	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	97	95	96
сорт Модус			
густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	95	95	95
В + Мо	95	96	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	96	95	96
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	95	96	96
В + Мо	96	96	96
Біо-гель	97	96	97
Хелафіт	97	97	97
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	95	97	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	96	97	96

1	2	3	4
сорт Світ			
густота посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	95	95	95
В + Мо	96	95	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	96	96	96
густота посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	96	97	97
Біо-гель	97	97	97
Хелафіт	96	97	97
густота посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	95	96	95
В + Мо	96	96	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	97	97	97
НІР <sub>05</sub> , 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 біопрепаратів та мікроелементів на схожість насіння сортів гороху за різної густоти посіву в 2020 р.

Фактор С – варіанти обробки посіву	Схожість насіння, %		
	По повтореннях		Середнє
	1	2	
1	2	3	4
Фактор А – сорт Оплот			
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	96	95	95
В + Мо	96	96	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	97	96	96
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	95	97	96
Біо-гель	97	95	96
Хелафіт	96	96	96
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	97	95	96
В + Мо	97	97	97
Біо-гель	97	97	97
Хелафіт	96	96	96
сорт Модус			
густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	95	95	95
В + Мо	95	96	95
Біо-гель	97	96	96
Хелафіт	96	96	96
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	97	95	96
В + Мо	97	96	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	95	96	95
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	96	95	95
Біо-гель	97	95	96
Хелафіт	95	97	96

1	2	3	4
сорт Світ			
густота посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	95	97	96
В + Мо	96	96	96
Біо-гель	97	95	96
Хелафіт	96	96	96
густота посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	96	95	95
Біог-ель	97	96	96
Хелафіт	95	95	95
густота посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	95	95	95
В + Мо	95	96	95
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	96	96	96
НІР <sub>05</sub> , %: А			0,44
В			0,51
С			0,44
АВ			0,89
АС			0,77
ВС			0,89
ABC			1,54

### Додаток Д.3

#### Вплив біопрепаратів та мікроелементів на схожість насіння сортів гороху за різної густоти посіву в 2021 році

Фактор С – варіанти обробки посіву	Схожість насіння, %		
	По повтореннях		Середнє
	1	2	
1	2	3	4
Фактор А – сорт Оплот			
Фактор В – густота посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	95	97	96
В + Мо	97	97	97
Біо-гель	97	95	96
Хелафіт	96	96	96
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	96	95	95
В + Мо	95	97	96
Біо-гель	96	96	96
Хелафіт	97	97	97
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	95	95	95
В + Мо	97	95	96
Біо-гель	95	97	96
Хелафіт	96	96	96
сорт Модус			
густина посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	96	95	95
Біо-гель	97	95	96
Хелафіт	97	97	97
густина посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	95	95	95
В + Мо	95	95	95
Біо-гель	95	97	96
Хелафіт	97	95	96
густина посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	96	95	95
Біо-гель	97	95	96
Хелафіт	95	97	96

1	2	3	4
сорт Світ			
густота посіву – 1,5 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	97	97	97
Біо-гель	95	97	96
Хелафіт	97	97	97
густота посіву – 1,2 млн/га			
Вода-контроль	96	96	96
В + Мо	97	95	96
Біо-гель	97	97	97
Хелафіт	96	96	96
густота посіву – 0,9 млн/га			
Вода-контроль	95	97	96
В + Мо	97	95	96
Біо-гель	97	96	96
Хелафіт	95	95	95
НІР <sub>05</sub> , %: А			0,54
В			0,62
С			0,54
АВ			1,08
АС			0,94
ВС			1,08
ABC			1,87

## Додаток Е.1

### Вплив досліджуваних факторів на економічні показники при вирощуванні гороху сорту Оплот (фактор А) (середнє за 2019-2021рр.)

Фактор С – варіанти обробки посіву	Показники						
	Урожа йність, т/га	Валовий збір, т	Собіварті сть 1 т, грн	Всього затрат, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабель ність, %
Фактор В – густота посіву – 1,5 млн/га							
Вода- контроль	2,78	2,78	8239	22904,8	33360,0	10455,2	45,6
В + Мо	2,97	2,97	7869	23370,9	35640,0	12269,1	52,5
Біо-гель	3,39	3,39	7130	24172,1	40680,0	16507,9	68,3
Хелафіт	3,03	3,03	7823	23702,4	36360,0	12657,6	53,4
густина посіву – 1,2 млн/га							
Вода- контроль	2,89	2,89	7503	21683,9	34680,0	12996,1	59,9
В + Мо	3,18	3,18	7018	22315,9	38160,0	15844,1	71,0
Біо-гель	3,42	3,42	6672	22818,5	41040,0	18221,5	79,9
Хелафіт	3,18	3,18	7091	22547,9	38160,0	15612,1	69,2
густина посіву – 0,9 млн/га							
Вода- контроль	3,00	3,00	6821	20463,0	36000,0	15537,0	75,9
В + Мо	3,31	3,31	6383	21128,2	39720,0	18591,8	88,0
Біо-гель	3,64	3,64	5984	21780,1	43680,0	21899,9	100,6
Хелафіт	3,44	3,44	6272	21575,8	41280,0	19704,2	91,3

## Додаток Е.2

### Вплив досліджуваних факторів на економічні показники при вирощуванні гороху сорту Модус (фактор А) (середнє за 2019-2021рр.)

Фактор С – Варіанти обробки посіву	Показники						
	Урожа йність, т/га	Валовий збір, т	Собівартіс ть 1т, грн	Всього затрат, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабель ність, %
Фактор В – густота посіву – 1,5 млн/га							
Вода- контроль	2,11	2,11	10329	21793,2	25320,0	3526,8	16,2
В + Мо	2,34	2,34	9541	22325,6	28080,0	5754,4	25,8
Біо-гель	2,56	2,56	8904	22795,0	30720,0	7925,0	34,8
Хелафіт	2,28	2,28	9850	22458,1	27360,0	4901,0	21,8
густина посіву – 1,2 млн/га							
Вода- контроль	2,55	2,55	8282	21119,8	30600,0	9480,2	44,9
В + Мо	2,98	2,98	7377	21984,1	35760,0	13775,9	62,7
Біо-гель	3,12	3,12	7154	22320,7	37440,0	15119,3	67,7
Хелафіт	3,07	3,07	7285	22365,4	36840,0	14476,6	64,7
густина посіву – 0,9 млн/га							
Вода- контроль	2,39	2,39	8138	19451,0	28680,0	9229,0	47,4
В + Мо	2,62	2,62	7627	19983,4	31440,0	11456,6	57,3
Біо-гель	2,83	2,83	7221	20436,2	33900,0	13523,8	66,2
Хелафіт	2,64	2,64	7670	20248,5	31680,0	11431,5	56,5

### Додаток Е.3

#### Вплив досліджуваних факторів на економічні показники при вирощуванні гороху сорту Світ (фактор А) (середнє за 2019-2021рр.)

