МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

АНДРУШКО МИКОЛА ОЛЕГОВИЧ

УДК 633.35:631.526.3:631.816:631.53.048:631.5:631.55

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

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

_____М.О. Андрушко

Науковий керівник:_____ **Лихочвор Володимир Володимирович** доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України.

Львів – 2020

АНОТАЦІЯ

Андрушко М.О. Оптимізація елементів технології вирощування гороху посівного в умовах західного Лісостепу. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня **доктора філософії** за спеціальністю **201 – Агрономія**, галузі знань **20 – Аграрні науки та продовольство**. – Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, 2020 р.

Дисертаційна робота присвячена теоретичному обгрунтуванню та практичному вирішенню наукового завдання, яке полягало у обгрунтуванню елементів системи удобрення, встановленню оптимальних норм висіву насіння з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу сортів гороху в умовах західного Лісостепу.

У дисертаційній роботі викладено результати досліджень з вивчення особливостей росту, розвитку та формування фотосинтетичної, симбіотичної та зернової продуктивності сортів гороху посівного вусатого типу. Виявлено оптимальну морфологічну структуру рослин гороху посівного, за якої відбувається якнайповніша реалізація генетичного потенціалу сорту. Встановлено кореляційні зв'язки та регресійні залежності між показниками урожайності гороху та досліджуваними елементами технології, а також дана економічна та енергетична ефективність.

Наукова новизна досліджень полягає в тому, що вперше встановлено особливості формування високої (6,5-7,0 т/га) продуктивності гороху сортів Мадонна, Готівський та Отаман залежно від елементів системи удобрення та норм висіву. Удосконалено окремі елементи системи удобрення гороху для умов достатнього зволоження з метою забезпечення найвищої економічної ефективності. Оптимізовано норму висіву насіння гороху посівного сортів Мадонна, Готівський та Отаман. Набули подальшого розвитку питання тривалості вегетації, фенологічних фаз росту та розвитку гороху залежно від погодних та технологічних чинників, особливості функціонування

фотосинтетичного та симбіотичного апаратів залежно від впливу сортових особливостей, системи удобрення, норм висіву.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці науково-обгрунтованих рекомендацій з удосконалення технології вирощування гороху, яка забезпечує одержання в господарствах зони високих та сталих врожаїв зерна гороху на рівні 6,5-7,0 т/га.

Польові дослідження з вивчення елементів технології вирощування гороху проводили впродовж 2017-2019 рр. на дослідному полі Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті.

У результаті досліджень встановлено, що на тривалість вегетаційного періоду гороху істотний вплив мали сорти та добрива. Норми висіву майже не впливали на проходження фаз вегетації та тривалість вегетаційного періоду – на 1-2 дні швидше достигали загущені посіви. Серед сортів коротша вегетація була у сорту Мадонна - 90-91 днів, у сорту Отаман становила 92-93 дні, у сорту Готівський вона збільшувалась до 94-95 днів. Внесення мінеральних добрив, особливо азотних, призводило до збільшення тривалості вегетаційного періоду. Якщо на варіанті без добрив горох сорту Мадонна достигав 10 липня, то за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ на 6 днів пізніше – 16 липня.

Досліджено, що збільшення норм внесення мінеральних добрив, особливо весняне внесення азоту, призводить до зниження рівня польової схожості на 5-6 %, а густоти рослин у фазі сходів з 91 шт/м^2 до 86 шт/м^2. Густота рослин перед збиранням (84 шт/м^2) та виживання рослин (97,7 %) були найвищими за внесення добрив у нормі $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) внаслідок покращення умов росту. Підвищення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га спричинює зниження польової схожості на 7-8 %, а виживання рослин за вегетаційний період з 95,8 % до 87,4 %, тобто на 8,4 %.

Виявлено, що внесення повного мінерального добрива $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ збільшувало площу листкової поверхні до 58,3-58,4 тис м^2/га та позитивно впливало на формування і функціонування фотосинтетичного апарату. Норма

висіву мало впливала на розміри листкової поверхні. Серед сортів дещо більшою асиміляційною поверхнею на всіх фазах росту характеризувався сорт Мадонна, у фазі цвітіння вона становила 57,2 тис.м^2/га.

Фотосинтетичний потенціал на контролі без добрив становив лише 1,58 млн.м^{2}діб/га, а за внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) зростає до 2,60 млн.м^{2}діб/га, або на 1,02 млн.м^{2}діб/га. Маса сухих речовин на цьому варіанті становить 1106 г/м^2, або під впливом добрив зростає на 418 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу була найвищою на контролі без добрив – 4,81 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу.

Під впливом норм висіву фотосинтетичний потенціал зріс з 2,53 млн.м^{2}діб/га на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га до 2,80 млн.м^{2}діб/га на варіанті з найвищою нормою висіву. Маса сухих речовин була найвищою на найурожайніших варіантах з нормою висіву 1,0 та 1,1 млн/га, де вона становила, відповідно, 1122 та 1127 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу закономірно знижувалась при підвищенні норми висіву.

Показники фотосинтетичної діяльності змінювались також під впливом сорту. Маса сухих речовин вища у сорту Мадонна – 1097 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу також найвища (4,72 г/м^2) в сорту Мадонна, а найменша у сорту Готівський - 4,18 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу.

Серед досліджуваних варіантів удобрення найбільше бульбочок у фазі цвітіння було на варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га), де загальна кількість бульбочок становила 38,1 шт/рослину, а активних – 37,8 шт/рослину. На цьому ж варіанті була найвища маса бульбочок, вона становила відповідно 0,50 та 0,49 г на рослину, найдовша тривалість загального (60 діб) і активного (43 доби) симбіозу.

Найбільша загальна кількість бульбочок на 1 га у сорту Мадонна – 31,2 млн. шт./га, з них активних 31,0 млн. шт. при їх сирій масі 410 кг/га та 402 кг/га спостерігалась за норми висіву 1,1 млн./га. Максимальну кількість симбіотично

фіксованого азоту (171,0 кг/га) у сорту Мадонна одержано за норми висіву 1,1 млн/га, тоді як за норми висіву 0,9 млн/га вона становила 154,8 кг/га.

Більша кількість бульбочок як загальних так і активних формувалась у сорту Мадонна, відповідно 38,1 та 37,8 шт/рослину. Кількість симбіотично фіксованого азоту була найвищою у сорту Мадонна - 171,0 кг/га, меншою у сорту Готівський – 144,0 кг/га та найменшою у сорту Отаман – 131,4 кг/га.

Зв'ясовано, що елементи структури врожаю змінювались під впливом досліджуваних чинників. Внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) забезпечувало зростання кількості зерен у бобі до 6,4 шт. Маса зерна з рослини зросла з 5,77 г на контролі до 8,12 г за внесення усіх досліджуваних елементів живлення, а маса 1000 зерен, відповідно, з 230 г до 270 г, що і стало основою зростання врожайності зерна гороху сорту Мадонна.

Норми висіву насіння теж мали істотний вплив на показники структури врожаю. При зростанні їх з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га кількість бобів на рослині зменшилась з 4,8 до 4,5 шт, кількість зерен у бобі з 6,9 до 6,1 шт, кількість зерен з рослини з 33 до 27,6 шт. Основний елемент продуктивності - маса зерна з рослини знизилась при загущінні посівів, відповідно, з 9,70 г до 7,05 г, а маса 1000 зерен – з 291,0 г до 255,8 г.

Найбільший приріст зерна гороху сорту Мадонна (0,68 т/га) забезпечує проведення інокуляції насіння препаратом Оптімайз Пульс. Внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} та мікроелементів урожайність зростає на 1,75 т/га, порівняно з варіантом P_0K_0 + Оптімайз Пульс. Використання у системі живлення гороху P, K, N, S, Mg забезпечило зростання урожайності зерна до 6,12 т/га, що вище до контролю на 2,12 т/га. Приріст урожайності від внесення азоту, сірки і магнію становить 1,00 т/га, а від внесення мікродобрива Інтермаг бобові становить 0,31 т/га. Внаслідок удосконалення системи живлення гороху урожайність зросла до 6,43 т/га, що вище порівняно з контролем (P_0K_0) на 2,43 т/га, або на 60,7 %.

Серед сортів найвищу врожайність одержано у сорту Мадонна - 6,38 т/га. У сорту Готівський урожайність становила 6,13 т/га, що на 0,25 т/га менше,

порівняно з сортом Мадонна. Найменшу врожайність зерна одержано у сорту Отаман – 5,94 т/га, що менше порівняно з сортом Мадонна на 0,44 т/га та з сортом Готівський на 0,19 т/га.

Найвища врожайність сорту Мадонна формувалась за норми висіву 1,0 та 1,1 млн/га, у сорту Отаман за норми висіву 1,1 та 1,2 млн/га і в сорту Готівський за вищої норми висіву 1,2 млн/га.

Встановлено, що вміст білка був найменшим у сорту Отаман – 22,4 %. У сорту Готівський він становив 23,9 %, або більше на 1,5 %. Найвищий вміст білка був у сорту Мадонна - 24,5 %, що вище від сорту Отаман на 2,1 %. Під впливом внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ вміст білка у зерні гороху зріс до 24,2 %, тоді як на контролі без добрив він становив 22,0 %, тобто на 2,2 % менше. Найбільше зростав вміст білку під впливом азотних добрив – на 1,1 %.

Розрахунки економічної ефективності показують, що приріст урожайності гороху від внесення фосфору, калію та азоту не компенсовує витрати на придбання цих видів добрив через високу їх вартість. Лише внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ та мікроелементів урожайність зростає на 1,75 т/га, а прибуток з 1 га на 4062 грн. Найвищий прибуток (16699-20294 грн) одержано при вирощуванні гороху сорту Мадонна. Кращі показники економічної ефективності у сортів одержано за різних норм висіву. У сорту Мадонна найвищий прибуток (20883 грн) одержано за норми висіву 1,0 млн/га, у сорту Готівський (18701 грн) – за норми висіву 1,2 млн/га та у сорту Отаман (17512 грн) –за норми висіву 1,1 млн/га.

Енергоємність урожаю гороху під впливом добрив зростає з 16,90 до 27,17 млн. ккал, а витрати енергії збільшуються з 3,47 до 5,25 млн ккал. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (5,14) забезпечує сорт Мадонна.

Ключові слова: *горох, сорти, елементи системи удобрення, норма висіву, структура врожаю, урожайність, якість.*

ANNOTATION

Andrushko M.O. Optimization of technology elements cultivation of pea (Pisum sativum) in the western forest - steppe conditions. - Qualified scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for the scientific degree of the Candidate of Agricultural Sciences on the specialty 201 - Agronomy, 20 - Agricultural sciences and foodstuffs - Podolsk State Agrarian and Technical University, Kamyanets-Podilsky, 2020.

The dissertation is devoted to the theoretical substantiation and practical solution of the scientific problem, which consisted of the justification of the elements of the fertilizer system, the establishment of optimal rates of seed sowing in order to maximize the genetic potential of peas varieties in the western forest-steppe.

In the dissertation the researches results of the growth features ,the development and formation of photosynthetic, symbiotic and grain productivity of pea varieties of leafless-type peas are presented. The optimum morphological structure of the pea plants is revealed, at which the genetic potential of the variety is fully realized. Correlation relationships and regression dependencies between pea yield indices and the studied technology elements are established, as well as economic and energy efficiency are given.

Scientific novelty of the research is that for the first time the peculiarities of formation of high (6.5-7.0 t / ha) pea productivity of the varieties of Madonna, Gotivsky and Otaman depending on the elements of the fertilizer system and sowing rates were established. Some elements of the pea fertilizer system have been improved to provide sufficient moisture to ensure the highest economic efficiency. The sowing rate of Madonna, Gotovsky and Otaman varieties has been optimized. The issues of vegetation duration, phenological phases of growth and development of peas, depending on weather and technological factors, peculiarities of functioning of photosynthetic and symbiotic devices depending on the influence of varietal characteristics, fertilization system, sowing rates, were further developed.

The practical significance of the obtained results lies in the development of scientifical recommendations for improving the technology of pea cultivation, which ensures the production of high and stable pea yields at the level of 6.5-7.0 t / ha.

Field researches of study of the technology elements of pea cultivation were conducted during 2017 - 2019 at the experimental plot of Lviv National Agrarian University on dark gray podzolized light loam soil.

Researches have shown that varieties and fertilizers have had a significant impact on the duration of the vegetation period of pea. Sowing rates almost did not affect on the vegetation phases and the duration of the vegetation period - in 1-2 days the heavy sowings ripened faster. Among the varieties, the shorter vegetation was in the Madonna variety - 90-91 days, as to the Ataman variety it was 92-93 days, in the Gotivsky variety it increased to 94-95 days. The application of fertilizers, especially nitrogen fertilizers, led to the increase of the duration of the vegetation period. If the fertilizer-free version of Madonna variety it ripened up to July 10, then for the application of $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ by 6 days later - July 16.

It has been researched that the increase of fertilizer application rates, especially spring nitrogen application, leads to the decrease of the field germination level by 5-6% and the plant density in the germination phase from 91 pcs / m2 to 86 pcs / m2. Plant density before harvesting (84 pcs / m2) and plant survival (97.7%) were the highest for the application of $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Intermagus beans (2 l / ha) due to improved growth conditions. The increase of the sowing rate from 0.9 million / ha to 1.4 million / ha causes the decrease of the field germination by 7-8%, and the survival of plants during the vegatation period from 95.8% to 87.4%, i.e. by 8.4% .

It was found that the application of complete mineral fertilizer $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ increased the leaf area to 58.3-58.4 thousand m2 / ha and had a positive effect on the formation and functioning of the photosynthetic apparatus. The sowing rate had little effect on the size of the leaf surface. Among the varieties, a slightly larger assimilation surface at all growth phases was characterized by the Madonna variety, in the flowering phase it was 57.2 thousand m2 / ha.

Photosynthetic potential on the control without fertilizers amounted only 1.58 mln.m2 for a day / ha, but during the application of $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Intermag beans (2 l / ha) it increases to 2.60 mln.m2 for a day / ha, or by 1 , 02 mln. m2 for a day / ha. The mass of dry matter of this variant is 1106 g / m2, or under the influence of fertilizers increases by 418 g / m2. Net productivity was the highest on the control without fertilizers - 4.81 g of dry matter / m2 of leaf surface per day.

Under the influence of sowing rates, the photosynthetic potential increased from 2.53 million m 2 for a day / ha on the variant with a sowing rate of 0.9 mln./ha to 2.80 mln.m 2 for a day / ha on the variant with the highest sowing rate. The mass of dry matter was highest on the most viable variants with a sowing rate of 1.0 and 1.1 million / ha, where it was, respectively, 1122 and 1127 g / m2. The net productivity of photosynthesis naturally decreased with increasing sowing rates.

Indicators of photosynthetic activity also varied under the influence of variety in. The mass of dry matter is higher in the Madonna variety it is 1097 g / m2. The net productivity of photosynthesis is also the highest (4.72 g / m2) in the Madonna variety and the lowest in the Gotivsky variety - 4.18 g of dry matter / m2 of leaf surface per day.

Among the investigated fertilizer variants, the largest number of tubers in the flowering phase was in the variant $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Intermag beans (2 l / ha), where the total number of tubers was 38.1 pcs / plant and active ones - 37.8 pcs / plant. On the same variant, the highest mass of potatoes was, it was respectively 0.50 and 0.49 g per plant, the longest duration of total (60 days) and active (43 days) symbiosis.

The largest total number of tubers per 1 ha in the Madonna variety is 31.2 million units / ha, of which 31.0 million units are active. with their wet mass of 410 kg / ha and 402 kg / ha, the sowing rates were 1.1 million / ha. The maximum amount of symbiotic fixed nitrogen (171.0 kg / ha) in the Madonna variety was obtained at a sowing rate of 1.1 million / ha, whereas at a sowing rate of 0.9 million / ha it was 154.8 kg / ha.

More tubers, both common and active, were formed in the Madonna variety, 38.1 and 37.8 pcs / plant, respectively. The amount of symbiotic fixed nitrogen was

higher in the Madonna variety - 171.0 kg / ha, lower in the Gotivsky variety - 144.0 kg / ha and the lowest in the Otaman variety - 131.4 kg / ha.

It is found that the elements of the crop structure changed under the influence of the studied factors. The application of $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Intermag bean (2 l / ha) increased the number of grains in the bean to 6.4 pcs. The mass of the grain from the plant increased from 5.77 g on the control to 8.12 g during the application of all the studied nutrients, and the mass of 1000 grains, respectively, from 230 g to 270 g, which became the basis of the yield increasing of Madonna pea.

Sowing rates also had a significant impact on crop structure indicators. As the sowing rate increased from 0.9 million / ha to 1.4 million / ha, the number of beans per plant decreased from 4.8 to 4.5 pcs., The number of beans from 6.9 to 6.1 pcs., The number of grains from a plant from 33 to 27,6 pcs. The main element of productivity - the mass of grain from the plant decreased at the thickening of sowing, respectively, from 9.70 g to 7.05 g, and the mass of 1000 grains - from 291,0 g to 255,8 g.

The highest increase of the grain size of the Madonna variety (0.68 t / ha) provides inoculation of seeds by the drug Optimaize Pulse. Due to the synergistic interaction of the $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} and trace elements, the yield increases by 1.75 t / ha, compared to the P_0K_0 + Optimaiz Pulse variant. The application in the nutrition system of pea P, K, N, S, Mg increased the yield of grain to 6.12 t / ha, which is higher than the control by 2.12 t / ha. The yield increase from the application of nitrogen, sulfur and magnesium is 1.00 t / ha, and from the application of micro fertilizers Intermag beans is 0.31 t / ha. Due to the improvement of the pea nutrition system, the yield increased to 6.43 t / ha, which is 2.43 t / ha or 60.7% higher compared with the control (P_0K_0).

Among the varieties, the highest yield was obtained in the Madonna variety - 6.38 t / ha. The Gotivsky yield was 6.13 t / ha, which is by 0.25 t / ha less than the Madonna variety. The lowest grain yield was obtained in the Otaman variety - 5.94 t / ha, which is less than the Madonna variety by 0.44 t / ha and the Gotivsky variety by 0.19 t / ha.

The highest yield of the Madonna variety was formed at the sowing rates of 1.0 and 1.1 million / ha, in the Deviz variety at the sowing rates of 1.1 and 1.2 million / ha, and in the Gotivsky variety at the higher sowing rate of 1.2 million / ha.

The protein content was found to be the lowest in the Otaman variety - 22.4%. In the Gotivsky variety it was 23.9%, or more by 1.5%. The highest protein content was in the Madonna variety - 24.5%, which was 2.1% higher than the Otaman variety. Under the influence of the application of P60K60 + N60 + Mg20 + S30, the nitrogen content of the pea grain increased to 24.2%, while on the control without fertilizers it was 22.0%, i.e. 2.2% less. The most the content of protein under the influence of nitrogen fertilizers increased - by 1.1%.

Cost-effectiveness calculations show that the increase of peas yield from the application of phosphorus, potassium and nitrogen does not compensate the cost of purchasing these types of fertilizers because of their high cost. Only due to the synergistic interaction of the nutrition elements of $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ and trace elements, the yield increases by 1.75 t / ha and the profit from 1 ha by 4062 UAH. The highest profit (16699-20294 UAH) was obtained by growing peas of the Madonna variety. The best indices of economic efficiency of the varieties were obtained by different sowing rates. In the Madonna variety, the highest yield (20883 UAH) was obtained at the sowing rates of 1.0 million / ha, for Gotivskyi (18701 UAH) – at the sowing rates of 1.2 million / ha and for Otaman (17512 UAH) at the sowing rates of 1,1 million / ha.

The energy intensity of the pea crop under the influence of fertilizers increases from 16.90 to 27.17 million kcal, and energy consumption increases from 3.47 to 5.25 million kcal. The highest energy efficiency ratio (5.14) is provided by the Madonna variety.

Key words: peas, varieties, fertilizer system elements, sowing rate, yield structure, yield, quality.

Список публікацій здобувача

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

1. Андрушко М. О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "*Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*". Львів-Оброшине. 2019. Випуск 66. С. 8-20. DOI: http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/1.pdf
2. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2019. № 23. С. 67-71. https:// doi.org/10.31734/agronomy2019.01.067
3. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №4. С. 51-57. https://doi.org/ 10.31210/visnyk2019.04.06
4. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Урожайність гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву. Науковий журнал Житомирського національного агроекологічного університету *Наукові горизонти*. 2019. №12. С. 53-59. doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-53-59
5. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. Науковий журнал «*Вісник аграрної науки Причорномор'я*». Миколаїв, 2020. Вип. 2. С.54-62 https:// doi: 10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6 visnyk.mnau.edu.ua,
6. Andrushko M., Lykhochvor V., Andrushko O. Tne influence of variety and rate sowing on tne yield and quality of pea grain (Pisum sativum). *Teka.* Quarterly journal of agri-food industry. Rzeszow-Lviv. 2019. Vol. 19. No. 4.Pp. 13-22.
7. Lykhochvor V., Andrushko M., Andrushko O. Influence of variety, elements of the fertilization system, sowing rates of seeds on the pea yield (Pisum sativum). *Folia pomeranae universitatis technologiae stetinensis*. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 2020. Wydanie 355(54)2. Pp. 23-30. DOI: 10.21005/AAPZ2020.54.2.03

2. Опубліковано праці апробаційного характеру

8. Андрушко М.О. Вплив елементів системи удобрення на врожайність гороху. Інститут сільського господарства карпатського регіону. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених "*Актуальні проблеми агропромислового виробництва України*". 14 листопада 2019 р. Львів-Оброшине. 2019. С.3-4.
9. Андрушко М. О., Лихочвор В. В. Особливості росту і розвитку гороху під впливом різних видів та норм мінеральних добрив. T*opical issues of the development of modern science*. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference (11-13 december). Publishing House "ACCENT". Sofia. Bulgaria. 2019. Pp. 962-972. URL: http://sci-conf.com.ua.
10. Lykhochvor V. V., Andrushko M. O., Andrushko O. M. Pea (Pisum sativum) yield of Otaman variety, depending on the sowing rate. *Scientific achievements of modern society*. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. (April 1-3, 2020). Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2020. Pp. 70 – 74. URL: http://sci-conf.com.ua.
11. Андрушко М.О. Вплив біологічних особливостей сортів гороху та норм висіву на продуктивність і якість. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції і насінництва пшениці і картоплі та 100-річчю з часу заснування Агробіотехнологічного (Агрономічного) факультету. 26-27 березня 2020 року. Біла Церква: БНАУ. С. 76-79.
12. Lykhochvor V., Andrushko M., Andrushko O. Symbiotic activity of peas (Pisum sativum) depending on the fertilizer system. Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 10th International scientific and practical conference (July 10-12, 2020). Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2020. Pp.112-120. URL: https://sci-conf.com.ua

13. Андрушко М.О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Вирощування гороху (Pisum sativum) - шлях до екологічних інновацій. "*Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва*". Матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Полтава 22 червня 2020). Полтавська державна аграрна академія. Полтава : РВВ ПДАА. 2020. С.10-13.
14. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Інтенсивна технологія вирощування гороху. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок / за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С.10.
15. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Вплив норми висіву гороху на насіннєву продуктивність та якісні показники. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок / за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С. 24.
16. Лихочвор В.В., Андрушко М.О., Андрушко О.М. Симбіотична діяльність гороху (Pizum sativum) залежно від норми висіву. Матеріали XII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (15 липня 2020 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2020. С. 66-69. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrob-nytstvo2020conf

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ……..…….. 1
ANNOTATION……..…….. 6
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА……..……. 11
ЗМІСТ……... 14
ВСТУП……..……..…… 16
РОЗДІЛ 1. ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ…….. 22
1.1. Реалізація біологічного потенціалу сортів гороху…….. 22
1.2. Урожайність та якість зерна гороху залежно від елементів системи удобрення……. 30
1.3. Вплив норм висіву насіння на продуктивність гороху…..…… 38
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…….. 44
2.1. Характеристика грунту дослідних ділянок…….. 44
2.2. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень…….. 46
2.3. Методика проведення досліджень…… 51
РОЗДІЛ 3. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ…….. 58
3.1. Вплив елементів технології на проходження фаз вегетації та тривалість вегетаційного періоду гороху…….. 58
3.2. Польова схожість насіння гороху залежно від удобрення та норм висіву…….. 65
3.3. Вплив удобрення та норм висіву на густоту рослин гороху……. 68
3.4. Виживання рослин гороху залежно від норм добрив і від норм висіву…… 71

3.5. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від системи удобрення та норми висіву 74
3.6. Азотфіксувальна здатність гороху залежно від досліджуваних чинників. ……. 81
3.7. Елементи структури врожаю гороху залежно від удобрення та норм висіву…….. 94
РОЗДІЛ 4. УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ……... 109
4.1. Формування врожайності гороху залежно від добрив…….. 109
4.2. Вплив норм висіву на урожайність сортів гороху…… 112
РОЗДІЛ 5. ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОБРИВ. 118
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ……. 125
6.1. Економічна ефективність вирощування сортів гороху залежно від системи удобрення та норм висіву……. 125
6.2. Енергетична оцінка вирощування гороху ……..…… 131
ВИСНОВКИ……..…….. 137
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……... 143
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..……. 144
ДОДАТКИ……...…….. 175

ВСТУП

Актуальність теми. Горох тривалий час був основною зернобобовою культурою в Україні. У останні роки соя значно переважає горох як за посівними площами (1,8 млн га), так і за обсягами виробництва (понад 2,4 млн т). У 2014 році посівні площі гороху зменшились до 154 тис. га, а виробництво – до 360 тис. т. Головною причиною такого падіння обсягів виробництва гороху стала низька врожайність [31]. Зростання попиту на зерно гороху на світовому ринку спричинило збільшення виробництва гороху в Україні у 2017 та 2018 роках у три рази [30]. Посівна площа зросла до 411тис га у 2017 р. та до 432 тис га у 2018 р., а збір зерна до 1,14 млн т у 2017 та до 0,80 млн. т у 2018 році. Проте урожайність залишається неприпустимо низькою: 2,76 т/га у 2017 та 1,86 т/га у 2018 році. За такого рівня врожайності економічна ефективність неможлива! Рівень прибутковості гороху у 2017 році становив лише 10 % [210]. Це вимагає розробки сучасних технологій, які б забезпечили урожайність 5,0-6,0 т/га і вище.

Значний вклад у підвищення врожайності гороху шляхом створення високопродуктивних сортів та впровадження інтенсивних технологій вирощування внесли В.Ф. Петриченко, В.Ф. Камінський, А.О. Бабич, М.І. Бахмат, А.О. Василенко, В.А. Нідзельський, В.С. Пилипенко, Р.А. Антипін, Н.В. Телекало, Т.М. Рябокінь та ін.

Незважаючи на великий обсяг теоретичних і експериментальних досліджень, питання удобрення гороху посівного (Pisum sativum) є неоднозначне і носить дискусійний характер. Кожен елемент мінерального живлення має специфічне значення. Нестача будь-якого з них призводить до порушення обміну речовин і фізіологічних процесів у рослин, погіршення їх росту та розвитку, зниження врожайності та його якості. Тому важливо було вивчити вплив на формування врожайності гороху найважливіших макро- і мікроелементів.

Для висопродуктивних сортів вусатого гороху необхідно уточнити норми висіву в умовах достатнього зволоження при вирощуванні їх за інтенсивною технологією.

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

Дослідження проводились упродовж 2017 – 2019 рр. згідно програми науково-дослідних робіт Львівського національного аграрного університету за науковою тематикою "Розробити інноваційні системи підвищення продуктивності агрофітоценозів на основі екологостабілізуючих заходів збереження та покращення стану навколишнього природного середовища в умовах динамічних змін клімату Західного регіону України" (номер державної реєстрації 0116U003174)

Мета і завдання досліджень. ***Метою досліджень*** було виявити особливості росту, розвитку та формування елементів продуктивності сортів гороху через оптимізацію системи удобрення та норм висіву насіння при вирощуванні за інтенсивною технологією в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити такі ***завдання:***

- дослідити процеси росту розвитку та формування зернової продуктивності сортів гороху залежно від елементів системи удобрення та норм висіву;
- встановити вплив сорту, удобрення та норми висіву на польову схожість, густоту та виживання рослин;
- вивчити особливості формування та функціонування асиміляційної поверхні рослин гороху та симбіотичного апарату залежно від досліджуваних чинників;
- виявити вплив сорту, системи удобрення та норми висіву на особливості формування елементів структури врожаю гороху;
- встановити вплив сорту, добрив та норм висіву на урожайність та вміст білка в зерні гороху;
- обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність вирощування сортів гороху, внесення мінеральних добрив та норм висіву насіння;

Об'єкт дослідження - процес формування продуктивності сортів гороху залежно від елементів системи удобрення та норм висіву.

Предмет дослідження - горох, сорти, елементи системи удобрення, норми висіву, урожайність, якість зерна.

Методи дослідження:

- ***польовий*** **–** для дослідження взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними чинниками в умовах досліджуваної зони;
- ***візуальний*** – для здійснення фенологічних спостережень;
- ***кількісний*** – для визначення польової схожості, густоти рослин та виживання;
- ***розрахунковий*** – для визначення площі асиміляційної поверхні рослин;
- ***метод монолітів*** – для визначення симбіотичної продуктивності рослин гороху;
- ***метод пробного снопа*** – для встановлення елементів структури врожаю та індивідуальної продуктивності рослин;
- ***ваговий*** – для встановлення урожайності зерна;
- ***лабораторний*** – для аналізу показників якості зерна;
- ***математичний та статистичний*** – для визначення достовірності отриманих результатів;
- ***розрахунковий*** – для встановлення економічної та енергетичної ефективності досліджуваних елементів технології.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у виявленні залежностей впливу елементів системи удобрення, норм висіву на проходження процесів росту, розвитку та формування урожайності та якості зерна сортів гороху посівного в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу на темно-сірому опідзоленому грунті.

Уперше:

- встановлено особливості формування високої (6,5-7,0 т/га) продуктивності гороху сортів Мадонна, Готівський та Отаман залежно від елементів системи удобрення та норм висіву;
- виявлено оптимальну морфологічну структуру рослин гороху посівного, за якої відбувається якнайповніша реалізація генетичного потенціалу сорту;

- створено математичні моделі залежності продуктивності гороху від впливу досліджуваних елементів технології вирощування, визначено їх економічну та енергетичну ефективність.

Удосконалено:

- окремі елементи системи удобрення гороху для умов достатнього зволоження з метою забезпечення найвищої економічної ефективності;
- оптимізовано норму висіву гороху сортів Мадонна, Готівський та Отаман.

Набули подальшого розвитку:

- питання тривалості вегетації, фенологічних фаз росту та розвитку гороху залежно від погодних та технологічних чинників;
- особливості функціонування фотосинтетичного та симбіотичного апаратів залежно від впливу сортових особливостей, системи удобрення, норм висіву.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами проведених досліджень розроблено науково-обгрунтовані рекомендації з удосконалення технології вирощування гороху, яка забезпечує одержання в господарствах зони високих та сталих врожаїв гороху на рівні 6,5-7,0 т/га. Удосконалення технології полягає у встановленні оптимальної норми висіву сортів гороху (1,0 - 1,2 млн/га) та внесенні добрив за схемою: $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га).

Оптимізовані елементи технології пройшли виробничу перевірку та впроваджені в ТОВ "Гірське-Агро" Львівської області, Миколаївського району на площі 60 га; у СВК імені Лесі Українки Рівненської області, Дубенського району на площі 45 га; у СФГ "Жужіль" Львівської області, Сокальського району на площі 15 га; ФГ "Б.М.В." Львівської області, Перемишлянського району на площі 30 га; у ТзОВ "Волинь Нова" Волинської області, Горохівського району на площі 45 га; в ПАП «Агропродсервіс» Тернопільської області, Тернопільського району на площі 90 га, де забезпечили програмовану врожайність. Це підтверджено 6-ма актами впровадження.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням автора. За темою роботи опрацьовано літературу, визначено мету

і завдання досліджень, проведено польові і лабораторні дослідження. Здійснено аналіз та математичну обробку дослідних даних. На основі одержаного експериментального матеріалу підготовлено дисертаційну роботу, автореферат, опубліковано наукові праці, а також проведено випробування отриманих результатів в умовах виробництва.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідались:

- на звітних наукових конференціях аспірантів Львівського НАУ;
- Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених "Актуальні проблеми агропромислового виробництва Україн*и*" (с. Оброшине, 14 листопада 2019 р.);
- IV Міжнародній науково-практичній конференції "Topical issues of the development of modern science" (Болгарія, Софія, 11-13 грудня 2019 р);
- VIII Міжнародній науково-практичній конференції "Scientific achievements of modern society" (Великобританія, Ліверпуль, 1-3 квітня 2020 р.);
- Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції і насінництва пшениці і картоплі та 100-річчю з часу заснування Агробіотехнологічного (Агрономічного) факультету (26-27 березня 2020 року, Біла Церква);
- X міжнародній науково-практичній конференції "Dynamics of the development of world science" (Vancouver, Canada. 10-12 червня 2020);
- І-й Міжнародній науково-практичній конференції "Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва" (22 червня 2020 року, Полтава);
- XII Міжнародній науковій конференції «Корми і кормовий білок» (15 липня 2020 року, Вінниця).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 16 наукових праць, в тому числі 7 статей у наукових фахових виданнях України і Європи, 9 – у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 202 сторінках комп'ютерного тексту, включає 44 таблиці, 14 рисунків. Складається з анотацій, вступу, 6-ти розділів, висновків та рекомендацій виробництву, додатків та списку використаних джерел. Список використаної літератури налічує 290 джерел, із них 29 латиницею.

РОЗДІЛ 1
ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ

1.1. Реалізація біологічного потенціалу сортів гороху

Сучасні технології вирощування бобових повинні базуватися на управлінні процесами забезпечення високої зернової продуктивності та якості зерна і спрямовуватись на максимальне використання біологічного потенціалу продуктивності культури [25, 32, 71, 92, 106, 128, 130, 198].

Для повної реалізації потенціалу врожайності сортів гороху необхідно оптимізувати умови для росту і розвитку рослин, які забезпечуються сучасними інтенсивними технологіями, що передбачають оптимальне забезпечення рослин елементами живлення, застосування інтегрованого захисту посівів від бурянів, шкідників, хвороб та своєчасне і якісне виконання всіх агрономічних заходів.

Важливо використати всі можливі резерви удосконалення технології вирощування гороху [23, 69, 96, 111, 215, 249, 251, 253, 262, 281]. Немає другорядних елементів технології. Так, Є.Д. Бєров [27] зазначає, що горох дуже важливо розміщувати на структурних грунтах, для чого потрібно правильно вибирати модель обробітку грунту.

На підставі результатів досліджень 1999–2015 рр. встановлено, що на типовому малогумусному важкосуглинковому чорноземі лівобережного Лісостепу кукурудза на зерно, ячмінь ярий, соняшник, буряк цукровий є практично рівноцінними попередниками для гороху. В результаті високої концентрації посівів гороху у сівозмінах із різною тривалістю ротації не виявлено істотної різниці у рівнях урожайності цієї культури [41].

У сучасних технологіях дуже важливо захистити рослини в процесі росту від шкідників та хвороб, правильно контролювати забур'яненість [26, 50, 80, 86, 97, 126, 181, 209, 211, 213, 258]. Однією из головних умов збільшення врожайності сортів гороху є розробка технологій вирощування з використанням

добрив і сучасних засобів захисту рослин [47, 58]. Сильне ураження рослин гороху попелицями (3 бали) спричиняє зменшення урожайності гороху на 4,7%, а дуже сильне (4 бали) – на 5,8% та маси 1000 зерен відповідно від 8 до 10 г. [259]. За пошкодження гороховим зерноїдом маса 1000 насінин зменшилася на 50 %, порівняно з неушкодженим насінням, акацієвою вогнівкою – на 46,5 %, а за сумісного – на 57 % [147].

Найбільшу загрозу для посівів гороху становлять: бульбочкові довгоносики, горохова попелиця, гороховий трипс, акацієва вогнівка, горохова плодожерка та гороховий зерноїд. Надійним заходом запобігання та зменшення ураженості гороху збудниками хвороб є науково обґрунтований підбір біологічно стійких сортів, що дасть змогу зменшити обсяги застосування фунгіцидів, оптимізувати витрати на технологію вирощування.

Альтернативою пестицидам стають генетичні підходи, тобто вирощування стійких сортів та гібридів, що забезпечується постійною селекційною роботою, введенням у новостворювані форми генів, ефективних проти певних збудників хвороб [37, 217]. Отримані результати досліджень багатьох науковців щодо сучасних технологій вирощування гороху спрямовані на максимальну реалізацію біологічного потенціалу культури, якої неможливо досягти без урахування метеорологічних умов конкретного регіону, які відіграють важливе значення, а також без застосування мінеральних добрив, нових сортів, інокуляції насіння, захисту рослин. Проте ці питання потребують додаткового вивчення, оскільки умови вирощування цієї культури постійно змінюються і зростає кількість та різноманітність добрив, сортів, сучасних потужних препаратів для захисту рослин з врахуванням потреби культури [65].

Урожайність гороху в значній мірі залежить від генетичного потенціалу сорту [19, 47, 103, 109, 165, 192, 201, 208, 246, 272, 283]. В Україні створені та рекомендовані для вирощування різні за морфологією сорти гороху, проте їх біологічні особливості у технологіях вирощування використані не повною мірою, тому необхідними є дослідження з питань встановлення особливостей росту і розвитку рослин, формування зернової продуктивності сортів різного

морфотипу для подальшої їх реалізації в удосконалених сортових технологіях вирощування [141, 254].

Сорт повинен мати високу адаптивну здатність, що дозволяє відновлювати до оптимального рівня процеси метаболізму після дії стресового фактора, що особливо важливо у зв'язку з змінами і нестабільністю клімату. До основних властивостей, що визначають рівень адаптивності гороху, є високий збиральний індекс, тип росту стебла, дружне достигання, стійкість проти хвороб, стійкість до осипання, висока потенціальна врожайність [14, 51, 52, 88, 108,].

Морфологічні ознаки сучасних сортів гороху (коротші міжвузля, вусатість, ущільнення зони плодоношення) забезпечують високу стійкість до вилягання посівів і одночасне достигання зерна [18, 54, 70, 170, 245, 290]. З появою сортів безлисточкового (вусатого) морфотипу, з'явилась можливість розширити посівні площі гороху в нашій країні [44, 85, 217, 225].

Пріоритетними напрямами в селекції на технологічність рослин гороху є створення його листкових та безлисточкових (вусатих) сортів, з маленькими та середніми, але товстими листковими пластинками, крупними прилистками, з висотою рослин від 60 до 90 см та лінійною щільністю стебла більше 18 мг/см, з 10-13 вузлами у вегетативній частині росли та трьома - п'ятьма – у генеративній. Перевагу мають сорти із фізіологічно обмеженим або генетично детермінантним типом розвитку [164].

Архітектоніка сучасних сортів гороху зазнала значних змін. Це відбулось за рахунок досягнень на основі використання в селекції мутантних генів: короткостеблості (*le*), вусатого типу листка (*af*), детермінантного типу росту (*det*), ознаки стійкості до осипання насіння (*def*). Однак поряд з позитивним є і негативний вплив введення цих рецесивних генів до генотипу сучасних сортів гороху. Одним з них є недостатня екологічна стійкість сортів, що мають ген безлисточковості [34, 135].

Активне створення *def*-сортів зумовлене значними втратами при збиранні врожаю листкових сортів, особливо за роздільного збирання, які за 8 діб можуть сладати більше 50 %. Розтягнутий час цвітіння, неодночасне достигання за умов

надмірного зволоження можливо усунути шляхом залучення в селекційний процес детермінантних форм (*det,deh*) [18].

В останні роки для прискорення та покращення селекційного процесу зернобобових культур широко використовуються молекулярні маркери [266]. Виявлення певних ділянок ДНК, які кодують бажану ознаку, дозволяє добирати рослини за допомогою маркерів, що значно підвищує ефективність селекційної роботи [250]. Мікросателіти (SSR), відомі також як прості повторювані послідовності, часто використовуються для оцінки генетичного різноманіття завдяки їх точності та інформативності [195].

Сучасний стан біологічної та сільськогосподарської науки дозволяє вирішувати багато нагальних проблем в умовах in vitro, – це створення моделей прискореного вивчення реакції певних генотипів на умови біотичного та абіотичного стресу. При вирішенні сучасних проблем селекції гороху за допомогою технології in vitro необхідна чітко розроблена технологія культивування з відпрацьованими етапами стабільного одержання регенерантів з високими показниками морфогенезу та ризогенезу. Тому при розробці методик культивування, крім певного складу живильних середовищ, необхідно використовувати певні генотипи, які легше переносять окремі етапи культивування [284].

У зв’язку з впровадженням нових моделей технології вирощування, виникає необхідність систематичного перегляду та вибору сортів гороху з вищими адаптаційними можливостями, які забезпечують стабільно високу врожайність [81, 107, 131, 132, 133, 170, 218,]. Селекційно-генетичне поліпшення технологічних якостей рослин та біохімічного складу зерна гороху, як однієї з основних зернобобових культур, набуває значної актуальності [133, 225, 237, 270, 278]. Про необхідність розширення базової колекції генофонду зернобобових культур і створення сортів з потенціалом урожайності зерна 45 – 65 ц/га вказують А.В. Черенков та М.С. Шевченко [248], Н.В. Кринична [150].

Нині в "Реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні", переважають безлисточкові (вусаті) високоврожайні сорти гороху, що мають

добрі адаптивні властивості, підвищену стійкість до вилягання, високу технологічність вирощування, придатність для прямого комбайнування [66, 67, 68].

Сортовий склад гороху у виробництві тривалий час був представлений переважно середньо- та високорослими рослинами листочкового морфологічного типу, які у вологі роки переростали, що призводило до передчасного їх вилягання та розвитку хвороб, в результаті – різке зниження урожайності і якості зерна. Сорти нового покоління вусатого морфологічного типу за сприятливих погодних умов здатні формувати урожайність зерна понад 6 т/га. Рівень урожайності гороху у Франції, Англії становить понад 8 т/га [267]. У Франції створено клуб фермерів, що досягли 100-центнерних урожаїв зерна гороху.

В умовах виробництва економічно виправданим є вирощування сортів гороху з нижчим потенціалом урожайності, але придатних до збирання прямим комбайнуванням з мінімальними втратами. Існують думки, що вирощувати стійкі до вилягання сорти економічно доцільно навіть тоді, коли вони за урожайністю майже на 20 % поступаються схильним до вилягання листочковим формам [46].

Сучасні вусаті сорти створюють стоячий та вирівняний стеблостій гороху, що покращує розвиток рослин, збільшує їх продуктивність і надає можливість швидко і якісно зібрати урожай зерна [16, 70, 179]. Основною перевагою вусатих форм є те, що за рахунок сильно розвинених і міцно зчеплених вусів у посівах створюються умови для доброї аерації і освітлення нижнього ярусу рослини [225].

Існувала думка, що сорти безлисточкового типу не забезпечать урожайності на рівні звичайних. Результати вирощування показали, що нові сорти безлисточкового типу не поступаються кращим листочковим та існуючим стандартам [5, 108, 135, 141].

Як відзначає В.І. Січкар з співавт. [218, 220], за даними фізіологів листкові форми більш продуктивні, ніж вусаті, проте підвищена їх стійкість до

вилягання значною мірою компенсує незначне зменшення продуктивності та забезпечує їм перевагу в агроценозах у порівнянні з іншими формами. Більше того, сучасні безлисточкові сорти переважають за зерновою продуктивністю листкові.

Високий потенціал урожайності сучасних сортів гороху може бути максимально реалізований при вирощуванні їх за технологіями, які передбачають комплексне застосування факторів інтенсифікації [24, 85, 105, 131, 150, 188, 256, 280, 290].

Пріоритетним напрямом збільшення посівних площ гороху має бути вирощування високопродуктивних сортів вусатого морфологічного типу з високою потенційною продуктивністю, стійкістю до хвороб, вилягання і придатних до збирання прямим комбайнуванням, тому виникає потреба в удосконаленні технології вирощування [93].

В системі заходів, спрямованих на збільшення виробництва гороху вагоме місце належить саме новим сортам, які повинні мати високу урожайність, білковість, стійкість до хвороб, вилягання і бути придатними до прямого комбайнування [56, 89, 110]. Так, у низькорослих сортів з міцним стеблом рослини починають вилягати лише під час цвітіння, тоді як у високорослих сортів із довгим стеблом – ще до початку бутонізації (у фазу 8—10 листків). Короткостеблові сорти гороху характеризуються добре розвиненою механічною тканиною, мають розвинену транспортну систему стебла та краще забезпечення асимілянтами генеративних органів. У короткостеблових сортів доля бобів в сухій масі рослин у фазу воскової стиглості насіння складає 40—50%, стебел 30—40%, тоді як у довгостеблових сортів більша частина біомаси приходиться на стебла (50—60%), а менша на боби (12—20%).

