

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**РУДЕНКО В'ЯЧЕСЛАВ АНДРІЙОВИЧ**

УДК 633.35:631.53.048(477)(043.5)

**ПОРІВНЯЛЬНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗИМУЮЧИХ І ЯРИХ  
СОРТОТИПІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ У ПІВДЕННОМУ  
СТЕПУ УКРАЇНИ**

Спеціальність **201 - Агронімія**

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

\_\_\_\_\_ В.А. Руденко

Науковий керівник: \_\_\_\_\_ **Щербаков Віктор Якович**

доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри польових і овочевих культур

Одеса – 2023

## АНОТАЦІЯ

*Руденко В.А. Порівняльна продуктивність зимуючих і ярих сортотипів гороху залежно від норми висіву у Південному Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.*

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія, галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство, Одеський державний аграрний університет, 2023.

**Актуальність** обраної теми обумовлена створенням оптимальної густоти фітоценозу за рахунок норми висіву. Оскільки менша кількість рослин – це запорука зростання габітусу особин, а відтак і кількості генеративних органів, то продуктивність рослин виражається інтегрованим показником (кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> і кількість бобів на рослині). Внаслідок чого можуть спостерігатись різні варіанти: навіть менша кількість рослин може створити більше бобів і насінин.

Саме цей елемент технології було обрано в якості головного напрямку досліджень. Це питання на сьогоднішній день, особливо для зимуючих горохів, вивчено недостатньо, а рекомендації виробництву базуються на нормативах, визначених для ярих форм гороху.

**Наукова новизна** досліджень полягає в тому, що була вперше проведена порівняльна оцінка ярих і зимуючих форм гороху за продуктивністю та густотою. Водночас до випробування залучено різні типи розвитку гороху з пошуком оптимальної норми висіву. Ці дослідження є інноваційними не лише на півдні, але й в усіх зонах України.

Удосконалено технологія вирощування зимуючого гороху на півдні України при використанні знижених норм висіву.

Набуло подальшого розвитку положення про високу ефективність вирощування зимуючого гороху в зонах з недостатньою кількістю вологи. України.

**Практичне значення** отриманих результатів полягає в тому, що було експериментально доведено, що в умовах посушливого Степу зимуючий горох є ефективною альтернативою ярому, бо завдяки оптимізації водоспоживання він перевищує за продуктивністю ярі сорти на 18-21%. Кращі сорти зимуючого гороху забезпечили одержання високого рівня чистого прибутку з високим рівнем рентабельності. Зимуючий горох на 25-30 діб раніше ярого звільняє поле, а відтак його якість як попередника для озимини помітно зростає.

Дослідження з порівняльної продуктивності зимуючих і ярих сортотипів гороху проводилися впродовж 2019-2022 рр. на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН, нині Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, яке розташоване у смт. Хлібодарське, Одеського району, Одеської області.

Ґрунт – чорнозем південний. Зміст макроелементів у ґрунті становить за роки досліджень  $P_2O_5$  – 62,5; N – 26,0;  $K_2O$  – 174,0 мг/кг ґрунту.

За погодними умовами регіон характеризується великим потенціалом температури та високим рівнем сонячної радіації, але при цьому є дефіцит атмосферних опадів.

Дослідження проводили за схемою трифакторного польового досліді:

Фактор № 1. Тип розвитку. Об'єктом дослідження були два типи розвитку гороху – зимуючий і ярий. Завданням досліджень було виявлення найбільш ефективного типу розвитку для Південного Степу України.

Фактор № 2. Ефективність сортів в залежності від типу розвитку. У досліді вивчали три сорти зимуючого гороху Мороз, Ендуро та Балтрап і два сорти ярого типу Світ та Дарунок Степу. Доцільність вивчення саме цих сортів пов'язано з тим, що в Україні – це є найбільш поширеними сортами, які були внесені до реєстру сортів України. Всі ці сорти відзначилися добрим результатом на Півдні країни.

Фактор № 3. Норми висіву. При вивченні ефективності сортів, використовували чотири норми висіву: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3 млн. насінин/га. Діапазон норм висіву був обраний з аналізу рекомендацій виробників і літературних джерел.

Полеві дослід з вивчення продуктивності зимуючого гороху закладались щорічно на дослідному полі ОДСДС НААН, нині ОДСДС ІКОСГ НААН відповідно до загальноприйнятої методики за встановленою схемою в чотириразовому повторенні. Розмір ділянок та розташування: у масиві посіву ділянки 15 м<sup>2</sup> (10 × 1,5 м). Захисна смуга: 6 м.

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

Сівбу гороху зимуючого та ярого в досліді проводили в оптимальні строки – у II декаду жовтня для першого типу розвитку і у III декаду лютого - I декаду березня для другого типу розвитку агрегатом МТЗ-82 + КЛЕН-1,5С з прикочуванням кільчасто-шпоровими котками ЗКШ-6.

У дисертаційній роботі викладено результати трирічних досліджень впливу технологічних прийомів: типів розвитку гороху – зимуючий та ярий; сортів – Мороз, Ендуро і Балтрап зимуючого типу і Світ та Дарунок Степу ярого типу; норм висіву: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3 млн насінин/га.

Густота посіву впливає на підсумкову урожайність. При надмірно високій густоті посіву рослини конкурують за доступ до основних ресурсів - сонця, води, поживних речовин, що може призвести до зменшення урожайності. Занадто густий посів спричиняє поширення захворювань та шкідників, оскільки вони швидко розповсюджуються серед близько розташованих рослин. У дослідженні використовувалися чотири основні густоти, які оптимально відповідають регіональним умовам. Ці норми визначили густоту травостою в кінцевому результаті.

Аналізуючи роки 2019-2020, виявлено, що найкращі результати отримані у сортів Балтрап та Ендуро - від 52 до 65 рослин на 1 м<sup>2</sup> при густоті 0,7. Порівнюючи

це з двома сортами ярого гороху, можна відзначити, що Світ та Дарунок Степу показали результат від 51 до 53 рослин на 1 м<sup>2</sup>.

Негативний вплив кліматичних умов призвів до мінімального росту рослин на етапі сходів, проте активність збільшилася в фазу 2-х листків. Втрати на етапі бутонізації не досягли критичного рівня.

У наступному році загальний рівень польової схожості значно зріс порівняно із попереднім роком. Динаміка росту гороху також інтенсивно збільшувалася до фази 2-х листків і завершилася на етапі 4-6 листків.

В 2021 році найкращі результати були отримані з сортів Ендуро і Балтрап за показниками від 63 до 65 рослин на 1 м<sup>2</sup> при густоті 0,7 млн. насінин/га відповідно.

За 2022 рік досліджень було зафіксовано поліпшення результатів у порівнянні з 2019-2020 роками. Спостерігається постійна тенденція, що сорти Балтрап і Ендуро показують високі результати - від 68 до 69 рослин на 1 м<sup>2</sup> відповідно при густоті 0,7. Ярі сорти проявили себе ефективно, але недостатньо для конкуренції з зимуючими сортами, які вже накопичили вегетативну масу до настання негативних температур і, таким чином, мають перевагу при відновленні вегетації.

Мінімізація стресу рослин до можливого мінімуму визначає успішний період від перших сходів до збору врожаю та отримання очікуваної урожайності. З'ясовано ефективність використання сортів гороху з зимовим типом розвитку в умовах ризикового вирощування, визначено відмінності у використанні зимуючих форм гороху в Південному Степу України порівняно з якими сортами.

В результаті досліджень в період з 2019 по 2022 роки спостерігалось збільшення сирової маси рослин, і це зростання проходило протягом їх росту та розвитку. На всіх етапах досліджень на фазі 7-8 листків обсяги накопичення сирової маси рослинами гороху коливалися від 0,52 т/га (спостерігалось у сорту Мороз при густоті 0,7) до 1,24 т/га (у сорту Балтрап).

У фазу бутонізації відзначається значне збільшення показників у всіх варіантах дослідів. Максимальний показник сирової маси спостерігався у сорту Ендуро - 2,69 т/га.

У фазу формування бобів гороху виходження зеленої маси з одиниці площі ще більше посилюється. Найвищий показник накопичення зеленої маси гороху досягнуто у фазі дозрівання бобів - 4,38 т/га у сорту Балтрап. Порівняння сортів за типом розвитку виявило тенденцію до збільшення виходу сирової маси у сортів зимуючого гороху порівняно з яркими. У фазу повної стиглості приріст сирової біомаси був майже нульовим, оскільки рослини досягли максимального розміру та ваги.

Динаміка накопичення сухої речовини практично повністю відображає тенденції, виявлені під час аналізу сирової речовини. На ранніх етапах вегетації процес накопичення сухої речовини відбувався повільно. У фазу 7-8 листків найвищий показник був помічений у сорту Балтрап - 0,87 т/га.

У фазу бутонізації тенденція повільного збільшення сухої біомаси залишилася незмінною. Найкращий показник був помічений у сорту Балтрап - 1,02 т/га, а найнижчий виявився у сорту Світ - 0,68 т/га.

У фазу формування бобів найкращий результат був отриманим з сорту Балтрап - 1,77 т/га, і при дозріванні бобів збільшення залишалося стабільним - у воно склало 2,80 т/га.

Показники сухої речовини рослин гороху мали максимальні значення у фазу повної стиглості, що відрізняється від показників сирової біомаси, найвищі значення якої спостерігалися у фазу дозрівання бобів. Загалом, сорт Балтрап виявився найбільш ефективним з показником 3,94 т/га.

Для дослідження генеративного розвитку гороху велике значення має цей елемент, оскільки саме в цій фазі визначається урожайність і спостерігається різниця між сортотипами та ценозами з різною густиною. Порівнюючи зимуючий і

ярий горох за кількістю генеративних органів, можна виявити неоднозначну картину.

Перевага зимуючих сортів гороху у формуванні повноцінних бобів є очевидною: якщо сорт Дарунок Степу у середньому при всіх нормах висіву утворив у середньому 2,75 боби, то у сорту Балтрап цей показник становив 4,0 боби на рослину. Досить очевидною є залежність кількості бобів на рослину від норми висіву: на менших нормах висіву бобів утворюються більше ніж у два рази, ніж на варіантах із висівом 1,1-1,3 млн. насінин/га.

Визначено вплив норми сівби на ріст, розвиток, продуктивність, формування врожайності та якості зерна гороху зимуючого і ярого типу. Встановлено економічну ефективність використання занижених норм висіву та порівняну ефективність введення в сівозміну зимуючих сортів гороху.

Інтегрованим показником дії всіх чинників (біологічні особливості сорту, наявність вологи, елементи живлення, кліматичні умови) на рослинний організм протягом його росту та розвитку є урожайність зерна.

За результатами трьохрічних досліджень встановлено, що в перший рік дослідження сорт Балтрап показав найкращий результат, не тільки порівняно із зимуючими сортами, але й з яркими – 1,19 т/га. Сорт Мороз показав урожайність 0,77 т/га, що на 0,42 т/га менше порівняно з сортом Балтрап. Сорт Ендуро мав урожайність 0,76 т/га, менше на 0,43 т/га в порівнянні з сортом Балтрап. Ярі сорти Світ і Дарунок Степу показали урожайність 0,26 і 0,32 т/га відповідно.