Фактор С – Варіанти обробки посіву	Показники						
	Урожа йність, т/га	Валовий збір, т	Собіварті сть 1т, грн	Всього затрат, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельні сть, %
Фактор В – густота посіву – 1,5 млн/га							
Вода- контроль	2,38	2,38	9345	22241,2	28560,0	6318,8	28,4
В + Мо	2,71	2,71	8465	22939,5	32520,0	9580,5	41,8
Біо-гель	2,98	2,98	7883	23491,9	35760,0	12268,1	52,2
Хелафіт	2,83	2,83	8258	23370,6	33960,0	10589,4	45,3
густина посіву – 1,2 млн/га							
Вода- контроль	2,82	2,82	7648	21567,8	33840,0	12272,2	56,9
В + Мо	3,31	3,31	6807	22531,6	39720,0	17188,4	76,3
Біо-гель	3,50	3,50	6557	22931,2	42000,0	19048,8	83,0
Хелафіт	3,25	3,25	6974	22664,0	39000,0	16336,0	72,1
густина посіву – 0,9 млн/га							
Вода- контроль	2,66	2,66	7481	19898,9	31920,0	12021,1	60,4
В + Мо	3,02	3,02	6837	20647,0	36240,0	15593,0	75,5
Біо-гель	3,36	3,36	6344	21315,5	40320,0	19004,0	89,2
Хелафіт	3,13	3,13	6729	21061,5	37560,0	16498,5	78,3

## Додаток Ж.1

### Вплив досліджуваних факторів на енергетичні показники при вирощуванні гороху сорту Оплот (фактор А) (середнє за 2019-2021рр.)

Фактор С – Варіанти обробки посіву	Показники					
	Урожай ність, т/га	Прихід енергії, т ис.МДж на 1 га	Витрати енергії, тис МДж на 1 га	Приріст енергії на га, тис. МДж	Коефіціє нт	Енергоємність, ГДж/т
Фактор В – густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода- контроль	2,78	49,18	27,77	21,40	1,77	1,00
В + Мо	2,97	52,54	28,13	24,41	1,87	0,95
Біо-гель	3,39	59,97	28,91	31,06	2,07	0,85
Хелафіт	3,03	53,60	28,24	25,36	1,90	0,93
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода- контроль	2,89	51,12	25,51	25,61	2,00	0,88
В + Мо	3,18	56,25	26,05	30,20	2,16	0,82
Біо-гель	3,42	60,50	26,50	34,01	2,28	0,77
Хелафіт	3,18	56,25	26,00	30,10	2,12	0,80
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода- контроль	3,00	53,07	23,25	29,82	2,28	0,77
В + Мо	3,31	58,55	23,83	34,73	2,46	0,72
Біо-гель	3,64	64,39	24,44	39,96	2,64	0,67
Хелафіт	3,44	60,85	24,07	36,79	2,53	0,70



## Додаток Ж.2

### Вплив досліджуваних факторів на енергетичні показники при вирощуванні гороху сорту Модус (фактор А) (середнє за 2019-2021рр.)

Фактор С – Варіанти обробки посіву	Показники					
	Урожай ність, т/га	Прихід енергії, т ис.МДж на 1 га	Витрати енергії, тис МДж на 1 га	Приріст енергії на га, тис. МДж	Коефіціє нт	Енергоємні сть, ГДж/т
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода- контроль	2,11	37,33	26,54	10,79	1,41	1,26
В + Мо	2,34	41,40	26,97	14,43	1,54	1,15
Біо-гель	2,56	45,29	27,37	17,91	1,65	1,07
Хелафіт	2,28	40,33	26,86	13,48	1,50	1,18
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода- контроль	2,55	45,11	24,88	20,23	1,81	0,98
В + Мо	2,98	52,72	25,68	27,03	2,05	0,86
Біо-гель	3,12	55,19	25,94	29,25	2,13	0,83
Хелафіт	3,07	54,31	25,85	28,46	2,10	0,84
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода- контроль	2,39	42,28	22,12	20,16	1,91	0,93
В + Мо	2,62	46,35	22,55	23,80	2,06	0,86
Біо-гель	2,83	50,06	22,94	27,12	2,18	0,81
Хелафіт	2,64	46,70	22,59	24,11	2,07	0,86

### Додаток Ж.3

#### Вплив досліджуваних факторів на енергетичні показники при вирощуванні гороху сорту Світ (фактор А) (середнє за 2019-2021рр.)

Фактор С Варіанти обробки посіву	Показники					
	Урожайність, т/га	Прихід енергії, тис.МДж на 1 га	Витрати енергії, тис МДж на 1 га	Приріст енергії на га, тис. МДж	Коефіцієнт	Енергоємність, ГДж/т
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	2,38	42,10	27,04	15,07	1,56	1,14
В + Мо	2,71	47,94	27,65	20,29	1,73	1,02
Біо-гель	2,98	52,72	28,15	24,57	1,87	0,94
Хелафіт	2,83	50,06	27,87	22,19	1,80	0,98
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	2,82	49,89	25,38	24,50	1,97	0,90
В + Мо	3,31	58,55	26,29	32,26	2,23	0,79
Біо-гель	3,50	61,92	26,64	35,27	2,32	0,76
Хелафіт	3,25	57,49	26,18	31,31	2,20	0,81
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	2,66	47,06	22,62	24,44	2,08	0,85
В + Мо	3,02	53,42	23,29	30,13	2,29	0,77
Біо-гель	3,36	59,44	23,92	35,52	2,49	0,71
Хелафіт	3,13	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 році**

Фактори			Повторення (n)	
A	C	B	I	II
	1		4,4	4,8
	2		5,3	5,5
	3		5,9	5,5
	4		5,4	5,8
	1		4,8	5,2
	2		5,6	6,2
	3		6,4	6,0
	4		5,9	6,3
	1		5,5	5,1
	2		5,9	5,7
	3		6,3	6,1
	4		6,0	6,0
	1		4,2	4,0
	2		4,6	4,4
	3		4,8	5,2
	4		4,8	5,0
	1		4,6	5,0
	2		4,9	4,9
	3		5,5	5,7
	4		5,0	5,4
	1		4,2	4,4
	2		5,1	5,3
	3		5,8	6,2
	4		5,5	5,3
	1		4,2	4,6
	2		5,5	5,1
	3		5,7	5,5
	4		5,4	5,4
	1		4,8	5,2
	2		6,2	5,8
	3		6,1	6,3
	4		6,2	6,0
	1		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 <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Загальна, C <sub>y</sub>	26,67	71	-	-	-
Повторень, C <sub>p</sub>	0,02	1	-	-	-
Фактор А, C <sub>A</sub>	6,37	2	3,19	61,29	3,27
Фактор В, C <sub>B</sub>	12,19	3	4,06	78,15	2,87
Фактор С, C <sub>C</sub>	4,92	2	2,46	47,32	3,27
Взаємодія АВ, C <sub>AB</sub>	0,40	6	0,07	1,28	2,37
Взаємодія АС, C <sub>AC</sub>	0,10	4	0,02	0,46	2,64
Взаємодія ВС, C <sub>BC</sub>	0,07	6	0,01	0,21	2,37
Взаємодія АВС, C <sub>ABC</sub>	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
<b>A</b>	<b>25,67</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,13</b>
<b>B</b>	<b>49,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>
<b>C</b>	<b>19,82</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,15</b>
<b>AB</b>	<b>1,61</b>	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	<b>0,23</b>
<b>AC</b>	<b>0,38</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,27</b>
<b>BC</b>	<b>0,26</b>	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	<b>0,27</b>
<b>ABC</b>	<b>3,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,23</b>	<b>0,46</b>