Селекція гороху пройшла декілька якісних етапів зі створення високоврожайних сортів. За цей час відбулися зміни габітусу рослини, його морфометричних і біологічних показників. Якщо для сортів 40-70-х років минулого століття рівень урожайності не перевищував 3,0 т/га, то у 1970-1990 х роках потенційна врожайність становила більше 4,0 т/га. Довжина стебла старих

сортів становила більше ніж 1,5 м, а зараз навіть у сортів зерноукісного напряму використання вона не перевищує 1,1-1,3 м [108].

Створені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва за останні роки сорти гороху Девіз (2007), Царевич (2008), Глянс (2008), Отаман (2011), Оплот (2011), Меценат (2014), Гейзер (2015), Корвет (2016) повністю відповідають сучасним умовам високо інтенсивного виробництва, мають потенціал урожайності до 6 т/га, відзначаються стійкістю до вилягання та осипання зерна, придатні до прямого комбайнування, більше пристосовані, у порівнянні із зарубіжними сортами, до зональних кліматичних умов [126].

За комплексом господарських ознак та стійкістю до хвороб виділено сорти української селекції Меценат, Царевич, Магнат, Отаман [135].

За даними В.Ф. Камінського [103, 106, 112], правильний вибір сорту гороху гарантує підвищення врожайності зерна на 3-5 ц/га.

Урожайність гороху залежить від сорту, у сорту Астронавт вона становила 38,9 ц/га, у сорту Саламанка 38,5 ц/га, у Мадонни – 37,5 ц/га, і в Грегор – 36,8 ц/га [29].

Найвищу врожайність зерна у досліді з встановлення продуктивності сортів за внесення повного мінерального добрива у дозі $N_{30}P_{45}K_{60}$ у середньому за 2001-2004 рр. формували сорти Орендар -2,93 т/га і Харківський 320 - 2,89 т/га, а за 2001-2003 рр. - Норд -3,19, Беркут - 3,07, Орендар – 3,04 та Надійний – 3,02 т/га. У іншому досліді з вивчення комплексного впливу факторів інтенсифікації перевагу мав сорт Орловчанин з урожайністю 2,64-3,96 т/га, тоді як сорт Комет сформував урожайність на рівні 2,45-3,71 т/га, а Дамир 2 -2,31-3,57 т/га [95].

За даними Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, найвищу врожайність у середньому за 2007-2014 роки одержано у сорту Корвет – 2,47 т/га, сорту Глянс – 2,46 т/га та у сорту Магнат – 2,45 т/га [33].

В умовах північного Степу у середньому за 6 років (2011-2016), найбільшу врожайність зерна забезпечили сорти Царевич – 3,71 т/га, Глянц – 3,25, Світ – 3,38 т/га [187].

В інших дослідженнях сорт Царевич теж був урожайнішим (3,55 т/га), тоді як у сорту Харківський еталонний одержано лише 2,87 т/га [99]. Підтверджується висока продуктивність сорту Царевич іншими даними: серед вітчизняних сортів гороху вищу врожайність забезпечував Царевич - 3,44 т/га, а серед закордонних – Мадонна -3,44 т/га [98].

В умовах північної частини Лісостепу за вирощування гороху на сірому лісовому грунті вищий рівень урожайності забезпечили безлисточкові сорти Дамир 2 (3,67 т/га) та Модус (3,08 т/га), тоді як урожайність листочкових сортів була нижчою [141].

За результатами п’ятирічних досліджень встановлено, що урожайність гороху в умовах північного Степу України суттєво залежить від наявності і розподілу продуктивних опадів впродовж вегетації рослин. Найбільш адаптивними і стабільними за врожайністю зерна за усіх умов вирощування виявились сорти гороху селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр’єва – Девіз, Царевич, Оплот, Отаман, Харківський еталонний з середньою урожайністю зерна 2,30–2,79 т/га. Меценат і Девіз у найбільш сприятливому за зволоженням 2016 р. за врожайністю перевищували інші сорти у полігоні екологічного випробування на 1,25–2,17 т/га, а в посушливих умовах 2017 р. – на 0,28–0,76 т/га [46].

Найпродуктивнішими в окремі роки були сорти гороху Царевич — 3,71 т/га, Глянц — 3,25, Харківський еталонний — 3,06 (ІР ім. В. Я. Юр’єва) та Світ — 3,38 т/га (СГІ — НЦНС). У середньому за 6 років (2011–2016) найвищу врожайність зерна гороху (2,54 – 2,83 т/га) одержано в сортів Чернігівський, Царевич, Отаман та Оплот [150].

В умовах Лісостепу правобережного сорт Царевич формував урожайність 2,97-4,01 т/га, а сорт Улус 3,15 – 4,31 т/га [231,234,].

В інших дослідженнях, максимальну врожайність забезпечив сорт Юлій - 3,82 т/га [183].

В окремих дослідженнях вплив сорту був незначним. Так, за даними О.С. Чинчика [252], урожайність мало залежала від сорту, так у сорту Чекбек вона

становила 4,11 т/га, а в сорту Отаман – 4,10 т/га. У дослідженнях І.М. Дідура [69], урожайність гороху сорту Елегант залежно від досліджуваних чинників становила 3,56 – 4,32 т/га, а в сорту Дамир2 була дещо вищою 3,59 – 4,49 т/га. В умовах південного Степу урожайність гороху сортів Оплот і Царевич була однаковою і змінювалась у межах 2,0-2,9 т/га [40].

У дослідженнях на чорноземі важкосуглинковому середньоопідзоленому урожайність сортів гороху Чекбек та Отаман була майже однаковою – 4,02 та 4,04 т/га [146].

Створені сорти озимого типу, посівні площі яких незначні і вони потребують додаткового вивчення [268, 289].

1.2. Урожайність та якість зерна гороху залежно від елементів системи удобрення

Формування високої врожайності польових культур визначається надходженням поживних речовин у рослини та використанням їх разом з продуктами фотосинтезу і симбіотичної азотфіксації.

Основою високоврожайних технологій є удосконалена система удобрення гороху [1, 114, 118, 139, 159, 205, 244, 252]. Щодо особливостей мінерального живлення гороху, то вони обумовлені його специфічними біологічними властивостями, а саме, відносно слабкою реакцією на фактори інтенсифікації, насамперед на підвищені норми мінеральних добрив.

Незважаючи на великий обсяг теоретичних і експериментальних досліджень, питання удобрення гороху є неоднозначне і носить дискусійний характер. Кожен елемент мінерального живлення має специфічне значення. Нестача будь-якого з них призводить до порушення обміну речовин і фізіологічних процесів у рослин, погіршення їх росту та розвитку, зниження врожайності та його якості. Тому важливо було вивчити вплив на формування врожайності гороху найважливіших макро- і мікроелементів.

Горох має відносно короткий період вегетації, слабо розвинену кореневу систему, тому характеризується підвищеними вимогами до поживних речовин.

Для формування 1 ц насіння і відповідної кількості соломи горох використовує 4,5-6,0 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 і мікроелементи передусім молібден та бор [55, 98, 163, 193, 243, 260]. Щоб сформувати врожай зерна на рівні 4,0 т/га рослини гороху виносять із ґрунту 240-260 кг азоту, 48-50 фосфору і майже 80 кг калію [29, 63].

За вирощування гороху на родючих ґрунтах, які містять понад 150 мг/кг ґрунту доступних форм фосфору і калію, він здатний забезпечити високі врожаї без внесення добрив. На бідних ґрунтах за низького вмісту (менше 100 мг/кг ґрунту) фосфору і калію необхідно вносити добрива [53, 98].

Необхідно відмітити, що при внесенні мінерального азоту, рослини переходять на його споживання і бульбочки не утворюються. Відомо, що азотні сполуки негативно впливають на бобово-ризобіальний комплекс на всіх етапах формування та функціонування симбіозу, починаючи з утворення ризосфери та бульбочок, і закінчуючи процесом активної азотфіксації [48, 168, 267]. Азот мінеральних добрив є інгібітором азотфіксації [2, 145, 184, 191]. У разі внесення високих норм азотних добрив розвиток бульбочкових бактерій гальмується, знижується їх азотфіксуюча активність, тому рослини гороху переходять на живлення азотом, який внесений з мінеральними добривами [127, 163, 185].

Дослідженнями, проведеними на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ впродовж 2011–2013 рр. на чорноземі типовому малоґумусному важкосуглинковому встановлено, що найбільш сприятливі умови для формування азотфіксуючого симбіотичного апарату створюються за поєднання допосівної 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 [42]. Тому рекомендації щодо внесення більших чи менших (стартових) норм азотних добрив є досить суперечливими [159].

Процес азотфіксації розпочинається у фазі 2-3 листків, а найінтенсивніше засвоєння елементів мінерального живлення відбувається у фазах початку цвітіння – формування бобів. У цей час азотфіксація рослинами гороху досягає максимуму [267]. Є різні дані щодо обсягів симбіотичної фіксації. Горох під час вегетації зв'язує з повітря 40 - 90 кг азоту [146], 80 кг азоту [233]. За даними В. Січкаря [214], завдяки симбіотичній азотфіксації впродовж вегетації горох зв'язує орієнтовно 100 кг/га д.р. азоту. За даними інших дослідників, рослини гороху здатні зв'язувати азот повітря в кількості 100 – 150 кг/га д.р. [82, 94, 279]. У деяких дослідженнях цей показник збільшують навіть до 125-480 кг/га д.р. [182].

Одночасно дослідники вказують на те, що при високому забезпеченні фосфором і калієм, спостерігається недостатнє забезпечення рослин гороху азотом у фазах інтенсивного росту та наливання зерна [232].

За даними Інституту Фізіології рослин і генетики НАН України, застосування бактеріальних добрив забезпечує значний ефект. На варіанті, де насіння оброблене ризобофітом, приріст урожайності гороху сорту Мадонна становить 4,6 ц/га (14,2 %). Внесення в грунт аміачної селітри (N_{60}) пригнічує симбіотичну діяльність бульбочок, що призводить до зниження врожайності на 3,6 ц/га порівняно з варіантом із ризобофітом [144]. Позитивно впливає на активність симбіотичної азотфіксації використання сидеральних добрив [33].

Обробка насіння препаратом бульбочкових бактерій підвищує врожайність зерна на 1,5 – 3,0 ц/га [163, 219].

Аналіз показує, що єдиної думки щодо внесення мінеральних азотних добрив під горох немає. Одні дослідники вважають, що рослини здатні повністю забезпечувати себе азотом за рахунок фіксації його з повітря. Інші стверджують, що до початку симбіотичної фіксації (впродовж 15-25 днів після сходів) живлення йде за рахунок грунтового азоту, тому важливо вносити стартові дози азотних добрив [285, 286]. Є й третя думка, яка полягає в тому, що отримання високих (4,0-5,0 т/га) урожаїв зерна гороху можливе лише шляхом переходу на

живлення з мінерального азоту добрив, оскільки обсягів азотфіксації в даному випадку недостатньо [264].

Застосування фосфорних добрив стимулює ріст кореневої системи та активність бульбочкових бактерій, зменшуючи негативну дію азоту на процес бульбочкоутворення. Бульбочки переводять важкорозчинні сполуки фосфору у доступні для засвоєння рослинами гороху форми, тобто симбіоз бульбочкових бактерій з горохом поліпшує забезпечення рослин не тільки азотом, а й фосфором. Нестача цього елементу в ґрунті порушує формування репродуктивних органів, затягується період достигання зерна [55, 63, 98, 163, 193]. Фосфор підвищує стійкість рослин до посухи, низьких температур і ураження хворобами [87]. За недостатнього забезпечення рослин фосфором скорочується засвоєння азоту і навпаки [42].

Калійні добрива підвищують посухостійкість, покращують обмін і пересування вуглеводів, стимулюють інші важливі функції у клітинах рослин. Крім того, він нормалізує азотне та фосфорне живлення рослин гороху. Є дані, що калійне голодування призводить до зниження вмісту білків у зерні. Калійні добрива на азотно-фосфорному фоні в нормі $К_{60}$ підвищують урожайність на 0,23-0,67 т/га [63]. За даними Ю.А. Злобіна[87], калій позитивно впливає на вміст білку в зерні. Під горох не рекомендується вносити калійні добрива, що містять хлор [28, 260].

Магній входить до складу хлорофілу, позитивно впливає на життєдіяльність бульбочкових бактерій, бере участь у багатьох ланках обміну речовин [98, 255, 243]. На ґрунтах з низьким вмістом магнію (менше 20-50 мг/кг ґрунту) рекомендується вносити магнієві добрива з розрахунку 30-40 кг/га MgO [159, 265].

За даними білоруських дослідників, підвищення забезпеченості грунту обмінним Mg с I до III рівня (від 46–50 до 138–147 мг Mg на кг грунту) обумовило підвищення урожайності зерна гороху в контрольному варіанті без добрив з 29,2 до 39,8 ц/га. У варіантах з листковим підживленням сульфатом магнію найвищу врожайність одержано на II рівні забезпеченості грунту обмінним магнієм.

Максимальна урожайність 50,7 ц/га формувалась у варіанті $N_{30}P_{60}K_{120}+S_{36}+Mg_{1,5}$. Внесення 36 кг/га сірки супроводжувалось приростом урожайності зерна гороха на 4,6 ц/га на I рівні, на 3,0 ц/га на II рівні вмісту у грунті обмінного магнію. Листкове підживлення сульфатом магнію в дозах 1,0 і 1,5 кг/га сприяли одержанню значних прибавок зерна на I рівні – 6,1–6,6 ц/га, на II рівні – 4,1–5,1 ц/га. Істотної різниці між дозами Mg 1,0 и 1,5 кг/га не спостерігалось [221].

Зернобобові культури відносяться до середньо вимогливих до забезпечення сіркою [159]. Горох в процесі вегетації засвоює 20-40 кг/га цього мікроелементу. Сірка один з головних складників білку. Не можлива високоефективна дія азоту на ріст урожайності без достатнього забезпечення сіркою. За рівнем засвоєння рослинами сірка посідає четверте місце після азоту, калію і фосфору. Рослини засвоюють сірку впродовж вегетації, а найбільше – до фази цвітіння.

За результатами досліджень ННЦ "Інститут землеробства НААН" внесення азотних добрив у підживлення на IV та IX етапах органогенезу забезпечує прибавку врожайності на 0,54-1,10 т/га [63, 117].

Зустрічаються дуже різноманітні рекомендації щодо норми внесення мінеральних добрив при вирощуванні гороху. Розбіжність у параметрах норм пояснюється різними грунтово-кліматичними умовами вирощування, сортовими особливостями, моделями технологій вирощування.

В умовах північного Степу для одержання врожайності на рівні 2,2 т/га рекомендується вносити невеликі норми добрив - $N_{30}P_{30}K_{30}$ [153]. В умовах лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому доцільно вносити $N_{30}P_{45}K_{45}$ з подальшим підживленням рослин у фазі гілкування N_{15}, що дає змогу підвищити врожайність до 3,67 т/га [82].

Мартинюк О.М. [165] для одержання врожайності зерна на рівні 3,0-3,5 т/га в умовах західного Лісостепу рекомендує вносити восени $P_{40}K_{60}$ та N_{20} перед сівбою.

Найвищий урожай зерна гороху сортів Чекбек (3,81 т/га) та Клеопатра (4,23 т/га) забезпечив проект технології, який включав внесення мінеральних добрив у дозах $N_{15}P_{60}K_{90}$ у поєднанні з дворазовим підживленням азотними добривами по N_{15} і внесення рістстимулюючого препарату «Росток» з обробкою насіння поліштамом та застосування інтегрованої системи захисту посіву [65].

Дослідники М.І. Бахмат та К.С. Небаба при вирощуванні гороху посівного в умовах західного Лісостепу пропонують вносити мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{30}K_{45}$ [22].

Найвищий рівень урожайності сортів гороху безлисточкового морфотипу Дамир 2 (3,67 т/га) та Модус (3,08 т/га), листочкового морфотипу Елегант (3,46 т/га) і Світязь (3,27 т/га) забезпечує технологія, яка передбачає внесення повної дози мінеральних добрив $N_{30}P_{45}K_{60}$ [141].

За даними Дворецької С.П та Камінського В.Ф. [62, 117], найсприятливіші умови для формування 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) склалися на варіантах з внесенням $N_{45}P_{60}K_{60}$ та $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у підживлення на VII етапі органогенезу. Внесення мінеральних добрив зумовило зростання врожайності в межах від 0,27 до 1,09 т/га, передпосівне інокулювання насіння - на 0,11-0,41 т/га. Застосування препарату рістстимулюючої дії Росток забезпечило приріст урожаю 0,03-0,20 т/га.

В умовах Білорусі найбільш ефективною дозою мінеральних добрив під горох польовий виявилась $N_{30}P_{75}K_{120}$, яка забезпечила врожайність 34,6 ц/га [36].

За іншими даними, найвищу врожайність зерна гороху одержано при внесенні $N_{50}P_{70}K_{40}$ – 2,71 т/га [143].

Оптимальним за впливом на продукційний процес (3,5 т/га) є вирощування гороху за норм мінеральних добрив, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$ у поєднанні з ризогуміном [248]. Таку ж норму мінеральних добрив для одержання врожайності сортів Вінничанин та Світязь на рівні 3,55 т/га пропонує вносити Р.А. Антипін [15].

За даними Н.В. Телекало [234, 235], оптимальна норма добрив становить $N_{45}P_{60}K_{60}$. У дослідженнях Т.М. Рябоконь [207, 208] під горох рекомендує дещо вищу норма внесення азотних і фосфорних добрив $N_{45}P_{60}K_{90} + N_{15}$.

Приріст урожайності від застосування мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$, порівняно до варіанту без добрив, становила 0,46 т/га [42].

Пилипенко В.С. [196, 197] для одержання врожайності на рівні 4,0-4,5 т/га рекомендує в умовах правобережного Лісостепу наступну систему удобрення гороху: внесення в основне удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проведення листкового підживлення в декілька прийомів впродовж вегетації – $N_{10}P_{10\ ввсн\ 12\text{-}13} + N_{10}P_{10\ ввсн\ 51\text{-}59} + N_{10}P_{10\ ввсн\ 60\text{-}69}$.

Внесення фосфорних та калійних добрив збільшувало врожайність, залежно від сорту на 0,1 - 0,3 т/га. Приріст від застосування повного мінерального добрива становив 0,5 т/га (24 %). Найбільший приріст урожаю від внесення добрив забезпечували сорти Фараон, Спартак [49].

В умовах північно-східного Лісостепу України поєднання передпосівної інокуляції насіння бактеріальним препаратом ризогумін та внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ обумовило підвищення врожайності зерна до 2,82 т/га, що на 0,8 т/га більше у порівнянні з контролем [61].

Доцільно диференціювати норму добрив залежно від програмованого рівня врожайності, що видно з результатів багатьох досліджень. Так, Камінський В.Ф. [103], для найповнішої реалізації потенційної продуктивності сортів гороху пропонує вносити вищу норму добрив $N_{45}P_{60}K_{60\text{-}90}$, а за недостатнього ресурсного забезпечення зменшувати її до $N_{15\text{-}30}P_{30\text{-}45}K_{30\text{-}60}$.

Необхідно відзначити за деякими даними низьку ефективність добрив. Так, в умовах Київської області сорт гороху Харківський еталонний за внесення $N_{45}P_{90}K_{90}$ формував лише 2, 28 т/га [35].

В умовах північної частини правобережного Лісостепу на сірому лісовому грунті рекомендується вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{60}K_{90} + N_{15}$ у підживлення в фазі інтенсивного росту, що забезпечує у сприятливі роки урожайність на рівні 5,41 т/га [116].

Для одержання урожайності зерна на рівні 4,54 – 4,89 т/га пропонується система удобрення з переважанням азоту – $N_{60-90}P_{20-30}K_{30-45}$ [69].

У дослідженнях В.В. Волкогона та М.А. Журби [37], найвища врожайність гороху (3,35 та 3,62 т/га) формувалась за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Внесення макродобрив може не забезпечувати очікуваного приросту врожайності без застосування мікродобрив [83]. Для покращення симбіотичної фіксації азоту необхідно використовувати бор, молібден, кобальт [193, 287]. Застосування комплексних мікроелементних препаратів на різних фонах мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності на 0,10-0,56 т/га [97]. У дослідженнях І.М. Дідура [69], дворазове застосування Кристалону особливого сприяло формуванню у сорту Елегант на одній рослині 25,1-25,4 насінин, а в сорту Дамир 2 29,0-29,4 шт, що на 5-8 насінин більше від контролю.

В останні роки у технологіях вирощування гороху широко застосовуються велика кількість регуляторів росту і біопрепаратів [43, 95, 100, 151, 214, 216, 235]. Доцільність внесення багатьох з цих продуктів, на нашу думку, є досить дискусійною. Проте частина дослідників вказує, що за обробки насіння і рослин біопрепаратами урожайність зерна гороху зростає [45, 51, 99, 101, 102, 154, 171, 229, 251].

Так, передпосівна обробка насіння ризогуміном або гуматмікроелементним препаратом ГК-А сприяла підвищенню врожайності культури на 11,3–13,3% [211].

Токоферол в концентрації 0,1 г/л за позакореневої обробки посівів гороху збільшував кількість стручків на рослинах, кількість насінин у стручку та масу 1000 насінин, що призвело до зростання біологічної урожайності на 20 % [137].

Застосування комплексних мікроелементних препаратів на різних фонах мінерального живлення сприяло підвищенню врожайності зерна культури на 0,10–0,56 т/га. Найефективнішою виявилася передпосівна обробка насіння препаратами Дефенс С + хелат молібдену та обприскування посівів у фазі бутонізації сумішшю препаратів хелат молібдену + карбамід або антистрес + хелат молібдену + карбамід [211].

1.3. Вплив норм висіву насіння на продуктивність гороху

Для нормального росту і розвитку рослин потрібна відповідна площа живлення, за якої вони будуть мати достатньо поживних речовин, води і сонячної енергії для створення необхідної вегетативної маси і формування зерна. Шляхом збільшення чи зменшення площі живлення можна підвищити ефективність мінеральних добрив. Продуктивність гороху найвища за оптимальної норми висіву, величина якої залежить від кліматичних умов, родючості грунту, попередника, удобрення, сорту, строків і способів сівби, якості насіння тощо.

На думку Грищука П.І. [56, 57], науковці та виробничники й до нині не мають єдиної думки щодо встановлення оптимальної норми висіву для польового ценозу гороху посівного. Велика кількість повідомлень має значну давнину, виконана за різних регіональних умов, а комплексні дослідження з вивчення впливу норм висіву, способу сівби та погодних умов на формування врожаю зерна гороху в багатьох підзонах майже не проводилися.

Важливо встановити оптимальну норму висіву сортів гороху для певних грунтово-кліматичних умов [113, 128, 193, 228, 244]. Норма висіву повинна забезпечити оптимальну густоту посіву. Розраховують її з урахуванням індивідуальної площі живлення рослин, і для гороху вона становить 100−130 $см^2$ [57].

Норму висіву встановлюють залежно від біологічних особливостей сорту і грунтово-кліматичної зони вирощування [160]. Вона коливається від 0,8 до 1,4 млн схожих насінин на гектар [57, 161, 162,]. У посушливих умовах висівають насіння менше, у зоні достатнього зволоження більше.

Для формування високої врожайності гороху необхідно забезпечити оптимальну кількість рослин на одиниці площі, що досягається встановленням відповідної норми висіву. Як на зріджених, так і на загущених посівах урожайність та якість зерна істотно знижується. За низької норми висіву, навіть за певного зростання продуктивності окремої рослини, збори зерна з одиниці площі зменшуються, оскільки зріджені посіви не повністю використовують

запаси поживних речовин і вологу. Зріджені посіви менш урожайні і сильніше забур'янюються [193].

За надмірного загущення врожайність насіння істотно не збільшується, а якість його навіть погіршується [57]. Загущені посіви страждають від нестачі світла, мають менш розвинену кореневу систему, знижують біологічну фіксацію азоту атмосфери. Особливо страдають при загущеному посіві рослини в посушливий рік, за нестачі вологи в період цвітіння, формування бобів і наливання зерна. За надмірної норми висіву збільшується обсяг зеленої маси, загущені рослини формують менше бобів і зерен, рано і сильно вилягають, що утруднює процес збирання врожаю.

Отже, оптимальна густота рослин і забезпечення елементами живлення є найважливішими умовами, від яких залежить продуктивність посівів. Тому важливо вивчити, як саме різні норми висіву впливають на густоту та продуктивність рослин, а також на процеси формування елементів структури врожайності. Оптимальна густота рослин перед збиранням є критерієм правильності встановлення норми висіву під час сівби, що визначається шляхом проведення польових дослідів. Потрібно враховувати, що в різних грунтово-кліматичних зонах оптимальна густота рослин може коливатися в широких межах і не залишається постійною впродовж вегетації [160].

Велике значення в технології вирощування гороху має норма висіву насіння, за допомогою якої можна сформувати стеблостій, який забезпечує найвищу продуктивність рослин. Норми висіву гороху залежать від зони вирощування, особливостей сорту, посівних якостей насіння. Оптимальна норма висіву сортів гороху безлисточкового типу становить 1,2–1,4 млн. схожих зерен на 1 га. Є рекомендації, за ранніх строків сівби норму висіву насіння збільшувати на 10% [230].

Згідно аналізу П.І. Грищука [57], норми висіву гороху можна систематизувати таким чином: для довгостеблових укісних сортів рекомендовані норми висіву становлять 0,8−0,9 млн, для сортів листочкового морфотипу – 1,0−1,2, а для зернових короткостеблових – 1,5 млн/га. Для

високорослого вусатого морфотипу оптимальною є норма висіву 0,8−0,9 млн/га, а для сортів напівлисточкового, як і для сортів традиційного листкового морфотипу -1,0−1,2 млн/га.

За даними німецьких селекційних станцій, оптимальною нормою висіву гороху для умов Німеччини є 0,7-0,8 млн/га. І лише при запізненні з сівбою її варто збільшувати до 0,80-0,85 млн/га. В умовах Польщі висівають 0,8-1,0 млн/га [265, 277]. Для умов Чехії пропонується висівати 0,9-1,1 млн/га [268]. В українських джерелах рекомендуються значно вищі норми висіву – 1,0-1,2 млн/га [30, 174]. Дослідження норм висіву 0,6 млн/га, 0,8 млн/га та 1,0 млн/га показали, що в умовах Сквирського району Київської області у сортів Мадонна, Саламанка і Астронавт найвища врожайність формується за висіву 1,0 млн/га. Зменшення норми висіву до 0,8 млн/га призводить до зниження врожайності на 1,9 – 5,6 ц/га [30].

В інших дослідженнях, оптимальна норма висіву сортів гороху Саламанка, Астронавт, Мадонна, Грегор теж становила 1,0 млн/га [29].

За даними Інституту рослинництва ім. В.Я Юр'єва, недоцільно збільшувати норму висіву вище, ніж 1,2 млн/га [126].

Установлено, що для ранньостиглих білоквіткових сортів гороху за оптимальних умов кількісна норма висіву становить 1,2−1,4 млн схожих насінин на 1 га, а для червоноквіткових сортів і пелюшки вона на рівні 1,0−1,2 млн [57].

В умовах Півдня України при вирощуванні сортів гороху безлисточкового морфотипу за умови достатнього вологозабезпечення найкращі результати забезпечує норма висіву 1,1 млн/га, а за недостатніх запасів продуктивної вологи в грунті найвищу врожайність формують посіви з нормою висіву 0,8 млн/га [205].

За даними Н.В. Телекало [230], норма висіву гороху сортів Отаман і Грегор повинна становити 1,1-1,3 млн/га.

За даними низки дослідників, оптимальна норма висіву сортів гороху безлисточкового типу становить 1,2-1,4 млн/га [99, 226, 231].

Оптимальною нормою висіву насіння гороху вусатого в умовах північного Степу на фоні добрив є 1,4 млн/га [43, 45, 93, 153].

У дослідженнях Л.В. Король [139, 140] оптимальна норма висіву гороху сортів Улюбленець та Юлій підвищена до 1,5 млн/га.

Збільшення норми висіву гороху на чорноземі звичайному з 1,0 млн/га до 1,5 млн/га забезпечило приріст урожайності у всіх сортів на 0,13-0,40 т/га [240]. При цьому відбулось зменшення показників індивідуальної продуктивності рослини, яке було компенсоване за рахунок збільшення густоти рослин [239].

Зустрічаються рекомендації збільшувати норму висіву гороху до 1,6 млн/га [206].

За даними О.В. Ільєнка [92], при вирощуванні сорту Харківський еталонний в умовах північного Степу норма висіву має становити 1,4 млн/га, збільшення її до 1,6 та 1,8 млн/га призводить до зменшення врожайності внаслідок зниження кількості бобів і зерен через нестачу продуктивної вологи в грунті та самозатінення. На основі проведених досліджень і отриманих результатів можна зробити попередній висновок, що посіви гороху вусатого морфологічного типу найбільш ефективно використовували вологу при сівбі з нормою 1,8 млн схожих насінин/га [91].

Зустрічаються дослідження [228], в яких автори пропонують збільшувати норму висіву для загущіння посівів гороху, як метод боротьби з бур'янами. На наш погляд, у сучасних технологіях вирощування це можливо лише у біологічному рослинництві.

Оптимальною нормою висіву насіння гороху вусатого морфологічного типу сорту Харківський еталонний в умовах північного Степу на фоні внесення мінеральних добрив нормами $N_{15}P_{15}K_{15}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ (2011 – 2014 рр.) була 1,4 млн шт./га [45].

В умовах північного Степу найефективнішою виявилася сівба гороху з нормою висіву насіння 1,4 млн шт./га сорту Харківський янтарний зі 100%-м складом насіння (2,28 т/га) або з використанням насіння сортів листочкового морфотипу (Харківський янтарний) і безлисточкового (Харківський еталонний)

у суміші 75:25% (2,21–2,24 т/га). Посіви гороху в цих варіантах були повністю придатними для прямого комбайнування [45].

До завдань насінницьких посівів входить отримання не тільки високої врожайності, а й виповненого якісного насіння, яке здатне забезпечувати дружні та рівномірні сходи культури, тому норма висіву в таких посівах не повинна перевищувати 1,0 млн/га [205].

Проте, в науковій літературі є низка даних з різних ґрунтово-кліматичних умов (Україна, Росія, Італія), згідно яких істотних відмінностей як за рівнем урожайності, так і посівною якістю при вирощуванні гороху на насіння, залежно від використання норм висіву 0,6 млн, 0,9 і 1,2 млн схожих насінин/га, встановлено не було. При цьому, дещо нижча врожайність за мінімальної норми висіву (0,6 млн), компенсувалася значно більшим коефіцієнтом розмноження. З вищенаведеного огляду літературних джерел можна зробити висновок, що встановлення оптимальної кількісної норми висіву гороху потребує подальшого вивчення з обов'язковим врахуванням сортових особливостей, морфотипу рослин, регіону вирощування тощо [57].

Таким чином, зустрічаються чимало суперечливих даних про вплив норми висіву на урожайність зерна гороху, що обумовлюється різними грунтово-кліматичними умовами, рівнем інтенсифікації технології вирощування тощо, що свідчить про необхідність подальшого проведення досліджень з оптимізації норм висіву нових сортів гороху з врахуванням особливостей їх живлення в умовах західного Лісостепу.

Висновки до розділу 1

Аналіз літературних джерел з тематики досліджень свідчить про можливість удосконалення як окремих елементів технології вирощування гороху, так і технології в цілому. З метою підвищення врожайності зерна до рівня 6-7 т/га та стабілізації виробництва гороху за роками необхідно дослідити такі питання:

- потребує детальнішого вивчення питання вибору сорту та реалізація генетичного потенціалу за інтенсивної технології вирощування;
- на даний час немає єдиної думки щодо сили впливу елементів живлення на ріст, розвиток і особливості формування продуктивності гороху. Тому доцільним є удосконалення системи удобрення, а саме вивчення впливу на врожайність зерна гороху фосфору і калію, азоту, сірки, магнію, як окремого так і сумісного їх внесення, з урахуванням грунтово-кліматичних умов зони вирощування;
- для західного Лісостепу для умов достатнього і надмірного зволоження не встановлено економічно обґрунтовані норми висіву насіння для різних сортів гороху, тому є потреба в уточненні цього елементу технології;

Отже, відсутність високоврожайної технології вирощування гороху для умов західного Лісостепу, потребує оптимізації основних елементів технології, особливо актуальним є вибір сорту, норми висіву, удосконалення системи удобрення. Розв'язанню цих проблем і присвячена дана робота.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика ґрунту дослідних ділянок

Дослідження проводились у зоні Лісостепу. Вона займає близько 38 % території у західних областях. На півночі зона межує з Поліссям, природна межа з яким на всьому протязі виражена чітко. Менш чітка границя на переході до північного Степу. Прикарпатська грунтова провінція (західний Лісостеп) займає територію Волино-Подільської височини і включає Волинське і Подільське плато, Опілля і Розточчя. Грунтовий покрив зони складний, місцями досить різноманітний. Найбільш поширені опідзолені глибокі малогумосні чорноземи, темно-сірі, сірі, світло-сірі лісові грунти.

Темно-сірі опідзолені грунти за своїми властивостями наближаються до чорноземів опідзолених. Вони характеризуються доброю структурністю та високою вбірною здатністю. Мають гумусово-ілювіальний горизонт, потужністю 20-30 см та ілювіальний горизонт, який досягає глибини 40 см [3, 236].

У темно-сірих опідзолених грунтах ознаки опідзолення порівняно слабо помітні, а процеси акумуляції гумусу – інтенсивні. Вміст гумусу становить 2-5 %. У складі гумусу переважає група гумінових речовин, тому тип гумусу фульватно-гуматний. Щільність орного шару грунту коливається на рівні 1,1-1,3 г/см^2. Реакція грунтового розчину слабокисла (pH сольове коливається в діапазоні 5,3-6,0) [261].

Ці грунти мають добрі агрофізичні властивості, у них достатньо водостійких агрегатів, вони менше запливають. За гранулометричним складом темно-сірі опідзолені грунти переважно середні та важкі суглинки. Вони більше оструктурені порівняно із ясно-сірими та сірими лісовими грунтами. Кількість продуктивної вологи в метровому шарі грунту становить 150-175 мм [58].

Мають високу вологоємність та високу природну родючість. Ступінь забезпечення поживними речовинами середня і висока. Підвищують родючість темно-сірих грунтів шляхом внесення мінеральних добрив, особливо фосфорних, тому що в цих грунтах переважають мінеральні фосфати заліза, які важко доступні для рослин [149, 261]. У зв'язку з відносно низьким вмістом гумусу грунти бідні на загальний азот, тому більшість культур добре реагують на внесення азотних добрив.

Агрохімічна характеристика темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового грунту дослідної ділянки подана в табл. 2.1. Згідно групуванню грунтів за ступенем кислотності та лужності грунт дослідної ділянки у всі роки досліджень належить до категорії близьких до нейтральних.

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки [74,75,76,77,78,79]

Показник	2017р	2018р	2019р
Вміст загального гумусу – за методом Тюріна в модифікації Нікітіна (ДСТУ 4289:2004), %	2,2	2,2	2,3
pH сольове - потенціометрично (ДСТУ ISO 10390-2007)	6,0	6,0	6,1
Гідролітична кислотність (Hг) – за методом Каппена (ДСТУ 7537:2014), мг-екв/100 г грунту	1,6	1,6	1,7
Суму ввібраних основ - за методом Каппена (ГОСТ 27821-88), мг-екв/100 г ґрунту	18,9	20,0	20,4
Легкогідролізований азот за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015), мг/кг грунту	101	106	112
Рухомі сполуки фосфору за Чириковим (ДСТУ 4115-2002), мг/кг грунту	124	120	128
Обмінний калій за Чириковим (ДСТУ 4115-2002), мг/кг грунту	105	95	110

Вміст гумусу середній – 2,2 – 2,3. Уміст азоту (101 - 112 мг/кг грунту) у всі роки за ступенем забезпечення відноситься до класу низьких. Відповідно групуванню грунтів за вмістом рухомого фосфору та калію, ці два елементи відносяться до підвищеного ступеня забезпеченості

Отже, дані грунти є придатними для формування високої врожайності всіх польових культур, в тому числі гороху, за умови дотримання вимог технології.

2.2. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень

Погодні умови і в сучасних технологіях відіграють вирішальну роль у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур. Аналіз умов середовища і реакції на них культури, дозволяє обґрунтувати функціональну здатність рослин і повніше використати потенціал їх продуктивності в кожній грунтово-кліматичній зоні. Це важливо не лише для районування сортів, але й для удосконалення певних елементів технології вирощування.

У зв’язку з глобальними змінами клімату важливо встановити реакцію сільськогосподарських культур на нові умови вирощування. Однією з проблем адаптації рослин до нових агрокліматичних умов є встановлення оптимального рівня тепла і вологи [72, 227].

Залежність рівня реалізації генетичного потенціалу гороху від погодних умов досить висока. При цьому, найбільший вплив на продуктивність культури в усіх ґрунтово-кліматичних зонах мають умови зволоження та температурний режим, які складаються впродовж вегетаційного періоду й особливо від початку закладання генеративних органів до цвітіння [65]. Погодні умови в значній мірі впливають на врожайність гороху [104, 115, 129,].

Головним фактором, який визначав рівень реалізації потенціалу продуктивності гороху й ефективності дії складових технології в умовах 2011-2013 рр., виявився рівень вологозабезпечення культури, що визначався кількістю опадів упродовж вегетаційного періоду [65].

У наших дослідженнях рівень вологозабезпеченості був достатнім у всі роки досліджень, а більші зміни фаз вегетації і рівня врожайності відбулись під впливом температури повітря (табл. 2.2). Аналіз показників температури показує, що середня річна сума температура була вищою від середніх багаторічних даних.

Таблиця 2.2

Температура повітря в роки проведення досліджень,°С [223]

Місяці	Середні багато-річні дані	2017р	Відхи-лення від середніх багато-річних	2018р	Відхи-лення від середніх багато-річних	2019р	Відхи-лення від середніх багато-річних
Січень	-3,8	-6,4	-2,6	-0,5	+3,3	-3,5	+0,3
Лютий	-2,3	-1,1	+1,2	-4,1	-1,8	1,6	+3,9
Березень	1,4	5,6	+4,2	-0,7	-2,1	4,8	+3,4
Квітень	8,1	8,1	0	13,5	+5,4	10,0	+1,9
Травень	14,0	13,7	-0,3	17,0	+3,0	13,1	-0,9
Червень	16,9	18,1	+1,2	18,3	+1,4	21,1	+4,2
Липень	18,6	18,4	-0,2	19,1	+0,5	18,2	-0,4
Серпень	17,8	19,9	+2,1	19,8	+2,0	19,7	+1,9
Вересень	13,4	14,1	+0,7	14,9	+1,5	14,3	+0,9
Жовтень	8,4	8,9	+0,5	10,2	+1,8	10,3	+1,9
Листопад	2,7	3,6	+0,9	3,3	+0,6	6,3	+3,6
Грудень	-1,8	1,3	+3,1	-0,6	+1,2	1,5	+3,3
За рік	7,8	8,7	+0,9	9,1	+1,3	9,8	+2,0

Так, у 2017 році середня річна сума температур становила 8,7 °С, що більше від середньобагаторічної (7,8°С) на 0,9°С (табл. 2.2). У 2018 році було ще тепліше – у середньому за рік 9,1°С, що вище від багаторічних даних на 1,3°С. У 2019 році річна температура теж перевищила багаторічну на 2,0°С. Тобто,

негативного впливу річної температури на формування врожайності зерна гороху не виявлено.

Для формування врожайності гороху особливе значення має температура повітря під час вегетаційного періоду. У перший рік досліджень температура повітря у квітні-липні була близькою до норми (рис. 2.1), тому вегетаційний період був найдовший за роки досліджень (див. підрозділ 3.1), а урожайність найвищою (див. табл. 4.1; 4.2). Запасів вологи в грунті було достатньо, тому зниження кількості опадів у червні (табл. 2.3) не призвело до дефіциту вологи.

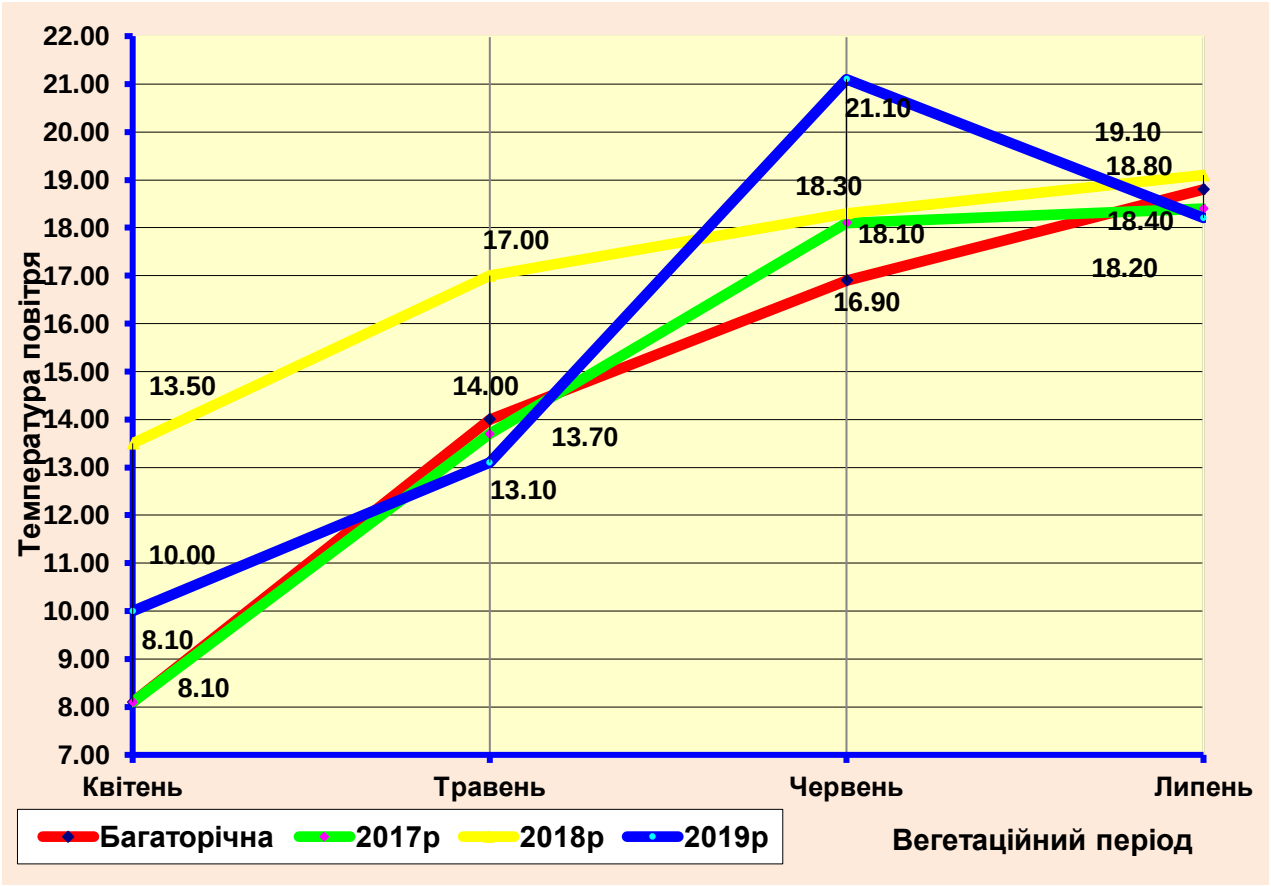

Рис. 2.1. Температура повітря під час вегетації у період з квітня по липень, мм

У 2018 році було значне перевищення температури, порівняно з середньою багаторічною. Так, у квітні температура була вищою на 5,4°С (!), у травні – на 3,0°С, у червні – 1,4°С та у липні – на 0,5°С, що в сумі за період вегетації становить 9,9°С (!). Це був основний чинник, що призвів до зменшення тривалості вегетації на 5 днів, порівняно з 2017 роком. Зменшилась

також урожайність. Крім температурного режиму, урожайність у 2018 році зменшилась також внаслідок нерівномірного розподілу опадів. Якщо за квітень-травень кількість опадів була на 36 мм меншою, то в червні випало 153 мм, що на 69 мм більше за норму (табл.2.3). Це спричинило витіснення повітря з грунту, створило дефіцит кисню для кореневої системи і зменшення врожайності зерна.