На другий рік дослідження найкращий результат знову показав сорт Балтрап – 2,87 т/га. Сорт Ендуро показав не менш гірший рівень врожайності – 2,77 т/га, менше на 0,10 т/га в порівнянні з Балтрап. З сорту Мороз отримали урожайність 1,8 т/га, менше на 1,07 т/га в порівнянні з сортом Балтрап. Ярий сорт Дарунок Степу показав результат 2,1 т/га, більше на 0,3 т/га порівняно з гіршими серед зимуючих сортів Мороз, і менше на 0,77 т/га порівняно з сортом Балтрап. Ярий сорт Світ показав урожайність на рівні 1,40 т/га

На третій рік дослідження найкращий результат показав сорт Ендуро – 2,60 т/га. Сорт Балтрап показав врожайність на рівні 2,56 т/га, менше на 0,04 т/га в порівнянні з сортом Ендуро. З сорту Мороз отримали врожайність 1,55 т/га, менше на 1,05 т/га в порівнянні з сортом Ендуро. На третій рік ярий сорт Дарунок Степу показав результат 2,21 т/га. У порівнянні з Мороз простежується подібна тенденція, зимуючий сорт уступає яркому на 0,66 т/га. Сорт Світ показав урожайність на рівні 1,41 т/га.

У порівняльному аналізі різних типів розвитку виявлено, що зниження врожайності при збільшенні норми висіву залишається сталим, в той час як при зменшенні норми висіву спостерігається збільшення врожайності.

Зимуючі сорти Ендуро і Балтрап суттєво перевищують урожайність ярих сортів Світ і Дарунок Степу. При нормі висіву 0,7 млн. нас./га, Ендуро показав врожайність 2,22 т/га, при 0,9 – 2,2 т/га, при 1,1 – 1,74 т/га і при 1,3 – 1,63 т/га. Балтрап при 0,7 млн. отримав врожайність 2,24 т/га, при 0,9 – 1,94 т/га, при 1,1 – 1,74 т/га, при 1,3 – 1,55 т/га. Між тим зимуючий сорт Мороз показав гірший результат порівняно з Ендуро та Балтрап, але середній результат між якими сортами: при 0,7 – 1,21 т/га, 0,9 – 1,19 т/га, 1,1 – 1,02 т/га і при 1,3 – 0,97 т/га. При тому, що період вегетації у ярих сортів значно коротший, отримана урожайність була меншою: сорт Світ при 0,7 млн. нас./га отримав 1,09 т/га, при 0,9 – 1,16 т/га, при 1,1 – 1,01 т/га, при 1,3 – 0,84 т/га. Сорт Дарунок Степу при нормі висіву 0,7 млн. нас./га отримав врожайність 1,59 т/га, при 0,9 – 1,89 т/га, при 1,1 – 1,45 т/га при 1,3 – 1,04 т/га.

Зимуючі сорти показали найкращий результат при мінімально досліджуваній нормі висіву – 0,7, але ярі сорти при густоті 0,9 млн. нас./га. Для сорту Балтрап оптимальною нормою висіву стала 0,7, але для сортів Мороз і Ендуро оптимальною нормою була не тільки 0,7 млн. нас./га, але й норма 0,9. Ярі сорти Світ та Дарунок Степу в цілому показали найкращий результат при густоті 0,9. Між тим для сорту Світ оптимальною нормою також була 0,7.



Результати проведених досліджень свідчать, що на вміст білка та жирів впливали не лише гідротермічні умови, але й вивчені елементи технології вирощування. Вміст білка в середньому відзначився у сорту Ендура і сорту Балтрап – 22,32% і 22,06% відповідно, що краще на 1,61% і на 1,35% порівняно з сортом-контролем - Світ. Вміст білка у сорту Балтрап становив 22,06%, на 1,35% більше порівняно з сортом Світ.

*Ключові слова:* зимуючий горох, зернобобові культури, норма висіву, фотосинтез, чиста продуктивність фотосинтезу, тип розвитку, хлорофіл, урожайність, якість зерна, економічна ефективність.

## ANNOTATION

*Rudenko V.A. Comparative Productivity of Winter and Spring Pea Varieties Depending on Sowing Rate in the Southern Steppe of Ukraine – Qualifying scientific work printed as manuscript.*

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 – Agronomy, Odessa State Agrarian University, 2023.

The relevance of the chosen topic is determined by the creation of optimal vegetation density through seeding rate. Since a smaller number of plants is essential for the growth of individuals' stature and consequently the number of generative organs, the productivity of plants is expressed as an integrated indicator (the number of plants per 1 m<sup>2</sup> and the number of pods per plant). As a result, various scenarios may be observed: even a smaller number of plants can yield more pods and seeds.

This particular element of technology was selected as the main research focus. This issue, especially for winter peas, is insufficiently studied today, and production recommendations are based on norms defined for spring pea varieties.

The scientific novelty of the research lies in the first comparative assessment of spring and winter pea forms based on productivity and density. Simultaneously, various developmental types of peas were involved in the trial to find the optimal seeding rate. These studies are innovative not only in the southern regions but also in all zones of Ukraine.

The cultivation technology of winter peas in southern Ukraine has been improved using reduced seeding rates. The concept of the high efficiency of growing winter peas in areas with insufficient moisture has further developed in Ukraine.

The practical significance of the obtained results lies in the experimental confirmation that winter peas are an effective alternative to spring peas in the conditions of a dry steppe. Due to optimized water consumption, winter peas surpass spring varieties in productivity by 18-21%. The superior varieties of winter peas ensure a high level of net

profit with a high level of profitability. Winter peas free the field 25-30 days earlier than spring peas, thereby increasing its quality as a predecessor for winter crops.

The research on the comparative productivity of winter and spring pea varieties was conducted from 2019 to 2022 at the experimental field of the Odessa State Agricultural Agricultural Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, now the Odessa State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, located in Khlíbodarske village, Odessa district, Odessa region.

The soil is chernozem. The content of macrolelements in the soil during the research years is  $P_2O_5$  – 62.5; N – 26.0;  $K_2O$  – 174.0 mg/kg of soil.

The region is characterized by a high temperature potential and a high level of solar radiation, but there is a deficit of atmospheric precipitation.

The research was conducted using a three-factor field experiment scheme.

Factor №1: Development Type. The research focused on two types of pea development – winter and spring. The objective was to identify the most effective development type for the Southern Steppe of Ukraine.

Factor №2: Variety Efficiency Depending on Development Type. Three varieties of winter peas – Moroz, Enduro, and Baltrap – and two spring varieties – Svit and Darunok Stepuu – were studied. The choice of these varieties was justified as they are the most widespread in Ukraine and have been included in the Ukrainian Variety Register. All these varieties showed good results in the southern part of the country.

Factor №3: Seeding Rates. Four seeding rates were used in the study when assessing variety efficiency: 0.7, 0.9, 1.1, and 1.3 million seeds/ha. The range of seeding rates was selected based on the analysis of producer recommendations and literature sources.

Field studies on the productivity of winter peas were conducted annually at the experimental field of the OSAES NAASU (now the OSAES ICSA NAASU) following

an established methodology in a four-time repetition. Plot size and layout: experimental plots in the crop stand were 15 m<sup>2</sup> (10 × 1.5 m). Buffer strip: 6 m.

The pea cultivation technology in the study adhered to the common practices for the Southern Steppe region.

Sowing of winter and spring peas in the experiments was carried out in optimal periods – in the second decade of October for the winter type and in the third decade of February to the first decade of March for the spring type, using the MTZ-82 tractor + KLEN-1.5C combination with rolling using row spiked rollers ZKKS-6.

The dissertation presents the results of a three-year study on the impact of technological practices, including the development types of peas – winter and spring; varieties – Moroz, Enduro, and Baltrap for winter peas, and Svit and Darunok Stepuu for spring peas; seeding rates: 0.7, 0.9, 1.1, 1.3 million seeds/ha.

The planting density affects the overall yield. Excessive planting density leads to plant competition for essential resources - sunlight, water, nutrients, which can result in reduced yield. Too dense planting also contributes to the spread of diseases and pests as they quickly proliferate among closely spaced plants. The study employed four main planting densities that optimally corresponded to regional conditions, determining the final density of the stand.

Analyzing the years 2019-2020, the best results were obtained with the Baltrap and Enduro varieties, ranging from 52 to 65 plants per 1 m<sup>2</sup> at a density of 0.7. Comparing this with two spring pea varieties, Svit and Darunok Stepuu showed results ranging from 51 to 53 plants per 1 m<sup>2</sup>.

The negative impact of climatic conditions led to minimal plant growth at the emergence stage, but activity increased in the 2-leaf stage. Losses at the budding stage did not reach a critical level.

In the following year, the overall level of field similarity significantly increased compared to the previous year. The growth dynamics of peas also intensively increased up to the 2-leaf stage and concluded at the 4-6 leaf stage.

In 2021, the best results were achieved with the Enduro and Baltrap varieties, ranging from 63 to 65 plants per 1 m<sup>2</sup> at a density of 0.7 million seeds/ha, respectively. In the year 2022, an improvement in results was recorded compared to the years 2019-2020. There is a consistent trend that the Baltrap and Enduro varieties consistently show high results, ranging from 68 to 69 plants per 1 m<sup>2</sup>, respectively, at a density of 0.7. Spring varieties proved to be effective but insufficient to compete with winter varieties, which have already accumulated vegetative mass before the onset of negative temperatures, giving them an advantage in vegetative recovery.

Minimizing plant stress to the possible minimum defines a successful period from emergence to harvest and the attainment of expected productivity. The effectiveness of using winter-type pea varieties under risk cultivation conditions has been determined, and differences in the use of winter pea forms in the Southern Steppe of Ukraine compared to spring varieties have been identified.

As a result of the research conducted from 2019 to 2022, there was an increase in the green mass of plants, and this growth occurred during their growth and development. At all stages of the research, at the 7-8 leaf stage, the accumulation volumes of green mass by pea plants varied from 0.52 t/ha (observed in the Moroz variety at a density of 0.7) to 1.24 t/ha (in the Baltrap variety).

In the budding phase, a significant increase in indicators was observed in all research variants. The maximum indicator of green mass was observed in the Enduro variety - 2.69 t/ha.

In the phase of pea pod formation, the emergence of green mass from one unit of area was further intensified. The highest accumulation of green mass of peas was achieved at the stage of pod ripening - 4.38 t/ha in the Baltrap variety. Comparing varieties by development type revealed a tendency to increase the yield of green mass in winter pea varieties compared to spring ones. In the phase of full ripeness, the increase in green biomass was almost zero, as the plants reached their maximum size and weight.

The dynamics of dry matter accumulation practically mirror the trends identified during the analysis of raw material. At the early stages of vegetation, the process of dry matter accumulation was slow. In the 7-8 leaf stage, the highest indicator was observed in the Baltrap variety - 0.87 t/ha.

During the budding phase, the tendency of slow increase in dry biomass remained unchanged. The best indicator was observed in the Baltrap variety - 1.02 t/ha, while the lowest was in the Svit variety - 0.68 t/ha.

In the phase of pea pod formation, the best result was obtained from the Baltrap variety - 1.77 t/ha, and during pod ripening, the increase remained stable, reaching 2.80 t/ha.

The indicators of plant dry matter had maximum values in the phase of full ripeness, differing from the indicators of raw biomass, the highest values of which were observed in the pod ripening phase. Overall, the Baltrap variety proved to be the most efficient with an indicator of 3.94 t/ha.