### Додаток 3.2

**Кількість утворених бобів на одній рослині залежно від досліджуваних факторів у сортів гороху в 2020 році**

Фактори			Повторення (n)	
A	C	B	I	II
	1		4,1	4,5
	2		5,1	4,7
	3		5,0	5,2
	4		4,7	4,9
	1		4,8	4,4
	2		5,8	5,2
	3		5,4	6,0
	4		5,5	5,7
	1		5,0	4,6
	2		5,5	5,9
	3		6,0	5,6
	4		5,7	5,5
	1		3,5	3,9
	2		4,2	4,0
	3		4,7	7,3
	4		4,2	4,4
	1		3,8	4,2
	2		4,2	4,4
	3		5,0	4,8
	4		4,7	4,3
	1		4,2	4,0
	2		4,8	5,2
	3		5,3	5,3
	4		5,3	5,3
	1		4,0	4,2
	2		4,6	5,0
	3		5,3	5,1
	4		5,0	5,0
	1		4,3	4,7
	2		5,4	5,0
	3		5,7	5,5
	4		5,5	5,3
	1		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 <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Загальна, C <sub>y</sub>	31,02	71	-	-	-
Повторень, C <sub>p</sub>	0,11	1	-	-	-
Фактор А, C <sub>A</sub>	4,53	2	2,27	15,45	3,27
Фактор В, C <sub>B</sub>	12,98	3	4,33	29,51	2,87
Фактор С, C <sub>C</sub>	3,74	2	1,87	12,77	3,27
Взаємодія АВ, C <sub>AB</sub>	1,01	6	0,17	1,15	2,37
Взаємодія АС, C <sub>AC</sub>	1,00	4	0,25	1,70	2,64
Взаємодія ВС, C <sub>BC</sub>	0,80	6	0,13	0,91	2,37
Взаємодія АВС, C <sub>ABC</sub>	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 році**

Фактори			Повторення (n)	
A	C	B	I	II
	1		4,4	4,6
	2		5,4	5,0
	3		5,4	5,6
	4		5,3	5,5
	1		5,0	4,8
	2		5,8	6,1
	3		6,0	6,4
	4		5,8	6,0
	1		5,0	5,2
	2		5,9	5,5
	3		6,2	6,4
	4		5,5	5,9
	1		4,2	3,8
	2		4,5	4,7
	3		4,8	5,2
	4		4,8	4,6
	1		4,3	4,1
	2		4,9	5,3
	3		5,7	5,1
	4		5,0	5,0
	1		4,5	4,3
	2		5,5	5,3
	3		5,7	5,9
	4		5,1	5,5
	1		4,2	4,4
	2		5,3	5,5
	3		5,4	5,6
	4		5,0	5,4
	1		5,4	5,2
	2		6,3	6,5
	3		6,7	7,1
	4		6,9	6,5
	1		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 <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Загальна, C <sub>y</sub>	43,08	71	-	-	-
Повторень, C <sub>p</sub>	0,07	1	-	-	-
Фактор А, C <sub>A</sub>	12,80	2	6,40	146,21	3,27
Фактор В, C <sub>B</sub>	15,90	3	5,30	121,11	2,87
Фактор С, C <sub>C</sub>	9,69	2	4,84	110,71	3,27
Взаємодія АВ, C <sub>AB</sub>	0,23	6	0,04	0,89	2,37
Взаємодія АС, C <sub>AC</sub>	2,08	4	0,52	11,88	2,64
Взаємодія ВС, C <sub>BC</sub>	0,42	6	0,07	1,60	2,37
Взаємодія АВС, C <sub>ABC</sub>	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 $S_d$	Найменша сут. різниця НСР
<b>A</b>	<b>30,85</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,12</b>
<b>B</b>	<b>38,34</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>
<b>C</b>	<b>23,36</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,14</b>
<b>AB</b>	<b>0,57</b>	<b>0,09</b>	<b>0,12</b>	<b>0,21</b>
<b>AC</b>	<b>5,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>
<b>BC</b>	<b>1,02</b>	<b>0,09</b>	<b>0,12</b>	<b>0,25</b>
<b>ABC</b>	<b>0,85</b>	<b>0,15</b>	<b>0,21</b>	<b>0,42</b>



### Додаток 3.4

**Кількість бобів, утворених після цвітіння на одній рослині в сортів гороху  
залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами, шт.  
(середнє за 2019-2021рр.)**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками: шт.				Відсоток запліднення	
	2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	шт.	%
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	4,6	4,3	4,6	4,5	0	0
В + Мо	5,4	4,9	5,0	5,1	0,6	13
Біо-гель	5,7	5,1	5,6	5,5	1,0	22
Хелафіт	5,6	4,8	5,5	5,3	0,8	18
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	5,0	4,6	4,8	4,8	0	0
В + Мо	6,9	5,5	6,1	5,8	1,0	21
Біо-гель	6,2	5,7	6,4	6,1	1,3	27
Хелафіт	6,1	5,6	6,0	5,9	1,1	23
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	5,3	4,8	5,2	5,1	0	0
В + Мо	5,8	5,7	5,5	5,7	0,6	12
Біо-гель	6,2	5,8	6,4	6,1	1,0	19,6
Хелафіт	6,0	5,6	5,9	5,8	0,7	14
сорт Модус						
густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	4,1	3,7	3,8	3,9	0	0
В + Мо	4,5	4,1	4,7	4,4	0,5	13
Біо-гель	5,0	4,5	5,2	4,9	1,0	26
Хелафіт	4,9	4,3	4,6	4,6	0,7	18
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	4,8	4,0	4,1	4,3	0	0
В + Мо	4,9	4,3	5,3	4,8	0,5	12
Біо-гель	5,6	4,9	5,1	5,2	0,9	21
Хелафіт	5,2	4,5	5,0	4,9	0,6	14
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	4,3	4,1	4,3	4,3	0	0
В + Мо	5,2	5,0	5,3	5,2	0,9	15
Біо-гель	6,0	5,3	5,9	5,7	1,4	27
Хелафіт	5,4	5,1	5,5	5,3	1,0	20

сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	4,4	4,1	4,4	4,3	0	0
В + Мо	5,3	4,8	5,5	5,2	0,9	2,0
Біо-гель	5,6	5,2	5,6	6,5	1,2	28
Хелафіт	5,4	5,0	5,4	5,3	1,0	22
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	5,2	4,7	5,2	5,0	0	0
В + Мо	5,8	5,2	6,5	5,8	0,8	16
Біо-гель	6,3	5,6	7,1	6,3	1,3	26
Хелафіт	6,0	5,4	6,5	6,0	1,0	20
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	5,0	4,7	5,7	5,1	0	0
В + Мо	5,8	5,5	6,5	5,9	0,8	16
Біо-гель	6,0	5,8	7,0	6,3	1,2	24
Хелафіт	5,7	5,4	6,4	5,9	0,8	16
НІР <sub>05</sub> , шт.: А				0,12		
В				0,12		
С				0,14		
АВ				0,20		
АС				0,23		
ВС				0,23		
АВС				0,41		