Таблиця 2.3

Сума опадів у роки проведення досліджень, мм [223]

Місяці	Середні багато-річні дані	2017р	Відхи-лення від середніх багато-річних	2018р	Відхи-лення від середніх багато-річних	2019р	Відхи-лення від середніх багато-річних
Січень	27	28	+1	22	-5	63	+36
Лютий	31	47	+16	61	+30	23	-8
Березень	32	38	+6	48	+16	25	-7
Квітень	42	49	+7	24	-18	37	-5
Травень	69	81	+12	51	-18	161	+92
Червень	84	31	-53	153	+69	41	-43
Липень	88	75	-13	123	+35	74	-14
Серпень	71	41	-30	78	+7	102	+31
Вересень	59	138	+79	76	+17	50	-9
Жовтень	39	61	+22	66	+27	29	-10
Листопад	41	64	+23	33	-8	43	+3
Грудень	32	108	+76	83	+51	30	-2
За рік	615	761	+146	818	+203	678	+63

У 2019 році температура повітря за період вегетації (квітень-травень) була на 4,8°С вища, порівняно з середньою багаторічною, але на 5,1°С меншою порівняно з 2018 роком. Як наслідок, фаза повної стиглості настала на день пізніше, порівняно з попереднім роком. Основною причиною зменшення

урожайності порівняно з попередніми роками, особливо з 2017 роком стало перезволоження грунту у травні (рис.2.2). У цей місяць випало 161 мм, що на 92 мм вище від середньої багаторічної норми. Внаслідок надмірної кількості опадів повітря було витиснуте з грунту, що обмежило засвоєння елементів живлення, наростання біомаси і негативно вплинуло на формування зернової продуктивності гороху.

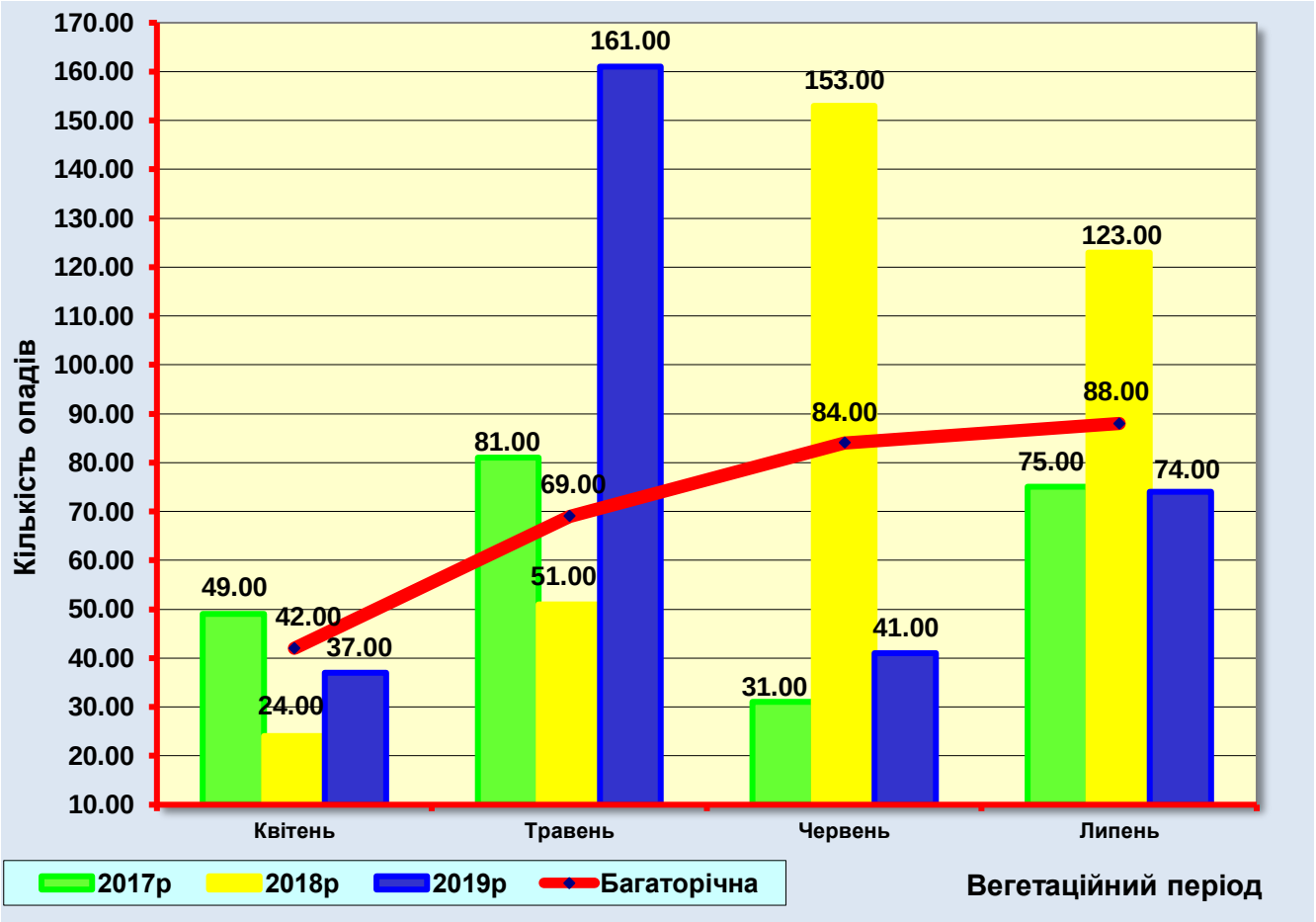

Рис 2.2. Сума опадів під час вегетації у період з квітня по липень, мм

Отже, в цілому гідротермічні умови в роки досліджень були сприятливими для формування високої врожайності зерна гороху. Найбільш сприятливий температурний режим і рівномірність зволоження склалися у 2017 році і такий рівень гідротермічних ресурсів забезпечив формування найвищої врожайності за роки досліджень. Надмірна кількість опадів у червні та висока температура за період вегетації (+9,9°С до норми) призвели до зниження

врожайності зерна у 2018 році. У 2019 році одержано найменшу врожайність за роки досліджень, основною причиною цього було перезволоження ґрунту внаслідок надмірної кількості опадів у травні (+92 мм).

2.3. Методика проведення досліджень.

Для оптимізації досліджуваних елементів технології вирощування гороху у 2017 - 2019 рр. на дослідному полі Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті проведено польові дослідження.

Відповідно до робочих гіпотез та поставлених завдань було розроблено схеми двох дослідів. Польові досліди проводили відповідно до загальноприйнятої методики (Доспехов Б.А., 1985) [73].

Загальна площа елементарної ділянки складала 60 м^2, облікова площа ділянок - 50 м^2, повторність досліду триразова, розміщення ділянок – систематизоване.

Дослід № 1. Урожайність сорту гороху Мадонна залежно від удобрення. Об'єкт дослідження – горох сорту Мадонна і дев’ять варіантів внесення мінеральних добрив: 1. P_0K_0 – контроль; 2. P_0K_0 + Оптімайз Пульс; 3. $P_{60}K_{60}$; 4. $P_{60}K_{60} + N_{60}$; 5. $P_{60}K_{60} + S_{30}$; 6. $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$; 7. $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 8. $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 9. $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га). Завданням досліджень було встановлення ефективності внесення фосфорних, калійних, азотних, сірчаних та магнієвих мінеральних добрив.

Дослід № 2. Урожайність сортів гороху залежно від норм висіву. У досліді вивчали три сорти гороху Мадонна, Готівський та Отаман з шести нормами висіву 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 млн/га. Доцільність вивчення цих сортів обґрунтовується найбільшим поширенням їх в умовах західного Лісостепу. Діапазон норм висіву був вибраний виходячи з аналізу рекомендацій з літературних джерел.

На всіх варіантах, крім першого, насіння оброблене бактеріальним препаратом Оптімайз Пульс (3,3 л/т). Препарат Оптімайз Пульс містить чисту культуру азотфіксуючих бактерій Rhizobium leguminosarum та ліпохітоолігосахарид, який продовжує термін виживання бактерій на насінні.

Суперфосфат потрійний (P_{46}), хлористий калій (K_{60}) та сірчані добрива (Вігор,S_{90}) вносили восени під оранку. Магнієві (сульфат магнію, $S_{30}Mg_{20}$) та азотні (аміачна селітра, N_{34}) навесні у передпосівний обробіток ґрунту. Мікродобриво Інтермаг бобові вносили на початку фази бутонізації гороху одночасно з фунгіцидом Фокс.

Вирощували горох за інтенсивною технологією, яка передбачала дотримання усіх елементів технології. Протруювали насіння протруйником Максим XL (флудиоксоніл,25 г/л + металаксил-М,10 г/л) [121] з нормою1,0 л/т та обробляли бактеріальним препаратом Оптімайз Пульс. Для боротьби з дводольними та злаковими бур'янами у фазі 3-х трійчастих листків вносили гербіцид Пульсар 40 (імазамокс, 40 г/л) [120] з нормою 1 л/га. Навесні для захисту від хвороб двічі посіви обприскували фунгіцидами: у фазі початку бутонізації вносили фунгіцид Фокс (трифлоксистробін, 150 г/л + протіоконазол, 175 г/л) [119] у нормі 0,5 л/га, та у фазі цвітіння препарат Амістар Екстра (ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л) [121] у нормі 0,5 л/га. Проти шкідників двічі використовували інсектициди: Фастак (альфа-циперметрин, 100 г/л) [120] у фазі початку цвітіння з нормою 0,20 л/га та Енжіо (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 л/га) [121] у фазі цвітіння з нормою 0,18 л/га.

Сорт Мадонна. Оригінатор Norddeutsche Pflanzenzucht Lembke, Німеччина. Різновидність екадукум. Сорт інтенсивного типу, придатний до прямого комбайнування. *Середньоранній,* вегетаційний період 72-80 днів, характеризується рівномірним раннім дозріванням. Середньорослий, висота рослин 60-90 см. Високоврожайний, потенційна врожайність 5,5-6,7 т/га. Посухостійкий, стійкий до вилягання та осипання. Відносно стійкий до аскохітозу і кореневих гнилей.

Маса 1000 зерен – 230-260г, до 300г. Вміст протеїну 22-24 %. Середня кількість насінин у бобі – 8 шт. Призначений для продовольчого використання.

Сорт половинчасто-безлистого типу. Квітки білі. Зерно жовто-рожеве, округле з матовим відтінком. Норма висіву – 0,8-1,0 млн/га. Рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся. Оптимальна норма висіву 0,8-1,0 млн/га [20, 66, 67, 122].

Сорт Готівський. Оригінатор Інститут фізіології рослин і генетики НАН, фірма Осева Ексімпо (Чехія) та МПП "Тирас". Різновидність екадукум. Високоврожайний, потенційна врожайність 50-70 ц/га. Сорт безлистого прямостоячого гороху, має висоту 90-95 см. *Середньостиглий*, достигає за 85-93 доби. Має високу стійкість до вилягання, не осипається. Стійкий до комплексу кореневих та грибкових хвороб. Аскохітозом та кореневими гнилями уражається слабо.

Маса 1000 зерен 250-280 г. Вміст білка 22,5-23,4 %. Має високі смакові якості. Продовольчого і кормового використання. Кількість насіння у бобі становить 6-8 шт. Зерно жовте. Квітки білі. Прилисток добре розвинутий, вторинні листочки листка відсутні. Норма висіву 1,0-1,4 млн/га. Придатний для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся [66, 67, 68, 123].

Сорт Отаман. Оригінатор Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Напівкарликовий, безлисточковий сорт. Рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу і Полісся. Різновидність contecstum (зчеплена), підрізновидність ecaducum (неосипаюча). *Середньостиглий.* Тривалість вегетаційного періоду 78-81 днів. Висота рослин 60-80 см. Потенційна врожайність 50-70 ц/га. Норма висіву 1,2 млн/га.

Квітки білі. Кількість насінин у бобі 5-6 шт, максимальна - 7 шт. Насіння рожеве, округле з гладкою поверхнею. Маса 1000 зерен 230-250. Вміст білка у зерні 20-22 %. Посухостійкий, стійкий до вилягання та осипання. Сорт інтенсивного типу, придатний до прямого комбайнування [66, 67, 126].

Інтермаг бобові – легкозасвоюване концентроване добриво для листкового підживлення бобових культур, що містить гармонійно збалансований

набір макро і мікроелементів, які відповідають потребам бобових культур. Мікроелементи знаходяться в доступній для рослин халатній формі. До складу досліджуваного мікродобрива входять N_{15}, MgO_2, $SO_{3\text{-}1}$, $B_{0,5}$, $Co_{0,002}$, $Cu_{0,2}$, $Fe_{0,3}$, $Mn_{0,4}$, $Mo_{0,003}$, $Zn_{0,3}$, $Ti_{0,02}$. Рекомендована норма внесення 2,0 л/га [124, 125].

Сірчане добриво ***Вігор, S_{90}.*** **Wigor S** є гранульованим добривом, що містить 90% сірки. Бентоніт, що міститься у добриві, завдяки своїм гігроскопічним властивостям, забезпечує подрібнення сірки у ґрунтовому розчині. Молекули сірки окислюються у ґрунті мікроорганізмами до сульфатної форми, котра засвоюється рослинами. Ефект від збільшення кількості сульфатів у ґрунті досягається вже через 7 днів після застосування добрива, а подальше систематичне активування сірки забезпечує рослинам необхідну кількість цього елементу протягом всього періоду вегетації. Wigor S також називають добривом відкладеної дії. Завдяки тому, що мікроорганізми у ґрунті займаються переробкою сірки у сульфат тільки по мірі виносу сульфатів кореневою системою рослин, дане добриво дуже слабо вимивається і його можна вносити у ґрунт про запас. Наприклад, одноразове внесення 80-100 кг/га Wigor S гарантовано забезпечить необхідною кількістю іонів SO_3 різні культури на протязі двох сезонів вегетації [124].

Сульфат магнію, **$S_{21}Mg_{26}$ x H_20**. Сірчанокислий магній – сіль магнію, що містить MgO – 26%, S – 21%. Цінне джерело магнію та сірки для сільськогосподарських культур. Водорозчинне добриво. Не містить хлору. Гранульоване добриво, що рекомендується для основного внесення та для підживлень. Листкове внесення проводять 1 раз у 3-4 тижні розчином 1,5-2 % під час вегетації. Швидко ліквідовує нестачу магнію у листках.

У відповідності до завдань дисертаційної роботи були проведені наступні спостереження, обліки та аналізи.

Перед закладанням польового досліду проводили агрохімічний аналіз грунту і визначали вміст у шарі 0-25 см: легкогідролізованого азоту за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015) [74], рухомих сполук фосфору і обмінного калію за модифікованим методом Кірсанова (ДСТУ 4115:2002) [78], вміст загального

гумусу за методом Тюріна в модифікації Нікітіна (ДСТУ 4289:2004) [76], гідролітична кислотність за методом Каппена (ДСТУ 7537:2014) [77], pH_{KCL} ($pH_{сольове}$) потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2007) [79],

Фенологічні спостереження з встановленням часу настання фаз сходів, бутонізації, цвітіння, утворення плодів, налив зерна, фізіологічної стиглості, а також обліки густоти рослин у фазу сходів і перед збиранням врожаю проводили за "Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2001)"[167].

Виживання рослин встановлювали як відношення кількості рослин перед збиранням до їх кількості у фазі сходів.

Визначення структури врожаю проводили шляхом аналізу пробних снопів за показниками: кількість бобів з рослини, кількість зерен з рослини, маса зерна з рослини, маса 1000 зерен.

Площу фотосинтезуючої поверхні гороху вимірювали методом висічок (за методикою А.А. Ничипоровича [175, 176]) та з врахуванням особливостей вусатих сортів [178].

Фотосинтетичний потенціал посівів визначали за методом А.А. Ничипоровича за формулою:

$$ФП = [(Л_1+Л_2)\ T_1 + (Л_2+Л_3)\ T_2 + (Л_n +Л_{n+1})\ T_n] :2,\ де$$

ФП - фотосинтетичний потенціал, млн.$м^2$днів/га;

Л - площа листків за періодами, тис.$м^2$/га;

Т - тривалість роботи листків, днів.

Чисту продуктивність фотосинтезу вираховували за формулою Кідда, Веста, Бріггсона:

$$ЧПФ = (B_2-B_1) : [0,5\ (Л_1+Л_2)\ T], де$$

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г сухої речовини / $м^2$ листкової поверхні за добу;

B_1 та B_2 – суха мвса на початку та в кінці періоду, г/$м^2$;

$Л_1$ та $Л_2$ – площа листкової поверхні з 1 $м^2$ на початку та в кінці періоду, $м^2$;

Т – тривалість облікового проміжку часу, днів.

– визначення кількості та масу бульбочок проводили за методикою Г. С. Посипанова [202];

– загальний та активний симбіотичний потенціал визначали згідно за формулою

$$АСП = \frac{M_1 + M_2}{2} \times T, \qquad (2.2)$$

де T – період між двома сусідніми термінами аналізу, днів; $\frac{M_1 + M_2}{2}$ – середня маса бульбочок з легемоглобіном за період T, кг/га;

– кількість фіксованого азоту розраховували за активним симбіотичним потенціалом і питомою активність симбіозу, користуючись методикою [202];

Облік урожаю визначали шляхом обмолоту зерна у фазі повної стиглості комбайном SAMPO-500. Урожайність з ділянки приводили до стандартної 14 %-ної вологості та 100 %-ної чистоти.

Вміст білку в зерні визначали методом інфрачервоної спектроскопії згідно ГОСТ 10846-91.

Економічну оцінку ефективності елементів технології вирощування розраховували за технологічними картами розрахунковим методом на основі фактичних цін 2019 року за загальноприйнятою методикою з врахуванням витрат на 1 га, прибутку з 1 га, собівартістю та рівнем рентабельності.

Розрахунки енергетичної ефективності проводили за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненка [166].

Математичну обробку результатів досліджень виконували методом дисперсійного та кореляційного аналізів із використанням компютерних програм MS Office Excel, Statistica.

Висновки до розділу 2

— Дослідження за темою дисертаційної роботи проводились впродовж 2017-2019 рр. на темно-сірих опідзолених грунтах в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу.

— Погодні умови в роки досліджень були досить контрастними і відрізнялись від середньобагаторічних даних як за сумою опадів так і за рівнем температури. Кількість опадів у червні 2018 р. та у травні 2019р. створювали умови надмірного зволоження, що призвело до зниження врожайності. Температура повітря в роки досліджень не була обмежуючим чинником росту врожайності.

— Схеми дослідів та методика їх проведення є логічними, відповідають робочим гіпотезам.

— Програмою досліджень передбачено достатню кількість спостережень, обліків та аналізів, які дозволять всебічно і глибоко розкрити вплив досліджуваних чинників на врожайність зерна гороху.

— У дослідах використані сорти гороху, які занесені до Державного Реєстру сортів рослин і рекомендовані для використання в Україні в умовах Лісостепу.

— До вивчення взяті елементи технології вирощування, які згідно робочої гіпотези, забезпечують найвагоміший вплив на продуктивність і найбільше потребують оптимізації для умов достатнього зволоження.

— Дотримання вимог методики досліджень, аналіз економічної ефективності, статистична обробка дозволяють зробити достовірну оцінку даних та обґрунтовані висновки.

РОЗДІЛ 3
РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ

3.1. Вплив елементів технології на проходження фаз вегетації та тривалість вегетаційного періоду гороху

Вивчення взаємозв'язку вегетаційного та міжфазних періодів з метеорологічними факторами і врожайністю допомагає правильно вибрати нові сорти гороху для певних грунтово-кліматичних умов, які відзначаються пластичністю, високою продуктивністю і якістю зерна [60].

Важливим показником є тривалість як окремих фаз росту і розвитку рослин, так і вегетаційного періоду в цілому [225]. У результаті досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив, проведення інокуляції насіння та використання мікродобрива призводить до подовження тривалості вегетаційного періоду на 1-4 дні [141].

За сприятливих погодних умов цвітіння у ранніх сортів починається через 30–45 діб після сходів, середньостиглих — 45–55, пізньостиглих — через 55 діб. Тривалість вегетаційного циклу ранньостиглих сортів становить 60-75, середньостиглих — 76-100 діб [230]. За даними О.В. Ільєнка [91], в умовах північного Степу період сходи-цвітіння становив 35-43 дні, цвітіння – утворення бобів 2-4 дні, утворення бобів - повна стиглість 18-31 день, тривалість вегетаційного періоду – 65-69 днів. Серед сортів найбільш скоростиглим був Харківський еталонний з періодом вегетації 80 діб [225].

Основним чинником, що впливає на час появи сходів, є температурний режим. В умовах Білорусі тривалість періоду сівба-сходи може коливатися від 6-7 до 20 днів [226]. В інших дослідженнях сходи настали через 10 днів [225].

Проведені в наших дослідах фенологічні спостереження показали, що строки настання фаз росту залежали від гідротермічних умов та досліджуваних елементів технології вирощування. Строк сівби гороху в усі три роки – 4 квітня.

Фенологічні фази змінювались під впливом гідротермічних умов року. Сходи у 2017 році появились 18 квітня через 14 днів у всіх сортів одночасно (табл. 3.1). У 2018 році, внаслідок підвищення середньомісячної температури на 5,4 °С (див. табл. 2.2), горох зійшов значно швидше, через 7 днів (додаток А, табл. А.1). У 2019 році, де квітень за температурою теж перевищував середній багаторічний показник на 1,9°С, сходи появились через 10 днів - 14 квітня (додаток А, табл. А.2). Тобто, найбільше на терміни настання фази сходів впливала температура ґрунту, в той час як кількість опадів майже не впливала.

Таблиця 3.1

Фенологічні спостереження за проходженням фаз росту і розвитку сортів гороху у 2017 році

Фаза росту і розвитку	Сорти		
	Мадонна	Готівський	Отаман
Сходи	18.04 / 14	18.04 / 14	18.04 / 14
Бутонізація	18.05 / 30	21.05 / 33	19.05 / 31
Цвітіння	1.06 / 13	7.06 / 17	5.06 / 17
Налив зерна	12.06 / 12	20.06 / 13	17.06 / 12
Повна стиглість	16.07 / 34	21.07 / 31	19.07 / 32
Тривалість вегетації	90	94	92

* чисельник – календарна дата

** знаменник – тривалість міжфазних періодів, діб

***норма висіву 1,1 млн/га на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Фаза бутонізації у 2017 році настала через 30-33 днів після фази сходів, найшвидше у сорту Мадонна – 18 травня. У 2018 році, внаслідок вищої температури повітря на 8,4 °С (див. табл. 2.2) за період квітень-травень, фаза бутонізації настала, залежно від сорту на 3-5 днів швидше, а саме 13-17 травня (Додаток, табл. А.1). У 2019 році фазу бутонізації фіксували 16-20 травня, найпізніше у сорту Готівський.

Від фази бутонізації до повного цвітіння міжфазний період у 2017 році становив 13-17 днів (табл. 3.1). Фаза цвітіння настала значно пізніше у сорту Готівський – 7 червня, тоді як найшвидше зацвіли рослини сорту Мадонна – 1 червня. У 2018 році сорти гороху зацвіли значно швидше, у період 25-30 травня. Це пояснюється вищими температурами у другий рік досліджень, порівняно з 2017 роком.

Фаза наливу зерна у 2017 році розпочалась найшвидше у сорту Мадонна – 12 червня. Міжфазний період між цвітінням та наливом зерна у 2017 та 2018 роках становив 12-13 днів, у 2019 році, внаслідок вищих температур він скоротився до 9-11 днів.

Фаза повної стиглості у всіх сортів найшвидше настала у 2018 році – 11-16 липня. У 2017 році строки достигання гороху були найпізнішими – 16-21 липня. Тривалість міжфазного періоду між наливом зерна і повною стиглістю становить 31-34 днів. Швидше достигав сорт Мадонна – 11-16 липня залежно від року, пізніше сорт Отаман - 14-19 липня і найпізніше сорт Готівський – 16-21 липня. Отже, час настання фази повної стиглості залежав як від сорту, так і від гідротермічних умов року. Необхідно зазначити, що збільшення тривалості вегетації сорту не призводило до підвищення врожайності.

Незважаючи на різні терміни появи сходів гороху, тривалість вегетаційного періоду сорту за роками майже не відрізнялась. Серед сортів коротша вегетація була у сорту Мадонна - 90-91 днів, у сорту Отаман становила 92-93 дні, у сорту Готівський вона збільшувалась до 94-95 днів.

Необхідно зазначити, що тривалість вегетації гороху була значно довшою, ніж вказується оригінаторами у характеристиці цих сортів. Це пояснюється як достатнім (2017 р.), так і надмірним (у 2018 р. у червні випало 153 мм, а в 2019 р у травні 161 мм) забезпеченням вологою. Крім того, орієнтовно на 6-7 днів вегетацію усіх сортів гороху продовжило дворазове внесення фунгіцидів Фокс та Амістар Екстра.

Проходження фаз вегетації менше залежало від норм висіву, порівняно з впливом сорту і гідротермічних умов року. За норм висіву від 0,9 до 1,2 млн/га

час настання фаз вегетації і тривалість вегетаційного періоду були однаковими (табл.3.2). Збільшення густоти рослин за норм висіву 1,3 та 1,4 млн/га призвело до швидшого достигання внаслідок швидшого настання фази наливу зерна, відповідно на 1 та 2 дні. Це можна пояснити тим, що в загущених посівах на одну рослину припадає менше елементів живлення, слабше розвинута коренева система, менша маса 1000 зерен, а отже менша тривалість фази наливу зерна.

Таблиця 3.2

Фенологічні спостереження за проходженням фаз росту і розвитку гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву у 2017 році.

Фаза росту і розвитку	Норма висіву, млн./га					
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Сходи	18.04	18.04	18.04	18.04	18.04	18.04
Бутонізація	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05
Цвітіння	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
Налив зерна	12.06	12.06	12.06	12.06	11.06	11.06
Повна стиглість	16.07	16.07	16.07	16.07	15.06	14.06
Тривалість вегетації	90	90	90	90	89	88

*на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Аналогічна залежність проходження фаз вегетації гороху від норм висіву спостерігалась також у 2018 та 2019 роках.

Вплив мінеральних добрив на проходження фаз вегетації почав проявлятися з фази бутонізації. Найшвидше вона настала на варіанті без добрив – 15 травня (табл. 3.3). Внесення всіх видів добрив, особливо азотних, продовжувало міжфазний період сходи-бутонізація. Найпізніше до фази бутонізації рослини гороху перейшли за внесення повного добрива - $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}. Це можна пояснити інтенсифікацією ростових процесів, наростанням більших обсягів біомаси під впливом азоту, для цього потрібно було більше часу.

Таблиця 3.3

Фенологічні спостереження за проходженням фаз вегетації гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення у 2017 році.

Варіант удобрення	Сходи	Бутонізація	Цвітіння	Налив зерна	Повна стиглість	Тривалість вегетації
P_0K_0 - контроль	18.04 / 14	15.05 / 27	29.05 / 14	7.06 /9	10.07 / 33	84
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	18.04 / 14	16.05 / 28	30.05 / 14	8.06 / 9	12.07 / 34	86
$P_{60}K_{60}$ - фон	18.04 / 14	16.05 / 28	30.05 / 14	8.06 / 9	12.07 / 34	86
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	18.04 / 14	17.05 / 29	31.05 / 14	10.06 / 10	14.07 / 34	88
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	18.04 / 14	16.05 / 28	30.05 / 14	9.06 / 10	13.07 / 34	87
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	18.04 / 14	17.05 / 29	31.05 / 14	10.06 / 10	14.07 / 34	88
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	18.04 / 14	16.05 / 28	30.05 / 14	9.06 / 10	13.07 / 34	87
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	18.04 / 14	18.05 / 30	1.06 / 14	12.06 / 12	16.07 / 34	90
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	18.04 / 14	18.05 / 30	1.06 / 14	12.06 / 12	16.07 / 34	90

* чисельник – календарна дата

** знаменник – тривалість міжфазних періодів, діб

***норма висіву 1,1 млн/га

Тривалість міжфазного періоду бутонізація-цвітіння на всіх варіантах був однаковим і становив 14 днів хоч час настання фази наливу зерна був різним.

Також простежується збільшення тривалості періоду цвітіння-налив зерна під впливом внесення мінеральних добрив з 9 до 12 діб. Якщо фаза наливу зерна на контролі настала 7 червня, то за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ лише 12 червня, тобто на 5 днів пізніше.

Зміни у тривалості вегетації рослин гороху найсильніше проявлялись у міжфазні періоди сходи-бутонізація та цвітіння-налив зерна. Залежно від варіанту різниця між ними становить 1-3 дні. Тривалість інших міжфазних періодів не змінювалась під впливом добрив.

Фаза повної стиглості настала швидше на варіанті без добрив – 10 липня. Обробка насіння бактеріальним добривом Оптімайз Пульс та внесення фосфорних і калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) покращувало умови росту рослин гороху, що призвело до збільшення вегетаційного періоду на 2 дні. Внесення азотних добрив (N_{60}) відтермінувало час настання фази повної стиглості ще на 2 дні. Сірчані і магнієві добрива мали менший вплив на тривалість вегетації, збільшуючи її на один день. Найпізніше (16 липня) фаза повної стиглості настала на двох останніх варіантах з внесенням усіх досліджуваних елементів живлення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$. Тобто, добрива збільшили вегетаційний період гороху сорту Мадонна на 6 днів. Необхідно зазначити, що внесення мікродобрива Інтермаг бобові не впливало на тривалість вегетації.

Аналогічні закономірності настання фаз вегетації гороху під впливом внесення мінеральних добрив спостерігались і в наступні роки досліджень, у 2018 та 2019 рр.

Якщо у досліді з сортами гороху, збільшення вегетаційного періоду не призводило до росту врожайності, то в досліді з добривами продовження вегетації під впливом добрив напряму корелювало з ростом продуктивності (рис. 3.1).

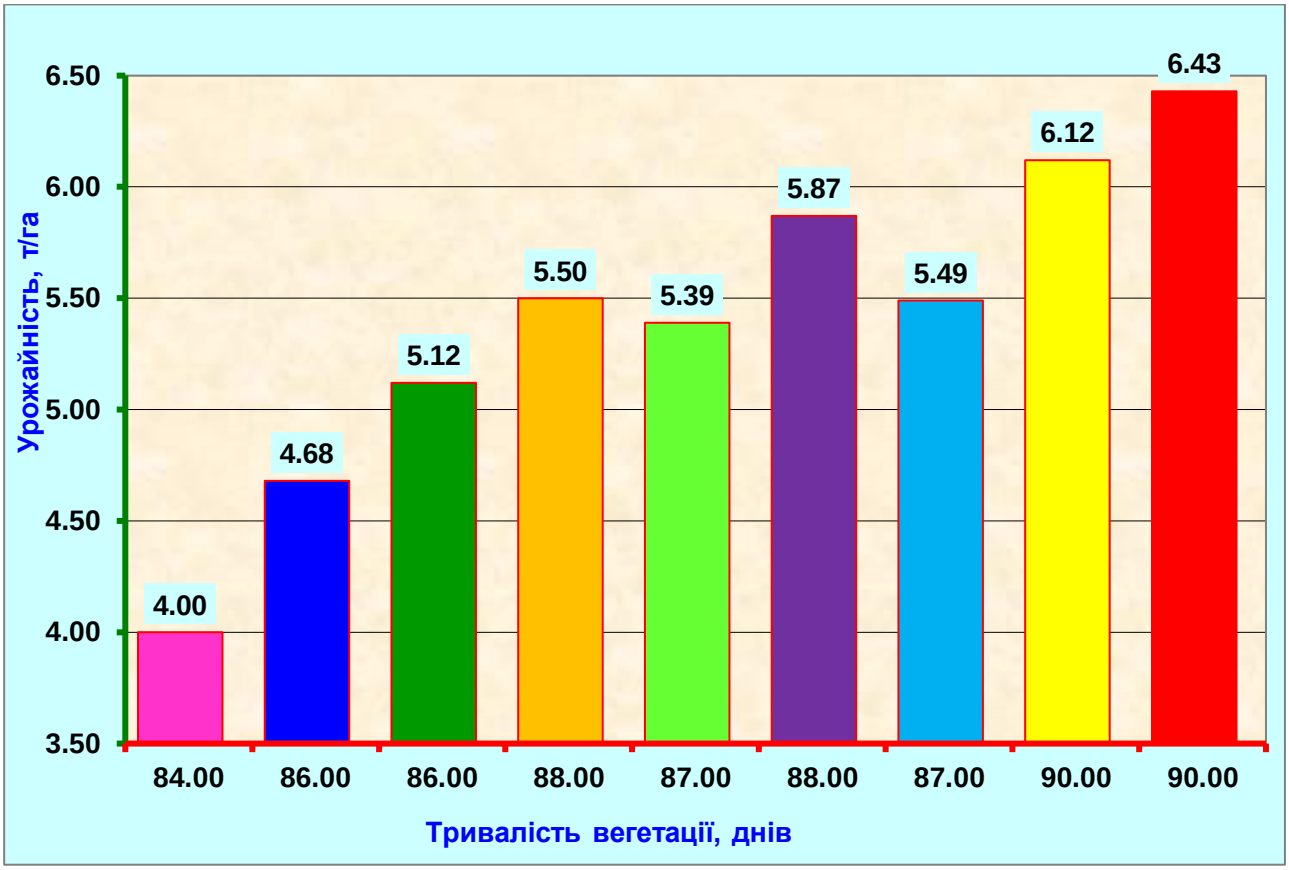

Рис. 3.1. Взаємозв'язок тривалості вегетації та врожайності гороху

Таким чином, тривалість вегетаційного періоду залежала як від сорту, так і від гідротермічних умов року. Серед сортів коротша вегетація була у сорту Мадонна - 90-91 днів, у сорту Отаман становила 92-93 дні, у сорту Готівський вона збільшувалась до 94-95 днів. Фаза повної стиглості у 2017 році настала 16-21 липня, у роки з вищими температурами горох достигав на 5-6 днів швидше – 11-14 липня. Норми висіву майже не впливали на проходження фаз вегетації та тривалість вегетаційного періоду – на 1-2 дні швидше достигали загущені посіви. Внесення мінеральних добри, особливо азотних, збільшувало тривалість вегетаційного періоду. Якщо на варіанті без добрив горох сорту Мадонна достигав 10 липня, то за внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} на 6 днів пізніше – 16 липня.

3.2. Польова схожість насіння гороху залежно від удобрення та норм висіву

Формування високих і сталих врожаїв бобових культур, в тому числі й гороху є значно складнішим процесом, ніж в інших культур. Це пов'язано зі слабшою можливістю регулювання кількості плодоносних стебел, з поступовою і тривалою диференціацією генеративних органів і, особливо, з істотною залежністю їх розвитку від зовнішніх умов [209].

Польова схожість у гороху фіксується при появі на поверхні грунту першої пари справжніх листків, оскільки сім'ядолі не виносяться на поверхню. Дружність і швидкість появи сходів залежать від температури, вологи, гранулометричного складу грунту, глибини загортання насіння та елементів технології вирощування [226].

За даними Н.В. Телекало [234], польова схожість у сорту Отаман становила 76,2-86,8 %, а в сорту Грегор була дещо вищою 78,1-89,5 %. Високу польову схожість (86,2-95,4 %) отримували також інші дослідники [47].

Польова схожість по різних варіантах коливалась від 87 до 92% у сорту Чекбек, від 89 до 95% у сорту Улус та від 89 до 93% у сорту Клеопатра. Найменшою (87 та 89%) вона була відмічена на контрольних варіантах у сортів Чекбек та Клеопатра, тоді як у сорту Улус (89%) в удобрених варіантах [64]. Високий рівень польової схожості був одержаний також у дослідженнях О.С. Чинчика [250], у сортів Царевич, Отаман та Улус вона становило 89 %, у сорту Чекбек 90 %.

Л.М. Гончар та В.С. Пилипенко [51] зазначають, що на схожість насіння гороху найбільший вплив мали гідротермічні умови, проте найвища кількість схожих насінин була у сорту Царевич за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та інокуляції насіння. За даними В.В. Гамаюнової [39], густота сходів та збереженість рослин гороху залежить від особливостей сорту та удобрення.

Якісний обробіток грунту, створення оптимальних умов для проростання насіння забезпечили високу польову схожість гороху у наших дослідженнях. Мінеральні добрива впливали на проростання насіння і спричинювали зміну

польової схожості. У середньому за три роки найвища вона було на перших трьох варіантах і становила 83 % (табл. 3.3). Внесення фосфорних та калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) не вплинуло на рівень польової схожості. Це пояснюється тим, що ці види добрив вносились восени під зяблеву оранку і рівномірно розподілялись в орному шарі грунту. Весняне внесення азотних добрив (N_{60}) призвело до зниження польової схожості на 3% внаслідок розміщення гранул добрив у верхньому посівному шарі грунту поряд з насінинами і підвищення концентрації грунтового розчину.

Осіннє внесення сірки майже не впливало на рівень польової схожості. На варіантах з внесенням сірки і магнію польова схожість зменшувалась на 2-3 %. Внесення $N_{60} + S_{30}$ спричинило зниження схожості в середньому за три роки до 79 %. Найменшою вона була на варіантах з внесенням азоту сірки і фосфору і становила 78 %, що на 5-6 % менше, ніж на варіанті без добрив.

Таблиця 3.3

Польова схожість гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення, %

Варіант удобрення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
P_0K_0 - контроль	80	86	84	83	-1
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	80	87	84	84	-
$P_{60}K_{60}$ - фон	79	87	83	83	-1
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	77	84	80	80	-4
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	78	85	82	82	-2
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	76	82	78	79	-5
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	78	84	81	81	-3
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	75	80	78	78	-6
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	75	80	78	78	-6
Середнє за рік	78	84	81		

* за норми висіву 1,1 млн./га

Про зменшення польової схожості під впливом мінеральних добрив вказує також Н.К. Іжик [90].

У наших дослідженнях польова схожість змінювалась також залежно від року. Найвищою вона була у 2018 році – 84 % (80-87 %), внаслідок вищої температури у квітні, порівняно з іншими роками. У 2017 році вона в середньому становила 78 %, у 2019 році – 81 %.

За даними В.А. Нідзельського [177], існує пряма залежність між швидкістю проростання насіння та температурним режимом. Польова схожість у його дослідженнях більше залежала від температури, ніж від сорту.

Польова схожість гороху сорту Мадонна змінювалась також під впливом норм висіву насіння. У середньому за три роки найвищою вона була за найменших норм висіву 0,9 та 1,0 млн/га, де становила 81 та 82 % (табл. 3.4). Із збільшенням норми висіву польова схожість закономірно знижувалась. Так, за норми висіву 1,1 млн/га вона зменшилась до 80 %, при 1,2 млн/га – до 79 %, за 1,3 млн/га – 77 %, і найменшою виявилась за найбільшої норми висіву – 74 %.

Таблиця 3.4

Польова схожість насіння гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, %

Норма висіву, млн./га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
0,9	80	83	81	81	7
1,0	80	83	82	82	8
1,1	79	81	80	80	6
1,2	77	80	79	79	5
1,3	75	78	77	77	3
1,4	71	76	75	74	-
Середнє за рік	77	80	79		

*на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Пояснення цього наступне. Насіння, як і рослина в цілому, виділяє в грунт уже в період набухання хімічні сполуки з сильним алелопатичним впливом.

Рослина нагромаджує в грунті до 5% виділень від маси кореневої системи [90]. Негативна дія їх на проростання насіння зменшується внаслідок часткового поглинання їх грунтом, інактивацією мікроорганізмами. Проте, за високої щільності розміщення насінин, виділення можуть істотно змінити умови проростання, зменшити енергію проростання та польову схожість насіння.

Отже збільшення норм внесення мінеральних добрив, особливо весняне внесення азоту, призводить до зниження рівня польової схожості на 5-6 %. Підвищення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га спричинює зниження польової схожості на 7-8 %.

3.3. Вплив удобрення та норм висіву на густоту рослин гороху

Густота рослин на одиниці площі – важливий чинник формування врожаю гороху. Умови її формування закладаються під час сівби, проте кількість рослин, що зійшли, не вдається зберегти до збирання внаслідок технологічних недоліків і несприятливих кліматичних умов.

Густота рослин на період збирання у безлисточкових сортів гороху (Дамир 2 та Модус) була вищою порівняно з листочковими сортами (Елегант, Харківський 320, Світязь) [141].

За даними Інституту землеробства НААН, найбільший вплив на густоту рослин на час збирання мала система удобрення. Найбільшу кількість рослин у сорту Чекбек – 127 шт./м^2 і сорту Улус – 131 шт./м^2 у фазу повної стиглості отримали з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{60}K_{90}$ та підживленням N_{15}, при показниках на контролі 120 і 126 шт./м^2 [64].

У наших дослідженнях густота рослин гороху у фазі сходів визначалась рівнем польової схожості і зменшувалась під впливом внесення мінеральних добрив. Так, на контролі в середньому за три роки була 91 рослина/м^2, а на варіанті з внесенням всіх елементів живлення густота рослин знизилась до 86 шт/м^2 (табл.3.5). Це пояснюється зниженням польової схожості.

Таблиця 3.5

Густота рослин гороху сорту Мадонна у фазі сходів та перед збиранням залежно від елементів системи удобрення, шт./м^2

Варіант удобрення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
P_0K_0 - контроль	88/74	95/78	92/78	91/77	-1/-
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	88/74	95/78	92/78	91/77	-/-
$P_{60}K_{60}$ - фон	87/77	96/80	91/80	91/79	-1/+2
$P_{60}K_{60}$ + N_{60}	85/79	92/82	88/82	88/81	-4/+4
$P_{60}K_{60}$ + S_{30}	86/78	94/82	90/81	90/80	-2/+3
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + S_{30}	84/80	90/84	86/83	87/82	-5/+5
$P_{60}K_{60}$ + Mg_{20} + S_{30}	86/80	92/84	89/83	89/82	-3/+5
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}	83/81	88/86	86/84	86/84	-6/+7
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)	83/81	88/86	86/84	86/84	-6/+7
Середнє за рік	86/78	92/82	89/81		

*норма висіву – 1,1 млн./га

** чисельник – густота рослин у фазі сходів, знаменник – густота рослин перед збиранням

Протилежна закономірність зміни густоти рослин гороху була перед збиранням. У середньому за три роки найменшою вона була на варіанті без добрив і становила 77 шт/м^2 (рис. 3.2). На варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} густота рослин перед збиранням зросла до 84 шт/м^2, або на 7 шт/м^2. Покращення умов живлення сприяло кращому розвитку рослин, що компенсувало зниження польової схожості і підвищувало збереження рослин до збирання.

Під впливом норм висіву, незважаючи на зниження польової схожості на варіантах з вищою нормою висіву, густота рослин у фазі сходів була значно більшою за вищих норм висіву. Так, на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га вона становила в середньому за три роки 73 рослини/м^2 (табл 3.6).

Збільшення норми висіву до 1,0 млн/га призвело до зростання густоти рослин у фазі сходів до 82 шт/м^2. За висіву 1,1 млн/га густота зросла до 88 шт/м^2, а на варіанті з 1,2 млн/га – до 94 шт/м^2. Найбільшою густота рослин гороху у

фазі сходів, як і очікувалось, була за норми висіву 1,3 млн/га (99 шт/м^2) та за висіву 1,4 млн/га – 103 шт/м^2.

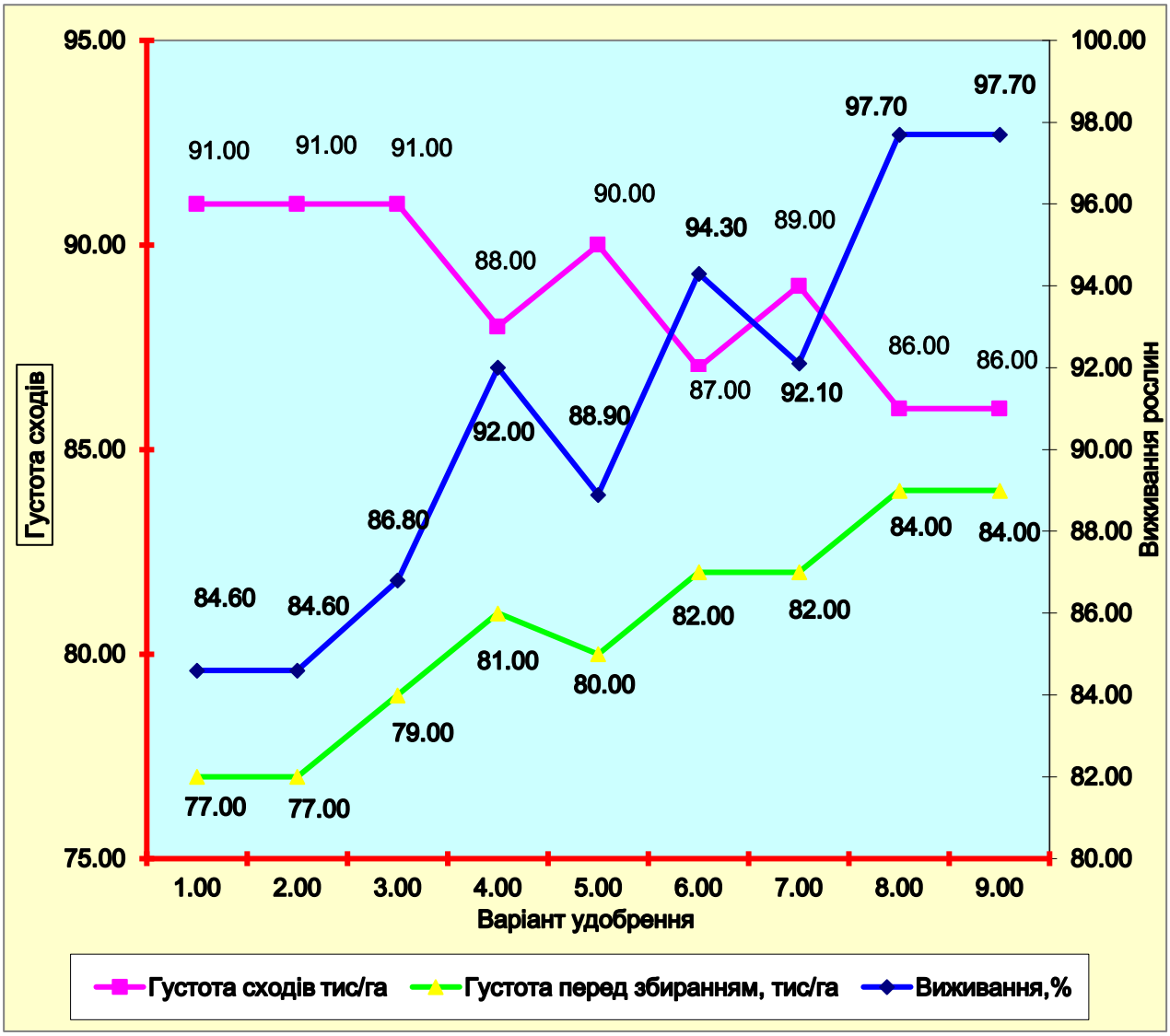

Рис. 3.2. Взаємозв'язок густоти сходів, густоти рослин перед збиранням та виживання залежно від удобрення, середнє за 2017-2019рр.