For the study of the generative development of peas, this element is of great importance, as the yield and the difference between varieties and coenoses with different densities are observed in this phase. Comparing winter and spring peas by the number of generative organs reveals an ambiguous picture.

The advantage of winter pea varieties in forming full-fledged pods is evident: if the Darunok Stepu variety formed an average of 2.75 pods under all sowing norms, then in the Baltrap variety, this indicator was 4.0 pods per plant. The dependence of the number of pods per plant on the sowing rate is quite obvious: at lower sowing rates, pods are formed more than twice as much as in variants with sowing rates of 1.1-1.3 million seeds/ha.

The impact of the sowing rate on the growth, development, productivity, formation of yield, and grain quality of winter and spring peas has been determined. The economic efficiency of using reduced sowing rates and the comparative effectiveness of introducing winter pea varieties into crop rotation have been established. The integrated indicator of

the action of all factors (biological characteristics of the variety, moisture availability, nutrient elements, climatic conditions) on the plant organism during its growth and development is the grain yield.

Based on the results of three years of research, it was established that in the first year of the study, the variety Baltrap showed the best result, not only compared to winter varieties but also with spring ones – 1.19 t/ha. The variety Moroz showed a yield of 0.77 t/ha, which is 0.42 t/ha less compared to Baltrap. The variety Enduro had a yield of 0.76 t/ha, 0.43 t/ha less than Baltrap. Spring varieties Svit and Darunok Stepu showed yields of 0.26 and 0.32 t/ha, respectively.

In the second year of the study, the best result was again demonstrated by the Baltrap variety – 2.87 t/ha. The Enduro variety showed a slightly lower level of yield – 2.77 t/ha, which is 0.10 t/ha less than Baltrap. The Moroz variety yielded 1.8 t/ha, which is 1.07 t/ha less than Baltrap. The spring variety Darunok Stepu showed a result of 2.1 t/ha, higher by 0.3 t/ha compared to the worse-performing winter variety Moroz and lower by 0.77 t/ha compared to Baltrap. The spring variety Svit showed a yield at the level of 1.40 t/ha.

In the third year of the study, the best result was achieved by the Enduro variety – 2.60 t/ha. The Baltrap variety showed a yield of 2.56 t/ha, slightly lower by 0.04 t/ha compared to Enduro. The Moroz variety yielded 1.55 t/ha, which is 1.05 t/ha less than Enduro. In the third year, the spring variety Darunok Stepu showed a result of 2.21 t/ha. In comparison with Moroz, a similar trend is observed; the winter variety yields 0.66 t/ha less than the spring one. The Svit variety showed a yield at the level of 1.41 t/ha.

In the comparative analysis of different developmental types, it was found that the reduction in yield with an increase in the sowing rate remains constant, while a decrease in the sowing rate results in an increase in yield.

Winter varieties Enduro and Baltrap significantly outperform the yield of spring varieties Svit and Darunok Stepu. For example, with a sowing rate of 0.7 million seeds/ha, Enduro showed a yield of 2.22 t/ha, at 0.9 million seeds/ha – 2.2 t/ha, at 1.1 million

seeds/ha – 1.74 t/ha, and at 1.3 million seeds/ha – 1.63 t/ha. Baltrap at 0.7 million seeds/ha obtained a yield of 2.24 t/ha, at 0.9 million seeds/ha – 1.94 t/ha, at 1.1 million seeds/ha – 1.74 t/ha, and at 1.3 million seeds/ha – 1.55 t/ha. Meanwhile, the winter variety Moroz showed a lower result compared to Enduro and Baltrap, but an average result compared to spring varieties: at 0.7 million – 1.21 t/ha, 0.9 million – 1.19 t/ha, 1.1 million – 1.02 t/ha, and at 1.3 million – 0.97 t/ha. Despite the significantly shorter growing period in spring varieties, the yield obtained was lower: the Svit variety at 0.7 million seeds/ha obtained 1.09 t/ha, at 0.9 million – 1.16 t/ha, at 1.1 million – 1.01 t/ha, and at 1.3 million – 0.84 t/ha. The Darunok Stepu variety at a sowing rate of 0.7 million seeds/ha yielded 1.59 t/ha, at 0.9 million – 1.89 t/ha, at 1.1 million – 1.45 t/ha, and at 1.3 million – 1.04 t/ha.

Winter varieties showed the best result at the minimum studied sowing rate – 0.7, but spring varieties at a density of 0.9 million seeds/ha. For the Baltrap variety, the optimal sowing rate was 0.7, but for the Moroz and Enduro varieties, the optimal rate was not only 0.7 million seeds/ha but also 0.9 million. Spring varieties Svit and Darunok Stepu generally showed the best result at a density of 0.9. However, for the Svit variety, the optimal rate was also 0.7.

The results of the conducted research indicate that protein and fat content were influenced not only by hydrometeorological conditions but also by the studied elements of the cultivation technology. The protein content was generally higher in the Enduro and Baltrap varieties – 22.32% and 22.06%, respectively, which is better by 1.61% and 1.35%, respectively, compared to the control variety Svit. The protein content in the Baltrap variety was 22.06%, 1.35% higher than the Svit variety.

**Keywords:** *winter peas, leguminous crops, sowing rate, photosynthesis, net photosynthesis productivity, development type, chlorophyll, yield, grain quality, economic efficiency.*



## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

### *Наукові праці, у яких опубліковані основні результати дисертації*

#### *Статті в наукових фахових виданнях*

1. Бурикiна С.І., Когут І.М., **Руденко В.А.** Хiмiчний склад рослин гороху пiдзимової сiвби в зонi Пiвденного Степу України. *Зерновi культури*. 2023. № 7(1). С. 68–75. DOI: 10.31867/2523-4544/0260
2. Shcherbakov V., **Rudenko V.** Physiological and biochemical aspects of optimising the sowing rate of spring and winter *Pisum sativum* forms. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*. 2023. Vol. 56, Issue 2(194). P. 167–180. DOI: 10.46909/alse-562093
3. **Руденко В.А.** Особливостi водного режиму ґрунту пiд посiвами ярого i зимуючого горохiв. *Таврiйський науковий вiсник*. 2023. Вип. 131. С. 181–187. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.23
4. **Rudenko V.**, Shcherbakov V., Panfilova A., Kogut I. Peculiarities of Photosynthetic Activity of Winter Pea Plants Depending on the Sowing Rates. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. Vol. 26, No. 2. P. 53–58. DOI: 10.56407/2313-092X/2022-26(2)-6

#### *Наукові праці, які засвiдчують апробацiю матерiалiв дисертацiї*

1. **Руденко В.**, Щербакoв В., Когут І., Панфiлова А. Особливостi фотосинтетичної дiяльностi рослин гороху зимуючого залежно вiд норм висiву. *Розвиток аграрної галузi та впровадження наукових розробок у виробництво: матерiали V Мiжнародної науково-практичної конференцiї* (м. Миколаiв, 19–21 жовтня 2022 р.). Миколаiв: МНАУ, 2022. С. 52–55.
2. **Руденко В.А.** Визначення оптимальних значень норм висiву *Pisum sativum* в рiзних типах розвитку. *Збiрник матерiалiв Мiжнародної науково-практичної конференцiї молодих вчених, присвяченої до Дня науки в Україні* (м. Одеса, 18–19 травня 2023 р.). ОДСДС IКОСГ НААН. С. 67–69.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ЯРОГО І ЗИМУЮЧОГО ГОРОХІВ.....	25
1.1. Порівняльна біологічна характеристика ярого і зимуючого горохів.....	25
1.2. Порівняльна продуктивність ярого і зимуючого горохів.....	36
1.3. Сучасний сортовий склад зимуючого гороху.....	40
1.4. Вплив норми висіву на формування оптимального стеблостою і продуктивність зимуючого гороху.....	42
Висновки до розділу 1.....	46
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ.....	48
2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика зони Південного Степу.....	48
2.2. Характеристика ґрунтового покриву зони і дослідного поля.....	53
2.3. Погодні умови в роки досліджень.....	56
Висновки до розділу 2.....	60
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	61
3.1. Загальнометодична характеристика дослідів.....	61
3.2. Методика супутніх досліджень.....	63
3.3. Характеристика сортів у досліді.....	68
3.4. Агротехніка у досліді.....	73
Висновки до розділу 3.....	74
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	75
4.1. Вплив густоти рослин гороху на екологічні умови росту.....	75
4.1.1. Водний режим ґрунту.....	75
4.1.2. Забур'яненість посівів.....	82
4.2. Особливості вегетативного розвитку рослин гороху.....	90
4.2.1. Динаміка густоти рослин.....	93

4.2.2. Формування вегетативної маси рослин.....	101
4.3. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин гороху.....	107
4.3.1. Формування листкової поверхні гороху.....	108
4.3.2. Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу залежно від густоти рослин.....	112
4.3.3. Вміст хлорофілу в листях.....	115
4.3.4. Роль зимуючих горохів у покращенні вуглецевого балансу грунту.....	123
4.4. Продуктивність гороху і якість одержаної продукції.....	127
4.4.1. Особливості формування генеративних органів.....	128
4.4.2. Урожайність гороху.....	132
4.4.3. Якість одержаної продукції.....	138
Висновки до розділу 4.....	146
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННИХ АГРОЗАХОДІВ.....</b>	<b>148</b>
Висновки до розділу 5.....	153
ВИСНОВКИ.....	154
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	158
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	159
ДОДАТОК.....	173

## ВСТУП

Горох, як високобілкова культура, завжди привертав увагу і виробників, і науковців. Зерно гороху в одній кормовій одиниці містить 170-180 г перетравного протеїну, у той час як середній вміст цієї речовини у кормах повинно становити 105-110 г на одну кормову одиницю. Таким чином, 1 кг горохової терті є достатнім, аби збалансувати за протеїном 3 кг зерна кукурудзи. Донорами протеїну для балансування кормів використовують також соєвий, соняшниковий і ріпаківий шрот, трав'яне борошно люцерни та інших бобових трав. З урахуванням кліматичних умов для більшості країн Європи найбільш придатним джерелом рослинного білка є горох. Для України сприятливими зонами для виробництва гороху є Лісостеп і Полісся. Степ, який характеризується посушлим кліматом, не відповідає біологічним вимогам гороху, який є вологолюбною і холодостійкою культурою. Тому, протягом останніх 50 років, посівні площі гороху у степовій зоні скоротились у три рази, не дивлячись на те, що культура є добрим попередником для озимини.

Створення нових за типом розвитку зимуючих форм гороху відкриває нову еру можливостей виробництва гороху у Степу України. Ці сортоформи висівають восени, коли вологість ґрунту достатня для одержання сходів, рослини частину вегетації проходять в осінній період, а навесні формують генеративні органи раніше, ніж настає літня посуха. Якщо ярий горох досягає фази повної стиглості 25-30 червня, то зимуючий досягає цієї фази на початку червня. Саме це забезпечує зимуючим горохам економічну перевагу з точки зору вологозабезпечення.

Селекціонери створили і запропонували виробництву багато високопродуктивних сортів зимуючого гороху. Але науковці приділяють недостатньо уваги цьому перспективному напрямку досліджень. Тому зараз треба розгорнути широкий спектр досліджень з технології зимуючих горохів, аби мати наукові напрацювання для масштабного виробництва цих форм.