## Додаток К.1

### Вплив біопрепаратів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посіву в 2019 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Урожайність по повтореннях, т/га				Середнє, т/га
	I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6
Фактор А – сорт Оплот					
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	3,13	3,15	3,26	3,20	3,26
В + Мо	3,52	3,41	3,33	3,58	3,46
Біо-гель	3,78	3,92	4,08	3,84	3,91
Хелафіт	3,53	3,43	3,35	3,61	3,48
густина посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	3,39	3,34	3,29	3,46	3,37
В + Мо	3,69	3,56	3,81	3,64	3,67
Біо-гель	3,98	3,92	3,85	4,11	3,96
Хелафіт	3,62	3,70	3,73	3,51	3,64
густина посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	3,46	3,48	3,42	3,73	3,50
В + Мо	3,97	3,95	3,76	3,69	3,84
Біо-гель	4,07	4,23	4,29	4,09	4,17
Хелафіт	4,08	4,01	4,15	3,93	3,95
Сорт – Модус					
густина посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	1,81	2,06	2,18	1,95	2,00
В + Мо	2,70	2,73	2,61	2,84	2,72
Біо-гель	2,85	2,91	3,02	2,74	2,88
Хелафіт	2,74	2,77	2,55	2,49	2,64
густина посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	2,86	2,90	2,78	3,04	2,92
В + Мо	3,32	3,47	3,35	3,60	3,44
Біо-гель	3,45	3,64	3,50	3,61	3,55
Хелафіт	3,53	3,50	3,66	3,41	3,52
густина посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	2,89	2,67	2,73	2,86	2,78
В + Мо	3,03	3,10	3,06	2,89	3,02
Біогель	3,31	3,20	3,36	3,09	3,24
Хелафіт	3,05	3,02	2,95	3,16	3,04

1	2	3	4	5	6
Фактор А – сорт Світ					
густота посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	2,93	2,83	2,91	2,75	2,82
В + Мо	3,24	3,04	3,22	2,95	3,11
Біо-гель	3,31	3,39	3,28	3,47	3,36
Хелафіт	3,28	3,20	3,31	3,16	3,24
густота посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	3,27	3,46	3,41	3,30	3,36
В + Мо	3,73	3,75	4,03	3,99	3,88
Біо-гель	4,12	4,00	4,15	3,97	4,06
Хелафіт	3,89	3,92	3,83	4,00	3,91
густота посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	2,98	3,20	3,18	3,14	3,13
В + Мо	3,45	3,55	3,42	3,66	3,52
Біо-гель	3,96	3,83	3,79	3,94	3,88
Хелафіт	3,58	3,60	2,74	3,52	3,61
НІР <sub>05</sub> , 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 біопрепаратів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посіву в 2020 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Урожайність по повтореннях, т/га				Середнє, т/га
	I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6
Фактор А – сорт Оплот					
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	1,97	2,03	1,89	1,75	1,91
В + Мо	2,36	2,45	2,31	2,56	2,42
Біо-гель	2,71	2,74	2,64	2,82	2,70
Хелафіт	2,54	2,44	2,55	2,35	2,47
густина посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	2,12	2,01	1,96	2,11	2,05
В + Мо	2,64	2,53	2,65	2,46	2,57
Біо-гель	2,71	2,65	2,83	2,70	2,72
Хелафіт	2,54	2,47	2,51	2,67	2,55
густина посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	1,97	2,05	2,09	1,93	2,01
В + Мо	2,59	2,72	2,83	2,65	2,70
Біо-гель	2,90	2,72	2,78	2,96	2,87
Хелафіт	2,93	2,90	2,77	2,80	2,75
Сорт – Модус					
густина посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	1,36	1,47	1,34	1,51	1,42
В + Мо	1,92	1,85	1,95	1,80	1,88
Біо-гель	2,09	2,06	1,99	2,19	2,08
Хелафіт	1,79	1,81	1,73	1,85	1,80
густина посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	1,72	1,86	1,96	1,73	1,82
В + Мо	2,30	2,46	2,53	2,35	2,41
Біо-гель	2,50	2,53	2,75	2,68	2,52
Хелафіт	2,49	2,43	2,38	2,59	2,47
густина посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	1,49	1,44	1,40	1,55	1,47
В + Мо	2,17	2,12	2,27	2,04	2,15
Біо-гель	2,15	2,41	2,37	2,19	2,28
Хелафіт	2,08	2,05	2,26	2,15	2,13

1	2	3	4	5	6
Фактор А – сорт Світ					
густота посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	1,72	1,83	1,94	1,75	1,81
В + Мо	2,11	2,21	2,37	2,15	2,26
Біо-гель	2,23	2,25	2,43	2,41	2,53
Хелафіт	2,28	2,35	2,43	2,30	2,34
густота посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	1,90	1,84	1,78	1,96	1,87
В + Мо	2,62	2,72	2,63	2,48	2,61
Біо-гель	2,76	2,75	2,61	2,78	2,73
Хелафіт	2,43	2,60	2,67	2,50	2,55
густота посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	1,86	1,82	1,93	1,75	1,84
В + Мо	2,46	2,40	2,55	2,31	2,43
Біо-гель	2,68	2,70	2,66	2,84	2,72
Хелафіт	2,45	2,64	2,43	2,57	2,52
НІР <sub>05</sub> , 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 біопрепаратів та мікроелементів на продуктивність сортів гороху за різних густот посіву в 2021 році

Фактор С Варіанти обробки посіву	Урожайність по повтореннях, т/га				Середнє, т/га
	I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6
Фактор А – сорт Оплот					
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	2,92	2,88	2,91	2,73	2,86
В + Мо	2,95	3,07	2,88	3,18	3,02
Біо-гель	3,62	3,53	3,72	3,45	3,58
Хелафіт	3,17	3,11	3,05	3,27	3,15
густина посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	3,18	3,20	2,89	2,93	3,05
В + Мо	3,30	3,35	3,17	3,42	3,31
Біо-гель	3,77	3,56	3,72	3,51	3,58
Хелафіт	3,37	3,33	3,48	3,26	3,36
густина посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	3,07	3,19	3,05	3,28	3,14
В + Мо	3,50	3,51	3,23	3,32	3,39
Біо-гель	3,95	3,84	3,71	3,98	3,87
Хелафіт	3,57	3,66	3,80	3,53	3,64
Сорт – Модус					
густина посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	2,12	2,22	2,05	2,29	2,17
В + Мо	2,38	2,32	2,48	2,54	2,43
Біо-гель	2,71	2,75	2,83	2,59	2,72
Хелафіт	2,21	2,52	2,36	2,47	2,39
густина посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	2,72	2,86	2,57	2,49	2,66
В + Мо	3,13	3,12	2,98	3,17	3,10
Біо-гель	3,30	3,32	3,20	3,36	3,30
Хелафіт	3,16	3,24	3,36	3,08	3,21
густина посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	2,36	2,56	2,46	2,58	2,49
В + Мо	2,67	2,72	2,58	2,83	2,70
Біо-гель	2,91	2,94	3,16	2,80	2,96
Хелафіт	2,75	2,78	2,63	2,80	2,75

1	2	3	4	5	6
Фактор А – сорт Світ					
густота посіву – 1,5 млн/га					
Вода-контроль	2,18	2,27	2,36	2,11	2,23
В + Мо	2,79	2,77	2,61	2,88	2,76
Біо-гель	3,07	3,02	2,91	3,20	3,05
Хелафіт	2,79	2,97	3,16	2,80	2,93
густота посіву – 1,2 млн/га					
Вода-контроль	2,75	2,93	2,84	3,08	2,90
В + Мо	3,46	3,47	3,56	3,31	3,45
Біо-гель	3,67	3,73	3,84	3,60	3,71
Хелафіт	3,34	3,24	3,13	3,41	3,28
густота посіву – 0,9 млн/га					
Вода-контроль	2,70	2,66	2,81	2,55	2,68
В + Мо	3,06	3,16	3,01	3,25	3,12
Біо-гель	3,53	3,44	3,37	3,62	3,49
Хелафіт	3,32	3,23	3,14	3,35	3,26
НІР <sub>05</sub> , т/га: А					0,05
В					0,05
С					0,06
АВ					0,08
АС					0,09
ВС					0,09
АВС					0,16