Густота рослин гороху перед збиранням теж збільшувалась на варіантах з вищою нормою висіву. Так, якщо при висіві 0,9 млн/га вона становила 70 шт/м^2, то за максимальної норми висіву зросла до 90 шт/м^2, або на 20 шт/м^2 (табл. 3.6).

Необхідно відмітити, що збільшення норми висіву на 0,1 млн/га означає збільшення на 10 рослин/м^2. Якщо на першому варіанті додаткових 10 насінин прибавили 7 рослин перед збиранням, то за висіву 1,4 млн/га – лише одну рослину (табл 3.6). Тобто з висіяних 90 насінин на м^2 залишилось 70 рослин/м^2,

а за висіву 140 н/м^2 – залишилось до збирання 90 рослин/м^2. Це пояснюється зниженням польової схожості та рівня виживання рослин за вищих норм висіву.

Таблиця 3.6

Густота рослин гороху сорту Мадонна у фазі сходів та перед збиранням залежно від норм висіву, шт./м^2

Норма висіву, млн./га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-	Приріст від 0,1 млн/га	
						сходи	перед збиранням
0,9	72/69	75/72	73/69	73/ 70	-	-	-
1,0	80/74	83/79	82/78	82/77	9/7	9	7
1,1	87/81	89/84	88/81	88/82	15/12	6	5
1,2	92/84	96/89	95/85	94/86	21/16	6	4
1,3	97/88	101/91	100/88	99/89	26/19	5	3
1,4	99/87	106/92	105/91	103/90	30/20	4	1
Середнє за рік	88/80	92/84	90/82				

*на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)
** чисельник – густота рослин у фазі сходів, знаменник – густота рослин перед збиранням

Отже густота рослин у фазі сходів під впливом мінеральних добрив знизилась з 91 шт/м^2 до 86 шт/м^2 внаслідок зниження польової схожості. Густота рослин перед збиранням була найвищою (84 шт/м^2) за внесення добрив у нормі $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) внаслідок покращення умов росту і збільшення виживання рослин.

Зростання норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призвело до збільшення густоти рослин у фазі сходів з 73 шт/м^2 до 103 шт/м^2, або на 30 шт/м^2, густота рослин перед збиранням зросла відповідно з 70 шт/м^2 до 90 шт/м^2, або на 20 шт/м^2.

3.4. Виживання рослин гороху залежно від норм добрив і від норм висіву

Для гороху важливе значення має виживання рослин за період від сходів до фізіологічної стиглості, тому що від цього показника залежить формування продуктивності та отримання врожаю.

У наших дослідженнях внесення мінеральних добрив сприяло кращому виживанню рослин гороху. Якщо на контролі без добрив за період від сходів до збирання вижило 84,6 % рослин, то за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60}$ рівень виживання підвищився до 92 %, або на 7,4 % (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Виживання рослин гороху сорту Мадонна залежно від норм добрив, %

Варіант удобрення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
P_0K_0 - контроль	84,1	82,1	84,8	84,6	-
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	84,1	82,1	84,8	84,6	-
$P_{60}K_{60}$ - фон	88,5	83,3	87,9	86,8	+2,2
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	92,9	89,1	93,2	92,0	+7,4
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	90,7	87,2	90,0	88,9	+4,3
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	95,2	93,3	96,5	94,3	+9,7
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	93,0	91,3	93,3	92,1	+7,5
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	97,6	97,7	97,7	97,7	+13,1
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	97,6	97,7	97,7	97,7	+13,1
Середнє за рік	91,5	89,3	91,7	90,8	

*норма висіву – 1,1 млн./га

Необхідно зазначити, що саме азотні добрива мали найбільш позитивний вплив на виживання рослин в процесі вегетації. Внесення мікродобрив не змінювало показник виживання рослин. Найкращий показник виживання одержано за внесення усіх досліджуваних видів добрив $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$, де він становить 97,7 %, що вище порівняно з контролем на 13,1 %.

Подібні результати одержані в дослідженнях В.С. Пилипенко [196,197], за внесення $N_{90}P_{90}K_{60}$ виживаність рослин сорту Девіз підвищилась на 4,6-5,5 %, а

в сорту Царевич на 4,7-5,2 %. В інших дослідженнях виживання рослин гороху коливалось в межах 87-96 % [208]. У сорту Грегор виживання рослин гороху становило 82,5- 93,0 %, у сорту Отаман – 82,0-91,6 [230]. В умовах південного Степу виживання сортів гороху Оплот і Царевич теж було високим і становило 78,3-95,0 % [39, 40]. Подібний рівень виживання гороху в межах 88-91 % одержано в дослідженнях О.С. Чинчика [250]. Залежно від рівня інтенсифікації технології, виживання рослин сортів гороху становило 77,7-91,5 % [47]. Виживаність рослин за період вегетації становила 84-85 % [225].

У наших дослідженнях рівень виживання рослин мало змінювався під впливом метеорологічних умов року і коливався в межах 89,3 % - 91,7 %.

Змінювався рівень виживання рослин гороху і під впливом норм висіву насіння. Краще рослини збереглися до збирання за менших норм висіву насіння. Так, на варіанті з висівом 0,9 млн/га виживання рослин у середньому за три роки було найвищим у дослідженнях і становило 95,8 % (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Виживання рослин гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, %

Норма висіву, млн./га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-
0,9	95,8	96,1	94,7	95,8	+8,4
1,0	92,0	95,0	95,0	93,9	+6,5
1,1	93,1	94,4	92,1	93,2	+5,8
1,2	91,5	92,8	89,7	91,5	+4,1
1,3	90,8	90,3	88,2	89,9	+2,5
1,4	87,6	87,8	86,7	87,4	-
Середнє за рік	91,8	92,7	91,1		

*на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Збільшення норми висіву до 1,0 млн/га призвело до зменшення виживання до 93,9 %, або на 1,9 %. За висіву 1,1 млн/га виживання рослин знизилась ще на 0,7 %, порівняно з попереднім варіантом. На варіанті з нормою висіву 1,2 млн/га показник виживання рослин становив 91,5 %, а за висіву 1,3 млн/га знизився до 89,9 %.

Найменшим виживання рослин за вегетаційний період було за найвищої норми висіву 1,4 млн/га і становило 87,4 %, що на 8,4 % менше, ніж за норми висіву 0,9 млн/га. Причиною сильнішого випадання рослин гороху у загущених посівах може бути збільшення внутрівидової конкуренції, взаємозатінення, обмеження доступу на одну рослину вологи і елементів живлення, погіршення фітосанітарної ситуації тощо.

Отже, внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ забезпечує найвищий рівень виживання (97,7 %) рослин гороху, що більше порівняно з варіантом без добрив на 13,1 %. Збільшення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призводить до зниження виживання рослин за вегетаційний період з 95,8 % до 87,4 %, тобто на 8,4 %.

3.5. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від системи удобрення та норм висіву

Урожайність гороху визначається розміром асиміляційної поверхні. Темпи наростання листкової поверхні, продуктивність фотосинтезу – це основні складові, що визначають швидкість накопичення органічної маси і рівень показників структури врожаю [19, 140, 273, 282]. Оптимізувати площу асиміляційного апарату можна певними елементами технології вирощування, особливо нормою висіву та рівнем мінерального живлення.

Внесення мінеральних добрив сприяє зростанню фотосинтезуючої поверхні рослин гороху [82, 200,].

У сортів гороху вусатого типу асиміляційна поверхня формується за рахунок черешків, прилистків, вусів [178]. Методика її розрахунку має свої особливості. Тому визначення площі асиміляційної поверхні гороху вусатого потребує удосконалення [180]. Для визначення площі вусів застосовують формулу визначення площі бокової поверхні зрізаного конуса, а для визначення площі черешків – формулу визначення площі бокової поверхні циліндра.

Найбільша площа асиміляційної поверхні посівів гороху сформувалася до мікростадії ВВСН 60-69 – у сорту Царевич 364,4-468,0 см^2/рослину, у сорту Девіз – 330,4-429,2 см^2/рослину [199]. Більшість дослідників вказують, що найбільша листкова поверхня формується у фазі цвітіння [15, 42, 140, 207]. Максимальна асиміляційна поверхня (48,0-54,7 тис.м^2/га) формувалась у фазі цвітіння на фоні $N_{90}P_{60}K_{60}$ [180].

В умовах північно-східного Лісостепу України поєднання передпосівної інокуляції насіння бактеріальним препаратом ризогумін та внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяло формуванню максимальних показників площі листкової поверхні 57,2 тис.м^2/га та фотосинтетичного потенціалу - 1,42 млн.м^2×діб/га. Підвищення фотосинтетичних показників у гороху обумовило підвищення врожайності зерна до 2,82 т/га, що на 0,8 т/га більше у порівнянні з контролем [61].

Аналогічні дані одержано і в наших дослідженнях (табл. 3.9). У фазі трьох листків асиміляційна поверхня коливалась в межах 8,8 – 12,8 тис м^2/га, у фазі бутонізації – 20,4 – 32,4 тис м^2/га, у фазі цвітіння – 35,3 -58,4 тис м^2/га.

Таблиця 3.9.

Площа асиміляційної поверхні посівів гороху сорту Мадонна залежно від удобрення, середнє за 2017-2019рр., тис.м^2/га

Варіант удобрення	Фаза тьох листків	Бутоні-зація	Цвітіння	Налив зерна
P_0K_0 - контроль	8,8	20,4	35,3	31,2
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	9,0	23,4	44,2	39,7
$P_{60}K_{60}$ - фон	9,4	24,8	47,4	41,2
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	10,6	28,0	53,5	48,8
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	9,6	25,4	50,2	46,2
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	11,8	30,4	56,4	51,3
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	9,8	26,7	52,0	47,8
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	12,8	32,4	58,3	54,6
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	12,6	32,3	58,4	54,8

*За норми висіву 1,1 млн/га

У фазі цвітіння найменша асиміляційна поверхня була на контролі без добрив – 35,3 тис м^2/га. Завдяки інокуляції насіння бактеріальним препаратом Оптімайз Пульс асиміляційна поверхня зросла до 44,2 тис м^2/га, тобто на 8,9 тис м^2/га.

На варіантах з внесенням мінеральних добрив, найбільший приріст фотосинтезуючої поверхні забезпечували посіви за внесення повного мінерального добрива $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$, де вона становила 58,3-58,4 тис м^2/га. Значно менший ефект був від внесення фосфорних, калійних, сірчаних і магнієвих добрив. Відносно вищі прирости одержували від внесення азотних добрив. Різниця між контролем і варіантом з повним внесенням добрив становить 23,1 тис м^2/га.

Фотосинтетичний потенціал виражає суму щоденних показників площі листків за вегетацію. За А.О. Ничипоровичем [175, 176], посіви рахуються добрими коли їх фотосинтетичний потенціал становить 2,2-3,0 млн.м^{2}діб/га, середніми – 1,0-1,5 млн.м^{2}діб/га і незадовільними – за 0,5-0,7 млн.м^{2}діб/га. Підвищення фотосинтезуючого потенціалу забезпечується не лише збільшенням листкової поверхні, а й тривалішим періодом її роботи.

Збільшення площі листкової поверхні обумовило зростання показників фотосинтетичного потенціалу посіву [131]. Найбільших значень фотосинтетичний потенціал набував за період цвітіння – налив зерна, особливо у сортів безлисточкового морфотипу [15].

У наших дослідженнях фотосинтетичний потенціал гороху був високим і змінювався під впливом елементів системи удобрення (табл. 3.10).

Збільшення площі фотосинтезуючої поверхні та тривалості її функціонування призвели до зростання фотосинтетичного потенціалу посівів. Так, якщо на контролі без добрив він становив лише 1,58 млн.м^{2}діб/га, то за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) зростає до 2,60 млн.м^{2}діб/га, або на 1,02 млн.м^{2}діб/га (табл. 3.10).

Маса сухих речовин у фазі повної стиглості теж зростає на варіантах з внесенням більшої кількості добрив. На найврожайнішому варіанті вона становить 1106 г/м^2, або під впливом добрив зростає на 418 г/м^2.

Чиста продуктивність фотосинтезу характеризує роботу асиміляційної поверхні рослин і показує здатність накопичувати органічну речовину.

Застосовані технологічні прийоми мали суттєвий вплив на формування чистої продуктивності фотосинтезу посівів гороху. Максимальні показники ЧПФ спостерігали в період від бутонізації до повного цвітіння, у сорту Улюбленець – 5,17, у сорту Юлій – 8,05 г/м^2 за добу [204].

Таблиця 3.10

Показники фотосинтетичної діяльності гороху сорту Мадонна залежно від удобрення, середнє за 2017-2019 рр.

Варіант удобрення	Фотосинтетичний потенціал, млн.м^{2}діб/га	Маса сухих речовин у фазі повної стиглості, г/м^2	Чиста продуктивність фотосинтезу, г сухої речовини/м^2 листкової поверхні за добу
P_0K_0 - контроль	1,58	688	4,81
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	1,91	806	4,65
$P_{60}K_{60}$ - фон	2,03	880	4,76
$P_{60}K_{60}$ + N_{60}	2,32	946	4,55
$P_{60}K_{60}$ + S_{30}	2,16	926	4,77
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + S_{30}	2,47	1010	4,56
$P_{60}K_{60}$ + Mg_{20} + S_{30}	2,24	944	4,70
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}	2,60	1052	4,54
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)	2,60	1106	4,79

*За норми висіву 1,1 млн/га

У наших дослідженнях чиста продуктивність змінювалась стрибкоподібно і була найвищою на контролі без добрив – 4,81 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу. На варіантах з внесенням добрив вона дещо зменшувалась, особливо від азотних добрив, які значно збільшували асиміляційну поверхню. Це можна пояснити тим, що площа листкової поверхні значно переважає посівну площу, що призводить до взаємозатінення, внаслідок чого продуктивність фотосинтезу знижується.

Існує обернена залежність між площею листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу [15]. Наші дослідження підтвердили це положення.

Показники фотосинтетичної діяльності змінювались також і під впливом норм висіву. Збільшення норми висіву призводило до зростання асиміляційної поверхні. Так, у фазі трьох листків за норми висіву 0.9 млн/га вона становила 10 тис.м^2/га, а на варіанті з висівом 1,4 млн/га зросла до 14,8 тис.м^2/га (табл. 3.11). У фазі бутонізації ці показники становили відповідно 30,4 та 35, 4 тис.м^2/га. Найбільша асиміляційна поверхня була у фазі цвітіння і змінювалась у межах 56,0-60,0 тис.м^2/га. Необхідно відмітити, що у фазі наливу зерна норма висіву значно менше впливала на рівень фотосинтезуючої поверхні, вона змінювалась лише на 1,2 тис.м^2/га.

Таблиця 3.11

Площа асиміляційної поверхні посівів гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву, середнє за 2017-2019рр., тис.м^2/га

Норма висіву, млн/га	Фаза трьох листків	Бутонізація	Цвітіння	Налив зерна
0,9	10,0	30,4	56,0	53,8
1,0	12,0	32,0	57,2	54,0
1,1	12,8	32,3	58,4	53,8
1,2	13,6	33,8	58,8	54,6
1,3	14,2	34,5	59,4	54,8
1,4	14,8	35,4	60,0	55,0

*$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Під впливом норм висіву фотосинтетичний потенціал зріс з 2,53 млн.м^{2}діб/га на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га до 2,80 млн.м^{2}діб/га на варіанті з найвищою нормою висіву (табл. 3.12).

Маса сухих речовин була найвищою на найурожайніших варіантах з нормою висіву 1,0 та 1,1 млн/га, де вона становила, відповідно, 1122 та 1127 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу закономірно знижувалась при

підвищенні норми висіву. За норми висіву 0,9 млн/га вона набільша - 5,09 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу, а за висіву 1,4 млн/га зменшується до 4,35 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Показники фотосинтетичної діяльності гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву, середнє за 2017-2019 рр.

Норма висіву, млн/га	Фотосинтетичний потенціал, млн.м^{2}діб/га	Маса сухих речовин у фазі повної стиглості, г/м^2	Чиста продуктивність фотосинтезу, г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу
0,9	2,53	1090	5,09
1,0	2,62	1122	5,01
1,1	2,66	1127	4,88
1,2	2,72	1100	4,68
1,3	2,76	1082	4,53
1,4	2,80	1058	4,35

*$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Серед сортів дещо більшою асиміляційною поверхнею на всіх фазах росту характеризувався сорт Мадонна. Так, у фазі цвітіння вона становила 57,2 тис.м^2/га. У сорту Готівський фотосинтезуюча поверхня знизилась до 56,4 тис.м^2/га, а в сорту Отаман – до 52,0 тис.м^2/га (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Площа асиміляційної поверхні посівів гороху залежно від сорту, середнє за 2017-2019рр., тис.м^2/га

Сорт	Фаза трьох листків	Бутонізація	Цвітіння	Налив зерна
Мадонна	12,0	32,0	57,2	52,6
Готівський	11,8	31,5	56,4	51,2
Отаман	10,2	29,8	52,0	46,8

*За норми висіву 1,1 млн/га

*$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Фотосинтетичний потенціал у сортів коливався в межах 2,50 – 2,75 млн.м^{2}діб/га. Маса сухих речовин вища у сорту Мадонна – 1097 г/м^2 і найменша у сорту Отаман. Чиста продуктивність фотосинтезу найвища (4,72 г/м^2) в сорту Мадонна, а найменша у сорту Готівський - 4,18 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу (табл. 3.14)

Таким чином, забезпечення рослин елементами мінерального живлення створювало найбільш сприятливі умови для формування оптимальної оптико-біологічної структури посівів гороху, найвища площа асиміляційної поверхні (58,3-58,4 тис.м^2/га) була за внесення добрив $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га). Збільшення асиміляційної поверхні під впливом норм висіву не призводить до зростання врожайності.

Таблиця 3.14

Показники фотосинтетичної діяльності гороху залежно від сорту, середнє за 2017-2019 рр.

Сорт	Фотосинте-тичний потенціал, млн.м^{2}діб/га	Маса сухих речовин у фазі повної стиглості, г/м^2	Чиста продуктивність фотосинтезу, г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу
Мадонна	2,56	1097	4,72
Готівський	2,75	1054	4,18
Отаман	2,50	1022	4,56

*За норми висіву 1,1 млн/га

*$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Кращі показники фотосинтетичної діяльності гороху сорту Мадонна забезпечили вищу врожайність зерна, порівняно з іншими досліджуваними сортами.

3.6. Азотфіксувальна здатність гороху залежно від досліджуваних чинників.

Симбіотична фіксація азоту розпочинається у фазі двох-трьох листків, досягає максимуму в період бутонізації-початку цвітіння, і припиняється з настанням фази наливу зерна [54].

У дослідженнях В.С. Пилипенко [196, 198], найбільше бульбочок формувалось за внесення в основне удобрення невисоких норм $N_{30}P_{60}K_{60}$, а підвищення норми до $N_{90}P_{90}K_{60}$ зумовлює зниження кількості бульбочкових бактерій.

У гороху максимальна маса бульбочок була сформована у фазі гілкування. Період азотфіксації у гороху був коротшим (порівняно з соєю) і характеризувався високою активністю симбіотичного апарату [59].

У наших дослідженнях симбіотична продуктивність рослин гороху залежала від досліджуваних чинників. Під впливом удобрення особливості формування симбіотичного апарату а також динаміка кількості та маси бульбочок у рослин гороху змінювались. Формування бульбочок на коренях рослин гороху починалось 27.04 – 2.05, або на 9 – 14-й день після повних сходів. Найшвидше бульбочки почали формуватись на варіантах де проводили інокуляцію насіння (P_0K_0 + Оптімайз Пульс) та за внесення добрив в нормі $P_{60}K_{60}$ – 27 квітня, або на 9-й день після повних сходів. За застосування інокуляції (P_0K_0 + Оптімайз Пульс) тривалість функціонування симбіотичного апарату збільшилась на 4 дні (розпад бульбочок 24.06), порівняно з варіантом, де застосовували фосфорно-калійні добрива в нормі $P_{60}K_{60}$ (розпад бульбочок 20.06). На контрольному варіанті у гороху сорту Мадонна бульбочки почали формуватись 28 квітня, або на 10 –й день після повних сходів (табл. 3.15).

За внесення азотних добрив у нормі N_{60}, формування бульбочок спостерігали на 14-й день після повних сходів, що на 4 дні пізніше порівняно з контролем. Звідси можна зробити висновок, що підтверджує думку Ф. Ф. Адаменя [4]: норми азотних добрив вищі за N_{30} здатні пригальмовувати процес формування симбіотичного апарату, оскільки бульбочки на коренях

рослини не утворюються до того часу, поки в ґрунті є в наявності мінеральний азот – рослина живиться мінеральним азотом. У свою чергу при сприятливих умовах симбіозу, бульбочки що утворились на коренях рослин без внесення мінерального азоту, постачають їм фіксований азот з повітря.

Таблиця 3.15

Дати формування симбіотичного апарату у гороху сорту Мадонна залежно від удобрення, середнє за 2017 – 2019 рр.

Варіант удобрення	Дата			
	утворення бульбочок	появи легемо глобіну	переходу легемоглобін в холеглобін	розпад бульбочок
P_0K_0 - контроль	28.04	7.05	12.06	19.06
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	27.04	5.05	13.06	24.06
$P_{60}K_{60}$ - фон	27.04	6.05	12.06	20.06
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	2.05	10.05	17.06	24.06
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	29.04	10.05	16.06	22.06
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	30.04	9.05	18.06	26.06
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	29.04	7.05	16.06	25.06
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	30.04	8.05	19.06	28.06
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ +Інтер-маг бобові (2л/га)	30.04	8.05	20.06	30.06

Наші дослідження показали, що за внесення сірки в нормі S_{30}, а також магнію в нормі Mg_{20} на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) бульбочки почали формуватись 29 квітня, що на день пізніше за контрольний варіант, та на 3 дні швидше порівняно з варіантом $P_{60}K_{60} + N_{60}$. Одержання такого результату можна пояснити тим, що сірка та магній відіграють важливу роль у живленні гороху, активізуючи діяльність бульбочкових бактерій. Фіксація атмосферного азоту відбувається за допомогою ферменту нітрогенази, до складу якого входить сірка. Роль магнію в свою чергу зумовлена активною дією на низку ферментів, що забезпечують вуглеводневі та білкові обміни у рослині.

За внесення сірки в нормі S_{30}, а також магнію в нормі Mg_{20} на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) у поєднанні з азотними добривами N_{60} бульбочки почали формуватись 30 квітня, що на 2 дні швидше ніж на варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60}$, та на 2 дні пізніше, порівняно з контролем. Потрібно зазначити, що 30 квітня також відмічено початок формування бульбочок на варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га). Даний варіант досліду характеризувався найдовшим періодом функціонування симбіотичного апарату (розпад бульбочок 30.06), що на 2 дні довше порівняно з варіантом $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ та на 11 днів довше, порівняно з контролем.

Появу легемоглобіну у наших дослідженнях у гороху сорту Мадонна, зафіксовано на 8 – 12-й день після появи бульбочок. Найшвидше легемоглобін з'явився (на 8 день після появи бульбочок) у варіантах, де на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) проводили інокуляцію (Оптімайз Пульс). За внесення добрив азот (N_{60}), магній (Mg_{20}), сірку (S_{30}) легемоглобін появився 7-9 травня. Це пояснюється позитивним впливом даних хімічних елементів на інтенсифікацію ростових процесів та фотосинтетичної роботи рослин гороху, внаслідок чого пришвидшується нагромадження сухих органічних речовин у рослинному організмі.

Кількість та маса бульбочок на кореневій системі має важливе значення для забезпечення гороху біологічним азотом. Нами встановлено, що оптимальні кількість та маса бульбочок формуються у період від цвітіння до наливання зерна. У фазі бутонізації на контролі, загальна кількість та кількість активних бульбочок становила 4,8 і 3,2 шт./рослину. У фазі повного цвітіння кількість бульбочок, як загальна, так і активних, була максимальною і становила 15,8 і 14,7 шт./рослину, а потім поступово спадала до фази наливу зерна до 5,4 і 2,3 шт./рослину (табл. 3.16).

Максимальна кількість бульбочок, як загальна, так і активних відмічена на варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га): у фазі бутонізації 22,5 та 16,6 шт./рослину, у фазі цвітіння 38,1 та 37,8 шт./рослину та у фазі наливу зерна – 12,7 та 6,8 шт./рослину, відповідно.

Таблиця 3.16

Вплив удобрення на динаміку кількості бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна, середнє за 2017 – 2019 рр., шт./рослину

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
P_0K_0 - контроль	4,8/3,2	15,8/14,7	5,4/2,3
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	9,7/6,9	20,7/19,2	7,6/3,5
$P_{60}K_{60}$ - фон	16,4/10,4	27,3/26,8	9,5/4,3
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	15,8/10,0	26,4/25,9	8,8/4,1
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	16,4/10,8	26,0/25,8	8,4/3,9
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	17,6/11,9	30,7/29,9	10,2/4,8
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	17,1/11,1	30,1/29,7	10,0/4,6
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	19,7/13,7	34,5/34,0	11,5/5,7
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ +Інтер-маг бобові (2л/га)	22,5/16,6	38,1/37,8	12,7/6,8

*У чисельнику загальна кількість бульбочок, шт./рослину,
у знаменнику кількість активних бульбочок, шт./рослину

Характер впливу рівня удобрення на формування загальної маси та маси активних бульбочок аналогічний формуванню їх кількості (табл. 3.17).

Найбільша маса бульбочок, як загальна так і активних, спостерігалась у фазу цвітіння на варіанті досліду $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га) – вона становила відповідно 0,50 та 0,49 г на рослину.

Аналогічна закономірність спостерігалась при формуванні загальної маси та кількості як загальних, так і активних бульбочок як з однієї рослини так і з 1 гектара (див. додаток Б, табл. Б.1; табл. Б.2).

Отже, максимальна кількість а також маса бульбочок, як загальна, так і активних, у досліджуваних сортів спостерігалась у варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га).

Таблиця 3.17

Вплив удобрення на динаміку маси бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна, середнє за 2017 – 2019 рр., г/рослину

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
P_0K_0 - контроль	0,06/0,04	0,21/0,17	0,07/0,03
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	0,13/0,09	0,27/0,24	0,10/0,05
$P_{60}K_{60}$ - фон	0,21/0,14	0,35/0,33	0,12/0,06
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	0,21/0,13	0,34/0,33	0,11/0,05
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	0,21/0,14	0,36/0,34	0,11/0,05
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	0,23/0,15	0,40/0,39	0,13/0,06
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	0,22/0,14	0,39/0,39	0,13/0,06
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	0,26/0,18	0,45/0,44	0,15/0,07
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ +Інтер-маг бобові (2л/га)	0,29/0,21	0,50/0,49	0,17/0,09

*Примітка. У чисельнику загальна маса бульбочок, г/рослину,
у знаменнику маса активних бульбочок, г/рослину

У проведених дослідженнях ми вивчали вплив удобрення на тривалість *загального та активного симбіотичного потенціалу* та продуктивність симбіотичної азотфіксації рослин гороху залежно від досліджуваного чинника.

Активний симбіотичний потенціал – це добуток маси бульбочок з легемоглобіном за певні періоди та тривалості їх функціонування. Загальний симбіотичний потенціал включає в себе масу всіх бульбочок.

У процесі проведення досліджень було встановлено, що добрива мали значний вплив на тривалість загального та активного періодів симбіотичної діяльності посівів гороху сорту Мадонна.

Найдовша тривалість симбіозу, як загального, так і активного відмічена у варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га) і становила відповідно 60 і 43 дні (табл. 3.18).

Було встановлено, що тривалість симбіозу та маса бульбочок вплинули на значення загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалів. Так, найвищі значення ЗСП і АСП становили 16,1 і 9,5 тис. кг діб/га, у варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га).

Таблиця 3.18

Формування загального та активного симбіотичного потенціалу у гороху сорту Мадонна залежно від удобрення, у середньому за 2017 – 2019 рр.

Варіант удобрення	Тривалість симбіозу, днів		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб / га	
	загальний	активний	загальний	активний
P_0K_0 - контроль	52	36	4,5	2,4
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	57	39	7,3	3,9
$P_{60}K_{60}$ - фон	54	37	9,7	5,2
$P_{60}K_{60}$ + N_{60}	53	38	9,4	5,3
$P_{60}K_{60}$ + S_{30}	54	37	9,8	5,2
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + S_{30}	57	39	11,9	6,4
$P_{60}K_{60}$ + Mg_{20} + S_{30}	57	40	11,5	6,3
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}	58	42	14,0	8,1
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +Інтер-маг бобові (2л/га)	60	43	16,1	9,5

Кількість симбіотично фіксованого азоту у дослідженнях ми розраховували за значенням активного симбіотичного потенціалу (АСП) та питомої активності симбіозу. Питома активність симбіозу (ПАС) – це кількість азоту повітря, що фіксує один кілограмом сирих бульбочок на добу [202]. Встановлено, що питома активність симбіозу, у середньому за три роки, становила 18,0 г азоту на 1 кг сирої маси активних бульбочок на добу.

У наших дослідженнях кількість симбіотично фіксованого азоту, залежно від варіанту досліджень, знаходилась в межах 43,2 – 171,0 кг/га (табл. 3.19).

Максимальна кількість фіксованого азоту відмічена у варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +Інтермаг бобові (2л/га) – 171,0 кг/га, що на 127,8 кг/га більше, ніж на контролі.

Таблиця 3.19

Кількість симбіотично фіксованого азоту у гороху сорту Мадонна залежно від удобрення, у середньому за 2017 – 2019 рр., кг/га

Варіант удобрення	Фіксовано біологічного азоту, кг/га
P_0K_0 - контроль	43,2
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	70,2
$P_{60}K_{60}$ - фон	93,6
$P_{60}K_{60}$ + N_{60}	95,4
$P_{60}K_{60}$ + S_{30}	93,6
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + S_{30}	115,2
$P_{60}K_{60}$ + Mg_{20} + S_{30}	113,4
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}	145,8
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +Інтермаг бобові (2л/га)	171,0

Таким чином, у результаті досліджень встановлено, що у гороху сорту Мадонна максимальні кількість та маса бульбочок, загальний та активний симбіотичний потенціал формуються на варіанті за внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га). На цьому варіанті посівами гороху фіксується найбільша кількість азоту.

Результати проведених нами досліджень, де вивчався вплив норм висіву на формування симбіотичного апарату та динаміки кількості та маси бульбочок у рослин гороху, свідчать, що у середньому за три роки, бульбочки на коренях рослин гороху почали формуватись на 11 –14-й день після сходів. Процес формування бульбочок у гороху сорту Мадонна залежно від різних норм висіву відбувався по-різному. Нами виявлено, що бульбочки почали формуватись швидше за норми висіву 0,9 млн. /га., а найпізніше – за норми 1,3-1,4 млн. /га (табл. 3.20).

Найшвидше появу легемоглобіну зафіксовано за норми висіву 0,9 млн./га. Із збільшенням норми висіву від 0,9 млн./га до 1,4 млн. /га поява легемоглобіну спостерігалась на 3 дні пізніше. Це явище можна пояснити тим, що у зріджених посівах площа листкової поверхні однієї рослини більша, що сприяє кращому проходженню процесів фотосинтезу, внаслідок чого поліпшується діяльність симбіотичного апарату [222; 224] .

Таблиця 3.20

Дати формування симбіотичного апарату у гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, у середньому за 2017 – 2019 рр.

Норма висіву, млн. /га	Дата			
	утворення бульбочок	появи легемоглобіну	переходу легемоглобін в холеглобін	розпад бульбочок
0,9	29.04	6.05	19.06	31.06
1,0	30.04	7.05	19.06	29.06
1,1	30.04	9.05	21.06	30.06
1,2	1.05	10.05	21.06	29.06
1,3	2.05	10.05	21.06	28.06
1,4	2.05	11.05	20.06	28.06

Дата переходу легемоглобіну в холеглобін мало залежала від норм висіву гороху. Процес розпаду бульбочок у сорту Мадонна за збільшення норм висіву відбувався швидше на 1-4 дні порівняно з контролем.

Таким чином, збільшення норми висіву до 1,4 млн. шт./га сприяє утворенню бульбочок пізніше порівняно з контролем на 3 дні та появі легемоглобіну на 4 дні пізніше, а також пришвидшує розпад бульбочок.

У всіх варіантах, як і в досліді з добривами, найбільш інтенсивно бульбочки наростали до фази повного цвітіння, після цього їх інтенсивність різко знижувалась (табл. 3.21).

Так, у сорту Мадонна за норми висіву 0,9 млн./га у фазі бутонізації загальна кількість бульбочок дорівнювала 24,9 шт., а кількість активних – 16,3 шт. на рослину. У фазі цвітіння їх кількість зросла до 40,9 та 40,4 шт., а у фазі

наливу зерна зменшилась і становила 14,1 та 7,4 шт. Потрібно відмітити, що максимальна кількість бульбочок в межах досліду формувалась за норми висіву 0,9 млн./га.

Таблиця 3.21

Вплив норм висіву на динаміку кількості бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна, середнє за 2017 – 2019 рр., шт./рослину

Норма висіву, млн. /га	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
0,9	24,9/16,3	40,9/40,4	14,1/7,4
1,0	23,2/16,0	39,0/39,2	13,0/7,0
1,1	22,5/16,6	38,1/37,8	12,7/6,8
1,2	21,1/14,0	36,2/35,7	11,2/5,3
1,3	18,8/12,5	34,1/33,9	9,4/4,5
1,4	17,4/11,6	33,1/32,8	7,7/3,8

* У чисельнику загальна кількість бульбочок, шт./рослину,
у знаменнику кількість активних бульбочок, шт./рослину

Динаміка впливу норм висіву на формування загальної маси та маси активних бульбочок аналогічна формуванню їх кількості (табл. 3.22).

Таблиця 3.22

Вплив норм висіву на динаміку маси бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна, середнє за 2017 – 2019 рр., г/рослину

Норма висіву, млн. /га	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
0,9	0,32/0,21	0,53/0,52	0,18/0,10
1,0	0,30/0,21	0,51/0,50	0,17/0,10
1,1	0,29/0,21	0,50/0,49	0,17/0,09
1,2	0,27/0,18	0,47/0,46	0,15/0,07
1,3	0,24/0,16	0,46/0,44	0,12/00,6
1,4	0,23/0,15	0,44/0,43	0,10/0,05

* У чисельнику загальна маса бульбочок, г/рослину,
** у знаменнику маса активних бульбочок, г/рослину

Так, найвища маса бульбочок, як загальних, так і активних, формувалась за норми висіву 0,9 млн./га у фазі цвітіння і становила 0,53 і 0,52 г на рослину.

Проте найбільша загальна кількість бульбочок на одиницю площі у сорту Мадонна – 31,2 млн шт./га, з них активних 31,0 млн шт. при їх сирій масі 410 кг/га та 402 кг/га в середньому за роки досліджень спостерігалась у фазі цвітіння у варіанті з нормою висіву 1,1 млн. /га (додаток Б; табл. Б.3, табл.Б.4).

Отримані результати трирічних досліджень показали, що норми висіву мають значний вплив на продуктивність загального та активного симбіотичного потенціалу та азотфіксуючу здатність гороху.

У наших дослідженнях середня тривалість загального симбіозу у сорту Мадонна у варіанті з нормою висіву 0,9 млн. /га складала 61 день, тривалість активного симбіозу – 44 дні. (табл. 3.23).

Потрібно зазначити, що норми висіву вплинули на значення загального та активного симбіотичного потенціалу у гороху сорту Мадонна. Так, на за норми висіву 0,9 млн./га ЗСП складав 14,7 тис. кг діб / га, а АСП – 8,6 тис. кг діб / га. Максимальні значення цих показників нами відмічено за норми висіву 1,1 млн. /га, при цьому загальний симбіотичний потенціал дорівнював 15,7 тис. кг діб / га, активний симбіотичний потенціал – 9,5 тис. кг діб / га.

Таблиця 3.23

Формування загального та активного симбіотичного потенціалу у гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, середнє за 2017 – 2019 рр.

Норма висіву, млн. /га	Тривалість симбіозу, днів		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб / га	
	загальний	активний	загальний	активний
0,9	61	44	14,7	8,6
1,0	60	43	15,1	8,9
1,1	60	43	15,7	9,5
1,2	59	42	15,0	8,5
1,3	57	42	13,9	8,2
1,4	57	41	13,2	7,7

Нами встановлено, що значення і тривалість активного симбіотичного потенціалу, а також кількість симбіотично фіксованого азоту істотно залежали від фактора поставленого на вивчення. За вирощування гороху сорту Мадонна у варіанті з нормою висіву 0,9 млн. /га кількість симбіотично фіксованого азоту становила 154,8 кг/га. (табл. 3.24). Максимальний показник фіксації азоту (171,0 кг/га) був на варіанті з нормою висіву 1,1 млн. /га.

Таблиця 3.24

Кількість симбіотично фіксованого азоту у гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, середнє за 2017 – 2019 рр., кг/га

Норма висіву, млн. /га	Фіксовано біологічного азоту, кг/га
0,9	154,8
1,0	160,2
1,1	171,0
1,2	153,0
1,3	147,6
1,4	138,6

Отже, можна зробити висновок, що удосконалення основних елементів технології вирощування гороху, а саме норм висіву, впливатиме на створення оптимальних умов для формування симбіотичного апарату рослин гороху, що забезпечить покращання процесів симбіотичної азотфіксації.

Наші дослідження показали, що формування бульбочок на коренях рослин гороху залежно від сорту починалось на 12 – 16-й день після сходів. Найшвидше бульбочки утворились у сорту Мадонна – на 12-й день після сходів, а найпізніше у сорту Готівський, на 16-й день, що пов’язано з генотипом сорту (табл. 3.25).

Поява легемоглобіну відзначена на 6 - 9-й день після появи бульбочок. Найшвидше легемоглобін з’явився у сорту Готівський – на 6-й день після появи бульбочок, найпізніше – у сорту Мадонна – на 9-й день після появи бульбочок. Перехід легемоглобіну у холеглобін, а також розпад бульбочок з усіх сортів найперше розпочався у сорту Мадонна.

Таблиця 3.25

Дати формування симбіотичного апарату у гороху залежно від сорту, середнє за 2017 – 2019 рр.

Сорт	Дата			
	утворення бульбочок	появи легемоглобіну	переходу легемоглобін в холеглобін	розпад бульбочок
Мадонна	30.04	9.05	21.06	30.06
Готівський	4.05	10.05	25.06	4.07
Отаман	2.05	10.05	23.06	3.07

Формування кількості бульбочок, як свідчать наші дослідження, збільшувалось починаючи із фази бутонізації і досягало максимуму у фазі цвітіння, а потім до фази наливу зерна поступово зменшувалось, однакова закономірність була у всіх сортів (табл. 3.26). Більша кількість бульбочок як загальних так і активних формувалась у сорту Мадонна, відповідно 38,1 та 37,8 шт/рослину

Таблиця 3.26

Вплив сорту на динаміку кількості бульбочок у рослин гороху, середнє за 2017 – 2019 рр., шт/рослину

Сорт	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
Мадонна	22,5/16,6	38,1/37,8	12,7/6,8
Готівський	18,9/12,6	32,9/32,4	9,8/4,7
Отаман	17,4/11,6	31,7/31,3	8,7/4,2

* У чисельнику загальна кількість бульбочок, шт./рослину,
у знаменнику кількість активних бульбочок, шт./рослину

Потрібно зазначити, що аналогічна тенденція відзначена із масою бульбочок (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

Вплив сорту на динаміку маси бульбочок у рослин гороху, середнє за 2017 – 2019 рр., г/рослину

Сорт	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
Мадонна	0,29/0,21	0,50/0,49	0,17/0,09
Готівський	0,25/0,16	0,43/0,42	0,13/0,06
Отаман	0,23/0,15	0,41/0,41	0,11/0,05

*У чисельнику загальна маса бульбочок, г/рослину,
у знаменнику маса активних бульбочок, г/рослину

Нами встановлено, що найбільшу загальну кількість бульбочок у сорту Мадонна – 31,2 млн шт./га, з них активних 31,0 млн шт./га при їх сирій масі відповідно 410 та 402 кг/га, у середньому за роки досліджень відзначено у фазі цвітіння. Аналогічна закономірність спостерігалась і в інших сортів гороху (додаток Б; табл. Б.5, табл. Б.6).

У процесі проведення досліджень, ми виявили, що фактор сорту значним чином впливає на *тривалість загального та активного періодів* симбіотичної діяльності посівів гороху. Так, у сорту Отаман період загального та активного симбіозу складав 62 та 44 дні, відповідно. У сорту Готівський ці показники складали 61 та 46 днів, у сорту Мадонна – 60 та 43 дні (табл. 3.28).

Таблиця 3.28

Формування загального та активного симбіотичного потенціалу у гороху залежно від сорту, середнє за 2017 – 2019 рр.

Сорт	Тривалість симбіозу, днів		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб / га	
	загальний	активний	загальний	активний
Мадонна	60	43	15,7	9,5
Готівський	61	46	13,5	8,0
Отаман	62	44	12,7	7,3

Під впливом сорту змінювались значення загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалу. Так, у сорту Мадонна ЗСП складав 15,7, а АСП – 9,5 тис. кг діб / га. У сортів Готівський та Отаман значення ЗСП та АСП були нижчими і становили, відповідно, 13,5 та 8,0 тис. кг діб / га та 12,7 та 7,3 тис. кг діб / га.

Потрібно зазначити, що кількість симбіотично фіксованого азоту у сортів гороху була наступною: у сорту Мадонна цей показник становив 171,0 кг/га, у сорту Готівський – 144,0 кг/га та у сорту Отаман – 131,4 кг/га (табл. 3.29).

Таблиця 3.29

Кількість симбіотично фіксованого азоту у гороху залежно від сорту, середнє за 2017 – 2019 рр., кг/га

Сорт	Фіксовано біологічного азоту, кг/га
Мадонна	171,0
Готівський	144,0
Отаман	131,4

Таким чином, за внесення добрив в нормі $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га), нормі висіву 1,1 млн/га створюються оптимальні умови для формування та функціонування симбіотичного апарату.найвища кількість фіксованого азоту була у сорту Мадонна - 171,0 кг/га.

3.7. Елементи структури врожаю гороху залежно від удобрення та норм висіву

Селекційна робота з детермінантними та гетерофільними формами гороху спрямовується на комбінування переваг листочкового (фотосинтетичний потенціал, стійкість до стресів) і вусатого (стійкість до вилягання) типів, а також підвищення частки насіння в загальній біомасі [218].

Основні елементи структури врожаю, такі як кількість квіток, бобів і насінин, маса насіння тощо, прямо пов’язані з формуванням зернової продуктивності. На думку М.І. Кондратенка [138], важливо сформувати оптимальні показники структури врожаю, оскільки між кількістю бобів на рослині, кількістю зерен на рослині, мосою зерна з рослин та врожайністю існує пряма кореляційна залежність.

Рівень урожайності визначається елементами структури. Тісний зв'язок з урожайністю мали: кількість бобів на рослині (r = 0,629), кількість зерен на рослині (r = 0,712), кількість зерн у бобі (r = 0,833), маса зерна з рослини (r = 0,825), маса 1000 зерен (r = 0,695) [241].