**Актуальність теми.** Одним із серцевинних питань будь-якої технології є створення оптимальної густоти фітоценозу за рахунок норми висіву. Серед науковців панує думка про абсолютний рівень зв'язку кількості висіяних насінин на одиниці площі і щільності продуктивного стеблестою. На перший погляд це є цілком логічним, але глибокий аналіз біології гілкування та плодоутворення гороху дає можливість піддати сумніву це твердження. І дійсно, менша кількість рослин – це запорука зростання габітусу особин, а відтак і кількості генеративних органів. Таким чином, продуктивність рослин виражається інтегрованим показником (кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> і кількість бобів на рослині). І тут можуть спостерігатись різні варіанти: навіть менша кількість рослин може створити більше бобів і насінин.

Саме цей елемент технології ми обрали в якості головного напрямку досліджень. Це питання на сьогоднішній день, особливо для зимуючих горохів, вивчено вкрай недостатньо, а рекомендації виробництву базуються на нормативах, визначених для ярих форм гороху. Саме це визначає своєчасність і актуальність тематичного питання нашої роботи.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами.** Дана наукова робота є складовою частиною досліджень Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, нині Одеської державної сільськогосподарської станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства ПНД НААН 1 «Раціональне використання і стале управління ґрунтовими ресурсами, збереження родючості та здоров'я ґрунтів, захист їх від деградації» (Ґрунтові ресурси України: інформаційне забезпечення, раціональне використання, менеджмент, технології) на 2021-2025 рр. Підпрограма 3. Стабілізація вмісту органічного вуглецю в ґрунтах сільськогосподарських угідь, підвищення ефективності управління живленням рослин в умовах кліматичних змін Завдання 01.03.03.05.П Розроблення системи удобрення гороху підзимової сівби, адаптованої до кліматичних змін Південного Степу, № державної реєстрації 0121U108388. Робота виконувалась з ініціативи автора.

**Мета і завдання досліджень.** Метою наших досліджень була оптимізація густоти сучасних сортів зимуючих горохів і порівняльна оцінка продуктивності ярих і зимуючих форм.

Для досягнення цієї мети програму було передбачено вирішення наступних завдань:

- визначення основних показників водного режиму ґрунту для порівняльної характеристики водоспоживання ярих та зимуючих форм;
- встановлення тривалості міжфазних періодів розвитку гороху і всієї вегетації в цілому;
- вивчення динаміки нагромадження сирії і абсолютно сухої біомаси гороху залежно від типу розвитку і норми висіву;
- дослідити вплив норм висіву на наростання площі листової асимілюючої поверхні і висвітлити основні показники фотосинтетичної діяльності рослин гороху в залежності від норми висіву, сорту і типу розвитку;
- аналізування процесу цвітіння і плодоутворення для порівняльної характеристики ярих і зимуючих сортозразків;
- виявлення впливу зимуючих сортів гороху на вуглецевий баланс ґрунту;
- встановлення рівня урожайності основної і побічної продукції та показників якості зерна гороху залежно від агроприйомів, що вивчались;
- визначення основних показників економічної ефективності вирощування ярих і зимуючих форм гороху залежно від норми висіву.

**Об'єкт досліджень:** процес росту і розвитку рослин ярого та зимуючого горохів під впливом різних норм висіву в умовах Південного Степу України.

**Предмет досліджень:** сорти ярого гороху Світ і Дарунок Степу та зимуючого Мороз, Ендуро і Балтрап з нормами висіву 0,7; 0,9; 1,1 та 1,3 млн насінин на 1 га і показники їх росту та розвитку.

**Методи досліджень:** в процесі виконання роботи застосовували такі методи досліджень:

- польовий використовувався для спостереження за ростом і розвитком рослин та їх реалізацію з умов навколишнього середовища;
- візуальний використовувався для визначення фенологічних фаз рослин;
- вимірювально-ваговий використовувався для визначення біометричних параметрів росту рослин і накопичення біомаси;
- біохімічний використовувався для визначення вмісту хлорофілу, його фракційного складу та показників якості зерна;
- математично-статистичний використовувався для визначення найменшої істотної різниці;
- розрахунково-порівняльний використовувався для калькуляції виробничих витрат і розрахунків показників чистого прибутку та рівня рентабельності.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше була проведена порівняльна оцінка ярих і зимуючих форм гороху за продуктивністю та густотою. Водночас до випробування залучено різні типи розвитку гороху з пошуком оптимальної норми висіву. Ці дослідження є інноваційними не лише на півдні, але й в усіх зонах України.

**Удосконалено технологія вирощування** зимуючого гороху на півдні України при використанні знижених норм висіву.

**Набуло подальшого розвитку** положення про високу ефективність вирощування зимуючого гороху в зонах з недостатньою кількістю вологи. України.

**Практичне значення отриманих результатів.** Нами експериментально доведено, що в умовах посушливого Степу зимуючий горох є ефективною альтернативою ярому, бо завдяки оптимізації водоспоживання він перевищує за продуктивністю ярі сорти на 18-21% і ця прибавка доказана економічним аналізом. Кращі сорти зимуючого гороху забезпечили одержання високого рівня чистого прибутку з високим рівнем рентабельності. Зимуючий горох на 25-30 діб раніше ярого звільняє поле, а відтак його якість як попередника для озимини помітно зростає.

Запропонована нами норма висіву сприяє зростанню економічних показників, бо витрати на насіння помітно скорочувалися (0,2 млн насінин – це приблизно 40-45 кг насіння, яке коштує 700-800 грн).

Дослідження проводилися на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської станції НААН України, нині Одеської державної сільськогосподарської станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в 2019-2022 роках. Розмір дослідного поля складав 1 га.

**Особистий внесок здобувача.** Автор безпосередньо провів роботу з аналізу сучасних літературних джерел і визначив основні напрямки своєї експериментальної роботи; проведено розробку дослідницької програми, закладено на полях дослідної станції польові досліді і виконано комплекс супутніх досліджень. Автор самостійно обробив весь експериментальний матеріал, визначив математичні критерії достовірності і написав дисертаційну роботу.

**Апробація результатів досліджень.** Основні положення й результати дисертації доповідались і обговорювались: на вчених радах Одеської ДСДС ІКОСГ НААН та науково-практичних конференціях: МНАУ (м. Миколаїв, V Міжнародна наукова-практична конференція, 2022 р.), ОДСДС ІКОСГ (м. Одеса, Міжнародна наукова-практична конференція молодих вчених, 2023 р.).

**Публікації.** За результати дослідження опубліковано 6 наукових праць, у тому числі 4 статей у наукових фахових виданнях і 2 тези доповідей. Всього опубліковано 3 статті категорії «В» і 1 стаття категорії «А».



## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ЯРОГО І ЗИМУЮЧОГО ГОРОХІВ

#### 1.1. Порівняльна біологічна характеристика ярого і зимуючого горохів

Створення високопродуктивних агроценозів зернобобових культур є одним із найважливіх напрямків успішного розвитку агротехнологій у рослинництві, спрямованих на максимальне використання біокліматичних ресурсів регіону. Бобові культури виконують основну роль у забезпеченні рослинного білка і вирішенні біологоекологічних проблем, що стикаються у сучасному землеробстві України [121].

Горох є одним з найдавніших сільськогосподарських культур. Він походить з країн Центральної, Передньої та Південно-Східної Азії (Іран, Закавказзя, Туркменія), де вирощувалися його дрібнонасінні сорти. У країнах Середземномор'я (Іспанія, Італія, країни Балканського півострова) цю культуру знали ще за 4–6 тисяч років до нашої ери. Українські археологічні розкопки, проведені поблизу Харкова, свідчать про початок вирощування крупнонасінного гороху близько 500 років до нашої ери [2, 3].

Горох є однією з провідних зернобобових культур в Україні. Він відзначається своєю здатністю формувати високі та стабільні врожаї протягом короткого вегетаційного періоду. Зерно гороху містить від 16 до 35% білка, до 54% вуглеводів, приблизно 1,7% жиру і понад 3% зольних речовин. Цей білок є повноцінним за амінокислотним складом та засвоюється в 1,6 рази краще, ніж білок пшениці.

Збалансований білок гороху має велике значення для задоволення потреб тваринництва у високобілкових кормах. Щоб забезпечити ці потреби, необхідно зростити щорічне виробництво зерна гороху до 3,5-4,0 млн тонн та посівні площі до 3-4 тисяч гектарів.

Ця культура має додаткову перевагу - рослини гороху здатні зв'язувати азот з повітря у кількості 100-150 кг/га, що дорівнює 300-400 кг аміачної селітри. Тому горох вважається найкращим попередником для багатьох культур, зокрема зернових [16].

Горох має високі харчові і кормові властивості [6]. Зерно цієї культури містить від 16 до 36% білка, крохмалю, цукру, жирів, вітамінів (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, РР, К, Е), каротину, мінеральних речовин (солей калію, кальцію, марганцю, заліза, фосфору) і до 54% вуглеводів. Кількість золи в насінні гороху значно змінюється залежно від ґрунтів, агротехнічних прийомів обробки і клімату. Середня вміст золи становить від 2 до 5%, що подібно до злаків, і складається на 75% з фосфору і калію. Однак, на відміну від злаків, в горошині золи менше магнію, але більше кальцію і особливо сірки. Вміст жиру у насінні гороху є незначним, у межах 2–3%, і слабо коливається у різних сортах культури. Жир переважно зосереджений у зародку [4].

Білок гороху має повноцінний амінокислотний склад і засвоюється в 1,6 рази краще, ніж білок пшениці. У ньому міститься 4,66% лізину, 11,4% аргініну та 1,17% триптофану від загальної кількості білка, що вище, ніж у білку пшениці, який містить лише 2,32% лізину та 3,56% аргініну. Це робить горох цінним не лише як харчовий продукт з високими смаковими якостями, але й як дієтичний та лікувальний продукт. Саме він сприяє виведенню солей з організму. У 100 г гороху міститься 491 ккал, тоді як в зерні пшениці - 457 ккал. Крім того, кількість білка в гороху майже така ж, як у сирому м'ясі. У 1 кг зерна гороху міститься 1,17 кг перетравного протеїну, 15,2 г лізину та 3,2 г метіоніну [12].

Хімічний склад зерна гороху, порівняно з іншими зернобобовими культурами, характеризується меншим вмістом білка (у відсотках від маси) в порівнянні з люпином, соєю, чиною, кормовими бобами та сочевицею, що коливається в межах 20-35%. У люпина ці показники сягають 30-48%, а в сої - 30-50%. Вміст жиру у зернах гороху становить 1,3-1,5%, що на 10 разів менше, ніж у сої. У зернах бобових культур міститься різна кількість клітковини. Найбільше її

міститься в зернах люпину - від 11,0% до 18%. Квасоля містить менше - від 5,0% до 7,1%, а горох - від 3,0% до 6,0%.

Щодо вмісту золи, то в зернах бобових культур він майже однаковий – від 2,0 до 4,9%. Єдиним винятком є соя, в якій вміст золи становить від 4,5 до 6,8%. [7].