## 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 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 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.1-12



Додаток М.1. Цвітіння гороху на дослідних ділянках

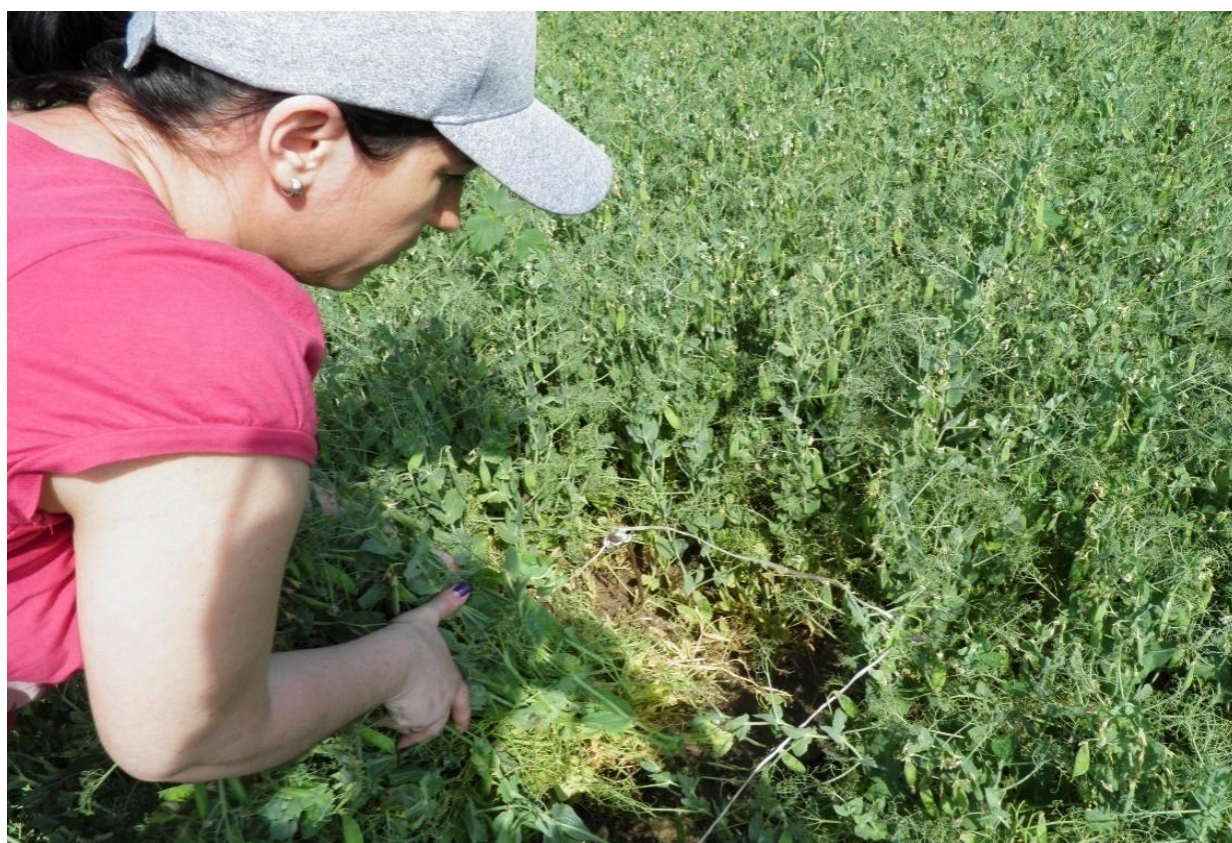


Додаток М.2. Робочий процес оформлення дослідів





Додаток М.3. Відбір зразків для визначення кількості утворених бобів



Додаток М.4. Відбір зразків для визначення ваги надземної маси гороху



Додаток М.5. Приготування робочого розчину та обробка посіву гороху досліджуваними препаратами







Додаток М.6. Відбір та транспортування модельних снопів гороху до лабораторії для проведення аналізу з вивчення структури врожаю, 2020 рік



Додаток М.7. Процес збирання та маркування зразків насіння гороху за варіантами дослідів, 2020 рік



Додаток М.8. Консультація з керівником роботи д. с.-г.н., професором Аверчевим О. В. при проведенні лабораторних досліджень із залученням студентів-дипломників, 2019 рік

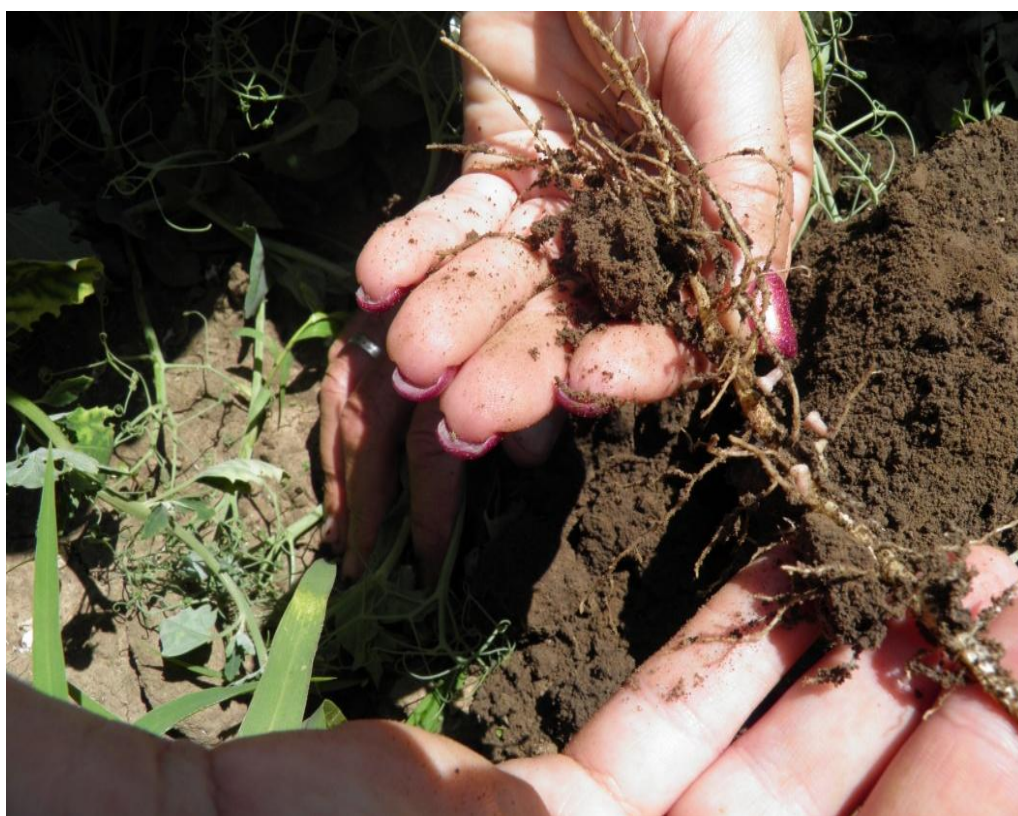


Додаток М.9. Корегування норми висіву гороху за варіантами досліду





Додаток М.10. Розвиток бульбочкових бактерій у контрольному варіанті  
(обробка посіву водою)