Кількість бобів на рослині залежить від багатьох чинників. На кількість бобів впливають сортові особливості: у сорту Царевич цей показник найменший 3,93-4,07 шт, у сорту Чекбек зростає до 4,04-4,20 шт, а найвищий він у сорту Улус 4,64-4,81 шт та у сорту Отаман 5,64-5,89 % [44]. У сорту Девіз на одній рослині формувалось 3,67-6,67 бобів, у сорту Царевич – 4,67-8,00 шт [198]. За даними І.М. Дідура [69], кількість бобів у сорту Елегант становила 6,8 шт/рослину, а в сорту Дамир – 7,2 шт/рослину. За іншими даними цей показник у сортів Улюбленець та Юлій становив 5,3-5,6 шт [139]. В інших дослідженнях, кількість бобів на рослині зросла до 7,0-7,5 шт [17]. У дослідженнях Н.В. Телекало [234], кількість бобів на одній рослині була нижчою і в сорту Царевич коливалась в межах 3,33-4,14 шт, а в сорту Улус - 3,86-4,80 шт. Залежно від сорту кількість бобів становила 3,0-4,1 шт [242]. За іншими даними на рослині формувалась значно менша кількість бобів 2,2-2,8 [116].

За даними Інституту землеробства НААН, кількість сформованих бобів мала значну варіабельність та виражала рівень продуктивності культури, в середньому цей показник знаходився в межах 6,4-7,8 шт. Найнижчий рівень формування бобів відмічається у сорту Чекбек [64].

Кількість бобів зростає під впливом добрив [271]. На фоні $N_{15}P_{15}K_{15}$ на рослині залежно від норми висіву було 2,0-2,9 шт, а за внесення $N_{30}P_{30}K_{15}$ цей показник зріс до 2,2-3,3 шт [93]. Внесення мікродобрив покращувало елементи структури врожаю гороху [83].

В умовах лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному під впливом внесення добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$ кількість бобів зросла до 3,9 шт, що більше ніж на контролі без добрив на 0,8 шт [42].

У наших дослідженнях з вивчення впливу добрив на показники структури врожаю гороху сорту Мадонна одержано наступні результати. Кількість бобів на рослині була найменшою на варіанті без добрив, де вона становила 4,3 шт/рослину (табл. 3.30). На варіанті з обробкою насіння бактеріальним добривом Оптімайз Пульс вона збільшилась до 4,5 шт. На варіантах з внесенням добрив кількість бобів на рослині становила 4,6-4,7 шт. Нами відмічена пряма кореляційна залежність між удобренням та кількістю бобів на рослині (r = 0,74).

За даними дослідників, *кількість зерен у бобі* коливалась залежно від сорту, вапнування та норми мінеральних добрив у межах 4,73-5,97 шт [84]. Варіанти удобрення змінювали кількість зерен у бобі у сорту Девіз в межах 3,00 – 6,67 шт, а в сорту Царевич від 2,57 до 5,08 шт [198]. Максимальна кількість насінин у бобі становила 5,6 шт [139]. За даними О.В. Ільєнка [92], кількість зерен у бобі за норми висіву 1,8 млн/га була найменшою і залежно від фону добрив становила 4,4-4,9 шт, а за норми висіву 1,2 млн/га - найбільшою - 6,3- 6,9 шт. За іншими даними в бобі формувалось значно менше насінин - 3,6-4,5 шт [242], і навіть 2,8-3,9 шт [116].

У наших дослідженнях кількість зерен у бобі сорту Мадонна зростала при оптимізації системи живлення гороху. Так, на контролі у бобі було найменше - 5,8 зерен (табл. 3.30). Обробка насіння бактеріальним добривом забезпечила підвищення кількості зерен до 6,1 шт, а на варіанті з внесенням всіх досліджуваних елементів живлення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) в бобі формувалось 6,4 зернини. Між удобренням та кількістю зерен з однієї рослини відмічена пряма кореляційна залежність (r = 0,820).

Дослідження з вивчення мінливості та взаємозв’язків елементів продуктивності рослин зразків колекції гороху листочкового і вусатого типу листка, показали, що найбільш мінливими ознаками є кількість насіння з рослини та маса насіння з рослини [17].

Таблиця 3.30

Показники елементів структури врожаю гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення,

(середнє за 2017-2019рр)

№ п/п	Варіант удобрення	Густота рослин на $м^2$, шт	Кількість бобів на 1 рослину, шт	Кількість зерен на 1 рослину, шт	Кількість зерен у бобі, шт	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з 1 рослини, г	Біологічна врожайність, т/га
1	P_0K_0 - контроль	77	4,3	25,1	5,8	230,0	5,77	4,44
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	77	4,5	27,4	6,1	238,0	6,52	5,02
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	79	4,6	28,5	6,2	240,8	6,86	5,42
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	81	4,7	29,6	6,3	245,3	7,26	5,88
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	80	4,7	29,6	6,3	244,0	7,22	5,78
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	82	4,7	29,6	6,3	249,4	7,38	6,05
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	82	4,6	29,0	6,3	248,0	7,19	5,90
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	84	4,7	30,1	6,4	258,8	7,79	6,54
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	84	4,7	30,1	6,4	270,0	8,12	6,82

*норма висіву – 1,1 млн./га

Аналіз результатів, отриманих іншими дослідниками, показує що одержані різні результати. Кількість зерен з однієї рослини становила 19,9-20,9 шт [69]. В інших дослідженнях у сорту Царевич на одній рослині було 12,92 насінини, у сорту Улус – 15,30-20,08 шт [234]. Дослідження з цими ж сортами О.С. Чинчика [252] дало дещо інші результати: кількість насінин з рослини у сорту Царевич становила 15,41-16,23 шт, у сорту Чекбек 16,08-16,84 шт, у сорту Улус 18,05-18,84 шт, а в сорту Отаман цей показник значно вищий порівняно з іншими сортами і становить 22,60-24,07 шт.

За даними В.С. Пилипенка [198], залежно від варіанту удобрення, на одній рослині гороху сорту Девіз формувалось 14,7-28,3 зерен, а в сорту Царевич – 16,0-28,7 шт. В інших дослідженнях, кількість зерен з рослини під впливом внесення добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$ збільшилась з 11,7 шт до 14,5 шт [42].

У наших дослідженнях кількість зерен з рослини у сорту Мадонна була високою і становила від 25,1 до 30,1 шт (табл 3.30). Цей показник структури врожаю зростав при використанні бактеріального добрива, внесенні фосфорних, калійних, азотних, магнієвих, сірчаних добрив. Внесення мікродобрив не впливало на кількість зерен з рослини. Менший вплив добрив на кількість зерен з рослини, порівняно з даними інших дослідників, пояснюється тим, що на врожайність більше впливали інші елементи структури врожаю, а саме: маса 1000 зерен та маса зерна з рослини.

Маса зерен з однієї рослини, або індивідуальна продуктивність рослини є узагальненим структурним елементом, за величиною якого у добутку з показником густоти рослин на $м^2$, визначають біологічну врожайність. За даними дослідників, вона була різною. У сорту Елегант маса насіння з однієї рослини коливалась в межах 4,90-6,57 г, а в сорту Дамир 2 – 5,53-7,77 г [71]. В інших дослідженнях цей показник був нижчим, у сорту Царевич становив 3,14-4,25 г, а в сорту Улус 3,31-4,53 г [234]. Порівняння маси насіння з однієї рослини у чотирьох сортів показало, що найвища вона у сорту Отаман 4,34-4,67 г, менша у сорту Чекбек 4,26-4,53 г та у сорту Улус 4,17-4,39 г і найнижча в сорту

Царевич 3,99-4,22 г [44]. За іншими даними, у сорту Девіз маса зерна з рослини досягала 5,31 г, а в сорту Царевич була вищою – 5,86 г [198].

Результати наших досліджень показали, що маса зерна з рослини мала найбільш вагомий вплив на рівень урожайності зерна гороху сорту Мадонна. Про тісну кореляційну залежність між масою зерна з рослини та врожайністю свідчать криві на графіку (рис. 3.3). Нами виявлена пряма кореляційна залежність (r = 0,99) між масою зерен з однієї рослини та урожайністю, а також аналогічна залежність спостерігалась між рівнем удобрення та урожайністю (r = 0,95). Так, якщо на варіанті без добрив вона становила 5,77 г, то за внесення усіх елементів живлення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) маса зросла до 8,12 г, тобто збільшилась на 2,35 г (табл 3.30). Внесення бактеріального добрива Оптімайз Плюс забезпечило зростання маси зерна з 5,77 г до 6,52 г.

Рис.3.3. Взаємозвязок маси зерна з рослини і врожайності гороху залежно від удобрення, середнє за 2017-2019рр.

На фоні $P_{60}K_{60}$ маса зерна з рослини зросла до 6,86 г. Істотний вплив на цей показник мали також азотні добрива (N_{60}), приріст порівняно з варіантом з фосфорно-калійним живленням становить 0,40 г. Сірчані і магнієві добрива менше впливали на масу зерен з рослини. Найвищою маса зерна (7,79 г) була за внесення всіх досліджуваних макроелементів та використання мікродобрива Інтермаг бобові, де вона становила 8,12 г.

Аналіз результатів інших дослідників показує, що *маса 1000 зерен* залежить від багатьох чинників. Під впливом умов року та сорту змінюється в діапазоні 185-260 г [46]. Маса 1000 насінин у сорту Елегант становила 242-258 г, а в сорту Дамир 2 - 250-267 г [69]. У сорту Харківський еталонний залежно від фону добрив і норми висіву маса 1000 зерен змінювалась від 235,0 до 245,3 г [93]. За даними Н.В. Телекало [234], маса 1000 насінин у сорту Царевич була 234-261 г, а в сорту Улус 208-231 г.

Подібні результати одержано в інших дослідженнях: у сорту Царевич 258-260 г, у сорту Улус 231-233 г, у сорту Чекбек 265-269 г, у сорту Отаман маса 1000 насінин значно нижча 192-194 г [44]. Маса 1000 зерен у сорту Харківський янтарний становила 206-237 г [154]. Є дані про нижчу масу 1000 зерен, залежно від сорту вона становить 148-177 г [242]. Маса 1000 зерен під впливом внесення добрив у нормі $N_{20}P_{70}K_{82}$ зросла з 221,2 г до 245,9 г [42].

У наших дослідженнях маса 1000 зерен найбільше вплинула на показник маси зерна з рослини і таким чином на рівень урожайності. На варіанті без добрив вона була найменшою і становила 230,0 г (табл. 3.30).

На другому варіанті бактеріальні добрива підвищили масу 1000 зерен до 238 г. Вона зросла від внесення фосфорних і калійних добрив дор 240,8 г і, особливо від азотних, до 245,3 г. Сірчані добрива не підвищували цей показник. Від внесення азоту і сірки маса 1000 зерен зроста до 249,4 г. Найкрупніше зерно формувалось на варіантах з внесенням усіх досліджуваних елементів живлення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ – 258,8 г, і особливо за використання на цьому фоні мікродобрива Інтермаг бобові – 270,0 г.

Отже, маса 1000 зерен зросла з 230 г до 270 г, що і стало основним чинником зростання врожайності зерна гороху сорта Мадонна. Встановлено пряму кореляційну залежність між удобренням та масою 1000 насінин (r = 0,94).

У другому досліді з вивчення впливу норм висіву на елементи продуктивності гороху, одержали наступні результати. Кількість бобів на рослині зменшувалась на варіантах з більшою нормою висіву. За висіву 0,9 млн/га на рослині було 4,8 шт, при висіві 1,4 млн/га – знизилась до 4,5 бобу на рослину (табл. 3.31). Кількість зерен у бобі теж знизилась з 6,9 шт за норми висіву 0,9 млн/га до 6,1 шт при висіві 1,4 млн/га.

Загущення посівів спричинило зменшення кількості зерен з однієї рослини з 33,0 шт.на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га до 27,6 шт за висіву 1,4 млн/га, тобто на 5,4 шт.

Ще більше змінювались під впливом норми висіву маса зерна з рослини та маса 1000 зерен. Так, якщо на першому варіанті з мінімальною густотою рослин, маса зерна з рослини становила 9,60 г, то при загущенні посівів за норми висіву 1,4 млн/га вона знизилась до 7,05 г, або на 2,55 г. Біологічна врожайність гороху різко не знижувалась лише внаслідок зростання іншого важливого елементу структури врожаю – густоти рослин. Маса 1000 зерен теж закономірно знижувалась при загущенні посівів. За норми висіву 0,9 млн/га вона становила 291,0 г, а на варіанті з висіво 1,4 млн/га зменшилась до 255,8 г, або на 35,2 г (рис. 3.4).

Найвища біологічна врожайність (6,98 т/га) формувалась за оптимального поєднання показників густоти рослин і маси зерна з рослини на варіанті з нормою висіву 1,1 млн/га. Потрібно відмітити, що між нормою висіву та елементами індивідуальної продуктивності рослин гороху спостерігалась зворотня кореляційна залежність.

Так, між нормою висіву і кількістю бобів та зерен з рослини, коефіцієнт кореляції відповідно дорівнював: r = -0,92 та r = -0,98. Між кількістю зерен у бобі, масою 1000 насінин та масою зерен з однієї рослини даний коефіцієнт був рівний: r = -0,99.

Таблиця 3.31

Показники елементів структури врожаю гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, (середнє за три роки)

№ п/п	Норма висіву, млн./га	Густота рослин на $м^2$, шт	Кількість бобів на 1 рослину, шт	Кількість зерен на 1 рослину, шт	Кількість зерен у бобі, шт	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з 1 рослини, г	Біологічна врожайність, т/га
1	0,9	70	4,8	33,0	6,9	291,0	9,60	6,72
2	1,0	77	4,8	32,0	6,7	280,0	8,96	6,90
3	1,1	82	4,8	31,2	6,5	272,8	8,51	6,98
4	1,2	86	4,6	29,0	6,3	266,5	7,73	6,64
5	1,3	89	4,5	28,0	6,2	260,8	7,30	6,50
6	1,4	90	4,5	27,6	6,1	255,8	7,05	6,35

*на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

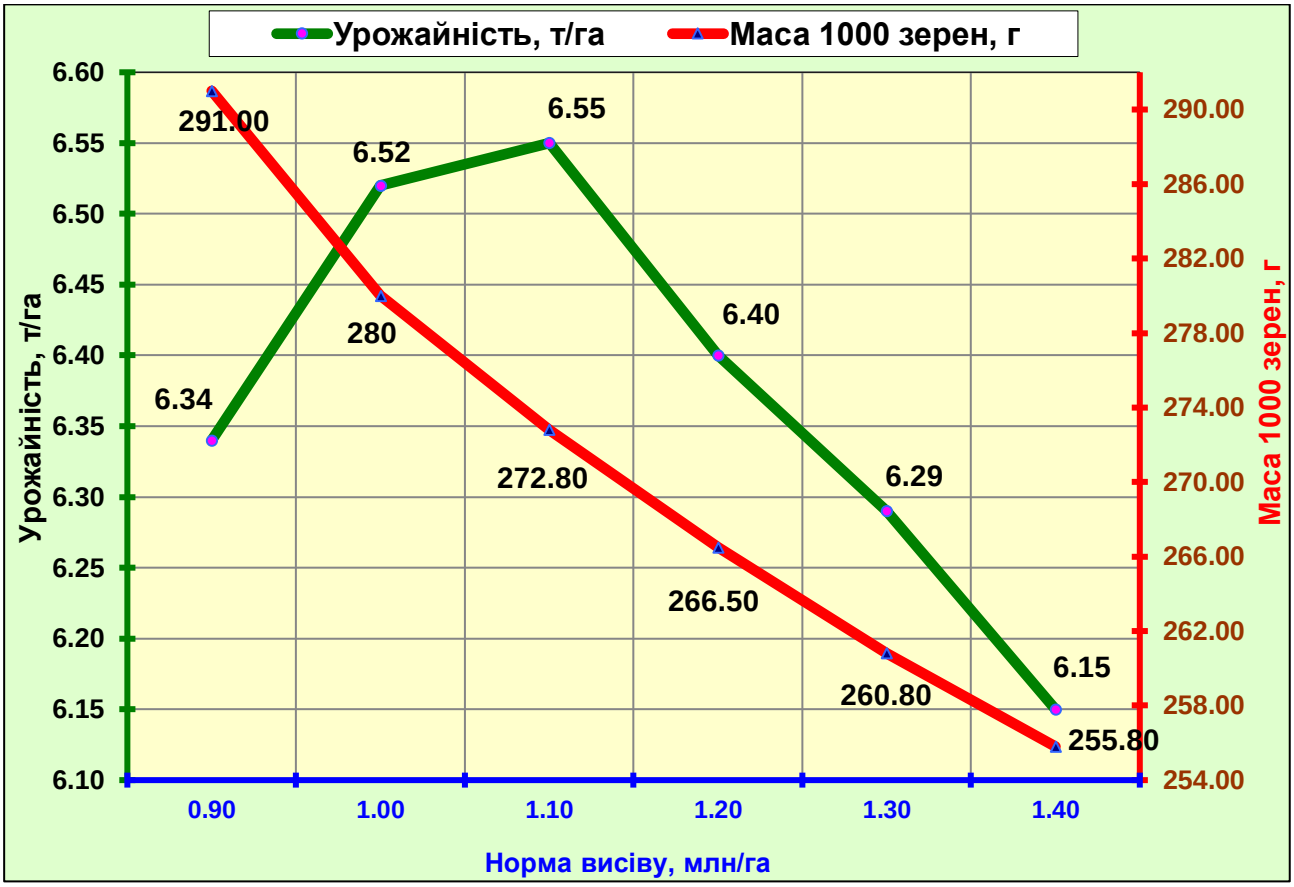

Рис. 3.4. Взаємозвязок маси 1000 зерен і врожайності гороху залежно від норм висіву, середнє за 2017-2019рр.

Подібні результати одержані і в інших дослідженнях. За збільшення норми висіву на 0,5 млн/га (з 1,0 до 1,5 млн/га) зменшувалась кількість бобів на рослині, кількість зерен з однієї рослини, маса 1000 зерен, проте норма висіву не впливала на кількість зерен у бобі [14].

Отже, добрива мало впливали на кількість бобів на рослині. На варіанті без добрив їх було 4,3 шт, а на варіантах з внесенням добрив підвищилась до 4,6-4,7 шт/рослину.

Внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) забезпечувало зростання кількості зерен у бобі до 6,4 шт, що більше порівняно з варіантом без добрив на 0,6 шт. Кількість зерен на рослині за цих умов змінювалась з 25,1 шт до 30,1 шт.

Найбільше змінювались під впливом добрив показники маси зерна з рослини і маси 1000 зерен. Маса зерна з рослини зросла з 5,77 г на контролі до 8,12 г за внесення усіх досліджуваних елементів живлення, а маса 1000 зерен,

відповідно, з 230 г до 270 г, що і стало основою зростання врожайності зерна гороху сорту Мадонна.

Норми висіву теж мали істотний вплив на показники структури врожаю. При зростанні норми висіву насіння з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га кількість бобів на рослині зменшилась з 4,8 до 4,5 шт, кількість зерен у бобі з 6,9 до 6,1 шт, кількість зерен з рослини з 33,0 до 27,6 шт. Основний елемент продуктивності, маса зерна з рослини, знизилась при загущенні посівів, відповідно, з 9,60 г до 7,05 г, а маса 1000 зерен – з 291,0 г до 255,8 г.

Висновки до розділу 3

1. Тривалість вегетаційного періоду залежала як від сорту, так і від гідротермічних умов року. Серед сортів коротша вегетація була у сорту Мадонна - 90-91 днів, у сорту Отаман становила 92-93 дні, у сорту Готівський вона збільшувалась до 94-95 днів.

Внесення мінеральних добрив, особливо азотних, збільшувало тривалість вегетаційного періоду. На варіанті без добрив горох сорту Мадонна достигав 10 липня, то за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ на 6 днів пізніше – 16 липня. Якщо у досліді з сортами гороху, збільшення вегетаційного періоду не призводило до росту врожайності, то в досліді з добривами продовження вегетації під впливом добрив напряму корелювало з ростом продуктивності.

Норми висіву майже не впливали на проходження фаз вегетації та тривалість вегетаційного періоду – на 1-2 дні швидше достигали загущені посіви.

2. Збільшення норм внесення мінеральних добрив, особливо весняне внесення азоту, призводить до зниження рівня польової схожості на 5-6 %. Підвищення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га спричинює зниження польової схожості на 7-8 %.

3. Густота рослин у фазі сходів під впливом мінеральних добрив знизилась з 91 шт/м^2 до 86 шт/м^2 внаслідок зниження польової схожості. Густота рослин перед збиранням була найвищою (84 шт/м^2) за внесення добрив у нормі $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) внаслідок покращення

умов росту і збільшення виживання рослин. Зростання норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призвело до збільшення густоти рослин у фазі сходів з 73 шт/м^2 до 103 шт/м^2, або на 30 шт/м^2, густота рослин перед збиранням зросла відповідно з 70 шт/м^2 до 90 шт/м^2, або на 20 шт/м^2.

4. Рівень виживання рослин гороху найвищий (97,7 %) за внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$, що більше порівняно з варіантом без добрив на 13,1 %. Збільшення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призводить до зниження виживання рослин за вегетаційний період з 95,8 % до 87,4 %, тобто на 8,4 %.

5. Забезпечення рослин елементами мінерального живлення створювало найбільш сприятливі умови для формування оптимальної оптико-біологічної структури посівів гороху, найвища площа асиміляційної поверхні (58,3-58,4 тис.м^2/га) була за внесення добрив $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га). Збільшення асиміляційної поверхні під впливом норм висіву не призводить до зростання врожайності. Кращі показники фотосинтетичної діяльності гороху сорту Мадонна забезпечили вищу врожайність зерна, порівняно з іншими досліджуваними сортами.

6. Фотосинтетичний потенціал на контролі без добрив становив лише 1,58 млн.м^{2}діб/га, а за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) зростає до 2,60 млн.м^{2}діб/га, або на 1,02 млн.м^{2}діб/га. Маса сухих речовин у фазі повної стиглості теж зростає на варіантах з внесенням більшої кількості добрив. На найврожайнішому варіанті вона становить 1106 г/м^2, або під впливом добрив зростає на 418 г/м^2. Чиста продуктивність змінювалась стрибкоподібно і була найвищою на контролі без добрив – 4,81 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу. На варіантах з внесенням добрив вона дещо зменшувалась, особливо від азотних добрив, які значно збільшували асиміляційну поверхню. Це можна пояснити тим, що площа листкової поверхні значно переважає посівну площу, що призводить до взаємозатінення, внаслідок чого продуктивність фотосинтезу знижується.

7. Під впливом норм висіву фотосинтетичний потенціал зріс з 2,53 млн.м^{2}діб/га на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га до 2,80 млн.м^{2}діб/га на

варіанті з найвищою нормою висіву. Маса сухих речовин була найвищою на найурожайніших варіантах з нормою висіву 1,0 та 1,1 млн/га, де вона становила, відповідно, 1122 та 1127 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу закономірно знижувалась при підвищенні норми висіву. За норми висіву 0,9 млн/га вона набільша - 5,09 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу, а за висіву 1,4 млн/га зменшується до 4,35 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу. Показники фотосинтетичної діяльності змінювались також під впливом сорту. Маса сухих речовин вища у сорту Мадонна – 1097 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу найвища (4,72 г/м^2) в сорту Мадонна, а найменша у сорту Готівський - 4,18 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу.

8. Найшвидше бульбочки формувались на варіантах з обробкою насіння Оптімайз Пульс та внесенні $P_{60}K_{60}$. На варіанті з внесенням азотних добрив (N_{60}) утворення бульбочок настає лише через 5 днів. Бульбочки почали формуватись швидше за норми висіву 0,9 млн/га, дещо пізніше – за норми 1,3-1,4 млн/га. Найдовший період функціонування симбіотичного апарату (розпад бульбочок 30.06), був на варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га), що на 2 дні довше порівняно з варіантом $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}, та на 11 днів довше порівняно з контролем. Процес розпаду бульбочок у сорту Мадонна за збільшення норм висіву відбувався швидше на 1-4 дні порівняно з контролем.

9. Максимальна кількість бульбочок, як загальна так і активних, формується у фазі цвітіння гороху. Серед досліджуваних варіантів удобрення найбільше бульбочок у фазі цвітіння було на варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га), де загальна кількість бульбочок становила 38,1 шт/рослину, а активних – 37,8 шт/рослину. На цьому ж варіанті була найвища маса бульбочок, вона становила відповідно 0,50 та 0,49 г на рослину, найдовша тривалість загального (60 діб) і активного (43 доби) симбіозу. Встановлено, що тривалість симбіозу та маса бульбочок вплинули на значення загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалів. Так, найвищі значення ЗСП і АСП становили 16,1 і 9,5 тис. кг діб/га, у варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га).

У дослідженнях з добривами кількість симбіотично фіксованого азоту, залежно від варіанту досліджень, знаходилась в межах 43,2 – 171,0 кг/га. Максимальна кількість фіксованого азоту відмічена у варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га) – 171,0 кг/га, що на 127,8 кг/га більше, ніж на контролі.

10. За норми висіву 0,9 млн/га формувалась у фазі цвітіння максимальна кількість бульбочок як загальних (40,9 шт/рослину) так і активних (40,4 шт/рослину), найвища маса бульбочок, відповідно, 0,53 і 0,52 г на рослину. Проте найбільша загальна кількість бульбочок на одиницю площі у сорту Мадонна – 31,2 млн шт./га, з них активних 31,0 млн шт. при їх сирій масі 410 кг/га та 402 кг/га в середньому за роки досліджень спостерігалась за норми висіву 1,1 млн/га.

Потрібно зазначити, що норми висіву вплинули на значення загального та активного симбіотичного потенціалу у гороху сорту Мадонна. Так, на за норми висіву 0,9 млн/га ЗСП складав 14,7 тис. кг діб/га, а АСП – 8,6 тис. кг діб/га. Максимальними ці показники були за норми висіву 1,1 млн/га, при цьому загальний симбіотичний потенціал дорівнював 15,7 тис. кг діб/га, активний симбіотичний потенціал – 9,5 тис. кг діб/га. Максимальну кількість симбіотично фіксованого азоту (171,0 кг/га) у сорту Мадонна одержано за норми висіву 1,1 млн/га, тоді як за норми висіву 0,9 млн/га вона становила 154,8 кг/га.

11. Найшвидше бульбочки утворились у сорту Мадонна – на 12-й день після сходів, а найпізніше у сорту Готівський, на 16-й день, що пов’язано з генотипом сорту. Більша кількість бульбочок як загальних так і активних формувалась у сорту Мадонна, відповідно 38,1 та 37,8 шт/рослину. З розрахунку на 1 га найбільша загальна кількість бульбочок у сорту Мадонна становила 31,2 млн шт./га, з них активних 31,0 млн шт./га, при їх сирій масі відповідно 410 та 402 кг/га. Кількість симбіотично фіксованого азоту була навищою у сорту Мадонна - 171,0 кг/га, меншою у сорту Готівський – 144,0 кг/га та найменшою у сорту Отаман – 131,4 кг/га .

12. Елементи структури врожаю змінювались під впливом досліджуваних чинників. Кількість бобів на рослині мало залежала від добрив. На варіанті без

добрив їх було 4,3 шт, а на варіантах з внесенням добрив підвищилась до 4,6-4,7 шт/рослину. Внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) забезпечувало зростання кількості зерен у бобі до 6,4 шт, що більше порівняно з варіантом без добрив на 0,6 шт. Кількість зерен на рослині за цих умов змінювалась з 25,1 шт до 30,1 шт. Найбільше змінювались під впливом добрив показники маси зерна з рослини і маси 1000 зерен. Маса зерна з рослини зросла з 5,77 г на контролі до 8,12 г за внесення усіх досліджуваних елементів живлення, а маса 1000 зерен, відповідно, з 230 г до 270 г, що і стало основою зростання врожайності зерна гороху сорту Мадонна.

13. Норми висіву теж мали істотний вплив на показники структури врожаю. При зростанні норми висіву насіння з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га кількість бобів на рослині зменшилась з 4,8 до 4,5 шт, кількість зерен у бобі з 6,9 до 6,1 шт, кількість зерен з рослини з 33,0 до 27,6 шт. Основний елемент продуктивності, маса зерна з рослини, знизилась при загущенні посівів, відповідно, з 9,60 г до 7,05 г, а маса 1000 зерен – з 291,0 г до 255,8 г. Найвища біологічна врожайність (6,98 т/га) формувалась за оптимального поєднання показників густоти рослин і маси зерна з рослини на варіанті з нормою висіву 1,1 млн/га.

Результати досліджень *розділу 3* опубліковані у наукових працях [8, 155, 157, 158, 275, 276,].

РОЗДІЛ 4
УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ

4.1. Формування врожайності гороху залежно від добрив

Важливим резервом підвищення врожайності зерна гороху є якнайповніша реалізація потенційної продуктивності сортів за допомогою оптимізації елементів технології вирощування. Добрива мають значний вплив на врожайність гороху. Урожайність сортів гороху змінюється під впливом добрив у діапазоні від 1,16 до 5,46 т/га [169].

Проведені нами дослідження показали можливість підвищення урожайності гороху до рівня 6,5-7,0 т/га [8, 9, 13, 274, 276]. Урожайність зерна на контролі без добрив була відносно високою і становила 4,00 т/га (табл. 4.1). На варіанті з обробкою насіння інокулянтом Оптімайз Пульс урожайність зросла до 4,68 т/га, що вище до контролю на 0,68 т/га або 17,0 %.

Це пояснюється інтенсифікацією симбіотичної діяльності рослин гороху. Збільшення норми добрив із P_0K_0 до $P_{60}K_{60}$ забезпечило збільшення урожайності на 1,12 т/га.

Якщо від інокулянту урожайність зросла на 0,68 т/га, то приріст від внесення фосфорних та калійних добрив менший і становить 0,44 т/га. Фосфорні і калійні добрива сприяли кращому розвитку кореневої системи та позитивно впливали на формування бульбочок [63, 98]. За даними інших авторів [64] внесення фосфорних і калійних добрив по 40 – 60 кг/га д.р. підвищує врожайність зерна на 2- 3 ц/га.

Включення у систему живлення гороху азотних добрив (N_{60}) сприяло подальшому підвищенню врожайності зерна. Так, урожайність на четвертому варіанті становить 5,50 т/га, що вище від контролю на 1,50 т/га або на 37,5 %. Необхідно зазначити, що від внесення мінерального азоту N_{60} урожайність гороху зросла на 0,38 т/га, що менше порівняно з приростом від інокуляції насіння на 0,30 т/га.

Таблиця 4.1.

Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення, т/га

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га				Приріст урожаю	
		2017 р	2018 р	2019р	середнє	т/га	%
1	P_0K_0 - контроль	4,55	3,93	3,52	**4,00**	-	-
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	5,18	4,58	4,28	**4,68**	0,68	17,0
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	5,44	5,10	4,82	**5,12**	1,12	28,0
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	5,95	5,39	5,17	**5,50**	1,50	37,5
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	5,88	5,32	4,98	**5,39**	1,39	34,7
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	6,42	5,66	5,52	**5,87**	1,87	46,7
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	5,86	5,50	5,10	**5,49**	1,49	37,2
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	6,68	5,88	5,80	**6,12**	2,12	53,0
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	6,91	6,27	6,10	**6,43**	2,43	60,7
	Середнє за рік	5,87	5,29	5,03			
$НІР_{05}$, т/га		0,12	0,13	0,12	-	-	-

Позитивний вплив на формування урожайності гороху мали також сірчані добрива. Приріст від внесення S_{30}, порівняно з третім варіантом, становив 0,27 т/га. Це можна пояснити тим, що горох відноситься до культур, які є досить вимогливими до сірки. Важливо також, що сірка сприяє кращому засвоєнню азоту.

Використання азотних та сірчаних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ дозволило збільшити врожайність до 5,87 т/га, що вище від контролю на 1,87 т/га, або на 46,7 %. Порівняно з фоном $P_{60}K_{60}$, урожайність від внесення азоту і сірки зросла на 0,75 т/га.

На сьомому варіанті за внесення сірки і магнію (сульфат магнію, $S_{30}Mg_{20}$) урожайність становила 5,49 т/га, тобто приріст урожайності був нижчим на 0,38

т/га, ніж від внесення сірки і азоту. Необхідно зазначити, що під дією магнію урожайність зросла лише на 0,10 т/га.

На восьмому варіанті, використання у системі живлення гороху P, K, N, S, Mg забезпечило зростання урожайності зерна до 6,12 т/га, що вище до контролю на 2,12 т/га, або на 53,0 %. Приріст урожайності від внесення азоту, сірки і магнію становить 1,00 т/га.

Найвища врожайність зерна гороху була на дев'ятому варіанті з доповненням системи живлення мікроелементами: $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га), де вона становила 6,43 т/га. Внаслідок удосконалення системи живлення гороху урожайність зерна зросла порівняно з контролем (P_0K_0) на 2,43 т/га, або на 60,7 %. Приріст урожайності від внесення мікродобрива Інтермаг бобові становить 0,31 т/га.

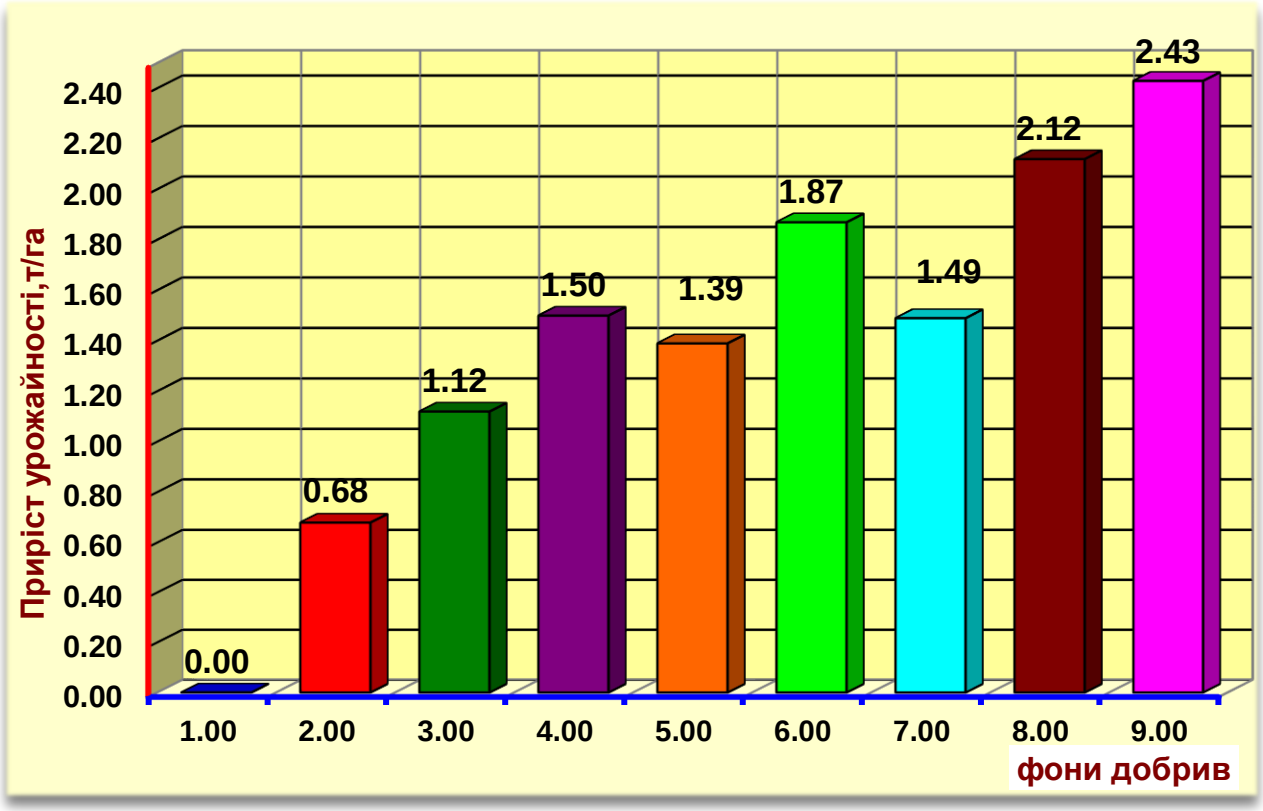

Рис 4.1. Приріст урожайності під впливом досліджуваних елементів системи удобрення, т/га, середнє за 2017-2019 рр.

Кореляційно-регресійний аналіз між урожайністю та удобренням показує прямий сильний зв'язок (r = 0,94). Дану залежність описують рівнянням регресії:

$$У = 4,14 + 0,25X \qquad (4.1)$$

де $У$ – урожайність, т/га;

X – удобрення, кг/га

Дане рівняння достовірно описує процес формування урожайності гороху, оскільки між результативною ознакою та аргументом зв'язок досить тісний. Коефіцієнт детермінації дорівнює $R^2 = 0,87$.

Урожайність гороху в значній мірі залежить від метеорологічних умов року [21, 177]. У наших дослідженнях вона також змінювалась залежно від умов року. Найвищу врожайність одержано у перший рік досліджень (від 4,55 т/га до 6,91 т/га), у середньому по варіантах вона становила 5,87 т/га. У наступні роки урожайність зерна була нижчою. У 2018 році вона зменшилась до 5,29 т/га, що на 0,58 т/га менше порівняно з попереднім роком. Головною причиною цього були гідротермічні умови, зокрема менша від норми кількість опадів у квітні і травні і перезволоження у червні (153 мм, що вище норми на 69 мм). У 2019 році урожайність була найнижчою 5,03 т/га, або менше порівняно з 2017 роком на 0,84 т/га. Це пояснюється надмірною кількістю опадів у травні (161 мм), внаслідок чого майже впродовж місяця грунт був перезволожений, що обмежило засвоєння елементів живлення та симбіотичну діяльність рослин.

4.2. Вплив норм висіву на урожайність сортів гороху

Важливим чинником, який впливає на рівень урожайності та її стабільність, є оптимальне поєднання всіх агрозаходів та підбір сортів у відповідності з їх вимогами до ґрунтово-кліматичних умов вирощування [65].

За результатами наших досліджень встановлено, що найвищу врожайність зерна гороху у середньому за три роки досліджень одержано у сорту Мадонна – 6,38 т/га (табл 4.2; рис. 4.2). У сорту Готівський урожайність становила 6,13 т/га, що на 0,25 т/га менше, порівняно з сортом Мадонна. Найнижчу врожайність зерна одержано у сорту Отаман – 5,94 т/га, що менше порівняно з сортом Мадонна на 0,44 т/га та порівняно з сортом Готівський на 0,19 т/га. У сорту

Мадонна, залежно від року досліджень, урожайність коливалась у межах 6,00-6,87 т/га, у сорту Готівський у діапазоні 5,84-6,54 т/га і в сорту Отаман змінювалась від 5,56 т/га до 6,40 т/га.

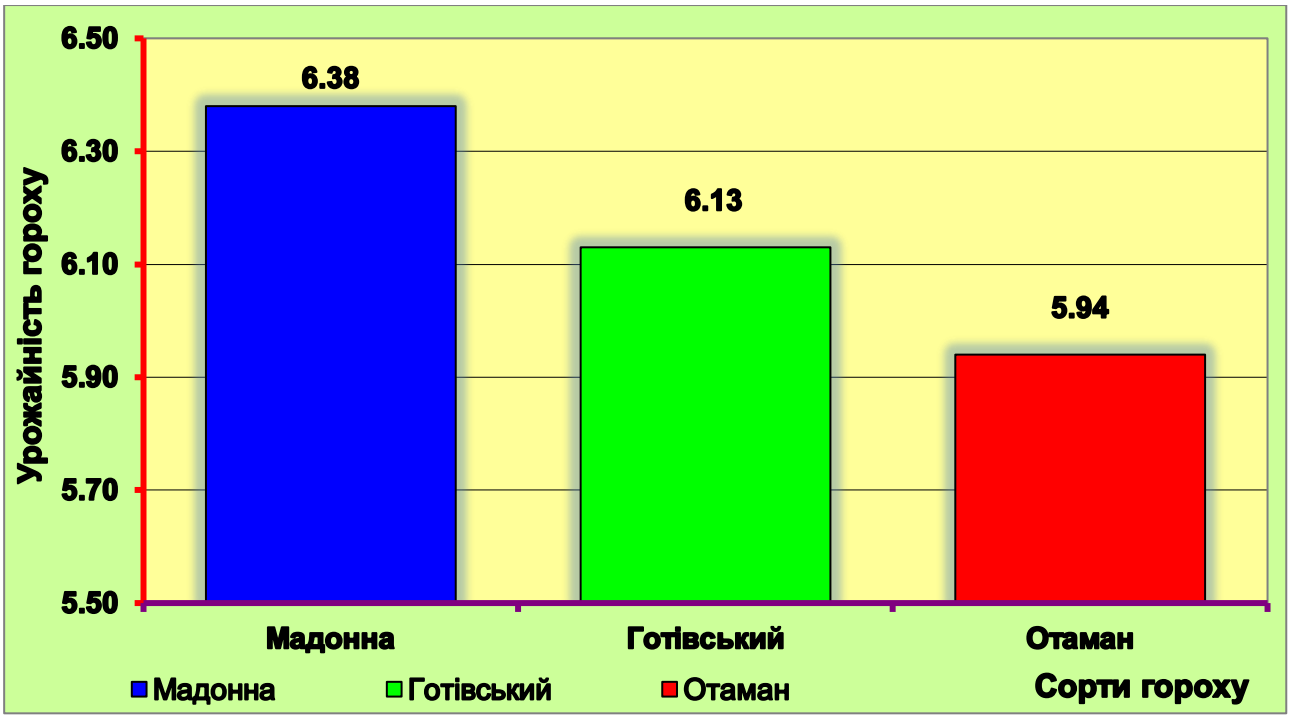

Рис 4.2. Урожайність гороху залежно від сорту, т/га, середнє за 2017-2019рр.

Найкращі гідротермічні умови для формування врожайності зерна усіх сортів гороху склалися в 2017 році. Урожайність сорту Мадонна у перший рік досліджень в середньому за досліджуваними нормами висіву становила 6,87 т/га. У 2018 році урожайність знизилась до 6,25 т/га, або на 0,62 т/га, а в 2019 році була найменшою - 6,00 т/га, що нижче на 0,87 т/га, порівняно з 2017 роком.

Аналогічні зміни врожайності зерна сортів гороху спостерігались і в інших сортів. У сорту Готівський в перший рік досліджень рівень урожайності становив 6,54 т/га, в 2018 році – 6,02 т/га і найменше у 2019 році – 5,84 т/га. У сорту Отаман урожайність по роках змінювалась від 6,40 т/га у 2017 році до 5,86 т/га у 2018 році і до 5,56 т/га у 2019 році. Зменшення врожайності у 2018 році можна пояснити недостатньою кількістю опадів у квітні (18мм) та травні (18 мм) і надмірним зволоженням у червні (+69 мм) та липні (+35 мм). У 2019 році негативний вплив на рівень урожайності викликаний перезволоженням у травні (+92 мм).

Таблиця 4.2

Урожайність сортів гороху залежно від норм висіву, т/га

Сорти	Норма висіву, млн./га	2017р	2018р	2019р	Середнє за три роки	Приріст урожаю, +/-	
						т/га	%
Мадонна	0,9	6,85	6,21	5,95	6,34	-0,18	-2,75
	1,0	7,05	6,38	6,12	**6,52**	-0,03	-0,46
	1,1	7,10	6,40	6,15	**6,55**	-	-
	1,2	6,90	6,25	6,04	6,40	-0,15	-2,29
	1,3	6,75	6,20	5,92	6,29	-0,26	-3,97
	1,4	6,58	6,07	5,80	6,15	-0,40	-6,11
Середнє по сорту		6,87	6,25	6,00	**6,38**		
Готівський	0,9	6,40	5,80	5,68	5,96	-0,36	-5,70
	1,0	6,50	5,92	5,80	6,07	-0,25	-3,95
	1,1	6,62	6,10	5,91	6,21	-0,11	-1,74
	1,2	6,72	6,21	6,02	**6,32**	-	-
	1,3	6,58	6,12	5,88	6,19	-0,13	-2,06
	1,4	6,42	5,98	5,76	6,05	-0,27	-4,27
Середнє по сорту		6,54	6,02	5,84	**6,13**		
Отаман	0,9	6,34	5,65	5,48	5,82	-0,23	-3,6
	1,0	6,45	5,78	5,55	5,93	-0,12	-2,0
	1,1	6,54	5,90	5,67	**6,04**	-0,01	-0,2
	1,2	6,48	6,00	5,68	**6,05**	-	-
	1,3	6,37	5,97	5,57	5,97	-0,08	-1,3
	1,4	6,25	5,84	5,40	5,83	-0,22	-3,6
Середнє по сорту		6,40	5,86	5,56	**5,94**		

*$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Примітка. А – сорт; В – норма висіву

НІР $_{05}$ т/га 2017 р. А – 0,09; В – 0,13; АВ – 0,23

2018р. А – 0,05; В – 0,07; АВ – 0,14

2019 р. А – 0,10 В – 0,13; АВ – 0,22

Урожайність зерна гороху змінювалась не лише залежно від сорту та умов року, але й під впливом досліджуваних норм висіву насіння. У сорту Мадонна за норми висіву 0,9 млн/га в середньому за три роки урожайність становила 6,34 т\га. При підвищенні норми висіву до 1,0 та 1,1 млн/га урожайність зросла і була найвищою, відповідно 6,52 та 6,55 т/га, що вище від норми висіву 0,9 млн/га на 0,18 та 0,21 т/га (табл. 4.2, рис. 4.3).