Збільшення обсягу виробництва гороху пояснюється декількома факторами, але насамперед - попитом на цю культуру на експортних ринках при високих цінах. За даними [agro-business.com.ua](http://agro-business.com.ua) світове виробництво гороху становить близько 11-12 млн тонн. Найбільшим виробником є Канада, яка щорічно виробляє понад 3 млн тонн гороху. Франція займає друге місце (приблизно 1,5 млн тонн), а потужними світовими виробниками є Китай (з обсягами виробництва на рівні 1,2 млн тонн), Індія (800 тис. тонн). Далі йдуть Німеччина (400 тис. тонн) та Великобританія (200 тис. тонн). Зрозуміло, що ці показники коливаються від сезону до сезону. Основними постачальниками гороху на експортному ринку є Канада, Франція, Австралія та США [51].

Іспанія, Індія та Бангладеш є імпортерами гороху, тоді як Італія, Китай, Куба, Німеччина, Пакистан та інші країни закупають його на світовому ринку. Враховуючи те, що внутрішнє споживання і використання гороху в Україні не перевищує 200 тис. тонн, понад 500 тис. тонн зернобобових може бути експортовано [123].

Останнім часом проблема вирощування гороху була пов'язана з його збиранням, яке супроводжувалося великими витратами часу та енергії, при цьому втрати сягали 80%. Однак, з'явилися нові сорти гороху, які придатні для прямого комбайнування з використанням звичайних комбайнових жаток з мінімальними втратами. Ці сорти, відомі як прямостоячі або половинчасто-безлисті, мають особливість у вигляді трансформованих верхніх листків, які перетворилися на несправжні вуса. Ці вуса забезпечують додаткове зчеплення між рослинами на верхньому ярусі. Проте рослини з такими ознаками потребують належного догляду [48], зокрема, особливих вимог до посівного матеріалу.

Лише використання оригінального насіння високої репродукції дозволяє досягти запрограмованого урожаю, передбаченого селекціонерами. Якщо насінництво проводиться на низькому технологічному рівні, сорт не зберігає повністю своїх сортових ознак і стає вразливим до розтріскування [49].

На сьогоднішній день горох є поширеною культурою на всіх континентах, його посівні площі охоплюють близько 7 мільйонів гектарів. У світі горох посідає п'яте місце серед зернобобових культур, ступаючи після сої, квасолі, арахісу і нуту. Особливо важливою культурою горох є для європейських країн, де його вирощують як харчову та кормову культуру на площі приблизно 3 мільйонів гектарів. Проте, в Україні за останні роки площі під горохом значно зменшилися.

Чимало факторів сприяло зниженню виробництва гороху в Україні. Серед них варто відзначити біологічні особливості культури, такі як схильність до вилягання та осипання насіння, велика пригніченість бур'янами, значні пошкодження від шкідників та хвороб, а також низький коефіцієнт розмноження. Причини також пов'язані з об'єктивними факторами, зокрема відсутністю технологічних сортів та необхідної механізації для збирання, а також зменшенням поголів'я сільськогосподарських тварин.

Найбільші посівні площі гороху зосереджені в Лісостепу (55% від загальної площі посівів), Степу (25%) і на Поліссі (20%). Однак, за останній десятирічний період, показники загальної площі посівів під горохом в Україні значно знизилися, коливаючись від 191 тисячі гектарів (у 2013 році) до 405 тисяч гектарів (у 2017 році), що в порівнянні з 1148,2 гектарами (у 1992 році) становить суттєву різницю. [50].

За результатами збирання урожаю 2020 року, середня врожайність гороху в Україні становила 2,16 тонни на гектар. При детальному аналізі цих показників в областях виділяються лідери: господарства Чернігівської області досягли врожайності в 3,4 т/га, а Хмельницької області – 3,3 т/га. Високі показники

врожайності також спостерігаються в Полтавській (3,2 т/га), Вінницькій (3,0 т/га) та Сумській (2,9 т/га) областях [52].

Найнижча врожайність гороху була зафіксована в Чернівецькій, Івано-Франківській та Рівненській областях, де показники були меншими за 1,0 т/га. У 2020 році в Закарпатській області взагалі не було посівів гороху.

Горох, за вегетаційний період, відповідно до рівня врожайності, залишає у рослинних залишках приблизно 60-90 кг/га азоту, 15-20 кг/га фосфору та 20-30 кг/га калію. Він має властивості хорошого фітосанітара, покращує структуру ґрунту та збільшує його родючість [121].

Норми висіву насіння гороху визначаються залежно від зони вирощування, особливостей сорту та посівних характеристик насіння. Згідно рекомендацій, зональні норми висіву складають: для Південного Степу України від 0,9 до 1,0 млн схожих насінин на 1 га, для Лісостепу - від 1,0 до 1,2 млн на 1 га, а для Полісся - до 1,1-1,4 млн на 1 га.

Для низькорослих та безлисточкових сортів норму висіву збільшують на 0,1-0,2 млн насінин/га, тоді як для високорослих сортів зменшують на приблизно таку ж кількість. Крупнонасінні сорти зазвичай сіють рідше, ніж дрібнонасінні.

При вузькорядній сівбі або висіванні насіння в сухий ґрунт рекомендується збільшувати норму висіву на 10-15% [122, 71].

Для вітчизняних господарств, в якому вирощували горох, найкращим роком став 2016, оскільки попит в Індії досягав 5-6 млн тонн. Виробники, які вчасно реагували на цю ситуацію, отримали значний прибуток, але з часом стало важко продовжувати працювати. Уже наступного року почалася конкурентна боротьба, а на ринку бобових культур різко зросли обсяги вирощування гороху.

У 2017 році рентабельність галузі гороху в Україні становила лише 10%, порівняно з 80% роком раніше. З 2016 року вітчизняні виробники щорічно збільшували обсяги виробництва - 573 тис. тонн та 1097,8 тис. тонн у 2017 році.

Посівні площі під горохом в 2017 році становили 405 тис. га, а в 2018 році - 431,7 тис. га [124, 127].

На початку 2018 року вперше в Україні горох (за ціною за тону) став дешевшим ніж пшениця на внутрішньому ринку. Експортний потенціал рекордного врожаю 2017 року не був повністю реалізований, тому запаси на кінець періоду були надмірно високими. Країни-конкуренти мали можливість витіснити українських виробників на міжнародному ринку завдяки більш низьким цінам. Ситуацію ускладнило також різке зростання обсягів виробництва бобових культур у самій Індії, а також введення мита у цій країні, що спричинило майже 10-кратне зменшення імпорту. В результаті частка України в світовому виробництві гороху скоротилася до 4% [165].

Проте, поряд з очевидними перевагами, у гороху є й недоліки. Врожайність його нижча, ніж у зернових культур, хоча за сприятливих погодних умов і забезпечення захисту від хвороб, шкідників і бур'янів може досягати 3,5-6,0 тонн на гектар. Зернобобові культури чутливі до негативного фітосанітарного стану на посівах, що суттєво впливає на склад врожаю [126, 127].

Горох відноситься до рослин довгого дня. Сорти ж раннього терміну дозрівання майже не реагують на укорочення дня. Більшість вирощуваних в нашій країні сортів гороху відноситься до рослин довгого дня, тому період від сходів до цвітіння проходить більш швидко в північних районах. Але період цвітіння – дозрівання у роки з надмірною зволоженням і зниженою температурою повітря, як правило, затягується [54].

Біологічні особливості культури характеризують її ставлення до умов вирощування, хвороб та шкідників. Так як рослини гороху добре реагують на низькі позитивні температури, то проростання гороху починається при температурі +1-2°C. Але за такої температури насіння проростає дуже повільно (12-20 днів), і порушується нормальний хід морфогенезу. З підвищенням температури до 10 °C кількість днів, необхідних для проростання, скорочується до 3-7, а при 18-25 °C

тривалість проростання насіння мінімальна - 3-5 днів. Однак у ряду середньостиглих сортів при вирощуванні за таких умов затримується перехід до генеративного розвитку. Пізньостиглі форми нездатні до утворення генеративних органів до кінця вегетації.[25].

Для рівномірних сходів рослин гороху достатня температура 5°C, при цьому, що більшість сортів витримує заморозки до – 4°C. Все це свідчить про можливості і доцільності посіву гороху в ранні терміни [24].

Перевага зимуючого гороху перед ярим полягає не тільки в отриманні ранньовесняного високобілкового корму і більш стабільному за роками врожаї зерна та зеленої маси, але також у захисті ґрунтів від вітрової та водної ерозії. У зонах, сприятливих для перезимівлі, перевага озимих культур перед ярими незаперечна. Сходи більшості сортів гороху переносять короткочасне зниження температури повітря до 4-6°C, а зразки афганської та особливо китайської та хибноазійської груп – до – 12°C [35].

Вирощування зимуючого гороху має багато переваг, серед яких:

- ефективне використання осінньо-зимової вологи, що переважає над іншими ярими посівами бобових культур;
- в рослин гороху фаза цвітіння настає раніше, ніж масовий льот жуків горохової зернівки, що дозволяє уникнути значних пошкоджень врожаю;
- вирощування зимуючого гороху розв'язує проблему дефіцитного азоту в сівозмінах, де інші бобові культури не є можливими або економічно не вигідними;
- збирання гороху відбувається раніше, що дозволяє висівати післяжнивні посіви сидеральних культур і покращує структуру ґрунту [18].

В окремих дослідях сходи деяких зразків зазначених груп виносили зниження температури до -23,3°C при висоті снігового покриву 10 см. Зимуючі рослини мають властивості затримувати закладку органів плодоношення і знижувати інтенсивність зростання восени.

Завдяки цій цінній біологічній властивості горох можна обробляти у південних вологозабезпечених районах при осінньому посіві. Біологічно це не озимі форми, а ярі, але здатні переносити зниження температури у перші фази зростання, які прийнято називати зимуючими. Озимих форм гороху немає. Рання стадія розвитку гороху може протікати у разі великих коливань температури [13].

Навіть зимуючі сорти гороху на відміну від озимих злаків не вимагають свого розвитку тривалого періоду знижених температур [34].

Однією з ключових проблем у харчуванні є недостатність повноцінного білка, майже всіх вітамінів і інших необхідних поживних речовин. Брак цих елементів може стати чинником ризику для розвитку різних захворювань. З цієї причини, для підвищення загального рівня та якості білкового харчування, велике значення мають продовольчі зернобобові культури [30].

Останнім часом, вирощування та переробка зерна гороху стали дуже актуальними та перспективними напрямками сільськогосподарського розвитку для Одеського регіону та для України в цілому. Горох має великий попит як на внутрішньому ринку, так і за кордоном. Зерно гороху містить багато білку, яке є цінним джерелом функціональних інгредієнтів: харчових волокон, рослинних білків, полісахаридів, вітамінів групи В, макро- і мікроелементів.

Посівні площі з кожним роком зростають, що свідчить про збільшення інтересу до цієї універсальної культури. Горох також є корисним для ґрунту, збагачуючи його поживними речовинами, та має короткий строк вистигання, що робить його особливо привабливим для аграріїв [23].

У білку насіння цих культур містяться майже всі незамінні амінокислоти: триптофани, лізин, метонін, валін, треонін, фенілаланін, лейцин, ізолейцин – необхідні для зростання живого організму.

Характерною особливістю білка бобових є те, що він легко розчиняється у воді, у розчинах нейтральних солей та у слабких розчинах лугів. Чим легше розчиняється білок, тим він є доступнішим організму людини і тварин.



Зернобобові культури відіграють велику агротехнічну роль. Вони мають великий вплив на підвищення родючості ґрунту, збагачують його органічною речовиною та біологічним азотом завдяки здатності засвоювати вільний атмосферний азот за допомогою бульбочкових бактерій, що поселяються на їх корені [2].