Додаток М.11. Розвиток бульбочкових бактерій при обробці посіву гороху  
біопрепаратом Біо-гель





Додаток М.12. Кількість насіннєвих зачатків у бобі гороху сорту Оплот за густоти 0,9 млн/га та обробці посіву препаратом Біо-гель, 2021 рік

## Додаток Н.1.

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

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками: висота рослин, см.				Прибавка відносно контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	см	%
1	2	3	4	5	6	7
<b>Фактор А – сорт Оплот</b>						
<b>Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	58	61	60	60	0	0
В + Мо	61	64	63	63	3	5,0
Біо-гель	66	69	67	67	7	11,7
Хелафіт	62	66	64	64	4	6,7
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	56	60	57	58	0	0
В + Мо	62	62	60	61	3	5,2
Біо-гель	67	67	66	67	9	15,5
Хелафіт	64	64	63	64	6	10,3
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	55	58	57	57	0	0
В + Мо	62	60	61	61	4	7,0
Біо-гель	66	65	68	66	9	15,8
Хелафіт	60	63	63	62	5	8,8
<b>сорт Модус</b>						
<b>густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	59	56	59	58	0	0
В + Мо	61	60	62	61	3	5,2
Біо-гель	67	64	65	65	7	12,1
Хелафіт	64	62	64	63	5	8,6
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	50	53	53	52	0	0
В + Мо	57	57	57	57	5	9,6
Біо-гель	61	60	63	61	9	17,3
Хелафіт	58	58	61	59	7	13,5
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	44	50	50	48	0	0
В + Мо	57	56	55	56	8	16,6
Біо-гель	56	58	56	57	9	18,7
Хелафіт	59	55	55	56	8	16,6

1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	61	63	62	62	0	0
В + Мо	66	67	66	66	4	9,4
Біо-гель	69	72	71	71	9	14,5
Хелафіт	66	69	67	67	5	8,1
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	57	61	59	59	0	0
В + Мо	60	65	62	62	3	5,1
Біо-гель	63	70	68	67	8	13,6
Хелафіт	60	67	65	64	5	8,5
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	55	60	56	57	0	0
В + Мо	58	64	60	61	4	7,0
Біо-гель	61	68	66	65	8	14,0
Хелафіт	59	65	63	62	5	8,8
НІР <sub>05</sub> , 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.2.

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

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками: кількість листків, шт.				Прибавка відносно контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	шт.	%
1	2	3	4	5	6	7
<b>Фактор А – сорт Оплот</b>						
<b>Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	34	31	33	33	0	0
В + Мо	39	35	36	37	4	12,1
Біо-гель	42	40	42	41	8	24,2
Хелафіт	37	36	38	37	4	12,1
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	37	34	35	35	0	0
В + Мо	44	37	40	40	5	14,2
Біо-гель	46	42	43	44	9	25,7
Хелафіт	43	39	37	40	5	14,2
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	38	38	36	37	0	0
В + Мо	46	40	43	43	6	16,2
Біо-гель	48	44	45	46	9	24,3
Хелафіт	45	42	44	44	7	18,9
<b>сорт Модус</b>						
<b>густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	32	28	30	30	0	0
В + Мо	37	34	36	33	3	10,0
Біо-гель	38	36	38	37	7	23,3
Хелафіт	37	34	36	36	6	20,0
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	34	31	30	32	0	0
В + Мо	38	35	34	36	8	12,5
Біо-гель	41	38	36	38	10	18,8
Хелафіт	39	36	35	37	9	15,6
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	32	31	28	30	0	0
В + Мо	34	37	32	34	4	13,3
Біо-гель	36	40	35	37	7	23,3
Хелафіт	35	38	32	35	5	16,7

1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	34	32	35	34	0	0
В + Мо	38	36	39	38	4	11,8
Біо-гель	40	40	42	41	7	20,5
Хелафіт	39	38	40	39	5	14,7
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	34	34	36	35	0	0
В + Мо	40	38	39	39	4	11,4
Біо-гель	43	41	41	42	7	20,0
Хелафіт	40	39	40	40	5	14,2
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	32	36	34	34	0	0
В + Мо	37	38	37	37	3	8,8
Біо-гель	41	43	40	41	7	20,5
Хелафіт	38	40	38	39	5	14,7
НІР <sub>05</sub> , 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.3.

**Маса асиміляційного апарату в сухій речовині сортів гороху залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами, г/1 рослину (середнє за 2019-2021рр.)**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками: маса вусів і листків з 1 рослини, г				Прибавка відносно контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	г	%
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	6,5	5,6	6,5	6,2	0	0
В + Мо	7,1	5,9	6,7	6,6	0,4	6,4
Біо-гель	8,1	6,9	8,0	7,7	1,1	23,6
Хелафіт	7,4	6,4	7,0	6,9	0,7	11,8
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	6,6	6,0	6,8	6,5	0	0
В + Мо	6,7	6,2	7,2	6,7	0,2	3,1
Біо-гель	8,0	7,5	8,4	8,0	1,5	23,0
Хелафіт	8,0	6,8	7,4	7,4	0,9	13,8
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	7,0	6,5	6,7	6,7	0	0
В + Мо	7,7	6,9	6,9	7,2	0,5	7,0
Біо-гель	8,6	8,0	8,1	8,2	1,5	22,4
Хелафіт	8,3	7,6	7,5	7,8	1,1	16,4
сорт Модус						
густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	5,5	5,0	5,1	5,2	0	0
В + Мо	6,1	5,2	5,7	5,7	0,5	9,6
Біо-гель	6,3	6,0	6,1	6,1	0,9	17,3
Хелафіт	6,0	5,5	5,6	5,7	0,5	9,6
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	6,6	5,3	5,9	5,9	0	0
В + Мо	7,6	5,6	6,6	6,6	0,7	11,8
Біо-гель	8,0	6,4	7,3	7,2	1,3	25,9
Хелафіт	7,9	5,9	6,9	6,9	1,0	16,9
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	6,2	5,7	6,1	6,0	0	0
В + Мо	7,1	6,0	6,7	6,6	0,6	11,0
Біо-гель	7,6	6,9	7,2	7,3	1,3	21,7
Хелафіт	7,5	6,3	7,0	6,9	0,9	15,5

1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	6,5	6,3	6,8	6,5	0	0
В + Мо	7,8	6,6	7,3	7,1	0,6	9,7
Біо-гель	8,0	7,8	8,2	8,0	1,5	23,0
Хелафіт	7,8	7,3	7,9	7,7	1,2	18,4
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	7,8	6,7	7,2	7,3	0	0
В + Мо	8,4	7,1	7,7	7,7	0,4	5,5
Біо-гель	9,4	8,3	8,7	8,8	1,5	20,5
Хелафіт	9,0	7,8	8,2	8,3	1,0	13,7
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	7,6	6,8	7,2	7,1	0	0
В + Мо	7,9	7,0	7,4	7,3	0,2	2,8
Біо-гель	9,1	8,4	8,9	8,8	1,7	23,9
Хелафіт	8,5	7,8	8,2	8,1	1,0	14,0
НІР <sub>05</sub> , г: А	0,14	0,14	0,15			
В	0,14	0,14	0,15			
С	0,16	0,16	0,17			
АВ	0,24	0,24	0,25			
АС	0,28	0,28	0,29			
ВС	0,28	0,28	0,29			
АВС	0,49	0,48	0,51			