Подальше збільшення норми висіву до 1,2; 1,3 та 1,4 млн/га призводило до закономірного зменшення врожайності. На варіанті з нормою висіву 1,4 млн/га загущення посівів спричинило зниження врожайності до 6,15 т/га, що на 0,40 т/га менше порівняно з варіантом висіву 1,1 млн/га.

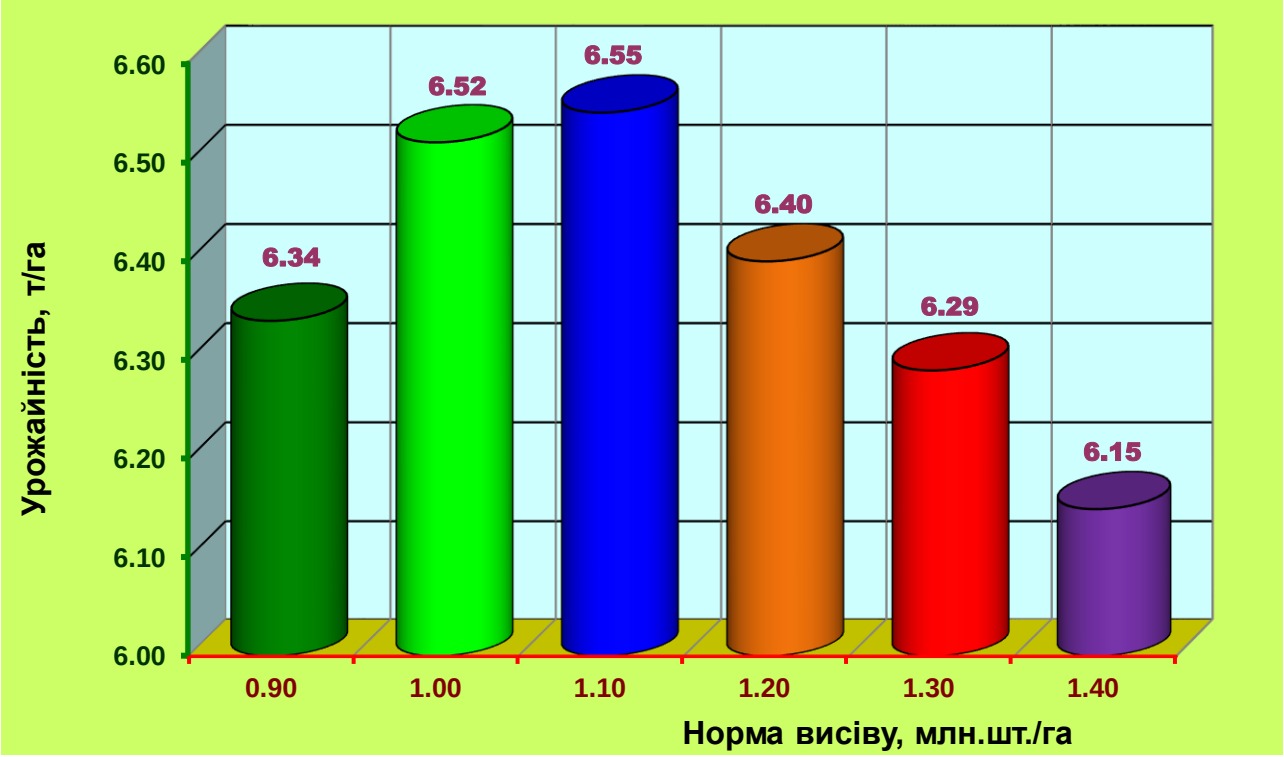

Рис. 4.3. Урожайність сорту Мадонна залежно від норми висіву, т/га, середнє за 2017-2019рр.

Кореляційно-регресійний аналіз між урожайністю та сортом показує зворотній сильний зв'язок. Коефіцієнт кореляції при цьому рівний r = - 0,83. Між урожайністю та нормою висіву – зворотній середній зв'язок. Коефіцієнт кореляції становить r = - 0,53. Дану залежність описують рівнянням регресії:

$$Y = 6{,}6 - 0{,}22X_1 - 0{,}01\ X_2 \qquad (4.2)$$

де $У$ – урожайність, т/га;

X_1 – сорт;

X_2 – норма висіву.

Дане рівняння достовірно описує процес формування урожайності гороху, оскільки між результативною ознакою та аргументом зв'язок досить тісний. Коефіцієнт детермінації дорівнює $R^2 = 0,70$.

Необхідно відзначити, що для досліджуваних сортів оптимальні норми висіву були різними. Так, якщо у сорту Мадонна оптимальною нормою висіву були 1,0 та 1,1 млн/га, то в сорту Готівський найвища продуктивність формувалась за дещо вищої норми висіву, яка становила 1,2 млн/га. Урожайність на цьому варіанті найвища - 6,32 т/га. Збільшення і зменшення норми висіву призводило до зниження урожайності зерна цього сорту гороху.

У сорту гороху Отаман діапазон оптимальної норми висіву ширший, подібно до сорту Мадонна. Але якщо найвища продуктивність сорту Мадонна формувалась за норми висіву 1,0 та 1,1 млн/га, то в сорту Отаман - за норм висіву 1,1 та 1,2 млн/га. Урожайність на цих варіантах становила 6,04 та 6,05 т/га.

Висновки до розділу 4

1. Найбільший приріст зерна гороху сорту Мадонна (0,68 т/га) забезпечує проведення інокуляції насіння препаратом Оптімайз Пульс. Внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} та мікроелементів урожайність зростає на 1,75 т/га, порівняно з варіантом P_0K_0 + Оптімайз Пульс. Використання у системі живлення гороху Р, К, N, S, Mg забезпечило зростання урожайності зерна до 6,12 т/га, що вище до контролю на 2,12 т/га, або на 53,0 %. Приріст урожайності від внесення азоту, сірки і магнію становить 1,00 т/га. Найвища врожайність зерна гороху була на варіанті з внесенням мікроелементів: $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га), де вона становила 6,43 т/га. Приріст урожайності від внесення мікродобрива Інтермаг бобові становить 0,31 т/га. Внаслідок удосконалення системи живлення гороху урожайність зросла порівняно з контролем (P_0K_0) на 2,43 т/га, або на 60,7 %. В умовах західного Лісостепу на темно-сірому опідзоленому

легкосуглинковому ґрунті за оптимізації системи живлення рівень урожайності гороху досягає 6,5–7,0 т/га.

2. Серед сортів найвищу врожайність одержано у сорту Мадонна - 6,38 т/га (6,00-6,87 т/га залежно від року). У сорту Готівський урожайність становила 6,13 т/га (5,84-6,54 т/га), що на 0,25 т/га менше, порівняно з сортом Мадонна. Найменшу врожайність зерна одержано у сорту Отаман – 5,94 т/га, (5,56-6,40 т/га), що менше порівняно з сортом Мадонна на 0,44 т/га та з сортом Готівський на 0,19 т/га.

3. Найвища врожайність сорту Мадонна формувалась за меншої норми висіву 1,0 та 1,1 млн/га, у сорту Отаман за норми висіву 1,1 та 1,2 млн/га і в сорту Готівський за вищої норми висіву 1,2 млн/га.

У сорту гороху Отаман діапазон оптимальної норми висіву ширший, подібно до сорту Мадонна. Але якщо найвища продуктивність сорту Мадонна формувалась за норми висіву 1,0 та 1,1 млн/га, то в сорту Отаман - за норм висіву 1,1 та 1,2 млн/га.

Результати досліджень розділу 4 опубліковані у наукових працях [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 155, 156, 157, 263, 274, 275].

РОЗДІЛ 5
ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРТІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОБРИВ

Важливо досягти не лише високої врожайності зерна, але й відповідних показників його якості [152, 269, 288, 278]. Багаторічне вивчення закономірностей успадкування білковості не виявило залежності між вмістом білка і продуктивністю, тому існує висока ймовірність добору високобілкових форм гороху з підвищеною врожайністю зерна [18].

Якість зерна гороху змінюється під впливом сорту. Найвищий вміст білка у гороху селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва був у сортів Харківський янтарний та Гейзер, відповідно 23,42 та 23,81 % [237]. За даними Селекційно-генетичного інституту, найвищим вмістом білка характеризувалися сорти Бастіон – 23,4%, Харківчанин – 22,9 %, Світ2 – 22,7 %, Харді – 22,1 %, а найменшим сорти Модус – 16,6 %, Меценат – 18,6 % та Магнат – 18,7 % [134].

У правобережному Лісостепу на сірих лісових грунтах в умовах Вінницької області вміст сирого протеїну у сорту Елегант становив 22,48-24,06 %, а в сорту Дамир2 – 21,22-22,91 % [69].

У дослідженнях Л. В. Король [139], вміст білка в зерні гороху сорту Улюбленець змінювався за варіантами досліду від 23,48 % до 24,29 %, у сорту Юлій – від 23,40 до 24,45 %.

За іншими даними, вміст сирого протеїну у сорту Улус був нижчим – 21,94-24,81, а у сорту Царевич вищим - 23,13- 25,44 % [231].

Вміст сирого протеїну у сорту Вінничанин становив 21,12 %, у сорту Світязь – 21,63 % [247].

Вміст протеїну змінювався під впливом попередника і становив 21,5-22,9 % [41].

Результати наших досліджень показали, що вміст білка в зерні гороху змінювався під впливом гідротермічних умов року та досліджуваних елементів технології вирощування.

Найвищий вміст білка у досліджуваних сортів був у 2017 році – в середньому 24,5 % з коливанням по сортах в межах 23,1-25,5 % (табл. 5.1). Це

пояснюється сприятливим температурним режимом і відносно сухою погодою у червні та липні, кількість опадів в яких становила, відповідно 31 мм та 75 мм, що менше від норми на -53 мм та -13 мм (див. табл. 2.3).

Таблиця 5.1

Вміст білка в зерні гороху залежно від сорту, %

№ з/п	Сорт	Вміст білка, %				Приріст, %
		2017 р	2018 р	2019р	середнє	
1	Мадонна	25,5	23,4	24,6	**24,5**	2,1
2	Готівський	24,9	22,7	24,1	**23,9**	1,5
3	Отаман	23,1	21,6	22,5	**22,4**	-
	Середнє за рік	24,5	22,6	23,7	-	-
$НІР_{05}$, т/га		0,6	0,8	0,8	-	-

*норма висіву 1,1 млн/га на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Нижчим вміст білка порівняно з 2017 роком, був у 2019 році. У середньому за рік цей показник становив 23,7%, що менше від 2017 року на 0,8 %. Викликано це було надмірними опадами у травні (+ 92 мм до середньо багаторічної норми), які призвели до послаблення симбіотичної діяльності та зменшення обсягів засвоєння елементів живлення, внаслідок витіснення водою повітря з грунту.

Найменший вміст білка у зерні гороху був у 2018 році - в середньому 22,6 %, а по сортах змінювався у діапазоні 21,6-23,4 %. На нашу думку, причиною цього стала надмірна кількість опадів у другій половині вегетації, у червні (+69 мм) та липні (+35 мм). Тобто, за короткий період, у фазах наливу та достигання зерна кількість опадів перевищила середні багаторічні дані на 104 мм! Перезволоження негативно вплинуло на симбіотичну діяльність, а отже надходження до рослин азоту. У поєднанні з високими температурами це сприяло формуванню більшої вегетативної маси і внаслідок нераціонального розподілу асимілянтів, вміст білка зменшився.

Виявлено відмінність якості зерна також за сортами. Найменшим вміст білка в середньому за три роки виявився у сорту Отаман – 22,4 % (табл.5.1). У

сорту Готівський вміст білка був вищим і становив 23,9 %, або більше на 1,5 %. Найвищим вмістом білка характеризувався сорт Мадонна, в середньому за три роки він становив 24,5 %, що вище від сорту Отаман на 2,1 %.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено зворотній сильний зв'язок між вмістом білка та сортом. Коефіцієнт кореляції складав відповідно r = -0,97. Ця залежність описується рівнянням регресії:

$$Y = 25{,}7 - 1{,}05X \qquad (5.1)$$

де Y – вміст білка, %;

X – сорт

Потрібно відмітити тісний зв'язок між результативною ознакою та аргументом. Коефіцієнт детермінації при цьому рівний R^2 = 0,94.

Як видно з рис. 5.1, наші дослідження підтверджують можливість одночасного зростання урожайності і вмісту білка в зерні.

Рис. 5.1 Взаємозв'язок урожайності і вмісту білка в зерні сортів гороху, середнє за 2017-2019рр

Найвищою врожайністю та вмістом білка характеризувався сорт Мадонна, найменші ці показники були у сотру Отаман.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено прямий сильний зв'язок між урожайністю та вмістом білка. Коефіцієнт кореляції складав відповідно $r = 0,95$. Ця залежність описується рівнянням регресії:

$$У = 1,58+0,19X \quad (5.2)$$

де $У$ – урожайність, т/га;

X – вміст білка

Потрібно відмітити тісний зв'язок між результативною ознакою та аргументом. Коефіцієнт детермінації при цьому рівний $R^2 = 0,90$.

За даними дослідників якість зерна гороху змінюється під впливом добрив. Збільшенню вмісту білка в зерні на 1,0 -1,5 % сприяє фосфорно-калійне живлення [163]. Внесення азотних добрив N_{60} також збільшує вміст білка [286]. Вміст білка залежно від норми азотних добрив становив 22,6-23,1 % [264]. На вміст білка позитивно впливають магнієві добрива [221].

У наших дослідженнях на якість зерна гороху добрива мали також істотний вплив. На контролі без добрив вміст білка був найнижчим і становив 22,0 % (табл. 5.2; рис. 5.2). Внесення фосфорних і калійних добрив $P_{60}K_{60}$ забезпечило зростання вмісту білка до 22,5 %.

Найбільше збільшувався вміст білка під впливом внесення азотних добрив. На четвертому варіанті з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{60}$ вміст білка підвищився до 23,6 %, що більше до контролю на 1,6 %.

Під впливом сірки вміст білка змінювався мало, приріст до варіанту з внесенням $P_{60}K_{60}$ становить лише 0,4 %. По відношенню до варіанту $P_{60}K_{60} + N_{60}$ вміст білка знизився на 0,7 %. На шостому варіанті з внесенням азоту і сірки ($P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$) вміст білка зріс по відношенню до п’ятого варіанту з сіркою ($P_{60}K_{60} + S_{30}$) на 0,9 %. Приріст відбувся за рахунок азоту, тому що від сірки вміст білка зріс лише на 0,2 %.

Доповнення системи живлення магнієм теж не мало істотного впливу на якість зерна гороху сорту Мадонна. Порівняно з п’ятим варіантом $P_{60}K_{60} + S_{30}$

на сьомому варіанті з внесенням додатково магнію вміст білка підвищився лише на 0,1 %.

Таблиця 5.2.

Вміст білка в зерні гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення, %

№ з/п	Варіант удобрення	Вміст білка, %				Приріст, %
		2017 р	2018 р	2019р	середнє	
1	P_0K_0 - контроль	23,0	20,6	22,4	22,0	-
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	23,0	21,1	22,5	22,2	0,2
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	23,2	21,5	22,8	22,5	0,3
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	24,5	22,5	23,8	23,6	1,6
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	23,8	21,8	23,1	22,9	0,9
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	24,7	22,8	23,9	23,8	1,8
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	24,2	21,6	23,2	23,0	1,0
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	25,1	23,3	24,2	24,2	2,2
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	25,6	23,7	24,5	24,6	2,6
	Середнє за рік	24,1	22,1	23,4	-	-
$НІР_{05}$, т/га		1,1	1,1	0,9	-	-

*за норми висіву 1,1 млн/га

Забезпечення потреб гороху всіма досліджуваними макроелементами створювало умови для формування зерна з найвищим рівнем вмісту білка.

Так, на восьмому варіанті ($P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$) вміст білка підвищився до 24,2 %, що на 2,2 % більше порівняно з варіантом без добрив. Під впливом мікродобрива Інтермаг бобові вміст білка на цьому фоні підвищився ще на 0,4%.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено прямий сильний зв'язок між вмістом білка та удобренням. Коефіцієнт кореляції складав відповідно $r = 0,84$. Ця залежність описується рівнянням регресії:

$$У = 21,8 + 0,27X \quad (5.3)$$

де $У$ – вміст білка, %;

$Х$ – удобрення

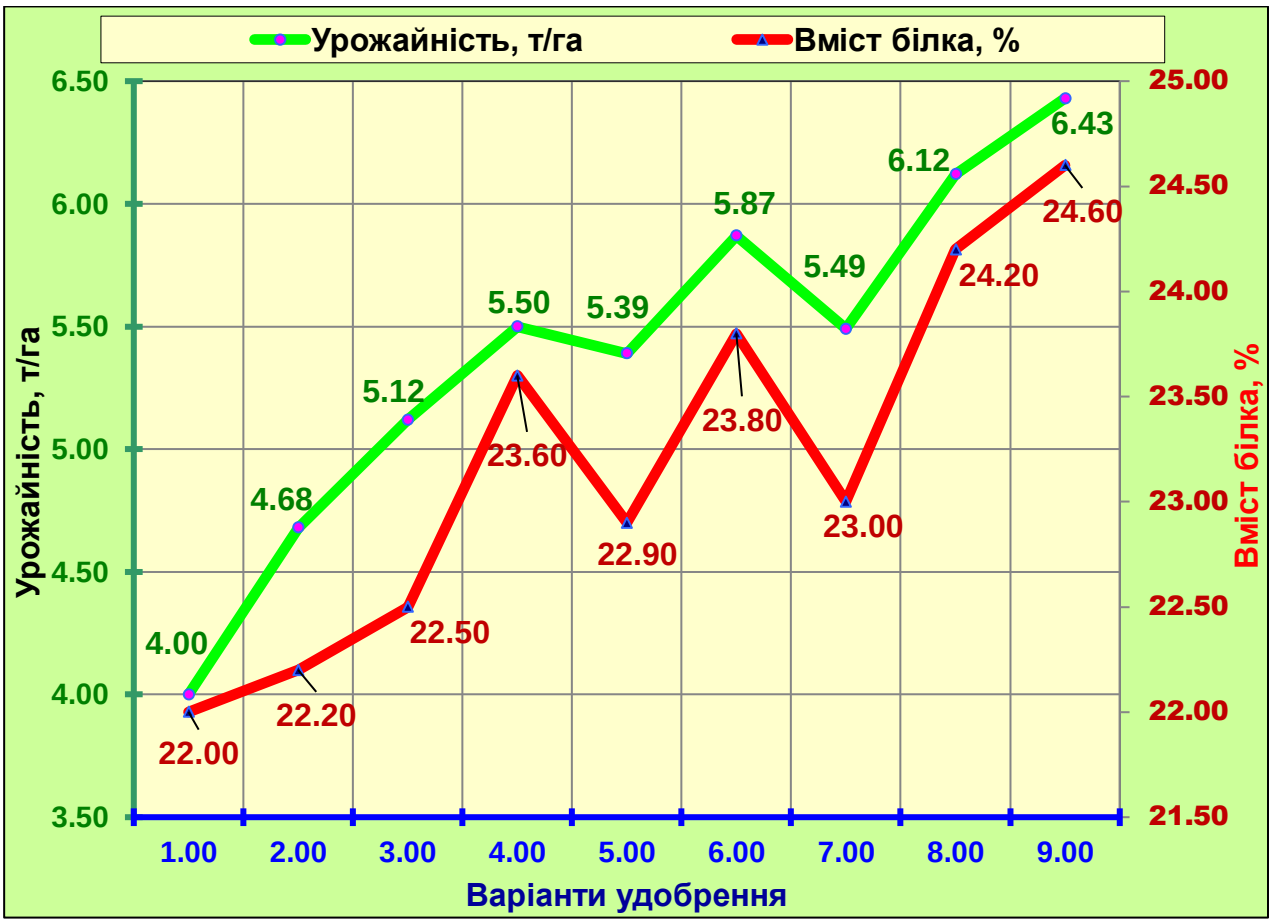

Рис. 5.2 Взаємозвязок урожайності та вмісту білка в зерні гороху сорту Мадонна залежно від добрив, середнє за 2017-2019 рр.

Потрібно відмітити тісний зв'язок між результативною ознакою та аргументом. Коефіцієнт детермінації при цьому рівний $R^2 = 0{,}70$.

Криві графіку з рис. 5.2 показують, що паралельно з ростом врожайності під впливом добрив одночасно зростає і вміст білка в зерні. Найвища врожайність та вміст білка були на варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га), найменші ці показники були на контролі без добрив.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено прямий сильний зв'язок між урожайністю та вмістом білка. Коефіцієнт кореляції складав відповідно $r = 0{,}95$. Ця залежність описується рівнянням регресії:

$$У = - 12,6+0,8X \quad (5.4)$$

де $У$ – урожайність, т/га;

X – вміст білка

Потрібно відмітити тісний зв'язок між результативною ознакою та аргументом. Коефіцієнт детермінації при цьому рівний $R^2 = 0,90$.

Отже, сорти відрізнялися за вмістом білка. Найменшим вміст білка був у сорту Отаман – 22,4 %. У сорту Готівський вміст білка був вищим і становив 23,9 %, або більше на 1,5 %. Найвищим вмістом білка характеризувався сорт Мадонна - 24,5 %, що вище від сорту Отаман на 2,1 %.

Під впливом внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ вміст азоту у зерні гороху зріс до 24,2 %, тоді як на контролі без добрив він становив 22,0 %, тобто на 2,2 % менше. Найбільше зростав вміст білку під впливом азотних добрив – на 1,1 %. Мікроелементи підвищили вміст білка на 0,4 %.

Висновки до розділу 5

1. Найменшим вміст білка був у сорту Отаман – 22,4 %. У сорту Готівський вміст білка був вищим і становив 23,9 %, або більше на 1,5 %. Найвищим вмістом білка характеризувався сорт Мадонна - 24,5 %, що вище від сорту Отаман на 2,1 %.

2. Під впливом внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ вміст азоту у зерні гороху зріс до 24,2 %, тоді як на контролі без добрив він становив 22,0 %, тобто на 2,2 % менше. Найбільше зростав вміст білку під впливом азотних добрив – на 1,1 %. Мікроелементи підвищили вміст білка на 0,4 %.

Результати досліджень розділу 5 опубліковані у наукових працях [6, 11, 156].

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ

6.1. Економічна ефективність вирощування сортів гороху залежно від системи удобрення та норм висіву

Крім агрономічного значення, як одного з найкращих попередників, горох забезпечує значну економічну ефективність [89]. Економічна ефективність залежить від впливу грунтово-кліматичних умов та елементів технології вирощування. Оптимізація технології вирощування дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал сорту.

Постійне зростання цін на мінеральні добрива, засоби захисту рослин, пальне тощо призводить до збільшення витрат на вирощування та зменшення прибутку від реалізації зерна гороху. Тому важливо не лише досягнути високого рівня врожайності, але й одночасно отримати покращення показників економічної ефективності. Рентабельність вирощування гороху становить 42,5-74,6 % [100].

Економічну ефективність розраховували користуючись загально прийнятою методикою. Витрати визначено за допомогою складеної технологічної карти (додаток Е, табл. Е.1). При розрахунку вартості продукції з 1 га враховували, що ринкова ціна 1 т зерна гороху становить 6000 грн (ціна станом на 01.12.2019 року).

Вартість вирощеного зерна з 1 га коливалась в межах 24000 – 38580 грн і залежала від рівня врожайності (табл. 6.1).

Розрахунок витрат по варіантах наступний. Згідно технологічної карти на варіанті $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтер-маг бобові (2л/га) з нормою висіву 1,1 млн/га у сорту Мадонна сума витрат найвища і становить 18728 грн. На варіанті з внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} сума витрат зменшилась на вартість мікродобрива - 200грн (2л х 100 грн). Вартість N_{60}, або 1,76 ц аміачної селітри становить 1232 грн (1,76ц х 700грн = 1232 грн). На цю суму зменшились витрати

на варіанті без азоту з внесенням $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ і становили 17296 грн. За внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$ сума витрат підвищилась до 18228 грн через високу ціну азотних добрив. На внесення фосфорних, калійних і сірчаних добрив витрати становили 16700 грн, а на фоні $P_{60}K_{60} + N_{60}$ – 17542 грн. За внесення лише фосфорних та калійних добрив витрати на 1 га зменшились до 16310 грн.

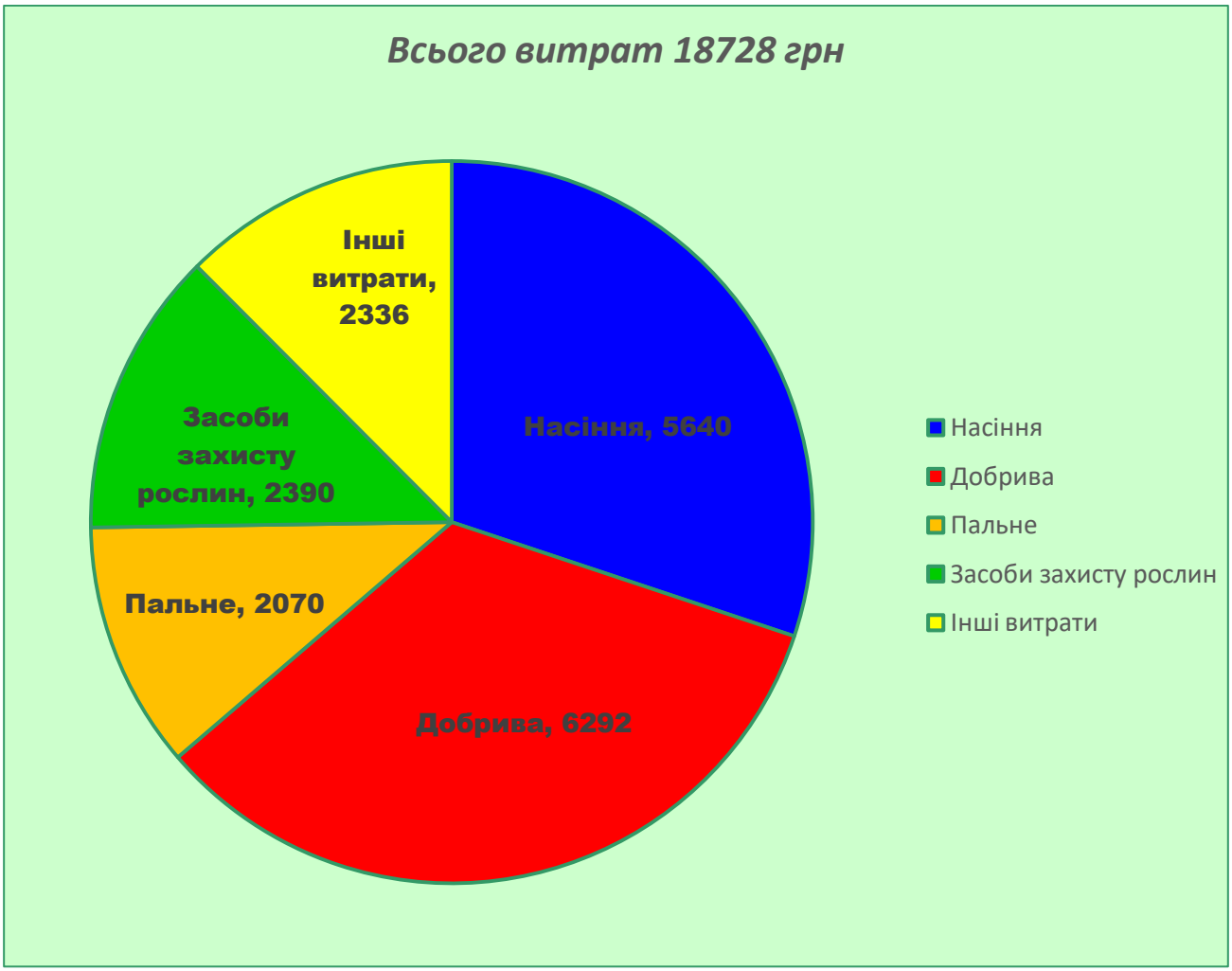

Рис. 6.1. Структура витрат при вирощування гороху сорту Мадонна за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ +Інтермаг бобові (2л/га) при нормі висіву 1,1 млн/га.

Під впливом фосфорних та калійних добрив урожайність зростає порівняно з варіантом без добрив, але внаслідок високої ціни на ці види добрив додатковий урожай не перекриває витрат. Вартість $P_{60}K_{60}$ становить 4020 грн. Найнижні витрати на 1 га були на першому і другому варіанті без внесення мінеральних добрив і становили, відповідно 11940 грн та 12290 грн.

Отже на контролі сума витрат становить 11940 грн, а за максимальної системи удобрення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +Інтер-маг бобові (2л/га) зростає до 18728 грн, або на 6788 грн/га (табл. 6.1).

Таблиця 6.1.

Вплив елементів системи удобрення гороху сорту Мадонна на показники економічної ефективності, за цінами станом на 01.12.2019 року

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
P_0K_0 - контроль	4,00	24000	11940	2985	12060	101
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	4,68	28080	12290	2626	**15790**	128
$P_{60}K_{60}$ - фон	5,12	30720	16310	3185	14410	88
$P_{60}K_{60}$ + N_{60}	5,50	33000	17542	3189	15458	88
$P_{60}K_{60}$ + S_{30}	5,39	32340	16700	3098	15640	94
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + S_{30}	5,87	35220	18228	3105	**16992**	93
$P_{60}K_{60}$ + Mg_{20} + S_{30}	5,49	32940	17296	3150	15644	90
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}	6,12	36720	18528	3027	**18192**	98
$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +Інтер-маг бобові (2л/га)	6,43	38580	**18728**	2912	**19852**	106

*за норми висву 1,1 млн/га

Аналіз собівартості показує , що найменша вартість 1т зерна (2626 грн) була на варіанті без добрив при використанні інокулянта. Внесення мінеральних добрив підвищує показник собівартості. Особливо зростає собівартість зерна на варіантах з внесенням $P_{60}K_{60}$ - до 3185 грн, та за внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} – до 3189 грн. Лише за внесення всіх видів макродобрив вона зменшується до 3027 грн, а при включенні до системи живлення мікродобрив – до 2912 грн. Проте вона залишається вищою, ніж на варіанті без добрив з обробкою насіння бактеріальним добривом Оптімайз Пульс.

У структурі витрат на технологію найбільше припадає на мінеральні добрива та насіння, відповідно 6292 грн та 5640 грн (рис. 6.1). Дещо менше витрачалось коштів на засоби захисту рослин та пальне. Тому важливо зв'ясувати доцільність використання певних видів мінеральних добрив, вияснити яка саме схема поєднання елементів живлення забезпечує найвищий прибуток

Найважливішим показником економічної ефективності є прибуток. Проведений аналіз показав, що економічна ефективність вирощування гороху характеризується позитивними результатами на всіх варіантах. Якщо на контролі цей показник був найменшим (12060 грн), то при використанні інокулянта підвищився до 15790 грн, або на 3730 грн з 1 га. Необхідно зазначити, що незважаючи на значні прирости зерна гороху під впливом добрив, внесення $P_{60}K_{60}$ спричинило зменшення прибутку з 15790 грн до 14410, тобто на 1380 грн, а від внесення додатково N_{60} – на 332 грн. Це пояснюється високою вартістю фосфорних, калійних і азотних мінеральних добрив.

На варіанті з внесенням $P_{60}K_{60} + S_{30}$, незважаючи на зниження врожайності, прибуток зростає порівняно з варіантом $P_{60}K_{60} + N_{60}$ на 182 грн. Це пояснюється значно нищою ціною на сірчані добрива, порівняно з азотними.

На наступних варіантах внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення, віддача від внесених добрив зростає. Так, за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$ прибуток збільшився до 16992 грн, що вище до контролю на 4932 грн. Необхідно зазначити що саме поєднання азотних та сірчаних добрив на фоні фосфорно-калійних дозволило перевищити рівень прибутку на варіанті без добрив з інокуляцією на 1202 грн. Ефективність внесення $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ без азоту падає і прибуток на цьому варіанті становить 15644 грн.

На варіанті з внесенням усіх досліджуваних макроелементів $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ прибуток становить 18192грн. Він перевищує варіант з інокуляцією на 2402 грн. Найвищий прибуток з 1 га одержано на варіанті з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) – 19852 грн. По відношенню до контролю приріст складає 7792 грн, а до варіанту з інокуляцією – 4062грн.

Рівень рентабельності вирощування гороху був високим і змінювався залежно від варіанту удобрення в межах від 88 % до 128 %.

Отже, внесення фосфорних і калійних добрив не окуповується одержаним додатковим урожаєм порівняно до варіанту без добрив з інокуляцією. Доповнення фосфорно-калійного живлення азотом, сіркою, магнієм + сірка теж дає менший прибуток порівняно до варіанту без добрив з інокуляцією. Лише синергічна взаємодія азоту і сірки та всіх досліджуваних макроелементів забезпечує одержання найвищого прибутку. Унаслідок оптимізації системи живлення гороху, прибуток збільшився з 15790 грн до 19852 грн, або на 4062 грн.

Рис.6.2. Рівень прибутку та врожайність залежно від елементів системи удобрення сорту Мадонна.

Змінювались показники економічної ефективності також під впливом норми висіву та сорту. Вартість 1,1 млн/га, згідно технологічної карти (додаток Е, табл.Е.1), становить 5400 грн. Таким чином, різниця у нормі висіву між варіантами, або вартість 0,1 млн/га складає 491 грн. На цю суму змінювались витрати по варіантах з різними нормами висіву (табл.6.2).

Таблиця 6.2

Показники економічної ефективності вирощування сортів гороху залежно від норми висіву, за цінами станом на 01.12.2019 року

Сорт	Норма висіву, млн./га	Урожай-ність, т/га	Вартість продук-ції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівар-тість 1 т зерна, грн	Прибуток, грн/га	Рівень рентабе льності, %
Мадонна	0,9	6,34	38040	17746	2799	20294	114
	1,0	6,52	39120	18237	2797	**20883**	115
	1,1	6,55	39300	18728	2859	20572	110
	1.2	6,40	38400	19219	3003	19181	100
	1,3	6,29	37740	19710	3134	18030	91
	1,4	6,15	36900	20201	3285	16699	83
Готівський	0,9	5,96	35760	17746	2978	18014	102
	1,0	6,07	36420	18237	3004	18183	100
	1,1	6,21	37260	18728	3016	18532	99
	1,2	6,32	37920	19219	3041	**18701**	97
	1,3	6,19	37140	19710	3184	17430	88
	1,4	6,05	36300	20201	3339	16099	80
Отаман	0,9	5,82	34920	17746	3049	17174	97
	1,0	5,93	35580	18237	3075	17343	95
	1,1	6,04	36240	18728	3101	**17512**	94
	1,2	6,05	36300	19219	3177	17081	89
	1,3	5,97	35820	19710	3302	16110	82
	1,4	5,83	34980	20201	3465	14179	70

*$P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га)

Найвищі вони за максимальної норми висіву і становлять 20201 грн, а найменші на варіанті з висівом 0,9 млн/га – 17746 грн.

Вартість продукції залежить від норми висіву та сорту. У сорту Мадонна вона найвища і залежно від норми висіву коливається в межах 36900 – 39300 грн.

У сорту гороху Готівський цей показник нижчий і змінюється в діапазоні 35760 – 37920 грн,а в сорту Отанан найнижчий – 34920 – 36300 грн.

Собівартість 1 т зерна гороху зростала на варіантах з більшою нормою висіву. Найвищою собівартість зерна була в сорту Отаман – 3049 – 3465 грн, а найменшою у найурожайнішого сорту Мадонна -2799 – 3285 грн.

Прибуток з 1 га теж залежав від сорту і норми висіву, оптимальна величина якої для сортів була різною. Серед сортів найбільш прибутковим є вирощування сорту Мадонна. З точки зору економічної ефективності цей сорт доцільно вирощувати з нормою висіву 1,0 млн/га, яка забезпечує одержання з 1 га 20833 грн. Збільшення чи зменшення норми висіву призводить до зниження прибутку. У сорту Готівський найвищий прибуток одержано на варіанті з висівом більшої кількості насіння 1,2 млн/га, який становив 18701 грн. Це менше від найбільш прибуткового варіанту у сорту Мадонна на 2182 грн. Економічно доцільною нормою висіву сорту Отаман є 1,1 млн/га, що забезпечує одержання з 1га 17512 грн. Різниця між грошовими надходженнями з 1 га між сортами Мадонна і Отаман складає 3371 грн.

Аналіз показав, що у досліді з сортами і нормами висіву на варіантах з найвищою врожайністю одержано і найкращі показники економічної ефективності. Найбільший прибуток з 1 га одержано при вирощуванні сорту Мадонна – 20883 грн, сорти Готівський та Отаман менш прибуткові. Економічно доцільною нормою висіву у сорту Мадонна є 1,0 млн./га, у сорту Отаман 1,1 млн/га, у сорту Готівський – 1,2 млн/га.

6.2. Енергетична оцінка вирощування гороху

Рослини завдяки фотосинтетичній діяльності здатні акумулювати сонячну енергію в урожаї. Проте сучасні високоврожайні інтенсивні технології потребують збільшення витрат енергетичних ресурсів на вирощування продукції. Сформований урожай зерна є результатом використання непоновлювальної та засвоєння поновлювальної енергії. Чим більшим буде

відношення накопиченої в зерні енергії до використаної непоновлювальної, тим ефективнішою рахується технологія вирощування.

У структурі витрат енергії на технологію вирощування гороху найбільше припадає на мінеральні добрива, техніку та пальне (рис. 6.3).

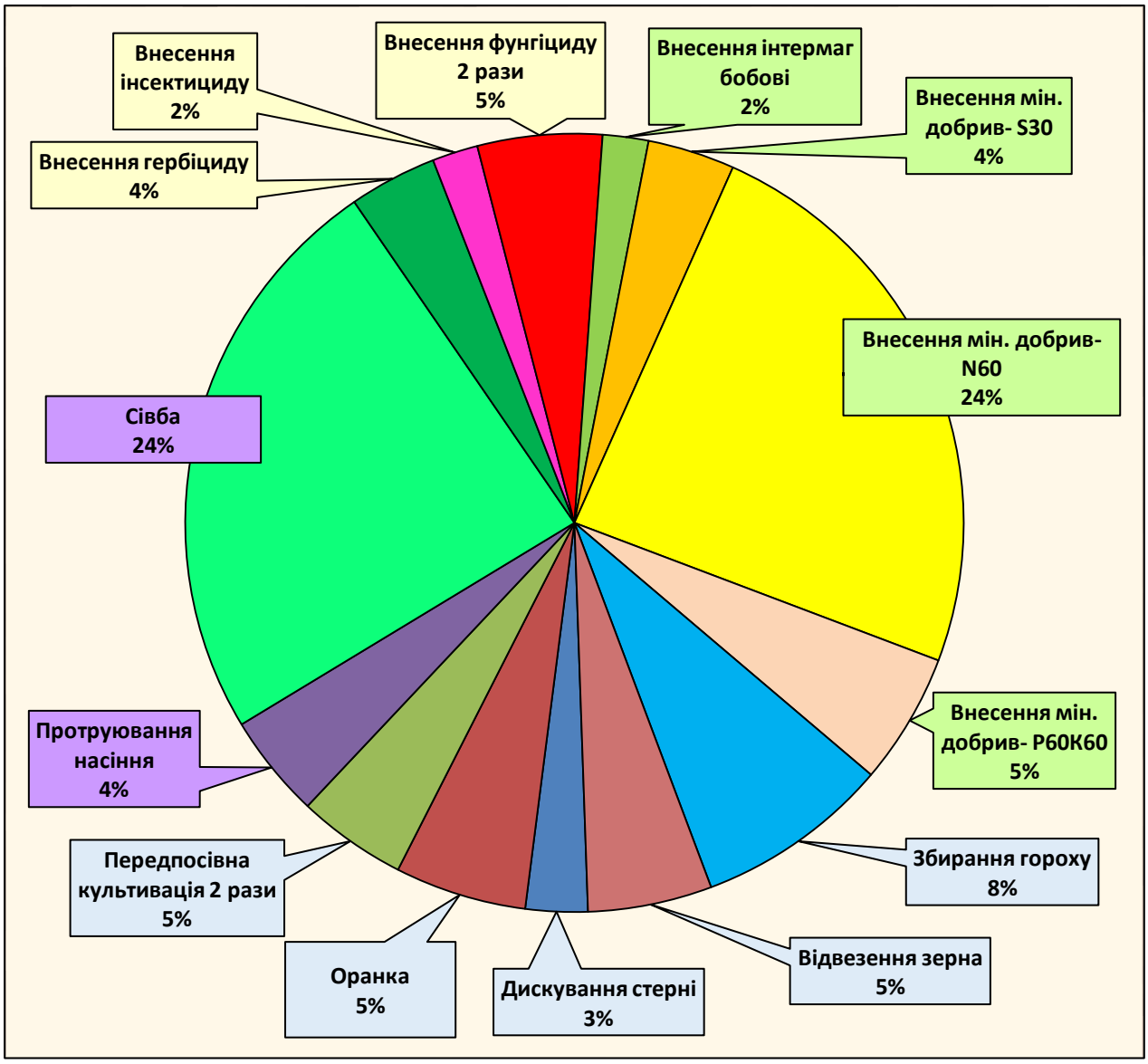

Рис. 6.3 Структура витрат енергії при вирощуванні гороху сорту Мадонна за внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +Інтер-маг бобові (2л/га) і нормі висіву 1,1 млн/га.

Порівняння енергії що акумульована в зерні із витратами енергії на вирощування врожаю, дає змогу об’єктивно оцінити досліджувані елементи технології, визначити їх енергетичну доцільність. Якщо кількість енергії, що акумульована у вирощеному урожаї зерна гороху менша за суму енергетичних

витрат на її вирощування, то така технологія веде до від'ємного балансу енергії. Наші розрахунки показують відсутність від'ємного балансу на всіх варіантах досліджень.

Енергоємність урожаю розраховано у перерахунку на середній коефіцієнт вмісту сухих речовин у зерні, який для гороху становить 0,86. Вміст загальної енергії в 1 кг сухої речовини зерна гороху становить 4912,8 ккал [215]. Енергоємність зерна розраховано згідно наступної схеми і на дев'ятому варіанті вона найвища і становить: 6430 кг х 4912,8 ккал х 0,86 = 27,17 млн.ккал (табл.6.3). На варіанті з найменшою врожайністю вона найменша - 16,90 млн ккал.

Таблиця 6.3

Енергетична ефективність вирощування гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи ення

№ п/п	Варіант удобрення	Енергоємність урожаю з 1 га, млн. ккал	Витрати енергії на 1 га, млн. ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
1	P_0K_0 - контроль	16,90	3,47	4,87
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	19,77	3,47	5,70
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	21,63	3,68	5,88
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	23,24	4,98	4,67
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	22,77	3,80	5,99
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	24,80	5,10	4,86
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	23,20	3,92	5,92
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	25,86	5,22	4,95
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ +Інтер-маг бобові (2л/га)	27,17	5,25	5,18

Витрати енергії на 1 га встановлено шляхом складання технологічної карти з оцінки витрат енергії (додаток Е, табл. Е.2). На варіанті з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га) витрати енергії найвищі і

становлять 5,25 млн. ккал. Високі витрати на варіантах з внесенням аміачної селітри, оскільки енергетична оцінка внесення N_{60} становить 1, 3 млн ккал.

Коефіцієнт енергетичної ефективності розраховували як відношення енергії отриманої з врожаєм зерна до енергії, яка затрачена на його вирощування. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування гороху становив 1,50 [148]. Завдяки одержанню високої врожайності зерна гороху, коефіцієнт енергетичної ефективності у наших дослідженнях високий і коливається в діапазоні 4,67 - 5,99. Кее зменшується на варіантах з внесенням азотних добрив.

Змінюються показники енергетичної ефективності і під впливом норм висіву насіння. Згідно технологічної карти на варіанті з висівом 1,1 млн/га витрата енергії на технологію становить 5,25 млн. ккал (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Енергетична ефективність вирощування гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву

Норма висіву, млн/га	Енергоємність урожаю, млн. ккал	Витрата енергії, млн. ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
0,9	26,78	5,000	5,36
1,0	27,55	5,125	5,38
1.1	27,67	5,250	5,27
1,2	27,04	5,375	5,03
1,3	26,58	5,500	4,83
1,4	25,98	5,625	4,62

*на фоні $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} +Інтермаг бобові (2л/га)

Енергетична цінність 0,1 млн/га насіння становить 0,125 млн. ккал. На цю величину змінюється сума витрат енергії по варіантах. За норми висіву 0,9 млн/га витрата енергії становить 5,0 млн.ккал, а на варіанті з найвищою нормою висіву 1,4 млн/га зростає до 5,625 млн.ккал. Енергоємність урожаю у досліді з нормами висіву змінюється в межах 25,98 – 27,67 млн.ккал (табл. 6.4). Коефіцієнт енергетичної ефективності найвищий за норми висіву 1,0 млн/га, а найменший

на варіанті з висівом 1,4 млн/га. Це є результатом зменшення врожайності за вищих норм висіву та збільшення витрат енергії на додаткове насіння.