У нинішній час районовані сорти гороху, які відрізняються як за господарським призначенням, так і за біологічними властивостями. По продовженню вегетаційного періоду вони діляться на ранньостиглі – 65-75 днів, середньостиглі – 76-100, пізньостиглі – 101-120 і більше днів. Ґрунтово-кліматичні умови всіх зон України сприятливі для вирощування сортів, що відносяться до всіх груп скоростиглості.

В умовах поширення посівних майданчиків гороху до 10 і більше відсотків в структурі зернової культури неможлива організація ефективного вирощування гороха з використанням одного середньостиглого сорту, навіть якщо він буде найбільш урожайним і технологічним. Необхідно застосування різноманітних за господарсько-біологічними властивостями високоврожайних неосипаних сортів, придатних для інтенсивної технології вирощування [5].

Горох тривалий час вирощували у весняному посіві, але погодно-кліматичні умови регіону дозволяють вирощувати зимуючий горох без суттєвого пошкодження цих посівів у зимовий період.

Зимуючий горох, як і інші озимі культури, добре використовує осінньо-зимові запаси вологи і розвивається краще, ніж ярий, меншою мірою страждає від впливу високих температур навесні, формує стабільніші за роками врожаї зерна. У зв'язку з глобальним потеплінням клімату інтерес до форм, що зимують, зростає [23, 24].

Горох без будь-якого побоювання можна висівати в ранні строки, одночасно з ранніми зерновими. При такому посіві зерна, які починають проростати, пройдуть

стадію яровизації за більш сприятливих умовах, ніж при пізньому посіві, коли температура буває висока [8].

Зимуючий горох має основну перевагу у використанні зимової вологості, що дозволяє йому розвиватись до початку літньої посухи. Весною, після перезимівлі, ця культура вже має добре розвинену кореневу систему, яка сягає глибини близько 10 см, тоді як ярий горох в цей період лише розпочинає свій ріст. Це призводить до потенційно вищої врожайності зимуючого гороху у 2-3 рази [14].

Горох зимуючий, який посіяли восени на 12-17 днів збирається раніше, ніж ті сорти, які посіяли рано навесні.

Така біологічна особливість даної форми культури дозволить в умовах зрошення висіяти та отримати досить суттєвий врожай проміжної культури (просо, гречка та ін.), що підвищить ефективність використання зрошеного гектара [15].

Горох є холодостійкою рослиною з різними температурними вимогами на різних стадіях розвитку. Сорти з гладкими насіннями виростають при температурі 1-2 °С, тоді як сорти з зморшкуватими насіннями потребують 4-6 °С. Оптимальна температура для проростання становить 18-20 °С.

Молоді рослини можуть переносити навіть легкі заморозки, в діапазоні від мінус 4 до мінус 8 °С. З цією властивістю пов'язане раннє висівання гороху навесні. Нові зимостійкі сорти краще висівати в кінці жовтня, приблизно з 25-го числа.

Деякі форми гороху мають здатність переносити зимові умови. Якщо їх посіяти перед зимою і вкрити сніговим покривом товщиною 15 см, вони можуть перезимувати, навіть якщо температура повітря знижується до -22 °С, а на поверхні ґрунту до -10,9 °С. При температурі +3 °С, зростання сходів гороху продовжується [17].

До вологи горох дуже вибагливий. Для успішного проростання насіння гороху потрібно приблизно 100-120% води від його маси. Найбільш вимогливий до вологості період - початкові стадії розвитку. Недостатня волога особливо критична під час формування генеративних органів, від цвітіння до утворення бобів, що може

призвести до зниження темпів росту, відпадання квітів і формування дрібного насіння.

У посушливі роки вегетаційний період гороху може скоротитися на півтора рази, зменшуючи тривалість цвітіння на 7-10 днів, що зумовлює зниження врожайності. Однак, горох має потужну кореневу систему, яка може проникати до 1 м глибини ґрунту і у критичні періоди використовувати вологу з нижніх шарів. Зайве зволоження сприяє зростанню стебла, затягуванню цвітіння та дозрівання насіння [37].

Горох належить до вологолюбних рослин, і його вимоги до вологи високі. Це завдяки потужній кореневій системі, яка дозволяє рослині видобувати вологу з глибоких шарів ґрунту. Така особливість допомагає гороху легше переносити короточасні посухи порівняно з багатьма ярими культурами.

Для формування одиниці сухої біомаси горох використовує приблизно 650-700 одиниць води. Критичний період зволоження гороху настає за 10 днів до початку фази бутонізації і закінчується в момент повного цвітіння. Горох найкраще проростає на середньозв'язаних чорноземних ґрунтах, але не витримує засолення [39].

Кількість води, необхідна для створення 1 кг сухої маси, залежно від сорту та умов вирощування, потрібна від 235 до 1658 кг [37].

Горох росте до кінця цвітіння. Чим кращі умови живлення і водопостачання, тим довше цвіте горох і вище піднімається стебло, а строки дозрівання при цьому затягуються. Найбільш ефективно на ріст стебла впливають опади, що випадають в першу половину вегетаційного періоду (сходи - цвітіння), куди входить велика частина критичного по відношенню до вологи періоду [38].

Кращими ґрунтами для гороху є чорноземні середньозв'язані суглинки з нейтральною або майже нейтральною кислотністю. Малопродатні ґрунти - щільні, глинисті, заболочені, Горох добре росте на осушених торф'яно-болотних ґрунтах. Добре росте на будь-яких ґрунтах при високій агротехніці [40].

## 1.2. Порівняльна продуктивність ярого і зимуючого горохів

Порівняння продуктивності ярого та зимуючого горохів є важливим завданням для вирощування культури гороху у багатьох країнах світу. Питання порівняння продуктивності є актуальним, оскільки вибір між ярою та зимовою формою може значно впливати на врожайність, витрати на вирощування, якість продукції та інші параметри, які можуть бути важливими для вирощування гороху.

Одно із перших досліджень порівняння продуктивності ярого та зимуючого гороху було проведене в Німеччині в 1989 році. У цьому дослідженні було показано, що продуктивність ярого гороху була вищою, ніж продуктивність зимового гороху. Автори дослідження, Герман та Шмідт [80], стверджують, що ярий горох має короткий період вегетації та високу продуктивність, тоді як зимовий горох має довший період вегетації та меншу продуктивність. У своїй статті вони рекомендують вирощування ярого гороху на більшій частині земель, приділяючи зимовому гороху менше уваги.

Дослідження, проведене в Індії в 2003 році, вказує на те, що продуктивність зимового гороху може бути вищою, ніж продуктивність ярого гороху. Автори дослідження [81], встановили, що зимовий горох має більш високу стійкість до стресів, таких як низькі температури та відсутність вологи, що дозволяє йому давати стабільний врожай у різних кліматичних умовах. Крім того, зимовий горох може бути більш високим та мати більш густу рослину, що в свою чергу дозволяє йому забезпечити більш високу продуктивність. Однак, автори також вказують, що вибір між ярим та зимовим горохом повинен базуватися на конкретних кліматичних та географічних умовах.

Проведені в Туреччині дослідження в 2015 році, показали, що продуктивність ярого гороху була вищою, ніж продуктивність зимового гороху в умовах, що характеризуються низькою вологістю ґрунту та високими температурами. Автори дослідження, Балта та Карабаг [82], встановили, що ярий горох має більш короткий

період вегетації та вищу продуктивність на південному заході Туреччини, де кліматичні умови характеризуються низькою вологістю та високими температурами. Автори дослідження рекомендують вирощувати ярий горох в умовах низької вологості ґрунту та високих температур.

У загальному, результати досліджень порівняння продуктивності ярого та зимового горохів є суперечливими та залежать від конкретних кліматичних, географічних та ґрунтових умов. Однак, багато досліджень показали, що ярий горох має коротший період вегетації та вищу продуктивність, тоді як зимовий горох може бути більш стійким до стресових умов, таких як низькі температури та відсутність вологи. Тому, вибір між ярим та зимовим горохом повинен базуватися на конкретних умовах кожної регіону.

Незважаючи на те, що продуктивність ярого та зимового горохів може залежати від конкретних умов, існують деякі загальні фактори, які можуть впливати на продуктивність обох видів гороху. Деякі з цих факторів включають в себе здатність гороху фіксувати атмосферний азот, якість ґрунту, вологість, температуру та наявність харчових елементів.

Проведене дослідження в Індії в 2017 році [84], показало, що ярий горох має вищу здатність фіксувати атмосферний азот, ніж зимовий горох. У своєму дослідженні автори встановили, що ярий горох має більш високі значення азоту у плоді та зерні, що в свою чергу може позитивно впливати на його продуктивність.

Дослідження, проведене в Пакистані в 2014 році [85], показало, що якість ґрунту може бути важливим фактором, що впливає на продуктивність гороху. Автори дослідження встановили, що ярий горох має вищу продуктивність у ґрунтах з більш високим вмістом органічних речовин та кальцію, ніж зимовий горох.

Одне з найбільш підсумкових досліджень на цю тему було проведено в Індії в 2015 році [86]. Автори порівняли продуктивність ярого та зимового горохів у трьох різних регіонах Індії з різними кліматичними умовами. Дослідження встановило, що продуктивність ярого та зимового горохів залежить від конкретних

умов кожного регіону, і не існує однозначної відповіді на питання про те, який вид гороху є більш продуктивним.

Дослідження, проведені в інших країнах, таких як Канада та США, показали, що ярий горох може бути більш ефективним у боротьбі з бур'янами [87, 88]. В одному з досліджень, проведених у Канаді в 2010 році, автори встановили, що ярий горох має більшу здатність здійснювати конкуренцію з бур'янами, ніж зимовий горох. У своєму дослідженні автори зазначили, що це може бути зв'язано з більш швидким ростом ярого гороху та його здатністю швидко заселяти ґрунт.

Порівняльні дослідження продуктивності ярого та зимового гороху показують, що продуктивність залежить від багатьох чинників, таких як кліматичні умови, ґрунтові властивості, використовувані методи обробітку та інші фактори. Інші дослідження також показали, що різні сорти гороху можуть мати різну продуктивність в різних умовах.

Наприклад, дослідження, проведене в Канаді в 2009 році, порівняло продуктивність різних сортів ярого та зимового гороху в умовах сухого клімату [89]. Дослідження встановило, що продуктивність різних сортів залежить від кліматичних умов та методів обробітку, але в цілому ярий горох мав вищу продуктивність в порівнянні з зимовим горохом.

Крім того, деякі дослідження також вивчали ефективність різних методів обробітку ґрунту та використання добрив для підвищення продуктивності гороху. Наприклад, дослідження, проведене в Іспанії в 2013 році, досліджувало ефект використання органічних та мінеральних добрив на продуктивність ярого та зимового гороху [90]. Дослідження встановило, що використання органічних добрив сприяло підвищенню продуктивності ярого та зимового гороху, але зимовий горох був більш чутливий до змін у використанні добрив, ніж ярий горох.

Отже, багато досліджень показують, що продуктивність ярого та зимового гороху залежить від багатьох факторів, таких як кліматичні умови, ґрунтові властивості та використовувані методи обробітку та добрив. Хоча деякі

дослідження показують, що ярий горох має вищу продуктивність, ніж зимовий горох в деяких умовах, інші дослідження встановлюють, що зимовий горох може бути більш продуктивним в інших умовах.