#### Додаток Н.4.

**Суша маса коренів різних сортів гороху за варіантами досліду (середнє за 2019-2021рр.), г/м<sup>2</sup>**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками: суша маса коренів, г з 1 м <sup>2</sup>				Прибавка відносно контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021р	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	66	55	60	60	0	0
В + Мо	79	62	74	71	11	18
Біо-гель	87	69	79	78	18	30
Хелафіт	86	66	75	76	16	26
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	68	52	58	59	0	0
В + Мо	79	59	68	69	10	17
Біо-гель	85	65	75	75	16	27
Хелафіт	80	62	74	72	13	22
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	58	49	55	54	0	0
В + Мо	66	55	66	62	8	15
Біо-гель	72	60	70	67	13	24
Хелафіт	70	58	64	64	10	18
сорт Модус						
густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	58	46	53	52	0	0
В + Мо	65	50	62	59	7	13
Біо-гель	72	56	68	65	13	25
Хелафіт	70	52	64	62	10	19
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	54	45	51	50	0	0
В + Мо	62	52	58	57	7	14
Біо-гель	68	57	64	63	13	26
Хелафіт	65	53	60	59	9	18
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	53	45	48	49	0	0
В + Мо	60	50	55	56	7	14
Біо-гель	66	54	61	60	11	22
Хелафіт	61	51	57	56	7	14



1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	66	57	62	61	0	0
В + Мо	81	63	76	73	12	20
Біо-гель	85	72	77	78	17	28
Хелафіт	82	68	73	74	13	21
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	63	54	59	58	0	0
В + Мо	77	60	73	70	12	21
Біо-гель	81	68	75	74	16	27
Хелафіт	79	65	72	73	15	26
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	59	49	57	55	0	0
В + Мо	71	51	70	64	9	16
Біо-гель	75	58	73	68	13	24
Хелафіт	70	53	70	64	9	16
НІР <sub>05</sub> , г з 1 м <sup>2</sup> : А	2,44	1,67	2,46			
В	2,44	1,67	2,46			
С	2,82	1,93	2,84			
АВ	4,23	2,89	4,26			
АС	4,88	3,34	4,92			
ВС	4,88	3,34	4,92			
АВС	8,46	5,79	8,52			

### Додаток Н.5.

#### Вплив досліджуваних факторів на суху масу бульбочок азотфіксуючого апарату на коренях гороху (середнє за 2019-2021рр.)

Фактор С Варіанти обробки посіву	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
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	0,67	0,49	0,64	0,6	0	0
В + Мо	0,92	0,68	0,88	0,83	0,23	38
Біо-гель	1,09	0,81	0,98	0,96	0,36	60
Хелафіт	0,96	0,73	0,93	0,87	0,27	45
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	0,72	0,54	0,67	0,64	0	0
В + Мо	0,90	0,71	0,90	0,84	0,20	31
Біо-гель	1,19	0,86	1,05	1,03	0,39	61
Хелафіт	1,12	0,77	0,91	0,93	0,29	45
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	0,81	0,62	0,74	0,72	0	0
В + Мо	1,11	0,77	0,98	0,95	0,23	32
Біо-гель	1,24	0,94	1,12	1,10	0,38	53
Хелафіт	1,18	0,85	0,97	1,00	0,28	39
сорт Модус						
густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	0,51	0,44	0,48	0,47	0	0
В + Мо	0,73	0,59	0,72	0,68	0,21	45
Біо-гель	0,86	0,71	0,81	0,79	0,32	68
Хелафіт	0,82	0,64	0,73	0,73	0,26	55
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	0,55	0,48	0,53	0,52	0	0
В + Мо	0,78	0,64	0,76	0,72	0,20	38
Біо-гель	0,91	0,79	0,85	0,85	0,33	63
Хелафіт	0,90	0,72	0,76	0,79	0,27	52
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	0,59	0,52	0,56	0,55	0	0
В + Мо	0,84	0,64	0,78	0,75	0,20	36
Біо-гель	0,96	0,82	0,90	0,89	0,34	62
Хелафіт	0,99	0,76	0,80	0,85	0,30	54

1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	0,73	0,52	0,67	0,64	0	0
В + Мо	0,91	0,70	0,90	0,84	0,20	31
Біо-гель	1,07	0,77	0,96	0,93	0,29	45
Хелафіт	0,98	0,74	0,93	0,88	0,24	37
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	0,77	0,58	0,73	0,69	0	0
В + Мо	0,94	0,72	0,89	0,85	0,16	23
Біо-гель	1,12	0,81	1,03	0,99	0,30	43
Хелафіт	1,06	0,79	0,92	0,92	0,23	33
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	0,74	0,60	0,77	0,68	0	0
В + Мо	0,96	0,75	0,94	0,88	0,20	29
Біо-гель	1,02	0,84	1,11	0,99	0,24	35
Хелафіт	0,99	0,81	0,96	0,92	0,24	35
НІР <sub>05</sub> , 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.6

**Кількість зерен в 1 бобі на період повної стиглості насіння гороху залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами (середнє за 2019-2021рр.)**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками: кількість зерен в 1 бобі, шт.				Прибавка відносно контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
<b>Фактор А – сорт Оплот</b>						
<b>Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	2,7	2,2	2,5	2,4	0	0
В + Мо	2,9	2,4	2,6	2,6	0,2	8
Біо-гель	3,2	2,6	3,9	3,2	0,6	25
Хелафіт	3,0	2,4	2,9	2,8	0,4	17
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	2,9	2,4	2,8	2,7	0	0
В + Мо	3,1	2,5	3,0	2,9	0,2	7
Біо-гель	3,3	2,8	3,1	3,0	0,3	11
Хелафіт	3,2	2,6	3,0	2,9	0,2	7
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	3,2	2,5	2,9	2,9	0	0
В + Мо	3,7	2,7	3,4	3,3	0,6	12
Біо-гель	3,9	3,1	3,7	3,6	0,9	33
Хелафіт	3,8	2,8	3,5	3,4	0,7	26
<b>сорт Модус</b>						
<b>густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	2,3	2,0	2,7	2,3	0	0
В + Мо	2,6	2,2	2,9	2,6	0,3	13
Біо-гель	2,9	2,4	3,2	2,8	0,5	22
Хелафіт	2,7	2,2	3,0	2,6	0,3	13
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	2,7	2,1	2,6	2,5	0	0
В + Мо	3,1	2,2	2,9	2,7	0,2	8
Біо-гель	3,2	2,5	3,2	3,0	0,5	20
Хелафіт	3,1	2,3	2,9	2,8	0,3	12
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	2,9	2,3	2,7	2,6	0	0
В + Мо	3,3	2,5	3,0	2,9	0,3	11
Біо-гель	3,5	2,7	3,3	3,2	0,6	22
Хелафіт	3,3	2,5	3,0	2,9	0,3	12