Показники енергетичної ефективності змінюються і під впливом сорту, проте у значно вужчому інтервалі, порівняно з добривами. Найвища енергоємність урожаю зерна з 1 га була у сорту Мадонна – 26,96 млн.ккал (табл. 6.5). Із зменшенням урожайності, енергоємність урожаю у сортів падала. За рівних витрат енергії на технологію вирощування, коефіцієнт енергетичної ефективності теж був найвищим у сорту Мадонна і становив 5,14.

Таблиця 6.5

Енергетична ефективність вирощування сортів гороху

Сорт	Енергоємність урожаю, млн. ккал	Витрата енергії, млн. ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
Мадонна	26,96	5,25	5,14
Готівський	25,90	5,25	4,93
Отаман	25,10	5,25	4,78

Отже, аналіз показує що досліджувані елементи технології вирощування гороху забезпечують позитивний коефіцієнт енергетичної ефективності, який змінюється в межах 4,62 - 5,99.

Висновки до розділу 6.

1. Приріст урожайності гороху від внесення фосфору, калію та азоту не компенсовує витрати на придбання цих видів добрив через високу їх вартість. Лише внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ та мікроелементів урожайність зростає на 1,75 т/га, а прибуток з 1 га на 4062 грн.

2. Найвищий прибуток (16699-20294 грн) одержано при вирощуванні гороху сорту Мадонна.

3. Кращі показники економічної ефективності у сортів одержано за різних норм висіву. У сорту Мадонна найвищий прибуток (20883 грн) одержано за

норми висіву 1,0 млн/га, у сорту Готівський (18701 грн) – за норми висіву 1,2 млн/га та у сорту Отаман (17512 грн) –за норми висіву 1,1 млн/га.

4. Енергоємність урожаю гороху під впливом добрив зростає з 16,90 до 27,17 млн. ккал, витрати енергії збільшуються з 3,47 до 5,25 млн ккал. Збільшення норми висіву призводить до зростання витрат енергії, внаслідок чого коефіцієнт енергетичної ефективності зменшився з 5,36 і 5,38 за висіву 0,9 і 1,0 млн/га до 4,62 за висіву 1,4 млн/га. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (5,14) забезпечує сорт Мадонна.

Результати розділу 6 опубліковані у наукових працях [13, 156].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обгрунтування та практичне вирішення наукової задачі щодо проходження процесів росту, розвитку і формування врожайності гороху залежно від біологічних особливостей сорту, норм висіву насіння та елементів системи удобрення в умовах західного Лісостепу з метою одержання врожайності на рівні 6,0-7,0 т/га.

1. Тривалість вегетаційного періоду гороху залежала від сорту. Серед сортів коротша вегетація була у сорту Мадонна - 90-91 днів, у сорту Отаман становила 92-93 дні, у сорту Готівський вона збільшувалась до 94-95 днів. Внесення мінеральних добрив, особливо азотних, збільшувало тривалість вегетаційного періоду. Якщо на варіанті без добрив горох сорту Мадонна достигав 10 липня, то за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ на 6 днів пізніше – 16 липня. Норми висіву майже не впливали на проходження фаз вегетації та тривалість вегетаційного періоду – на 1-2 дні швидше достигали загущені посіви.
2. Збільшення норм внесення мінеральних добрив, особливо весняне внесення азоту, призводить до зниження рівня польової схожості на 5-6 %, а густоти рослин у фазі сходів з 91 шт/м^2 до 86 шт/м^2. Густота рослин перед збиранням (84 шт/м^2) та виживання рослин (97,7 %) були найвищими за внесення добрив у нормі $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) внаслідок покращення умов росту. Підвищення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га спричинює зниження польової схожості на 7-8 %, виживання рослин за вегетаційний період з 95,8 % до 87,4 %, тобто на 8,4 %.
3. На варіантах з внесенням мінеральних добрив, найбільший приріст фотосинтезуючої поверхні забезпечували посіви за внесення повного мінерального добрива $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$, де вона становила 58,3-58,4 тис м^2/га. Значно менший ефект був від внесення фосфорних, калійних, сірчаних і магнієвих добрив. Відносно вищі прирости одержували від внесення азотних добрив. Різниця між контролем і варіантом з повним внесенням добрив становить 23,1 тис м^2/га. Норма висіву мало впливала на

розміри листкової поверхні. Серед сортів дещо більшою асиміляційною поверхнею на всіх фазах росту характеризувався сорт Мадонна, у фазі цвітіння вона становила 57,2 тис.м^2/га. У сорту Готівський фотосинтезуюча поверхня знизилась до 56,4 тис.м^2/га, а в сорту Отаман – до 52,0 тис.м^2/га.

4. Фотосинтетичний потенціал на контролі без добрив становив лише 1,58 млн.м^{2}діб/га, а за внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) зростає до 2,60 млн.м^{2}діб/га, або на 1,02 млн.м^{2}діб/га. Маса сухих речовин на цьому варіанті становить 1106 г/м^2, або під впливом добрив зростає на 418 г/м^2. Чиста продуктивність змінювалась стрибкоподібно і була найвищою на контролі без добрив – 4,81 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу. На варіантах з внесенням добрив вона дещо зменшувалась, особливо від азотних добрив.
5. Під впливом норм висіву фотосинтетичний потенціал зріс з 2,53 млн.м^{2}діб/га на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га до 2,80 млн.м^{2}діб/га на варіанті з найвищою нормою висіву. Маса сухих речовин була найвищою на найурожайніших варіантах з нормою висіву 1,0 та 1,1 млн/га, де вона становила, відповідно, 1122 та 1127 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу закономірно знижувалась при підвищенні норми висіву. За норми висіву 0,9 млн/га вона набільша - 5,09 г, а за висіву 1,4 млн/га зменшується до 4,35 г сухої речовини/м^2 листкової поверхні за добу. Показники фотосинтетичної діяльності змінювались також під впливом сорту. Маса сухих речовин вища у сорту Мадонна – 1097 г/м^2. Чиста продуктивність фотосинтезу також найвища (4,72 г/м^2) в сорту Мадонна, а найменша у сорту Готівський - 4,18 г сухої речовини / м^2 листкової поверхні за добу.
6. Найшвидше бульбочки формувались на варіантах з обробкою насіння Оптімайз Пульс та внесенні $P_{60}K_{60}$. На варіанті з внесенням азотних добрив (N_{60}) утворення бульбочо настає лише через 5 днів. Бульбочки почали формуватись швидше за норми висіву 0,9 млн/га, а найпізніше – за норми 1,3-1,4 млн/га. Найдовший період функціонування симбіотичного апарату (розпад бульбочок 30.06), був на варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га), що на 11 днів довше порівняно з контролем.

Процес розпаду бульбочок у сорту Мадонна за збільшення норм висіву відбувався швидше на 1-4 дні порівняно з контролем.

7. Серед досліджуваних варіантів удобрення найбільше бульбочок у фазі цвітіння було на варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га), де загальна кількість бульбочок становила 38,1 шт/рослину, а активних – 37,8 шт/рослину. На цьому ж варіанті була найвища маса бульбочок, вона становила відповідно 0,50 та 0,49 г на рослину, найдовша тривалість загального (60 діб) і активного (43 доби) симбіозу. Встановлено, що тривалість симбіозу та маса бульбочок вплинули на значення загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалів. Так, найвищі значення ЗСП і АСП становили 16,1 і 9,5 тис. кг діб/га, у варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га). У дослідженнях з добривами кількість симбіотично фіксованого азоту, знаходилась в межах 43,2 – 171,0 кг/га. Максимальна кількість фіксованого азоту відмічена у варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2л/га) – 171,0 кг/га, що на 127,8 кг/га більше, ніж на контролі.
8. За норми висіву 0,9 млн/га формувалась максимальна кількість бульбочок як загальних (40,9 шт/рослину) так і активних (40,4 шт/рослину), найвища маса бульбочок, відповідно, 0,53 і 0,52 г на рослину. Проте найбільша загальна кількість бульбочок на 1 га у сорту Мадонна – 31,2 млн шт./га, з них активних 31,0 млн шт. при їх сирій масі 410 кг/га та 402 кг/га спостерігалась за норми висіву 1,1 млн/га. Максимальними показники ЗСП та АСП були за норми висіву 1,1 млн/га, відповідно 15,7 та 9,5 тис. кг діб/га. Максимальну кількість симбіотично фіксованого азоту (171,0 кг/га) у сорту Мадонна одержано за норми висіву 1,1 млн/га, тоді як за норми висіву 0,9 млн/га вона становила 154,8 кг/га.
9. Найшвидше бульбочки утворились у сорту Мадонна – на 12-й день після сходів, а найпізніше у сорту Готівський - на 16-й день, що пов’язано з генотипом сорту. Більша кількість бульбочок як загальних так і активних формувалась у сорту Мадонна, відповідно 38,1 та 37,8 шт/рослину. З розрахунку на 1 га найбільша загальна кількість бульбочок у сорту Мадонна

становила 31,2 млн шт./га, з них активних 31,0 млн шт./га, при їх сирій масі відповідно 410 та 402 кг/га. Кількість симбіотично фіксованого азоту була навищою у сорту Мадонна - 171,0 кг/га, меншою у сорту Готівський – 144,0 кг/га та найменшою у сорту Отаман – 131,4 кг/га .

10. Елементи структури врожаю змінювались під впливом досліджуваних чинників. Кількість бобів на рослині мало залежала від добрив. На варіанті без добрив їх було 4,4 шт, а на варіантах з внесенням добрив підвищилась до 4,6-4,7 шт/рослину. Внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га) забезпечувало зростання кількості зерен у бобі до 6,4 шт, що більше порівняно з варіантом без добрив на 0,6 шт. Кількість зерен на рослині за цих умов змінювалась з 25,1 шт до 30,1 шт. Найбільше змінювались під впливом добрив показники маси зерна з рослини і маси 1000 зерен. Маса зерна з рослини зросла з 5,77 г на контролі до 8,12 г за внесення усіх досліджуваних елементів живлення, а маса 1000 зерен, відповідно, з 230 г до 270 г, що і стало основою зростання врожайності зерна гороху сорту Мадонна.
11. Норми висіву теж мали істотний вплив на показники структури врожаю. При зростанні норми висіву насіння з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га кількість бобів на рослині зменшилась з 4,8 до 4,5 шт, кількість зерен у бобі з 6,9 до 6,1 шт, кількість зерен з рослини з 33 до 27,6 шт. Основний елемент продуктивності - маса зерна з рослини знизилась при загущінні посівів, відповідно, з 9,70 г до 7,05 г, а маса 1000 зерен – з 291,0 г до 255,8 г. Найвища біологічна врожайність (6,98 т/га) формувалась за оптимального поєднання показників густоти рослин і маси зерна з рослини на варіанті з нормою висіву 1,1 млн/га.
12. Найбільший приріст зерна гороху сорту Мадонна (0,68 т/га) забезпечує проведення інокуляції насіння препаратом Оптімайз Пульс. Внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} та мікроелементів урожайність зростає на 1,75 т/га, порівняно з варіантом P_0K_0 + Оптімайз Пульс. Використання у системі живлення гороху P, K, N, S, Mg забезпечило зростання урожайності зерна до 6,12 т/га, що вище до контролю на 2,12 т/га, або на 53,0 %. Приріст урожайності від внесення азоту, сірки і

магнію становить 1,00 т/га. Найвища врожайність зерна гороху була на варіанті з внесенням мікроелементів: $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2 л/га), де вона становила 6,43 т/га. Приріст урожайності від внесення мікродобрива Інтермаг бобові становить 0,31 т/га. Внаслідок удосконалення системи живлення гороху урожайність зросла до 6,43 т/га, що вище порівняно з контролем (P_0K_0) на 2,43 т/га, або на 60,7 %.

13. Серед сортів найвищу врожайність одержано у сорту Мадонна - 6,38 т/га (6,00-6,87 т/га залежно від року). У сорту Готівський урожайність становила 6,13 т/га (5,84-6,54 т/га), що на 0,25 т/га менше, порівняно з сортом Мадонна. Найменшу врожайність зерна одержано у сорту Отаман – 5,94 т/га, (5,56-6,40 т/га), що менше порівняно з сортом Мадонна на 0,44 т/га та з сортом Готівський на 0,19 т/га.
14. Найвища врожайність сорту Мадонна формувалась за меншої норми висіву 1,0 та 1,1 млн/га, у сорту Отаман за норми висіву 1,1 та 1,2 млн/га і в сорту Готівський за вищої норми висіву 1,2 млн/га.
15. Серед сортів найменшим вміст білка був у сорту Отаман – 22,4 %. У сорту Готівський вміст білка був вищим і становив 23,9 %, або більше на 1,5 %. Найвищим вмістом білка характеризувався сорт Мадонна - 24,5 %, що вище від сорту Отаман на 2,1 %. Під впливом внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} вміст азоту у зерні гороху зріс до 24,2 %, тоді як на контролі без добрив він становив 22,0 %, тобто на 2,2 % менше. Найбільше зростав вміст білку під впливом азотних добрив – на 1,1 %.
16. Приріст урожайності гороху від несення фосфору, калію та азоту не компенсовує витрати на придбання цих видів добрив через високу їх вартість. Лише внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} та мікроелементів урожайність зростає на 1,75 т/га, а прибуток з 1 га на 4062 грн. Найвищий прибуток (16699-20294 грн) одержано при вирощуванні гороху сорту Мадонна. Кращі показники економічної ефективності у сортів одержано за різних норм висіву. У сорту Мадонна найвищий прибуток (20883 грн) одержано за норми висіву 1,0 млн/га, у сорту

Готівський (18701 грн) – за норми висіву 1,2 млн/га та у сорту Отаман (17512 грн) –за норми висіву 1,1 млн/га.

17. Енергоємність урожаю гороху під впливом добрив зростає з 16,90 до 27,17 млн. ккал, витрати енергії збільшуються з 3,47 до 5,25 млн ккал. Збільшення норми висіву призводить до зростання витрат енергії, внаслідок чого коефіцієнт енергетичної ефективності зменшився з 5,36 і 5,38 за висіву 0,9 і 1,0 млн/га до 4,62 за висіву 1,4 млн/га. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (5,14) забезпечує сорт Мадонна.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах західного Лісостепу при вирощуванні гороху посівного за інтенсивною технологією на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті для одержання урожайності на рівні 6,0-7,0 т/га з високими показниками економічної ефективності рекомендується:

- вирощувати високопродуктивний сорт гороху Мадонна;
- використовувати систему удобрення, яка передбачає внесення $P_{60}K_{60}$ + N_{60} + Mg_{20} + S_{30} + Інтермаг бобові (2л/га);
- висівати сорт Мадонна з нормою 1,0 млн/га, сорт Готівський – з нормою 1,2 млн/га, сорт Отаман – з нормою 1,1 млн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С. В. Огурцов Ю. Є., Цехмейструк М. Г. [та ін.] Вусатий горох. Нове обличчя давньої культури. *Агроном*. 2014. № 2. С. 104-106
2. Агафонов Е. В., Стукалов М. Ю., Агафонова Л. Н. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на урожайность гороха на черноземе обыкновенном. *Агрохимия*. 2001. № 8. С. 42–46.
3. Агроґрунтознавство : навч. посіб. / В. І. Лопушняк та ін. Львів : ЛНАУ, 2016. 212 с.
4. . Адамень Ф.Ф. Агроекологічне обгрунтування технології вирощування і використання сої в кормовиробництві Криму. автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д.-г. наук : спец. 06.00.12 - Кормовиробництво і луківництво, 06.01.09 - Рослинництво. Вінниця. 1995. 38 с.
5. Адамовська В.Г., Молодченкова О.О., Січкар В.І. [та ін.]. Біохімічна характеристика генотипів зернобобових культур півдня України у зв'язку з селекцією на якість насіння. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.107-116.
6. Андрушко М.О. Вплив біологічних особливостей сортів гороху та норм висіву на продуктивність і якість. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції і насінництва пшениці і картоплі та 100-річчю з часу заснування Агробіотехнологічного (Агрономічного) факультету. 26-27 березня 2020 року. Біла Церква: БНАУ. С. 76-79.
7. Андрушко М.О. Вплив елементів системи удобрення на врожайність гороху. Інститут сільського господарства Карпатського регіону. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених "*Актуальні проблеми агропромислового виробництва України*". 14 листопада 2019 р. Львів-Оброшине. 2019. С.3-4.

8. Андрушко М. О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "*Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*". Львів-Оброшине. 2019. Випуск 66. С. 8-20. DOI: http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/1.pdf

9. Андрушко М. О., Лихочвор В. В. Особливості росту і розвитку гороху під впливом різних видів та норм мінеральних добрив. T*opical issues of the development of modern science*. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference (11-13 december). Publishing House “ACCENT”. Sofia. Bulgaria. 2019. Pp. 962-972. URL: http://sci-conf.com.ua.

10. Андрушко М.О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Вирощування гороху (Pisum sativum) - шлях до екологічних інновацій. "*Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва*". Матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Полтава 22 червня 2020). Полтавська державна аграрна академія. Полтава : РВВ ПДАА. 2020. С.10-13.

11. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Вплив норми висіву гороху на насіннєву продуктивність та якісні показники. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок / за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С. 24.

12. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Інтенсивна технологія вирощування гороху. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок / за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С.10.

13. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2019. № 23. С. 67-71. https:// doi.org/10.31734/agronomy2019.01.067

14. Амелин А.В. Роль сорта в производстве зерна гороха. *Земледелие*. 1992. №6. С. 35-36.

15. Антипін Р.А. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гороху в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 2007. 19 с.

16. Ашиев А. Р., Скулова М. В., Хабибуллин К. Н. Урожайность и элементы ее структуры новых линий гороха. *Зерновое хозяйство России*. 2018. №5(59). С. 26-28.

17. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Элементы структуры урожая у листочковых и усатых образцов гороха: изменчивость, взаимосвязи и перспективы их использования в селекционном процессе. *Зерновое хозяйство России*. 2019. №3(63). С. 40-43.

18. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Зернові бобові культури у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2010. Вип. 15(55). С.153-166.

19. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 1996. №2. С. 34-39.

20. Баташова М. Перспективи використання генетичного різноманіття в сучасній селекції гороху. Збірник наукових праць міжнародної науково-практичної конференції "*Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших культур* : досягнення і перспективи" 25-26 квітня 2016 р.. Подільський державний аграрно-технічний університет. Тернопіль. Крок. 2016. С. 76-77.

21. Баташова М. Є. Формування врожаю гороху посівного в умовах дефіциту вологи. ПДАА Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, 2014. С. 8-10.

22. Бахмат М.І., Небаба К.С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія Агрономія. 2018. №294. С.24-31.

23. Бахмат М. І., Чинчик О. С. Особливості вирощування гороху посівного в умовах Поділля Лісостепу західного. Матеріали міжнародної науково – практичної конференції "Аграрна наука і практика в контексті європейської інтеграції". Камянець-Подільський, 2018. 1, С.54-56.

24. Безручко О. І. Поповнення ринку сортів рослин: горох овочевий (Pisum sativum L.). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин : наук.-практ. журн. 2008. № 1. С. 17–22.

25. Безуглый И. Н., Василенко А. А., Глянцев А. В. Сортовая структура посевных площадей гороха в Украине. *Бюлетень научных работ Белгородской государственной сельскохозяйственной академии* им. В. Я. Горина. Белгород: Издательство Бел ГСХА. 2012. Вып. 29. С. 3-7.

26. Березовська-Бригас В. В., Власова О. Г. Технологія застосування біопрепаратів проти фітофагів та збудників хвороб на посівах гороху. *Карантин і захист рослин*. 2018. №1-2. С.5-8.

27. Бєров Є.Д. Вплив мінімізації обробітку грунту під горох на його агрофізичні властивості в умовах південного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2018. Випуск №92. Частина 1. С. 306-314.

28. Білєра Н. Калій – елемент якості. *Агроном*. 2017. №3. С.24-27.

29. Бірюкова І. Щоб горох добре вродив. *Farmer*. 2018. №3. С. 126-128.

30. Бучинський І.М., Лихочвор В.В. Горох повернувся в Україну. *Агроном*. 2018. №1. С.184-185.

31. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або знову про горох. *Пропозиція*. 2019. №2. С.54-58.

32. Вавилов П. П., Посыпанов Г. С. Бобовые культуры и проблемы растительного белка. Москва. Россельхозиздат. 2007. 256 с.

33. Василенко А.О., Безуглий І.М., Глянцев А.В. [та ін.]. Стабільність показників продуктивності і вмісту білка у сортів гороху селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.154-160.

34. Василенко А.О., Рябуха С.С., Безуглий І.М. [та ін.]. Індикація селекційних тенденцій за сортовою композицією і господарськими властивостями в конкурсному сортовипробуванні гороху. *Корми і кормо виробництво*. Вінниця. 2008. Вип.62. С. 31-37.

35. Василенко А. О., Сокол Т. В.,. Безуглий І. [та ін.] Потенціал зразків гороху за цінними господарськими ознаками. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва *Селекція і насінництво*. Харків. 2015. №108. С.12-19.

36. Вильдфлуш И.Р., Пироговская Г.В., Мишура О.И., Малашевская О.В. Влияние новых комплексных удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели, урожайность и качество гороха полевого. Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. *Почвоведение и агрохимия.* Минск. 2016. № 1 (56). С. 128-137.

37. Волкогон В.В., Журба М.А. Активність азотфіксації, емісія N_2O та CO_2 в агроценозах гороху за дії добрив і передпосівної бактеризації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С.16-26.

38. Волкогон В.В., Токмакова Л.М., Волкогон К.І. [та ін.] Мікробіологічні процеси в ризосфері рослин гороху за впливу добрив і ризогуміну. *Вісник аграрної науки*. 2017. №1. С. 5-11.

39. Гамаюнова В.В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2016. Вип. 24(1). С. 46-57.

40. Гамаюнова В.В., Туз М.С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в південному Степу. *Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН".* 2016. №1. С. 46-57.

41. Гангур В.В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах лівобережного Лісостепу України. *Науковий журнал Інституту зернових культур* "*Зернові культури*". Дніпро. 2017. Том 1. №1. С.129-133.

42. Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в умовах лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. №9. С. 19-33.

43. 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. Науково-виробничий збірник *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків. 2013. Вип.14. С. 37-46.

44. Гирка А.Д., Сидоренко О.В., Ільєнко О.В., Бочевар О.В. Способи підвищення зернової продуктивності гороху в північному Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. №5. С. 58-63.

45. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я. [та ін.]. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. №2. С. 31-35.

46. А. Д. Гирка, І. Д. Ткаліч, Ю. Я. Сидоренко, [та ін.] Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України. *Науковий журнал Інституту зернових культур* "*Зернові культури*". Дніпро. 2018. Том 2. №2. С.267-273.

47. Глазунова Н.Н. Продуктивность сортов гороха при разных технологиях выращивания семян. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011. Т. 77. №3. С. 9-13.

48. Глянько А. К. Влияние азотсодержащих соединений на рост клубеньковых бактерий в культуре и их взаимодействие с корнями проростков гороха. *Сельскохозяйственная биология*. 2009. № 1. С. 83–88.

49. Голопятов М.Т., Кондрашин Б.С. Урожайность сортов и линий гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата, в зависимости от факторов интенсификации. *Земледелие.* 2017. № 3. С. 5-8.

50. Гончар Т.М. Удосконалення технології вирощування гороху на зерно в умовах правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття

наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2008. 21 с.

51. Гончар Л.М., Пилипенко В.С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2017. Випуск 269. С.46-57.
52. Гончаров С.В., Титаренко А.В., Коробова Н.А. Некоторые аспекты селекционных программ по гороху посевному. *Зерновое хозяйство России*. 2015. №3. С. 24-33.
53. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. *Пропозиція*. 2019. №1. С.56-59.
54. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. К чему склоняется горох. Особенности выращивания гороха на склоновых землях. *Зерно*. 2016. №6. С.84-87.
55. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ. Аграрна освіта, 2013. 406 с.
56. Грищук П.І. Вплив щільності агроценозу гороху посівного на його зернову продуктивність. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. №2. С.48-51.
57. Грищук П. І. Особливості встановлення кількісної норми висіву гороху посівного. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 81-82.
58. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство. Київ. Центр учбової літератури. 2010. 464 с.
59. Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г., Наумкин В.В. Сравнительное изучение симбиотической азотфиксации у гороха и сои. *Земледелие.* 2016. № 5. С. 17-19.
60. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Каримов И.К. Влияние метеорологических условий на формирование урожая зерна гороха. *Зерновое хозяйство России*. 2016. №5. С. 10-16.

61. Данильченко О. М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2016. Вип. 9. С. 88-91.

62. Дворецька С.П., Камінський В.Ф. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в Північному Лісостепу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *"Землеробство"*. 2009. Випуск 81. С. 75-79.

63. Дворецька С., Любчич О. Мінеральне живлення гороху. *Пропозиція*. 2016. №11. С. 66-72. https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-gorohu., (11.03.2019).

64. Дворецька С.П., Рябокінь Т.М., Єфіменко Г.М. Особливості формування елементів продуктивності рослин гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування культури. *Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН".* 2014. Випуск 3. С.56-66.

65. Дворецька С.П., Рябокінь Т.М., Каражбей Т.В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН".* Київ: "ВП Едельвейс". 2016. №1. С. 36-45.

66. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (витяг станом на 15.04.2011 р) Київ. Алефа. 2011. С.79-81.

67. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. Київ. Міністерство аграрної політики та продовольства України. 2017. 392 с.

68. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ. 447с.

69. Дідур І.М. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна сортами гороху різних морфотипів. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «*Землеробство*». Київ. 2009. Вип.81. С. 80-88.

70. Дідур І.М., Джура Н.М., Сологуб О.М. Роль зернобобових культур у кругообігу азоту в агрофітоценозах Лісостепу України. *Збірник наукових*

праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2010. Вип.18. С. 77-81.

71. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету *"Сільське господарство та лісівництво".* 2016. Випуск 4. С.56-61.
72. Дмитренко В.Л. Адаптація меліоративного землеробства до погоди і клімату. *Вісник аграрної науки*. 2003. №2. С.52-56.
73. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва. Колос. 1985. 351 с.
74. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфільда. [Чинний від 2016-07-01]. Київ. ДП УкрНДНЦ, 2016. 5 с. (Національний стандарт України).
75. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунту. [Чинний від 2006-01-01]. Київ. Держспоживстандарт України, 2005. 20 с. (Національний стандарт України).
76. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Метод визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 15 с. (Національний стандарт України).
77. ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015-01-04]. Київ. Держспоживстандарт України, 2014. 6 с. (Національний стандарт України).
78. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Кірсанова в модифікаціїї ННЦ ІҐА. [Чинний від 2005-05-30]. Київ. Держспоживстандарт України, 2006. 18 с. (Національний стандарт України).
79. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення pH (ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Київ. Держспоживстандарт України, 2012. IV, 4 с. (Національний стандарт України).

80. Екологія та біологія сільськогосподарських рослин : підручник / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2013. 724 с.
81. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І. Прогнозування фенотипової продуктивності гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 58. С. 250-256.
82. Єремко Л.С., Гангур В.В., Киричок О.О., Сокирко Д.П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №3. С. 50-56.
83. Жогалева О.С., Стрельцова Л.Г. Влияние хелатных микроудобрений на элементы структуры урожая гороха. *Зерновое хозяйство России*. 2019. №4(64). С. 66-71.
84. Жуйков О.Г., Лагутенко К.В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник*: землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. Херсон. 2017. №98. С.65-70.
85. Задорожна О.А., Юшкіна Л.Л. Вплив генотипових та середовищних чинників на регенераційні процеси гороху (Pisum sativum L.) in vitro. *Агробіологія.* Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2010. Випуск 4 (80). С. 50-54.
86. Зернові бобові. Рекомендації з вирощування. Компанія BASF Agro. 2017. 63 с.
87. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми. ВТД "Університетська книга". 2004. 464 с.
88. Зотиков В. И., Наумкина Т. С., Сидоренко В. С. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы. *Земледелие*. 2015. № 4. С. 3–5.
89. Зуза В. Горох без бур'янів. *Farmer*. 2016. Березень. С. 100–102.
90. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев : Урожай, 1976. 200 с.
91. Ільєнко О. В. Використання грунтової вологи посівами гороху вусатого морфологічного типу залежно від норм висіву насіння в умовах північного

Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. №2. С.90-94.

92. Ільєнко О.В. Формування врожайності гороху вусатого морфологічного типу під впливом добрив та норм висіву насіння в умовах північного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. №4. С. 33-37.
93. Ішенко В.І. Елементи технології – резерв підвищення урожайності гороху в Степу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя. 2013. №18. С. 85-92.
94. Іщенко В.А. Ефективність використання ризогуміну і полі міксобактерину у поєднанні з мікродобривом та регулятором росту при вирощуванні гороху вусатого типу в північному Степу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *Сільськогосподарська мікробіологія*. Чернігів. 2013. Вип. 17. С. 89-100.
95. 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.
96. Іщенко В.А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах північного Степу України. *Вісник Донецького національного університету. Серія А: природничі науки*. 2009. Вип. 1. С. 557-561.
97. Іщенко В.А., Белякова О.А. Ефективність мікродобрива, регулятора росту та ризогуміну у підвищенні продуктивності сортів гороху безлисточкового (вусатого) типу. Науковий збірник *Вісник Степу*. Кіровоград. 2009. Вип 6. С. 37-41.
98. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Удобрення гороху за всіма правилами. *Інформаційно-аналітична газета «Агробізнес Сьогодні»*. 2018. №24.http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12390 udobrennia - horokhu-za-vsima-pravylamy.html., (11.03.2019)
99. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О., Темченко А. Горох – культура вимоглива до умов вирощування. *Агробізнес сьогодні* 2016. №7. С. 70-72.

100. Іщенко В.А., Томашина Г.П., Темченко А.М. Поширеність гороху та ефективність елементів його вирощування в умовах північного Степу. Науковий збірник *Вісник Степу*. Кіровоград. 2013. Вип 10. С. 49-53.

101. Калитка В.В., Капоніс М.В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій напігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (Pisum sativum L.). *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія Рослинництво. 2015. Випуск №2. С.5-18.

102. Калитка В.В., Капоніс М.В. Вплив регуляторів росту рослин і біопрепаратів на продуктивність гороху посівного (Pisum sativum L.) в умовах південного Степу України. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія Агрономія. 2015. №210. С.38-46.

103. Камінський В.Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. д.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2006. 48 с.

104. Камінський В.Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. №7. С. 20-25.

105. Камінський В.Ф. Виробництво гороху в Україні залежно від погодних умов. Міжвідомчий науковий тематичний збірник *Землеробство*. Київ. ЕКМО. 2004. Вип. 76. С. 98-101.

106. Камінський В.Ф. Значення сорту в сучасних технологіях вирощування зернобобових культур. *Корми і кормовиробництво*. 2006. №57. С. 84-94.

107. Камінський В.Ф. Значення та шляхи стабілізації виробництва зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. 2004. Спецвипуск. С.138-143.

108. Камінський В.Ф. Комплексна дія факторів інтенсифікації на врожайність гороху. *Вісник аграрної науки*. 2006. №8. С.28-32.

109. Камінський В.Ф. Стан та перспективи виробництва гороху в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. №5. С.22–25.

110. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Гресь С.А. Значення 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. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. Умань. 2003. С. 734-737.

114. Камінський В.Ф., Дворецька С.П. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на продуктивність гороху. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ. Нора-принт. 1999. Вип. 1-2. С. 31-34.

115. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Костина Т.П. Вплив погодних умов та системи удобрення на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»* Київ: ВП “Едельвейс”, 2012. Вип. 3-4. С. 82-90.

116. Каминский В.Ф., Дворецкая С.П., Рябоконь Т.М. Влияние факторов интенсификации на динамику содержания елементов питания в растениях гороха при различных технологиях выращивания. *Сборник научных трудов "Земледелие и селекция в Беларуси".* Минск. 2014. Вып.50. С.146-154.

117. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Рябокінь Т.М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Випуск 4. С. 59-65.

118. Камінський В.Ф., Лапа І.В., Смоляр М.І. Продуктивність гороху залежно від дози та співвідношення мінеральних добрив. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 1996. С. 221-227.
119. Каталог засобів захисту рослин компанії Байєр. 2017. 140 с.
120. Каталог засобів захисту рослин компанії БАСФ. 2017. 276 с.
121. Каталог засобів захисту рослин та насіння компанії Сингента. 2017. 336 с.
122. Каталог сортів Лембке. 2017.
123. Каталог сортів Інституту фізіології рослин і генетики НАН. 2017.
124. Каталог удобрений Интермаг 2013 год. 88с. Сторінка доступу : URL http://peko.net.ua/files_prices//Katalog_INTERMAG_2013.pdf.(дата звернення 15.10.2016).
125. Каталог удобрений предприятия Интермаг для внекорневой підкормки. 89 с. www.intermag.ua
126. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Попов С.І. [та ін.] Каталог сортів і гібридів польових культур Інституту рослинництва ім В.Я. Юр'єва НААН. Харків. 2017. 77 с.
127. Кириченко Е. В., Маличенко С. М. Влияние лектинов бобовых растений на проявление симбиотических свойств клубеньковыми бактериями в бобово-ризобиальном симбиозе. *Физиология растений*. 2000. Т. 47, № 2. С. 241–245.
128. Кірілеску О.Л., Мовчан К.І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Випуск 82. С.127-132.
129. 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.
130. Клищенко С. Современные технологии и экономическая эффективность выращивания гороха. *Агроном*. 2004. №4. С. 28-32.
131. Кобызева Л.Н., Безуглая О.Н. Видовое разнообразие зерновых бобовых культур в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины

и его значение для селекционной практики. *Генетичні ресурси рослин*. Харків. 2009. №7. С. 9-21.

132. Коблай С.В. Адаптивний потенціал різних за морфо типом сортів гороху. Матеріали ІІ міжнародної науково-практичної конференції, 3 листопада 2016 р. м. Київ. "*Світові рослинні ресурси: стан і перспективи розвитку"*. Український Інститут експертизи сортів рослин. Вінниця. Нілан-ЛТД. 2016. С. 38-40.

133. Коблай С. В. Накопичення надземної біомаси та адаптивність до умов степової зони різних за морфо типом сортів гороху. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2009. Вип. 14(54). С.143-150.

134. Коблай С.В. Характер успадкування ознак продуктивності гороху у гібридів F_1. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.63-73.

135. Козев В.І. Оцінки генетичної мінливості та спадковості у генотипів гороху в посівах під зиму. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва *Селекція і насінництво*. Харків. 2015. №108. С.106-115.

136. Козев В.І. Успадкування типу листя і продуктивності в різних генотипів гороху. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва *Селекція і насінництво*. Харків. 2014. №106. С.57-63.

137. Колесніков М.О. Вплив токоферолу на проростання гороху (Pisum sativum L.) та формування його біологічної врожайності. *Агробіологія.* Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2013. Випуск 11(104). С.115-119.

138. Кондратенко М.І. Формування адаптивності ознак зернової продуктивності колекційних зразків гороху посівного різних морфо типів в умовах правобережного лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Випуск 81. С. 21-30.

139. Король Л.В. Формування біологічного потенціалу гороху залежно від застосування добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України :

автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2019. 21 с.

140. 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.

141. Костина Т.П. Вплив мінеральних добрив на формування асиміляційної поверхні та продуктивність сортів гороху. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство". Київ. ВД "Едельвейс". 2012. Випуск 84. С. 86-93.

142. Костина Т.П. Оптимізація елементів технології вирощування сортів гороху різних морфотипів в умовах північної частини Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ. 2015. 22 с.

143. Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Пищевой режим почвы под горохом в зависимости от способа ее обработки и доз минеральных удобрений. *Агрохимический вестник*. 2016. №3. С.22-23.

144. Коць С.Я , Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. 2-е вид. перероб., допов. Київ. Логос. 2009. 182 с.

145. Коць С.Я., Петриченко В.Ф. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник аграрної науки*. 2015. №3. С.57-66.

146. Кравченко В.С., КононенкоЛ.М., Вишневська Л.В. [та ін.] Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я.* 2019. Випуск 92. С83-91.

147. Кривенко А.І. Особливості розвитку горохового зерноїда на посівах гороху в центральному Лісостепу України. *Агробіологія.* Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2011. Випуск 5 (84). С.24 -26.

148. Крижанівський В.Г. Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху, пшениці озимої та буряку цукрового за різних заходів основного обробітку ґрунту. *Агробіологія.* Збірник наукових праць

Білоцерківського національного аграрного університету. 2015. Випуск 1(117). С.27-31.

149. Крикунов В.Г. Грунти і їх родючість. Київ. Вища школа. 1993. 287 с.

150. Кринична Н.В. Джерела цінних ознак гороху та нуту для селекції. *Вісник аграрної науки*. 2019. №1. С.45-52.

151. Курцев В., Іщенко В., Темченко А.Стимули для гороху. *Farmer*. 2012. №7. С.46-47.

152. Кушнір О. М. Оцінка показників якості зерна гороху залежно від впливу технологічних прийомів. *Корми та кормовиробництво*. 2005. Вип.55. С. 121-128.

153. Лебідь Є.М., Десятник Л.М., Федоренко І.Є. [та ін.]. Особливості вирощування гороху й озимої пшениці в сівозмінах Степу. *Агроном*. 2018. №3. С. 166-167.

154. Лемішко С. М. Ефективність використання біопрепаратів та стимуляторів росту у посівах гороху в умовах північного Степу України. *Науковий журнал Інституту зернових культур* "*Зернові культури*". Дніпро. 2018. Том 2. №1. С.82-87.

155. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №4. С. 51-57. doi: 10.31210/ visnyk2019.04.06

156. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. Науковий журнал «*Вісник аграрної науки Причорномор'я*», - Миколаїв, 2020. – Вип. 2. С. 71-85 / https://visnyk.mnau.edu.ua, DOI: 10.31521/2313-092X/2020-2(106)

157. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Урожайність гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву. Науковий журнал Житомирського національного агроекологічного університету *Наукові горизонти*. 2019. №12. С. 53-59. doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-53-59

158. Лихочвор В.В., Андрушко М.О., Андрушко О.М. Симбіотична діяльність гороху (Pizum sativum) залежно від норми висіву. Матеріали XII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (15 липня

2020 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2020. С. 66-69. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo2020conf

159. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2012. 324 с.
160. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів. НВФ"Українські технології". 2008. 624 с.
161. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Горох. Львів. Українські технології. 2002. 68с.
162. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Долєжал Я. Горох. Львів. Українські технології. 2003. 64с.
163. 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 редакцією В.І. Лопушняка. Львів. Простір-М. 2018. 488 с.
164. Мазуркевич Л.І., Грищенко О.В. Формування урожаю гороху та пшениці ярої при тривалому застосуванні добрив. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків:* збірник наукових праць. Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2013. Випуск 17. Том 2. С. 60-63.
165. Мартинюк О.М. Продуктивність гороху, люпину білого та сої залежно від елементів технології вирощування в західному Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2008. 21 с.
166. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
167. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культур). За ред. В.В. Волкодава. Київ. 2001. 69с.
168. Митанова Н.Б., Глянько А.К., Васильева Г.Г. Влияние азотных соединений на адгезию и проникновение клубеньковых бактерий в ткани корней и ростэтиолированных проростков гороха. *Агрохимия.* 2006. № 10. С. 52-55.

169. Моргун В., Коць С. Бактеризація посівного матеріалу бобових. *Пропозиція*. 2007. №2. С. 40-41.

170. Моргун В.В., Чекалін М.М., Баташова М.Є., Мірошниченко І.В. Сучасний стан селекційно-генетичних досліджень гороху (Pisum sativum L.) *Физиология и биохимия культурних растений*. 2007. 39. №1. С. 3-13.

171. 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.

172. Мусатов А.Г., Іщенко В.А. Вплив елементів технології на ефективність вирощування гороху в умовах північного Степу правобережжя України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпро. 2011. Вип. 1. С. 55-59.

173. 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.

174. Небаба К. С. Енергія проростання і польова схожість сортів гороху в умовах Лісостепу Західного. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 80-81.

175. Ничипорович А. А. Теоретические основы повышения продуктивности растений. Москва. ВИНИТИ. 1977. 134 с.

176. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хазяйства. Москва. Наука. 1965. 48 с.

177. Нідзельський В. А. Динаміка росту гороху залежно від погодних умов року. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія Агрономія. 2015. №210. С.67-74

178. Нідзельський В.А. Площа асиміляційної поверхні гороху вусатого. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. Львів. Львів. нац. аграр. ун-т. 2012. №16. С.268-272.

179. Нідзельський В.А. Урожайність фенологічно різних сортів гороху залежно від добрив. *Вісник аграрної науки*. 2001. №5. С.80-81.

180. Нідзельський В.А., Коваленко В.П. Удосконалення методів визначення площі асиміляційної поверхні гороху вусатого. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія*. 2012. №176. С.49-53.

181. Новітні агротехнології в рослинництві : підручник. В. А. Мазур та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с.

182. Новикова Н.Е., Зотиков В.И. Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха к неблагоприятным абиотическим факторам среды. *Вестник ОрелГАУ*. 2011. №2. С. 5-8.

183. Орлов С.Д., Калюжна Е.А., Українець В.В. Удосконалення способів добору та оцінки генотипів гороху за комплексом господарсько-цінних ознак. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: збірник наукових праць. Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2014. Випуск 21. С. 126-132.

184. Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. [та ін.] Біологічний азот. Київ. Світ. 2003. 424с.

185. Патыка В.Ф., Толкачев Н.З., Бутвина О.Ю. Основные направления оптимизации симбиотической азотфиксации в современном земледелии Украины. *Физиология и биохимия культурных расчтений*. 2005. №5. С.284-293.

186. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ. Юнівест Медіа. 2018. 543 с.

187. Петренкова В.П., Черняєва І.М., Лучна І.С. [та ін.] Створення перспективного вихідного матеріалу для селекції зернових та зернобобових культур на стійкість до хвороб. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *Селекція і насінництво*. Харків. 2013. Вип 103. С. 8-14.

188. Петриченко В.Ф. Виробництво зернобобових культур і сої в Україні: сучасні виклики та перспективи. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С.10-11.

189. Петриченко В.Ф., Антипін Р.А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця. Діло. 2006. Вип. 57. С.3-14.

190. Петриченко В. Ф., Гончар Т. М. Наукові основи формування високопродуктивних посівів гороху в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця. 2007. Вип. 59. С. 103-110.

191. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патика В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроекосистем. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *Корми і кормовиробництво.* 2003. Випуск 51. С.3-6.

192. Петриченко В.Ф., Лісова Т.Є. Шляхи підвищення продуктивності гороху в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2001. Вип.9. С. 74-77.

193. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2020. 806 с.

194. Петриченко, В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І. [та ін.] Обгрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *International academy journal WEB of SCHOLAR*. 2018. 6(24). Vol. 4. June 2018. 22-29.

195. Петриченко В.Ф., Тихонович І.А., Коць С.Я.,Патика М.В. [та ін.]. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроекосистем. *Вісник аграрної науки*. 2012. №8. С.5-11.

196. Пилипенко В.С. Управління формуванням продуктивності гороху за оптимізації системи удобрення в правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2017. 23 с.

197. Пилипенко В.С., Гончар С.М., Каленська С.М. Управління формуванням продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія і біологія. 2016. №9(32). С. 71-76.

198. Пилипенко В. С., Гончар Л. М., Каленська С. М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "*Землеробство"*. 2016. №91. Том 2. С.51-55.

199. Пилипенко В.С., Каленська С.М. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин гороху залежно від удобрення та інокуляції насіння. *Вісник аграрної науки*. 2017. №4. С. 17-22.

200. Пилипенко В. С., Каленська С. М., Гончар Л. М. Формування асиміляційної поверхні гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння. Збірник наукових праць «*Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*». 2016. Вип. 20 (34). С. 20−28.

201. 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.

202. Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха : Справ. пос. Москва. Агропромиздат. 1991. 300 с.

203. Присяжнюк О.І., Калюжна Е.А., Король Л.В. Оцінка сучасних сортів гороху за основними господарсько-цінними ознаками. *Збірник наукових праць національного наукового центру "Інститут землеробства* НААН". 2015. Вип.3. С. 106-116.

204. Присяжнюк О. І., Король Л. В. Фотосинтетична діяльність гороху залежно від впливу агротехнічних прийомів в умовах Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: збірник наукових праць. Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2017. Випуск 25. С. 57-70.

205. Прищепо М.М., Сергєєв Л.А., Конащук О.П. Вирощування насіннєвого гороху на півдні України. *Агроном*. 2018. №4. С. 138-140.

206. Проць Р.Р., Кондратюк С. За врожайності 50 ц/га горох – одна з найцікавіших культур. *Агроном*. 2017. №3. С. 144.

207. Рябокінь Т.М. Вплив факторів інтенсифікації на фотосинтетичну діяльність посівів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН*". Київ. ВП "Едельвейс". 2015. Випуск 1. С.47-52.