Специфікою є те, що горох, як культура не є вибагливою до тепла, а її насіння, за присутності вологи й кисню розпочинає проростати при температурі 0,5-1,0 °С, хоча значно повільно (сходи спостерігаються через 19 днів), а за температури 10-15 °С – на дев'ятий день. Необхідно відмітити, що значно сприятлива температура щодо формування генеративних органів спостерігалася при температурному режимі приблизно 20 °С, при цьому, температура яка піднялася до показника 26 °С і вище негативно впливала як на кількість, так і на якість результату врожаю.

При культивуванні, горох, окрім тепла, потребує значної кількості вологи. Перш за все, задля сприяння послідовному й правильному набубнявінню насіння та й початку ростових процесів необхідно приблизно 110% води від самої маси насіння. Значної кількості вологи при культивуванні горохової культури потрібно у бутонізаційний період та період цвітіння. Зауважимо, що під час нагромадження максимальної сирі маси, порогова величина необхідної вологи для правильного й оптимального формування одного кілограма сухої маси гороху коефіцієнт водоспоживання становить приблизно від 900 до 1300 м<sup>3</sup>/т зерна, а вологість повітря для адекватного росту й нормального розвитку гороху має становити 75%.

Варто відмітити, що при дозріванні горохового насіння та й під час інтенсивного розвитку генеративних органів культури горох показники вологості повітря та температурного режиму найбільш дієві щодо високо показника врожайності відповідно є 65% щодо вологості й 17 - 21 °С температурного режиму [34].

### 1.3. Сучасний сортовий склад зимуючого гороху

Зимуючий горох (*Pisum sativum L.*) можна використовувати як кормову та покривну культуру на південному сході та в середній частині Атлантики США; однак мінімальні зусилля були витрачені на оптимізацію генетики зимуючого гороху для виробництва кормових та покривних культур у цих регіонах. У 2015–2017 роках у Меріленді та Північній Кароліні проводилися дослідження 18 генотипів зимуючого гороху для використання у кормових та покривних культурах. Генотипи зимуючого гороху порівнювали з широко вирощуваною конюшиною малиною (*Trifolium incarnatum L.*) і викою волохатою (*Vicia villosa Roth*). Всі генотипи бобових культур збирали в чотири періоди. Зимостійкість була високою у багатьох генотипів зимуючого гороху в умовах Меріленду, що обмежувало виробництво біомаси гороху зимуючого. Захворюваність генотипів зимуючого гороху значно відрізнялася залежно від біотичних стресорів у кожному середовищі. В умовах Північної Кароліни кілька генотипів зимуючого гороху давали біомасу, аналогічну конюшині малинової та вики волохатої, залежно від термінів збирання врожаю. В умовах Меріленду біомаса конюшини малинової та вики волохатої перевищувала біомасу зимуючого гороху. Генотипи зимуючого гороху значно відрізнялися за якісними ознаками, включаючи білок, лігнін та целюлозу. Кормова цінність знизилася через затримку збору біомаси і загалом була високою. Ці результати показують широку генетичну різноманітність генотипів зимуючого гороху, перевічених на біомасу та якість [42].

Зростання вартості азотних добрив викликало новий інтерес до використання австрійського зимуючого гороху (*Pisum sativum ssp. arvense (L.) Poir*) як сидеральної культури. З 1977 по 1980 рр. у Північному Айдахо проводилися польові дослідження на пилуватому суглинку (дрібний, монтморилонітовий) для визначення дати посіву, дати збору врожаю та якості сорту австрійського зимуючого гороху - органічної речовини і азоту в складі лози. Урожай органічної речовини визначали



шляхом збирання та зважування лози з чотирирядних ділянок (1,3 м<sup>2</sup>). Зразок 1 кг з кожної ділянки висушували і вологу масу доводили до сухої в печі. Вусики гороху аналізувалися за допомогою мікро-Кьельдаля або системи Technicon Autoanalyzer II.

Австрійський зимуючий горох, посіяний на початку вересня, дав найвищі врожаї органічної речовини і азоту в вусиках. Відкладення посіву до початку жовтня зменшило утворення органічної речовини і азоту в вусиках більш ніж на 50% в обох місцях.

Сорт зимуючого гороху Мелроуз утворив найбільше органічної речовини (13,9 т/га) та азоту (321 кг/га) з п'яти оцінених ліній. Усі лінії накопичили понад 250 кг азоту в вусиках на га в середньому за обидва дослідні роки.

Чотири австрійські лінії зимуючого гороху з довгими вусиками дали в середньому 13,0 т/га під час осіннього посіву і лише 6,9 т/га при посіву навесні. Шість сортів ярого гороху (*Pisum Sativum L.*) мали в середньому 12,1 т/га, але пізній термін дозрівання дозволив би запобігти оранку в умовах сухості.

У північному штаті Айдахо австрійський зимуючий горох може дати понад 10 т/га органічної речовини, що містить мінімум 175 кг/га N [43].

У державному реєстрі сортів України зареєстровано два сорти гороху зимуючого типу розвитку:

- Балтрап, номер заявки 19559001, рік державної реєстрації – 2022;
- НС Мороз, номер заявки 12001010, рік державної реєстрації – 2016 [136].

#### **1.4. Вплив норми висіву на формування оптимального стеблестою і продуктивність зимуючого гороху**

Забезпечення максимальної урожайності сучасних сортів гороху досягається завдяки інтенсифікації технологій [9, 10, 19].

Дослідники вказують на те, що актуальність встановлення оптимальної норми висіву сортів гороху для певних ґрунтово-кліматичних умов є найважливішою задачею [11].

Оптимальна густота посіву гороху залежить від біологічних особливостей сорту та ґрунтово-кліматичної зони вирощування. Норма висіву підбирається таким чином, щоб забезпечити належну щільність посіву, що сприяє високому врожаю. У різних умовах норма висіву може коливатись в межах від 0,8 до 1,4 мільйонів схожих насінин на гектар [20, 21].

У посушливих умовах аграрії висівають насіння менше, ніж у зоні достатнього зволоження [22].

Правильно відібраний режим висіву сприяє високій адаптивності, що дозволяє ефективно відновлювати метаболічні процеси після стресових факторів, особливо важливо з урахуванням змін і нестабільності клімату. Основні характеристики, які визначають рівень адаптивності гороху, включають високий показник збору врожаю, тип росту стебла, одночасне досягнення зрілості, стійкість до захворювань та обсіпання, а також великий потенціал для отримання врожаю [23, 24].

Продуктивність посівів значно залежить від оптимальної густоти рослин та належного живлення елементами. Тому важливо дослідити, як різні норми висіву впливають на густоту та продуктивність рослин, а також на структуру врожаю. Оптимальна густота рослин перед збиранням є ключовим показником правильності встановлення норми висіву під час сівби, що визначається шляхом проведення

польових дослідів. При різних ґрунтово-кліматичних умовах, норма висіву може значно впливати на реалізацію потенціалу врожайності гороху [25].

Проведені дослідження показали, що норми висіву мають значний вплив на структуру врожаю гороху. Збільшення норми висіву насіння з 0,9 до 1,4 млн/га призвело до зменшення кількості бобів на рослині з 4,8 до 4,5 штук, кількості зерен у бобі з 6,9 до 6,1 штук та кількості зерен з рослини з 33 до 27,6 штук. Основним показником продуктивності, маса зерна з рослини, також знизилась внаслідок загушення посівів, а саме з 9,70 до 7,05 г, а маса 1000 зерен - з 291,0 до 255,8 г.

Дослідники також виявили залежність зернової продуктивності гороху сорту Мадонна від метеорологічних умов року та норм висіву насіння. Урожайність зерна гороху коливалась не лише залежно від умов року, але й під впливом різних норм висіву насіння. Зокрема, при нормі висіву 0,9 млн/га, середня урожайність становила 6,34 т/га. При підвищенні норми висіву до 1,0 та 1,1 млн/га, урожайність зростає і становила відповідно 6,52 та 6,55 т/га, що перевищує норму висіву 0,9 млн/га на 0,18 та 0,21 т/га. Збільшення норми висіву до 1,2; 1,3 та 1,4 млн/га призводило до послідовного зменшення урожайності. Наприклад, при нормі висіву 1,4 млн/га, загушення посівів спричинило зниження урожайності до 6,15 т/га, що на 0,40 т/га (6,11%) менше порівняно з варіантом висіву 1,1 млн/га [26].

Поряд з наведеними факторами на ступінь забур'яненості посівів гороху впливає норма висіву. Зокрема, через розрідженість посіву культурні рослини не можуть пригнічувати розвиток бур'янів. В умовах Полтавської області за норми висіву гороху 0,8; 1,0 і 1,2 млн нас./га чисельність бур'янів перед збиранням урожаю становила відповідно 34,3; 26,1 і 21,7 шт./м<sup>2</sup> [28]. Крім того, у зріджених посівах гороху досягти зменшення конкуренції бур'янів до безпечного рівня можна лише за допомогою послідовного внесення ґрунтового та післясходового гербіцидів. За оптимальної густоти стояння для досягнення ефекту достатньо застосувати один із гербіцидів [27].

Незважаючи на великий дефіцит рослинного білка, посівна площа гороху впродовж останніх двадцяти років в Україні зменшилися з 1,1 млн га до 0,4 млн га у 2004 році та 258 тис. га у 2011 році, а врожайність і з 2,2 до 1,2-1,3 т/га [29].

Норми висіву гороху, рекомендовані в Україні, складають 1,2-1,4 млн насінин на 1 га. Проте, у зв'язку із зміною напряму селекції гороху в останні 15-20 років у бік короткостебловості, підвищення збирального індексу, міцностістебла та продуктивного стеблоутворення, безлисточковості й пов'язаною з нею стійкістю до вилягання, впровадженням нових регіональних технологій вирощування гороху з використанням гербіцидів, стимуляторів росту, бактеріальних препаратів та ін., виникла потреба перегляду загальноприйнятих рекомендацій норм висіву гороху, пов'язаних із щільністю висіву [31]. Для більшого накопичення продуктів фотосинтезу необхідно якнайшвидше створити оптимальну листову поверхню, а цього можна досягти лише при правильному виборі норми витрат насіння [32].

Дослідження показують, що вплив норми висіву на формування урожайності зерна гороху є добре вивченим. Незалежно від густоти посіву, якість та урожайність зерна знижуються. Застосування низької норми висіву призводить до зменшення зборів зерна з одиниці площі і зріджені посіви стають більш забур'яненіми. Загущені посіви страждають від нестачі світла, мають менш розвинену кореневу систему та знижують біологічну фіксацію азоту з атмосфери [41]. При достатньому зволоженні та надмірному загущенні, зернова урожайність не збільшується, а якість зерна погіршується через недостатнє заповнення, ураження шкідниками і хворобами та інші проблеми. Густі посіви призводять до надмірного нагромадження вегетативної маси, що спричиняє зігнутість та гніль знизу, ускладнюючи збір врожаю. Звідси зменшення урожайності стає ще більш проблематичним. З іншого боку, зріджені посіви зазнають впливу бур'янів і також знижують зернову урожайність [33].

Кращими методами сівби культури горох є вузькорядний й рядковий. Адже для прискореного розмноження насіння новітнього сорту в зрошуваних умовах

дослідниками рекомендується широкорядна сівба з міжряддям п'ятдесят сантиметрів і нормою висіву відповідно має бути 400-450 тис./га насінин.