1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	2,8	2,3	2,5	2,5	0	0
В + Мо	3,1	2,5	2,7	2,8	0,3	12
Біо-гель	3,2	2,7	2,9	2,9	0,4	16
Хелафіт	3,1	2,6	2,8	2,8	0,3	12
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	3,1	2,4	2,7	2,8	0	0
В + Мо	3,4	2,6	2,9	3,0	0,2	7
Біо-гель	3,6	2,9	3,3	3,2	0,4	14
Хелафіт	3,5	2,7	3,1	3,1	0,3	11
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	3,4	2,6	3,0	3,0	0	0
В + Мо	3,7	2,7	3,3	3,2	0,2	7
Біо-гель	3,9	3,2	3,6	3,6	0,6	20
Хелафіт	3,8	2,8	3,4	3,3	0,3	10
НІР <sub>05</sub> , шт.: А	0,08	0,08	0,10			
В	0,08	0,08	0,10			
С	0,10	0,10	0,12			
АВ	0,14	0,15	0,18			
АС	0,17	0,17	0,20			
ВС	0,17	0,17	0,20			
АВС	0,29	0,29	0,35			

### Додаток Н.7.

**Маса зерна з 1 м<sup>2</sup> сортів гороху залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами (середнє за 2019-2021рр.), г**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками: маса зерна, г з 1м <sup>2</sup>				Прибавка відносно контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021р.	Середнє	г/м <sup>2</sup>	%
1	2	3	4	5	6	7
<b>Фактор А – сорт Оплот</b>						
<b>Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	307	248	309	288	0	0
В + Мо	375	273	328	325	37	13
Біо-гель	450	319	371	380	92	32
Хелафіт	383	286	325	331	43	15
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	322	270	321	304	0	0
В + Мо	405	287	349	347	43	14
Біо-гель	442	323	376	364	60	20
Хелафіт	412	297	352	354	50	16
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	324	274	338	312	0	0
В + Мо	420	295	362	359	47	15
Біо-гель	482	346	409	412	100	32
Хелафіт	453	318	380	384	72	23
<b>сорт Модус</b>						
<b>густина посіву – 1,5 млн/га</b>						
Вода-контроль	225	193	239	219	0	0
В + Мо	302	219	269	263	44	20
Біо-гель	318	254	302	291	72	33
Хелафіт	295	209	261	255	36	16
<b>густина посіву – 1,2 млн/га</b>						
Вода-контроль	293	226	282	267	0	0
В + Мо	375	270	327	324	57	21
Біо-гель	405	298	349	351	84	31
Хелафіт	389	277	340	335	68	25
<b>густина посіву – 0,9 млн/га</b>						
Вода-контроль	237	220	275	244	0	0
В + Мо	335	258	293	295	51	21
Біо-гель	368	271	315	318	54	22
Хелафіт	350	262	300	304	50	20

1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	285	232	248	255	0	0
В + Мо	345	255	296	275	25	10
Біо-гель	371	278	325	324	69	27
Хелафіт	366	263	314	315	60	23
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	311	249	312	291	0	0
В + Мо	419	297	367	361	60	20
Біо-гель	443	331	394	389	98	30
Хелафіт	426	308	350	361	70	24
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	302	261	304	289	0	0
В + Мо	390	286	324	333	44	15
Біо-гель	420	329	369	371	82	28
Хелафіт	407	301	348	352	63	22
НІР <sub>05</sub> , г /м <sup>2</sup> : 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.8.

**Вихід зерна із загальної маси бобів з 1м<sup>2</sup> сортів гороху залежно від обробки посіву біопрепаратами та мікроелементами  
(середнє за 2019-2021рр.)**

Фактор С Варіанти обробки посіву	Вихід зерна			
	2019р	2020р	2021р	Середнє
1	2	3	4	5
Фактор А – сорт Оплот				
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га				
Вода-контроль	76	61	77	71
В + Мо	82	62	72	73
Біо-гель	95	70	78	81
Хелафіт	83	67	73	74
густина посіву – 1,2 млн/га				
Вода-контроль	79	66	79	74
В + Мо	89	70	77	79
Біо-гель	93	72	79	81
Хелафіт	88	70	78	79
густина посіву – 0,9 млн/га				
Вода-контроль	78	68	83	76
В + Мо	90	70	80	80
Біо-гель	97	72	85	84
Хелафіт	95	72	82	83
сорт Модус				
густина посіву – 1,5 млн/га				
Вода-контроль	59	49	60	56
В + Мо	71	50	61	60
Біо-гель	72	55	65	64
Хелафіт	68	48	59	58
густина посіву – 1,2 млн/га				
Вода-контроль	72	56	68	65
В + Мо	87	60	73	73
Біо-гель	90	64	76	77
Хелафіт	89	61	75	75
густина посіву – 0,9 млн/га				
Вода-контроль	58	55	69	61
В + Мо	76	57	70	67
Біо-гель	83	58	68	70
Хелафіт	79	58	71	69



1	2	3	4	5
сорт Світ				
густота посіву – 1,5 млн/га				
Вода-контроль	72	58	63	64
В + Мо	77	59	71	69
Біо-гель	79	60	70	73
Хелафіт	80	63	72	71
густота посіву – 1,2 млн/га				
Вода-контроль	78	62	77	72
В + Мо	92	66	83	80
Біо-гель	93	72	86	83
Хелафіт	94	70	80	81
густота посіву – 0,9 млн/га				
Вода-контроль	75	65	76	72
В + Мо	84	66	73	74
Біо-гель	86	69	78	77
Хелафіт	87	70	79	78
НІР <sub>05</sub> , г /1м <sup>2</sup> : 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.9.

#### Вплив мікроелементів і біопрепаратів на масу 1000 зерен сортів гороху (середнє за 2019-2021рр.), г

Фактор С Варіанти обробки посіву	Результати досліджень за роками, маса 1000 зерен, г				Прибавка відносно контролю	
	2019р	2020р	2021р	Середнє	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Фактор А – сорт Оплот						
Фактор В – густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	212	196	207	205	0	0
В + Мо	234	221	229	228	23	11
Біо-гель	240	225	233	232	27	13
Хелафіт	232	216	227	225	20	10
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	220	201	213	211	0	0
В + Мо	239	224	232	231	20	9
Біо-гель	246	228	239	237	26	12
Хелафіт	241	219	236	232	21	10
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	237	211	221	223	0	0
В + Мо	250	227	234	237	14	6
Біо-гель	258	230	242	243	20	9
Хелафіт	252	225	231	236	13	6
сорт Модус						
густина посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	187	171	182	180	0	0
В + Мо	205	187	200	197	17	9
Біо-гель	218	201	215	211	31	17
Хелафіт	208	195	201	202	22	12
густина посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	198	180	202	193	0	0
В + Мо	217	195	214	209	16	8
Біо-гель	230	210	225	221	28	14
Хелафіт	223	201	217	214	21	11
густина посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	210	192	208	203	0	0
В + Мо	228	206	221	218	15	7
Біо-гель	232	215	226	224	21	10
Хелафіт	230	209	220	219	16	8

1	2	3	4	5	6	7
сорт Світ						
густота посіву – 1,5 млн/га						
Вода-контроль	209	192	198	200	0	0
В + Мо	230	212	225	222	22	11
Біо-гель	235	221	233	230	30	15
Хелафіт	232	214	229	225	25	12
густота посіву – 1,2 млн/га						
Вода-контроль	227	202	207	212	0	0
В + Мо	233	216	230	226	14	7
Біо-гель	241	228	239	236	24	11
Хелафіт	236	218	232	228	16	8
густота посіву – 0,9 млн/га						
Вода-контроль	223	206	214	218	0	0
В + Мо	240	221	236	232	14	7
Біо-гель	248	231	240	239	21	10
Хелафіт	243	220	235	233	15	7
НІР <sub>05</sub> , 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			
АВС	8,12	11,52	12,12			