208. Рябокінь Т.М. Особливості формування урожаю сортів гороху різного морфотипу залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування в північній частині правобережного Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Чабани. 2017. 20 с.

209. 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

210. Рудніченко Н. Природні ліки для грунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. №1. С. 24-29.

211. Савранчук В.В., Іщенко В.А. Вплив бактеріальних і біологічно активних препаратів на формування продуктивності рослинами гороху вусатого типу в Північному Степу. *Бюлетень ІСЗ НААН*. 2015. № 6. С. 119–125.

212. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні положення та правила складання ДСТУ 8302:2015. [Чин. від 2016-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2016. 16с. (Національний стандарт України).

213. Системи сучасних інтенсивних технологій : навч. посіб. / В. Д. Паламарчук та ін. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2012. 370 с.

214. Січкар В. Повернення бобового "царя". Farmer. 2018. №1. С. 94-96.

215. Січкар В.І. Стан і перспективи розвитку виробництва зернобобових культур у світі та Україні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.9-20.

216. Січкар В.І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту*-Національного центру насінництва та сортовивчення. Одеса. 2002. №43. С. 92-94.

217. Січкар В. І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : міжнар. наук. конф., серпень 2016 : тези доп. – Вінниця: Діло, 2016. – С. 15-16.

218. Січкар В.І., Хухлаєв І.І., Лаврова Г.Д. [та ін.]. Результати, проблеми та перспективи селекції сої і гороху для степової зони України. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2012. Вип. 20(60). С.110-125.

219. Сокол Т.В., Безуглий І.М., Василенко А.О. Стійкість зразків гороху до аскохітозу та фузаріозу на штучному інфекційному фоні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.170-178.

220. Соколов В. М., Січкар В. І. Стан науково-дослідних робіт із селекції зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС*. 2010. Вип. 15 (55). С. 6–13.

221. Станилевич И. С., Богдевич И. М., Путятин Ю. В. Эффективность возделывания гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с разной обеспеченностью обменным магнием. Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. *Почвоведение и агрохимия.* Минск. 2019. № 1 (62). С. 168-175.

222. Старченков Е. П., Белима Н. И., Желюк В. М. Связывание минерального азота клубеньковыми бактериями в симбиотических и культурных условиях. Київ Наукова думка.1984. 224 с.

223. Статистика погоди. Кліматичні дані по роках і місяцях. Львівська область,Жовківський район, м. Дубляни. https://meteopost.com/weather/climate/

224. Стрихар А. Є. Насінна продуктивність сої залежно від технології вирощування в правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на

здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 "Рослинництво". Київ. 2009. 22 с.

225. Сухова Г. І. Продуктивність гороху залежно від сортових особливостей в умовах Степу**.** *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. №7. С. 88-94.

226. Таранухо В.Г., Камасин С.С. Горох: значение, биология, технология. Горки. Белорусская государственная с.-х. академия. 2009. 56с.

227. Тараріко Ю.О., Чорнокозинський А.В., Сайдак Р.В. [та ін.] Вплив агротехнічних і агрометеорологічних факторів на продуктивність агроекосистем. *Вісник аграрної науки*. 2008. №5. С.64-67.

228. Тедеева А. А., Хохоева Н. Т., Абаев А. А. Влияние нормы высева на освещенность, засоренность и полегаемость гороха. *Известия ГГАУ*. 2014. Т. 51, ч. 4. С. 38–43.

229. Телекало Н.В. Влияние инокуляции и внекорневых подкормок на урожайность сортов гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. Орел. 2014. №1(9). С.16-22.

230. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету *"Сільське господарство та лісівництво"*. 2019. Випуск 13. С.84-93.

231. Телекало Н.В. Конкурентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2015. Випуск 90. С. 96-101.

232. Телекало Н.В. Продуктивність інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу інокуляції та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 2015. 20 с.

233. Телекало Н. В. Симбіотична діяльність посівів гороху посівного. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 82-83.

234. Телекало Н.В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Випуск 22. С. 78-83.

235. Телекало Н.В. Формування симбіотичної та зернової продуктивності гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2014.Випуск 89. С.72-79

236. Тихоненко Д.Г., Горін М.О., Лактіонов М.І. [та ін.] Грунтознавство. Підручник. Київ. Вища школа. 2005. 703 с.

237. Толкачев Н.З. Координированная селекция бобових растений и клубеньковых бактерий на повышение генетического потенциала симбиотической азотфиксации. Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету *Селекція на стабільне виробництво рослинного білка*. Луганськ. 2002. №20\32. С. 150-155.

238. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон. Айлант. 2008. 272 с.

239. Филатова Н.А. Влияние норм высева гороха на формирование елементов продуктивности. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2018. №2. С.82-87.

240. Филатова Н.А. Продуктивность гороха и элементы структуры урожая в зависимости от норм высева. *Земледелие.* 2019. №2. С.36-38.

241. Филатова И. А. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода. *Земледелие*. 2018. № 6. С. 44–47.

242. Хабибуллин К.Н., Болдырева А.В., Стрельцова Л.Г. Влияние элементов структуры на урожайность линий гороха усатого морфотипа. *Зерновое хозяйство России*. 2016. №6. С. 24-27.

243. Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекологічне та екологічне обґрунтування живлення сільськогосподарських культур. Суми : Університетська книга, 2009. 125 с.

244. Хохоева Н., Казаченко И. Нормы и эффективность минеральных удобрений в зависимости от площади питания зернобобовых культур (соя, фасоль, горох) в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. Владикавказ, 2011. 44 с.

245. Хухлаєв І.І., Коблай С.В., Січкар В.І. Урожайність сортів гороху за умов посухи. Збірник наукових праць селекційно-генетичного інституту – національного центру насінництва та сортовивчення. Одеса. 2014. Випуск 23 (63). С. 65-72.

246. Хухлаєв І.І., Колеснікова С.В., Січкар В.І. Створення вихідного матеріалу та селекція високотехнологічних сортів гороху. Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Луганськ. 2008. №86. С. 81-91.

247. Черенков А.В., Клиша А.І., Гирка А.Д., Кулініч О.О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія; за ред. А.В. Черенкова. Дніпропетровськ. Акцент ПП. 2014. 110 с.

248. Черенков А.В., Шевченко М.С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2017. №1. С. 13-18.

249. Чернюк О.П. Перспективи та технологія вирощування гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2013. Вип.18. С.69-72.

250. Чинчик О.С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на показники структури урожаю та урожайність сортів гороху. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету:* Сільськогосподарські науки. 2016. Вип. 24. Частина 1. С. 222-228.

251. Чинчик О.С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. *Корми і кормо виробництво*. 2015. Випуск 81. С.74-77.

252. Чинчик О.С. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку грунту на формування структури рослин сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Випуск 77. С. 123-127.

253. Шевченко А.М. Нові технологічні сорти – на відновлення виробництва гороху. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 11. С. 19-21.

254. Шевченко А.М., Тимошин С.М. Сучасний стан селекційного удосконалення рослин зернового гороху. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету*. 2012. №36. С.159-164.

255. Шевчук М.Й., Веремеєнко С.І., Агрохімія. Рівне. НЦВГП. 2011. 728 с.

256. Шпаар Д., Эллмер Ф., Постников А. [и др.] Зернобобовые культуры. Минск. ФУАИнформ. 2000. 264 с.

257. Шушківська Н.І. Ентомофауна агроценозу гороху посівного. *Агробіологія.* Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2013. Випуск 11(104). С.142-145.

258. Шушківська Н.І. Шкідливість горохового зерноїда та акацієвої вогнівки. *Агробіологія.* Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2013. Випуск 10 (100). С.125-127.

259. Шушківська Н.І. Шкідливість горохової попелиці. *Агробіологія.* Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2011. Випуск 5 (84). С. 9-11.

260. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. Київ. Арістей. 2004. 488 с.

261. Якобенчук В.Ф. Грунтознавство з основами геоботаніки та агрохімії. Навчальний посібник. Львів. Львівський державний аграрний університет. 1998. 236 с.

262. Andrew W. Lenssena, Upendra M. Sainju, Jalal D. Jabrob, Brett L. Allenb and William B. Stevensb. Dryland Pea Production and Water Use Responses to Tillage, Crop Rotation, and Weed Management Practice. *Agronomy journal*. September-October 2018. Volume 110. Issue 5. P. 1843-1853.

263. Andrushko M., Lykhochvor V., Andrushko O. Tne influence of variety and rate sowing on tne yield and quality of pea grain (Pisum sativum). *Teka.* Quarterly journal of agri-food industry. Rzeszow-Lviv. 2019. Vol. 19. No. 4.Pp. 13-22.

264. Andrzejewska J. Agrotechniczne uwarunkowania plonowania i brodawkowania zroznicowanych odmian grochu siewnego (Pisum sativum L.). Bydgoszcz. Wydawnictwa Uczelnsane Akademii Techniczno-Rolniczej. 2002. 96 s.

265. Bilski Z., Kajdan-Zysnarska I. Uprawa roślin bobowatych grubonasiennych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu. Poznań. 2019. 53s.

266. Burstin J., Salloignon P., Chabert-Martinello M. et al. Genetic diversity and trait genomic prediction in a pea diversity panel. *BMC Genomics*. 2015. 16. 105. doi: 10.1186/s12864-015-1266-1.

267. Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy*. 2012. Vol.2. P. 199-221.

268. Hýbl M. Hrách setý (Pisum sativum L.). Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Editor Petr Konvalina. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 2014. S.205-228.

269. Khan T.N., Meldrum, A. Croser J.S. Pea Overview. *Reference Module in Food Science*. 2016. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8

270. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (Pisum sativum L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture.* Volume 2019. 6 p. https://doi.org/10.1155/2019/1398612.

271. Księżak J. Reakcja grochu (Pisum sativum) na nawożenie mineralne i naturalne. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. *Fragm. Agron*. 2017. 34(4). 77–92

272. Kumar J., Choudhary A.K., Solanki R.K. Towards marker-assisted selection in pulses : a review. *Plant Breeding*. 2011. 130. P. 297-313. doi: 10.1111/j.1439-0523.2011.01851.x.

273. Kumar K., Matik D.S., Bhanduri A.R. Effect of soil compaction on root growth and yield of peas (Pisum sativum). *J. Indiun Soc. Soil. Sci*. 1994. №1. P.132-134.

274. Lykhochvor V., Andrushko M., Andrushko O. Influence of variety, elements of the fertilization system, sowing rates of seeds on the pea yield (Pisum sativum). *Folia pomeranae universitatis technologiae stetinensis*. Folia Pomer.

Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 2020. Wydanie 355(54)2. Pp. 23-30. DOI: 10.21005/AAPZ2020.54.2.03

275. Lykhochvor V. V., Andrushko M. O., Andrushko O. M. Pea (Pisum sativum) yield of Otaman variety, depending on the sowing rate. *Scientific achievements of modern society*. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. (April 1-3, 2020). Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2020. Pp. 70 – 74. URL: http://sci-conf.com.ua.

276. Lykhochvor V., Andrushko M., Andrushko O. Symbiotic activity of peas (Pisum sativum) depending on the fertilizer system. Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 10th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2020. Pp.112-120. URL: https://sci-conf.com.ua

277. Metodyka integrowanej ochrony grochu siewnego dla producentów. Opracowanie zbiorowe pod redakcj Przemyslawa Strazyñskiego i Marka Mrówczyñskiego. Instytut Ochrony Roślin. Poznañ. 2014. 35 s.

278. Mishra N. Growth and yield response of pea (Pisum sativum L.) to integrated nutrient management a review. *Journal of plant and pest science*. 2014. 1(2). 87-95.

279. Negi S., Sing R., Dwivedi O. Effect of biofertilizers, nutrient sources and lime on growth and yield of garden pea. *Legume research*. 2006. 29 (4). 282-285.

280. Preissel S., Reckling M., Schläfke N., Zander P. Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europa. *Field Crop Research*. 2015. V. 175. № 1. P. 64–79.

281. Reckling M., Hecker J.M., Bergkvist G. [et al.]. A cropping system assessment framework. Evaluating effects of introducing legumes into crop rotations *European J. of Agronomy*. 2016. V. 76. P. 186–197.

282. Saimbbi M.S., Dhillon G.S. Plant density studies in earlypeas (Pisum sativum). *J. Res. Punjah Agr. Univ*. 1985. №3. P.458-462.

283. Saxena K.B. Genetic Improvement of Pigeon Pea - A Review. *Tropical Plant Biol.* 2008. 1 P. 159–178.

284. Smykal P., Aubert G., Burstin J. [et al.] Pea (Pisum Sativum L.) in the genomic era. *Agronomy*, 2012. vol. 2. no. 4. P. 74–115.

285. Symanowicz B., Kalembasa S., Toczko M. Zmiany zawartości wybranych makroelementów w Pisum sativum l. i w glebie pod wpływem zróżnicowanego nawożenia potasowego. *Acta Agrophysica*. 2015. 22(3), 311-321.

286. Szwejkowska B. Wpływ intensywności uprawy grochu siewnego na zawartość i plon białka. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(1). 2005. 153-161.

287. Tsyganov, A. Vildflush I., Mishyra O. The infl unce of microfertilizers on productivity and quality of peas grain on sward-podzolic soid *Annales universitatis* Marial Curie–Skladowska. Lublin, 2004. Vol. lix, № 4. P. 1527–1532.

288. Tulbek M.C., LamY., Wang P., Asavajaru A. Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. *Sustainable Protein Sources*. 2017. P. 145-164. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3

289. Vann R. A., Reberg-Horton S. C., Castillo M. S., Mirsky S. B. and Mc Gee R. J. Winter Pea Cultivar. Breeding Line Screening for Grain Crop Potential in the Southeastern United States. *Agronomy journal.* July-August 2018.Volume 110. Issue 4. P.1217-1225.

290. Zhang L., Garneau M.G., Majumdar R. [et al.]. Improvement of pea biomass and seed productivity by simultaneous increase of phloem and embryo loading with amino acids. *Plant J.* 2015. № 81(1). P. 134.

ДОДАТКИ

Додаток А.

Таблиця А.1

Фенологічні спостереження за проходженням фаз росту і розвитку сортів гороху у 2018 році

Фаза росту і розвитку	Сорти		
	Мадонна	Готівський	Отаман
Сходи	11.04 / 7	11.04 / 7	11.04 / 7
Бутонізація	13.05 / 32	17.05 / 36	16.05 / 35
Цвітіння	25.05 / 12	30.05 / 13	28.05 / 12
Налив зерна	7.06 / 12	12.06 / 13	10.06 / 13
Повна стиглість	11.07 / 34	16.07 / 34	14.07 / 34
Тривалість вегетації	91	95	93

* чисельник – календарна дата

** знаменник – тривалість міжфазних періодів, діб

Таблиця А.2

Фенологічні спостереження за проходженням фаз росту і розвитку сортів гороху у 2019 році

Фаза росту і розвитку	Сорти		
	Мадонна	Готівський	Отаман
Сходи	14.04 / 10	14.04 / 10	14.04 / 10
Бутонізація	16.05 / 32	20.05 / 36	18.05 / 34
Цвітіння	30.05 / 14	5.06 / 15	3.06 / 15
Налив зерна	10.06 / 11	15.06 / 10	12.06 / 9
Повна стиглість	12.07 / 32	17.07 / 32	15.07 / 33
Тривалість вегетації	91	95	93

* чисельник – календарна дата

** знаменник – тривалість міжфазних періодів, діб

Додаток Б

Таблиця Б.1

Вплив удобрення на динаміку кількості бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна, середнє за 2017 – 2019 рр., млн шт./га

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
P_0K_0 - контроль	3,70/2,46	12,2/11,3	4,16/1,77
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	7,47/5,31	15,9/14,8	5,85/3,00
$P_{60}K_{60}$ - фон	13,0/8,22	21,6/21,2	7,51/3,40
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	12,8/8,10	21,4/21,0	7,13/3,32
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	13,1/8,64	20,8/20,6	6,72/3,12
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	14,4/9,80	25,2/24,5	8,36/3,94
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	14,0/9,10	24,7/24,4	8,20/3,77
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	16,5/11,5	29,0/28,6	9,66/4,79
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ +Інтер-маг бобові (2л/га)	18,9/13,3	32,0/31,8	10,7/5,71

*Примітка. У чисельнику загальна кількість бульбочок, млн шт./га, у знаменнику кількість активних бульбочок, млн шт./га

Таблиця Б.2

Динаміка маси сирих бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна залежно від впливу удобрення, середнє за 2017 – 2019 рр., кг/га

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
P_0K_0 - контроль	46/31	162/146	54/23
P_0K_0 + Оптімайз Пульс	100/69	208/193	77/39
$P_{60}K_{60}$ - фон	166/103	277/276	95/47
$P_{60}K_{60} + N_{60}$	170/113	275/267	89/41
$P_{60}K_{60} + S_{30}$	168/112	288/272	88/40
$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	189/123	328/320	107/49
$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	180/115	320/312	107/49
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	218/151	378/370	126/59
$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ +Інтер-маг бобові (2л/га)	244/176	420/412	143/76

*Примітка. У чисельнику загальна маса бульбочок, кг/га, у знаменнику маса активних бульбочок, кг/га

Таблиця Б.3

Вплив норм висіву на динаміку кількості бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна, середнє за 2017 – 2019 рр., млн шт./га

Норма висіву, млн. /га	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
0,9	17,4/11,4	28,6/28,3	9,9/5,18
1,0	17,9/12,3	30,5/30,2	10,0/5,39
1,1	18,5/13,0	31,2/31,0	10,4/5,58
1,2	18,1/12,0	30,4/31,0	9,63/4,56
1,3	16,7/11,1	30,3/31,2	8,37/4,01
1,4	15,7/10,4	29,8/29,5	6,93/3,42

*Примітка. У чисельнику загальна кількість бульбочок, млн шт./га,
у знаменнику кількість активних бульбочок, млн шт./га

Таблиця Б.4

Динаміка маси сирих бульбочок у рослин гороху сорту Мадонна залежно від впливу норм висіву, середнє за 2017 – 2019 рр., кг/га

Норма висіву, млн. /га	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
0,9	224/147	371/371	126/70
1,0	231/162	393/385	131/77
1,1	238/180	410/402	139/82
1,2	323/155	404/396	129/60
1,3	214/142	409/392	107/53
1,4	207/135	396/387	90/45

*Примітка. У чисельнику загальна маса бульбочок, кг/га,
у знаменнику маса активних бульбочок, кг/га

Таблиця Б.5

Вплив сорту на динаміку кількості бульбочок у рослин гороху, середнє за 2017 – 2019 рр., млн шт./га

Сорт	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
Мадонна	18,5/13,0	31,2/31,0	10,4/5,58
Готівський	15,5/10,3	27,9/26,6	8,03/3,85
Отаман	14,2/9,5	26,0/25,7	7,13/3,44

*Примітка. У чисельнику загальна кількість бульбочок, млн шт./га,
у знаменнику кількість активних бульбочок, млн шт./га

Таблиця Б.6

Динаміка маси сирих бульбочок у рослин гороху залежно від сорту, середнє за 2017 – 2019 рр., кг/га

Сорт	Фаза росту і розвитку		
	бутонізація	цвітіння	налив зерна
Мадонна	238/180	410/402	139/82
Готівський	205/131	353/344	107/49
Отаман	189/123	336/336	90/41

*Примітка. У чисельнику загальна маса бульбочок, кг/га,
у знаменнику маса активних бульбочок, кг/га

Додаток В

Таблиця В.1

Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення по повтореннях у 2017 році, т/га

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	P_0K_0 - контроль	4,55	4,48	4,62	4,55
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	5,20	5,24	5,10	5,18
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	5,45	5,37	5,50	5,44
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	6,02	5,95	5,88	5,95
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	5,95	5,87	5,82	5,88
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	6,48	6,43	6,35	6,42
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	5,93	5,86	5,79	5,86
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	6,75	6,67	6,62	6,68
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	6,9	6,97	6,86	6,91

Таблиця В.2

Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення по повтореннях у 2018 році, т/га

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	P_0K_0 - контроль	4,00	3,94	3,85	3,93
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	4,66	4,49	4,59	4,58
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	5,12	5,01	5,17	5,10
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	5,40	5,31	5,46	5,39
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	5,40	5,33	5,23	5,32
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	5,73	6,68	5,57	5,66
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	5,50	5,42	5,58	5,50
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	5,80	5,90	5,94	5,88
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	6,33	6,29	6,19	6,27

Таблиця В.3

Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення по повтореннях у 2019 році, т/га

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	P_0K_0 - контроль	3,53	3,44	3,59	3,52
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	4,35	4,29	4,20	4,28
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	4,89	4,83	4,74	4,82
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	5,24	5,18	5,09	5,17
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	4,98	5,05	4,91	4,98
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	5,52	5,44	5,60	5,52
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	5,17	5,10	5,03	5,10
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	5,81	5,72	5,87	5,80
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	6,10	6,17	6,03	6,10

Таблиця В.4

Урожайність сортів гороху залежно від норм висіву по повтореннях у 2017 році, т/га

Сорти	Норма висіву, млн./га	Повторення			Середнє
		I	II	III	
Мадонна	0,9	6,76	6,86	6,93	6,85
	1,0	7,14	7,04	6,97	7,05
	1,1	7,02	7,09	7,19	7,10
	1,2	6,81	6,98	6,91	6,90
	1,3	6,75	6,67	6,84	6,75
	1,4	6,66	6,49	6,59	6,58
Готівський	0,9	6,47	6,40	6,33	6,40
	1,0	6,56	6,42	6,52	6,50
	1,1	6,62	6,54	6,70	6,62
	1,2	6,73	6,64	6,79	6,72
	1,3	6,65	6,59	6,50	6,58
	1,4	6,49	6,35	6,42	6,42
Отаман	0,9	6,34	6,42	6,27	6,34
	1,0	6,55	6,43	6,37	6,45
	1,1	6,48	6,62	6,52	6,54
	1,2	6,56	6,46	6,42	6,48
	1,3	6,46	6,39	6,30	6,37
	1,4	6,18	6,32	6,25	6,25

Таблиця В.5

Урожайність сортів гороху залежно від норм висіву по повтореннях у 2018 році, т/га

Сорти	Норма висіву, млн./га	Повторення			Середнє
		I	II	III	
Мадонна	0,9	6,14	6,21	6,28	6,21
	1,0	6,47	6,33	6,34	6,38
	1,1	6,48	6,37	6,35	6,40
	1,2	6,25	6,18	6,32	6,25
	1,3	6,40	6,18	6,28	6,20
	1,4	6,02	6,16	6,05	6,07
Готівський	0,9	5,87	5,80	5,73	5,80
	1,0	5,87	5,85	6,04	5,92
	1,1	6,05	6,19	6,06	6,10
	1,2	6,29	6,15	6,19	6,21
	1,3	6,03	6,16	6,17	6,12
	1,4	5,98	6,05	5,91	5,98
Отаман	0,9	5,70	5,69	5,56	5,65
	1,0	5,83	5,82	5,69	5,78
	1,1	5,83	5,90	5,97	5,90
	1,2	6,08	5,98	5,94	6,00
	1,3	6,08	6,03	5,87	5,97
	1,4	5,84	5,91	5,77	5,84

Таблиця В.6

Урожайність сортів гороху залежно від норм висіву по повтореннях у 2019 році, т/га

Сорти	Норма висіву, млн./га	Повторення			Середнє
		I	II	III	
Мадонна	0,9	6,01	8,87	5,94	5,95
	1,0	6,17	6,03	6,09	6,12
	1,1	6,19	6,13	6,06	6,15
	1,2	6,11	6,04	5,97	6,04
	1,3	5,99	5,85	5,91	5,92
	1,4	5,73	5,87	5,80	5,80
Готівський	0,9	5,71	5,73	5,60	5,68
	1,0	5,73	5,80	5,87	5,80
	1,1	5,99	5,84	5,90	5,91
	1,2	6,09	5,96	6,01	6,02
	1,3	5,88	5,94	5,82	5,88
	1,4	5,75	5,69	5,84	5,76
Отаман	0,9	5,56	5,47	5,41	5,48
	1,0	5,63	5,48	5,54	5,55
	1,1	5,60	5,74	5,67	5,67
	1,2	5,80	5,65	5,59	5,68
	1,3	5,50	5,65	5,56	5,57
	1,4	5,38	5,48	5,34	5,40

Додаток Д

Таблиця Д.1

Вміст білку у зерні гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення по повтореннях у 2017 році, т/га

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	P_0K_0 - контроль	23,6	23,0	22,4	23,0
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	22,3	23,6	23,1	23,0
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	23,3	22,6	23,7	23,2
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	25,1	23,9	24,5	24,5
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	23,0	24,4	24,0	23,8
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	24,7	25,3	24,1	24,7
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	24,9	24,1	23,6	24,2
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	25,7	24,5	25,1	25,1
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	26,4	25,3	25,1	25,6

Таблиця Д.2

Вміст білку у зерні гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення по повтореннях у 2018 році, т/га

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	P_0K_0 - контроль	21,2	20,6	20,0	20,6
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	20,7	21,5	21,1	21,1
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	22,3	21,2	21,0	21,5
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	22,5	23,1	21,9	22,5
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	22,4	21,8	21,2	21,8
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	23,3	22,0	23,1	22,8
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	21,6	22,2	21,0	21,6
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	24,3	23,0	22,7	23,3
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	23,1	23,6	24,4	23,7

Таблиця Д.3

Вміст білку у зерні гороху сорту Мадонна залежно від елементів системи удобрення по повтореннях у 2019 році, т/га

№ з/п	Варіант удобрення	Урожайність, т/га			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	P_0K_0 - контроль	23,6	21,7	22,5	22,4
2	P_0K_0 + Оптімайз Пульс	23,1	22,5	21,9	22,5
3	$P_{60}K_{60}$ - фон	23,0	22,0	23,4	22,8
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	24,6	23,7	23,1	23,8
5	$P_{60}K_{60} + S_{30}$	23,2	23,7	22,4	23,1
6	$P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$	24,4	24,0	23,5	23,9
7	$P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	23,7	22,5	23,4	23,2
8	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$	24,9	24,2	23,5	24,2
9	$P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га)	25,3	24,2	24,0	24,5

Таблиця Д.4

Вміст білку у зерні гороху залежно від сорту по повтореннях у 2017 році, %

№ з/п	Варіант удобрення	Вміст білка, %			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	Мадонна	26,2	25,3	25,0	25,5
2	Готівський	25,5	24,3	24,9	24,9
3	Отаман	23,8	22,5	23,0	23,1

Таблиця Д.5

Вміст білку у зерні гороху залежно від сорту по повтореннях у 2018 році

№ з/п	Варіант удобрення	Вміст білка, %			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	Мадонна	24,0	23,5	22,7	23,4
2	Готівський	22,7	22,1	23,3	22,7
3	Отаман	21,0	22,3	21,5	21,6

Таблиця Д.6

Вміст білку у зерні гороху залежно від сорту по повтореннях у 2019 році, %

№ з/п	Варіант удобрення	Вміст білка, %			
		Повторення			середнє
		I	II	III	
1	Мадонна	25,3	23,9	24,6	24,6
2	Готівський	24,3	24,1	23,9	24,1
3	Отаман	23,1	21,9	22,5	22,5

Додаток Е.

Таблиця Е.1

Технологічна схема вирощування гороху і підрахунок витрат на 1 га за цінами станом на 1.12.2019 року

Види робіт	С-г техніка	Оплата праці	Вартість матеріальних ресурсів	Амортизаційні і непередбачені витрати, грн	Всього витрат, грн
1	2	3	4	5	6
Дискування стерні	МТЗ-82 + БДН-3	12	Пальне 8 х 30 = 240 грн 240	108	360
Внесення мінеральних добрив: $P_{60}K_{60}$	МТЗ-82 + МВД 900	20	Пальне 5 х 30 = 150 грн 4170 Суперфосфат: 3 ц х 980 = 2940 грн Хлористий калій : 1 ц х 1080 = 1080грн	90	4280
Оранка	МТЗ-82 + ПН-3-35	50	Пальне 20 х 30 = 600 грн 600	162	812
Передпосівна культивація двічі	МТЗ-82 + КПС-4	30	Пальне 10 х 2 х 30 = 600 грн 600	100	730
Протруювання насіння	ПС-10А	20	Оптимайз пульс- 1л-435 грн х 3,3л=1435 грн : 3 = 350 грн/га Максим XL 1,0х360=360 грн 710	60	790
Сівба	МТЗ-82 + СН-16	30	Пальне 8 х 30 = 240 грн 56404 Насіння 280 кг х 19,3 = 5400 грн	150	5820
Всього за період підготовка грунту-сівба		**162**	**11960**	**670**	**12792**

закінчення таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6
Внесення гербіциду	МТЗ-80 + ОН 400	12	Пальне 2л х 30= 60 грн 7608 Пульсар 40 1л х 700=700 грн	58	830
Внесення інсектициду	МТЗ-80 + ОН 400	12	Пальне 2л х 30= 60 грн 1208 Фастак 0,15л х 400=60грн	58	190
Перше внесення фунгіциду	МТЗ-80 + ОН 400	12	Пальне 2л х 30= 60 грн 6000 Фокс 0,5л х 1080= 540 грн	58	670
Друге внесення фунгіциду	МТЗ-80 + ОН 400	12	Пальне 2л х 30= 60 грн 4400 Амістар Екстра 0,5л х 760=380 грн	58	510
Внесення інтермаг бобові	МТЗ-80 + ОН 400	12	Пальне 2л х 30= 60 грн 2600 Інтермаг бобові 2 л х 100 = 200 грн	58	330
Внесення мінеральних добрив: S_{30}	МТЗ-82 + МВД 900	23	Пальне 5 х 30 = 150 грн 5405 Wigor S: 0, 3 ц х 1300 грн=390грн	92	655
Внесення мінеральних добрив: N_{60}	МТЗ-82 + МВД 900	23	Пальне 5 х 30 = 150 грн 13825 Селітра аміачна: 1,76 ц х 700 =1232грн	92	1497
Всього за період догляд за посівами		106	**4102**	**474**	**4682**
Збирання **гороху**	Сампо-500	81	Пальне 25л х 30= 750 грн	173	1004
Відвезення **гороху**	Камаз 55102	15	Пальне 6л х 30= 180 грн	55	250
Всього за період збирання		**96**	**930**	**228**	**1254**
Разом - технологія		**364**	**16992**	**1372**	**18728**

Таблиця Е.2

Енергетична оцінка технології вирощування гороху в умовах Лісостепу Західного (за методикою О. К. Медведовського, П. І. Іваненка, 1988р.)

Види робіт	Якісні та об'ємні показники	Склад агрегату		Енергоємність, ккал					
		Трактори, комбайни, автомобілі	Сільськогос-подарських машини	Трактори, комбайни, автомобілі	Сільськогос-подарських машини	Палива, електроенергії	Добрива, насіння	Засобів захисту рослин	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дискування стерні	1 га	МТЗ-82	БДН-3	40000	30000	81000	-	-	151000
Внесення мінеральних добрив: $P_{40}K_{60}$	0,3т	МТЗ-82	МВД 900	40000	10200	57000	210000	-	317200
Оранка	1 га	МТЗ-82	ПН-3-35	40000	50000	228000	-	-	318000
Внесення мінеральних добрив: S_{30}	0,1т	МТЗ-82	МВД 900	40000	10200	40300	120000	-	210500
Внесення мінеральних добрив: N_{60}	0,18т	МТЗ-82	МВД 900	40000	10200	50300	1300000	-	1400500
Передпосівна культивація двічі	1 га	МТЗ-82	КПС-4	40000	20000	204000	-	-	264000
Сівба	1 га	МТЗ-82	СН-16	40000	30500	81000	1250000	-	1401500

закінчення таблиці Е.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внесення гербіциду	1 га	МТЗ-80	ОН 400	30000	20000	20500	-	150000	212500
Внесення інсектициду	1 га	МТЗ-80	ОН 400	30000	20000	20500	-	30000	110500
Перше внесення фунгіциду	1 га	МТЗ-80	ОН 400	30000	20000	20500	-	60000	140500
Друге внесення фунгіциду	1 га	МТЗ-82	ОН 400	40000	20000	20500	-	80000	160500
Внесення Інтермаг бобові	1 га	МТЗ-82	ОН 400	40000	20000	20500	-	30000	110500
Збирання гороху	1 га	Сампо-500	-	220000	-	250000	-	-	470000
Відвезення зерна	1 га	Камаз 55102	-	240000	-	60000	-	-	300000
Разом	-	-	-	-	-	-	-	-	5249200

Додаток Є

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

1. Андрушко М. О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "*Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*". Львів-Оброшине. 2019. Випуск 66. С. 8-20. DOI: http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/1.pdf
2. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2019. № 23. С. 67-71. https:// doi.org/10.31734/agronomy2019.01.067
3. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №4. С. 51-57. https://doi.org/ 10.31210/visnyk2019.04.06
4. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Урожайність гороху сорту Мадонна залежно від норми висіву. Науковий журнал Житомирського національного агроекологічного університету *Наукові горизонти*. 2019. №12. С. 53-59. doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-53-59
5. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. Науковий журнал «*Вісник аграрної науки Причорномор'я*». Миколаїв, 2020. Вип. 2. С.54-62 https:// doi: 10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6 visnyk.mnau.edu.ua,
6. Andrushko M., Lykhochvor V., Andrushko O. Tne influence of variety and rate sowing on tne yield and quality of pea grain (Pisum sativum). *Teka.* Quarterly journal of agri-food industry. Rzeszow-Lviv. 2019. Vol. 19. No. 4.Pp. 13-22.
7. Lykhochvor V., Andrushko M., Andrushko O. Influence of variety, elements of the fertilization system, sowing rates of seeds on the pea yield (Pisum sativum). *Folia pomeranae universitatis technologiae stetinensis*. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 2020. Wydanie 355(54)2. Pp. 23-30. DOI: 10.21005/AAPZ2020.54.2.03

Продовження додатку Є

Опубліковано праці апробаційного характеру

1. Андрушко М.О. Вплив елементів системи удобрення на врожайність гороху. Інститут сільського господарства карпатського регіону. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених "*Актуальні проблеми агропромислового виробництва України*". 14 листопада 2019 р. Львів-Оброшине. 2019. С.3-4.
2. Андрушко М. О., Лихочвор В. В. Особливості росту і розвитку гороху під впливом різних видів та норм мінеральних добрив. T*opical issues of the development of modern science*. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference (11-13 december). Publishing House “ACCENT”. Sofia. Bulgaria. 2019. Pp. 962-972. URL: http://sci-conf.com.ua.
3. Lykhochvor V. V., Andrushko M. O., Andrushko O. M. Pea (Pisum sativum) yield of Otaman variety, depending on the sowing rate. *Scientific achievements of modern society*. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. (April 1-3, 2020). Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2020. Pp. 70 – 74. URL: http://sci-conf.com.ua.
4. Андрушко М.О. Вплив біологічних особливостей сортів гороху та норм висіву на продуктивність і якість. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. – засновникам наукової школи з селекції і насінництва пшениці і картоплі та 100-річчю з часу заснування Агробіотехнологічного (Агрономічного) факультету. 26-27 березня 2020 року. Біла Церква: БНАУ. С. 76-79.
5. Lykhochvor V., Andrushko M., Andrushko O. Symbiotic activity of peas (Pisum sativum) depending on the fertilizer system. Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 10th International scientific and practical conference (July 10-12, 2020). Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2020. Pp.112-120. URL: https://sci-conf.com.ua

6. Андрушко М.О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Вирощування гороху (Pisum sativum) - шлях до екологічних інновацій. "*Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва*". Матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Полтава 22 червня 2020). Полтавська державна аграрна академія. Полтава : РВВ ПДАА. 2020. С.10-13.
7. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Інтенсивна технологія вирощування гороху. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок / за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С.10.
8. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Вплив норми висіву гороху на насіннєву продуктивність та якісні показники. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок / за заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С. 24.
9. Лихочвор В.В., Андрушко М.О., Андрушко О.М. Симбіотична діяльність гороху (Pizum sativum) залежно від норми висіву. Матеріали XII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (15 липня 2020 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2020. С. 66-69. DOI: https://doi.org/10.31073/kormovyrob-nytstvo2020conf

Додаток Ж

Акти впровадження за результатами проведених досліджень

Україна
ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ГІРСЬКЕ-АГРО»
81625, Львівська область, Миколаївський район, с. Гірське
ЄДРПОУ: 41209574 ІПН 412095713217
р/р UA 763253210000026009053714413 у ПАТ КБ «ПриватБанк» МФО 325321

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

"Урожайність гороху залежно від сорту"

Даним актом підтверджуємо, що у 2018 році в господарстві **ТОВ «ГІРСЬКЕ-АГРО»** на площі **60 га** впроваджувалась науково - технічна розробка "Урожайність гороху залежно від сорту".

Умови проведення впровадження: Лісостеп західний, ґрунт темно - сірий опідзолений. Вміст гумусу 2,0 %.

Суть впровадженої НТР: досліджувались три сорти гороху Мадонна, Готівський та Отаман для виявлення потенціалу врожайності та економічної ефективності.

Результати впровадження: Серед сортів найвищу врожайність одержано у сорту Мадонна - 6,69 т/га. У сорту Готівський урожайність становила 6,52 т/га, що на 0,17 т/га менше. Найменшу врожайність зерна одержано у сорту Отаман – 6,32 т/га, що менше порівняно з сортом Мадонна на 0,37 т/га та з сортом Готівський на 0,20 т/га. Найбільший чистий прибуток в умовах господарства забезпечує сорт Мадонна, переважаючи за цим показником сорт Готівський на 2060 грн та сорт Отаман – на 2980 грн.

Керівник господарства М.П. Кузів Марія Василівна

СВК імені Лесі Українки
35651 вул. Лесі Українки, буд. 129
с. Плоска, Дубенський р-н
Рівненська обл.
Код ЄДРПОУ 30717807

Сільськогосподарський Виробничий Кооператив імені Лесі Українки

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

«Удосконалення системи удобрення гороху сорту Мадонна»

Даним актом підтверджуємо, що у 2018 році в господарстві Сільськогосподарський виробничий кооператив імені Лесі Українки (код ЄДРПОУ 30717807) на площі 45 га Дубенського району Рівненської області впроваджувалась науково - технічна розробка «Удосконалення системи удобрення гороху сорту Мадонна».

Умови проведення впровадження: Лісостеп західний, ґрунт темно - сірий опідзолений. Вміст гумусу 2,5 %.

Суть впровадженої НТР: досліджувались дев'ять варіантів внесення мінеральних добрив: 1. P_0K_0 – контроль; 2. P_0K_0 + Оптімайз Пульс; 3. $P_{60}K_{60}$; 4. $P_{60}K_{60} + N_{60}$; 5. $P_{60}K_{60} + S_{30}$; 6. $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$; 7. $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 8. $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 9. $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) з метою встановлення оптимальної системи застосування мінеральних добрив під горох ярий.

Результати впровадження: Найвища врожайність зерна гороху сорту Мадонна одержана за використання наступної системи удобрення: $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га), де вона становила 5,82 т/га. Внаслідок удосконалення системи живлення гороху урожайність зросла порівняно з контролем (P_0K_0) на 2,65 т/га. Чистий прибуток зріс до 20808 грн /га.

Голова Кооперативу **Меткий Олег**

Продовження додатку Ж

СФГ «Жужіль» Сокальського р-н. Львівської обл.

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

"Урожайність гороху залежно від сорту"

Даним актом підтверджуємо, що у 2019 році в господарстві СФГ «Жужіль» Сокальського р-н. Львівської обл. на площі 15 га впроваджувалась науково - технічна розробка "Урожайність гороху залежно від сорту".

Умови проведення впровадження: Лісостеп західний, ґрунт дерново – підзолистий легко суглинковий. Вміст гумусу 1,8 %.

Суть впровадженої НТР: досліджувались три сорти гороху Мадонна, Готівський та Отаман для виявлення потенціалу врожайності та економічної ефективності.

Результати впровадження: Серед сортів найвищу врожайність одержано у сорту Мадонна - 6,78 т/га. У сорту Готівський урожайність становила 6,43 т/га, що на 0,35 т/га менше. Найменшу врожайність зерна одержано у сорту Отаман – 6,24 т/га, що менше порівняно з сортом Мадонна на 0,54 т/га та з сортом Готівський на 0,19 т/га. Найбільший чистий прибуток забезпечує сорт Мадонна, переважаючи за цим показником сорт Готівський на 2100 грн та сорт Отаман – на 3240 грн.

Керівник господарства

Продовження додатку Ж

ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО
«Б.М.В.»

81261,вул.Б.Хмельницького, буд.5,с.Болотня, Перемишлянський р-н, Львівська обл..
E-mail: sfg.bmw@gmail.com Код ЄДРПОУ 31228323 Тел.(03263)2-10-21

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

"Оптимізація норм висіву сортів гороху"

Даним актом підтверджуємо, що у 2019 році в господарстві «**ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО «Б.М.В.»**» Перемишлянського району Львівської області на площі **30 га** впроваджувалась науково - технічна розробка "Оптимізація норм висіву сортів гороху".

Умови проведення впровадження: Лісостеп західний, ґрунт темно- сірий опідзолений. Вміст гумусу 2,2 %.

Суть впровадження НТР: досліджувались шість норм висіву 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 млн/га з метою встановлення оптимальної норми висіву для трьох сортів гороху: Мадонна, Готівський та Отаман.

Результати впровадження: найвища врожайність сорту Мадонна формувалась за норм висіву 1,0 та 1,1 млн/га, у сорту Девіз за норми висіву 1,1 та 1,2 млн/га і в сорту Готівський за норми висіву 1,2 млн/га. Оптимізація норм висіву сортів забезпечує приріст урожайності в межах 0,28 – 0,44 т/га, економічний ефект становить 1680 – 2640 грн/га.

Керівник господарства

ТзОВ «Волинь Нова»»
45710, Україна, Волинська область,
Горохівський р-н., село Ватин

ЄДРПОУ 05531943

тел.: +38 (0332) 26-91-73
e-mail: volynnova@vzp.com.ua

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

«Удосконалення системи удобрення гороху сорту «Мадонна».

Даним актом підтверджуємо, що у 2020 році в господарстві ТзОВ «Волинь Нова» на площі 45 га с. Ватин Горохівського району Волинської області, впроваджувалась науково - технічна розробка «Удосконалення системи удобрення гороху сорту «Мадонна».

Умови проведення впровадження: Лісостеп західний, ґрунт темно - сірий опідзолений. Вміст гумусу 2,1 %.

Суть впровадженої НТР: досліджувались дев'ять варіантів внесення мінеральних добрив: 1. P_0K_0 – контроль; 2. P_0K_0 + Оптімайз Пульс; 3. $P_{60}K_{60}$; 4. $P_{60}K_{60} + N_{60}$; 5. $P_{60}K_{60} + S_{30}$; 6. $P_{60}K_{60} + N_{60} + S_{30}$; 7. $P_{60}K_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 8. $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$; 9. $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га) з метою встановлення оптимальної системи застосування мінеральних добрив під горох ярий.

Результати впровадження: Найвища врожайність зерна гороху сорту Мадонна одержана за використання наступної системи удобрення: $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га), де вона становила 6,51 т/га. Внаслідок удосконалення системи живлення гороху урожайність зросла порівняно із контролем (P_0K_0) на 2,34 т/га. Чистий прибуток зріс до 21361 грн./га.

Директор І.І. Мисевич

Головний агроном Р.А. Рущишин

ПРИВАТНЕ АГРОПРОМИСЛОВЕ ПІДПРИЄМСТВО
АГРОПРОДСЕРВІС

47734, Тернопільська обл., Тернопільський р-н, с. Настасів, тел./факс (0352) 49-80-32, 42-54-70
р/р UA263808050000026006707246319 АТ ТОД «Райффайзен Банк Аваль" ЄДРПОУ 30356854

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

"Оптимізація норм висіву гороху сортів Мадонна, Готівський та Отаман "

Даним актом підтверджуємо, що у 2020 році в господарстві ПАП «Агропродсервіс» Тернопільського району Тернопільської області на площі 90 га впроваджувалась науково - технічна розробка "Оптимізація норм висіву гороху сортів Мадонна, Готівський та Отаман ".

Умови проведення впровадження: Лісостеп західний, ґрунт темно- сірий опідзолений. Вміст гумусу 4,2 %.

Суть впровадження НТР: досліджувались шість норм висіву 0,9 млн/га; 1,0 млн/га; 1,1 млн/га; 1,2 млн/га; 1,3 млн/га; 1,4 млн/га з метою встановлення оптимальної норми висіву для трьох сортів гороху: Мадонна, Готівський та Отаман.

Результати впровадження: найвища врожайність сорту Мадонна формувалась за норм висіву 1,0 та 1,1 млн/га, у сорту Отаман за норми висіву 1,1 та 1,2 млн/га і в сорту Готівський за норми висіву 1,2 млн/га. Оптимізація норм висіву сортів забезпечує приріст урожайності в межах 0,31 – 0,48 т/га, економічний ефект становить 1920 – 2880 грн/га.

Директор ПАП «Агропродсервіс» Карачка І.В.

Головний агроном Віннічук Р.В.