Норма висіву горохового насіння в звичайних посівах у залежності від низки елементів коливається від 0,9 до 1,9 млн нас./га . З досвіду культивування гороху у зарубіжних країнах науковцями визначено оптимальне загущення норми висіву горохової культури, що становить в межах 0,8-1,2 млн нас./га подібних насінин, така норма протидіє виляганню рослини, що сприяє ефективному зібранні урожаю із високими показниками збору.

Щодо глибини загортання насіння, то її диференціюють, знов ж таки, у залежності від структури складу ґрунту, енергії проростання насіння, термінів й методів сівби. На важких за механічним складом ґрунтах, схильних до запливання, культуру горох сіють на глибину чотири із половиною сантиметра, а на середніх і легких відповідно шість сантиметрів, на супіщаних – до десяти сантиметрів [34].

Також слід відмітити, що кількість рослин на одиницю площі на початку вегетації рослин значною мірою залежить і від таких факторів, як біологічний потенціал посівного матеріалу і його передпосівної обробки (протруювання, інокулювання), строків, норми висіву та глибини загортання [36].

Подібні дослідження також проводилися на станції ОДСДС НААН, нині ОДСДС ІКОСГ НААН разом з Миколаївським національним аграрним університетом. Метою досліджень було визначення впливу сортових особливостей рослин, норм висіву насіння на фотосинтетичну діяльність посівів та урожайність зерна гороху зимуючого в умовах півдня України. Методи досліджень: польовий, лабораторний, розрахунковий, статистичний. У результаті досліджень було вивчено особливості наростання надземної маси рослин, фотосинтетичної діяльності посівів та формування урожайності зерна сортів гороху зимуючого. Виявлено оптимальну норму висіву насіння гороху зимуючого, за якої повною мірою реалізується генетичний потенціал сортів. Встановлено норму висіву насіння, за якої рослини гороху зимуючого формували максимальну площу

листяної поверхні. Дослідженнями встановлено, що у більшості випадків максимальний рівень урожаю біомаси сформовано за мінімальної густоти рослин у фазі бутонізації. Зі зростанням густоти поступово зменшується біомаса, що є надійною ознакою суттєвої переваги посівів з меншими нормами висіву за показниками продуктивності фотосинтезу. Визначено, що найвищу врожайність зерна гороху зимуючого, в середньому за роки досліджень і за досліджуваними нормам висіву, сформував сорт Ендуро. Дослідженнями встановлено, що зимуючий горох формує невелику площу листової поверхні, яка відзначається високим рівнем відмінності за продуктивності при понижень нормі висіву [131].

Так як горох зимуючий в нашій країні був недостатньо вивчений, а розвиток гороху істотно відрізняється лише на ранній стадії, варто звернути увагу на зимуючі форми.

### **Висновки до розділу 1:**

Результати аналізу літературних джерел, що стосуються вирощування гороху, свідчать про можливість покращення окремих елементів технології та самої технології в цілому при вирощуванні гороху різних типів розвитку. Для досягнення врожайності зерна на достойному рівні і стабілізації виробництва гороху впродовж років, необхідно провести дослідження наступних питань:

- 1) питання вибору сорту та норми висіву вимагає докладнішого вивчення;
- 2) на даний момент немає єдиної думки щодо загальної норми висіву. Хоча виробники і вказують на густоту 1,1-1,4 млн насінин на 1 га, але в Степу ця норма може буде значно знижена;
- 3) для Степу, де є недостатнє зволоження, ще не встановлені економічно обґрунтовані норми висіву насіння різних сортів гороху. Тому потрібно уточнити цей елемент технології.

Отже, відсутність ефективної технології вирощування гороху в Степу України вимагає оптимізації основних елементів технології, зокрема вибору сорту, норм висіву. Ця робота присвячена вирішенню цих проблем.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика зони Південного Степу України

Південна та Південно-Східна частини України складають Степову зону, яка становить 46,5% від загальної площі сільськогосподарських угідь держави. Зона поділяється на Північну та Південну підзони, залежно від ґрунтових умов, параметрів теплового режиму та зволоження території. Перехідна лінія між цими підзонами визначається наявністю чорноземів звичайних на південній частині [44].

Найбільша область в Україні - Одеська, розташована на південному заході країни. На півночі межує з Вінницькою і Кіровоградською областями, на сході - з Миколаївською. З південної і південно-східної сторони омивається Чорним морем, а на південному заході - має кордон з Молдовою та Румунією. Однією з особливостей географічного розташування області є її приморське та прикордонне положення. Широкий вихід в Азово-Чорноморський басейн та потужних річкових магістралей - Дунаю, Дністру, Дніпру, надають області великі переваги у транспортно-географічному положенні. Більша частина території області знаходиться у Причорноморській низовині, а в північну та північно-західну її частини уклинюються відгини Подільської височини. Поверхня переважно рівнинна з перетинанням глибокими долинами річок, ярами та балками.

Одеська область розташована у двох природних зонах України – Степовій та Лісостеповій. На півночі її територія переходить у лісостеп, а середня та південна частини – у степ. У цій області переважають темно-каштанові ґрунти й чорноземи, хоча Степи розорані й лісів мало. Багато лісозахисних смуг. Географічне положення області впливає на її природні багатства – значні агропромислові ресурси та могутній рекреаційний потенціал завдяки приморському положенню. Оскільки територія області витягнута з півночі на південь, а Південна частина омивається



водами Чорного моря, кліматичні й природні умови різняться в окремих районах, що впливає на ландшафтну структуру. [44].

Ґрунтовий покрив Степу розтягується з південно-західного на північно-східний напрям на 1100 км і з півночі на південь на відстань до 500 км. Загальна площа Степу становить 25 млн га, що дорівнює 40% території України. Сільськогосподарські угіддя займають 16,4 млн га, з яких рілля займає 13,3 млн га, що складає 82% [76].

Українські Степи характеризуються неоднорідним рельєфом, оскільки розміщені на чотирьох різних геоморфологічних рівнях: бузькодністровському, донецькому, придніпровському і причорноморському. Ці рівні мають власну структуру, висоту та характер поверхні, що визначається впливом неотектонічних та екзогенних процесів.

У центральній і південно-західній частинах зони знаходиться Причорноморська низовина, яка представлена плоскою або слабо розчленованою місцевістю з неглибокими балками. Характерним для Чорноморського Степу є поодинокі підняті місцевості - западини, які можуть мати площу до кількох гектарів і більше. Ці западини розташовані в південно-західному напрямку з пологими лівими схилами та досить крупними правими схилами.

Північна частина зони на правому березі Дніпра розчленована відрогами Придніпровської височини, а на лівому березі в межах зони розташовуються південні райони Придніпровської низовини. На північному заході рельєф розчленований глибокими балками, і тут простягаються південні відгородження: Подільська і Центрально-Молдовська височини. На сході Степи перетинаються зони Донецької та Приазовської височин, які мають глибокі долини [46].

Степова зона знаходиться на південному заході євразійського простору, що визначає кліматичні особливості, такі як сонячна радіація, теплові ресурси, зволоженість, тривалість безморозних та вегетаційних періодів. Загалом, річні суми сонячної радіації в степовій зоні складають 5230 МДж/м<sup>2</sup>, а річний радіаційний

баланс коливається в межах від 1900 до 2210 МДж/м<sup>2</sup>. У січні середні температури коливаються від мінус 7,6 °С на півночі до мінус 2 °С на півдні, а середня липнева температура змінюється від 20 до 24 °С. Річна сума температур понад 10 °С становить 2800-3600 °С, що на 600-1000 °С більше, ніж у Лісостепу. Період без настання морозів триває 160-220 днів, а період активної вегетації – 160-295 днів. Середньорічні температури повітря зростають від 7,5 °С на північному сході до 11 °С на південному сході зони.

Південна зона знаходиться на південь від осі підвищеного атмосферного тиску, відомого як ось Войейкова, що впливає на атмосферну циркуляцію. В степовій зоні переважає західне перенесення вологих повітряних мас, але східні та північні східні континентальні маси, а також середземноморські тропічні повітряні маси грають важливу роль у формуванні степового клімату. Атлантичні циклони часто не досягають степової зони, що призводить до меншої кількості річних опадів порівняно з іншими зонами. Річні суми опадів становлять приблизно 450 мм на півночі зони та зменшуються до 350 мм на півдні. Висока випаровуваність є характерною рисою степів, яка коливається в межах 700-880 мм на півночі та до 900-1000 мм на півдні зони. Коефіцієнт зволоження змінюється від 1,2 до 0,8.

У степовій зоні дефіцит вологи впливає на фізико-географічні процеси і формування гідрографічної мережі. В залежності від умов зволоженості, теплозабезпеченості, характеру ґрунтового покриву, природної рослинності та інтенсивності сільськогосподарського використання степова зона поділяється на підзони: північностепову, середньостепову, південностепову (сухостепову). Такий поділ обумовлений поширенням типових зональних і підтипових (підзональних) степових ландшафтів з їх внутрішньо-підзональними та регіональними відмінностями [47].

Сильні вітри та бурі є характерними для більшої частини Степу, особливо часто вони повторюються в Херсонській, Миколаївській і Запорізькій областях, а

також у Центральних районах Криму, східних районах Луганської області та Одеській області [46].

Кліматичні ресурси є важливим природним багатством, особливо в контексті сільськогосподарського виробництва. Відомо, що отримати високі врожаї зерна можна тільки за умови вирощування культур на належному агротехнічному рівні з урахуванням впливу погоди та клімату [47]. На основі кількісної оцінки кліматичних факторів можливе комплексне вивчення закономірностей формування врожаю рослин у системі "грунт - рослина - атмосфера", його прогнозування та програмування [52]. Для вирощування озимих зернових в незрошуваних умовах в ґрунтово-кліматичній підзоні Південного Степу важливе отримання дружних сходів у стислих строках. У зв'язку з видовженням Одеської області в меридіальному напрямі спостерігається значна зміна кліматичних елементів. Територію Одеської області розділяють на агрокліматичні райони, основу яких складає градація тепло- та вологозабезпеченості рослин у вегетаційний період. В Одеській області за температурним режимом виділяють чотири зони, які відрізняються від сусідніх сумою температур близько  $200^{\circ}\text{C}$ , залежно від кількості опадів, що випадають за певний період з температурою вище  $10^{\circ}\text{C}$ , і поділяються на підзони.

Агрокліматичні райони Одеської області поділяються на наступні:

1. Північний агрокліматичний район (помірно теплий), який характеризується найменшим теплозабезпеченням рослин. Сума температур вище  $10^{\circ}\text{C}$  змінюється в межах від 2800 до 3000  $^{\circ}\text{C}$ . Район умовно можна розділити на два підрайони: Іа та Іб, за ступенем вологозабезпеченості. В підрайоні Іа випадає атмосферних опадів за період з температурою вище  $10^{\circ}\text{C}$  в межах 250-300 мм, а ГТК змінюється в діапазоні від 0,9 до 1,0. У підрайоні Іб кількість атмосферних опадів за той же період складає близько 250 мм, а ГТК дорівнює 0,8-0,9. Річна кількість опадів збільшується в напрямку з південного сходу на північний захід до 390-460 мм. Середня температура повітря за липень коливається в межах від 24 до

27°C на півдні-сході, а максимальна температура повітря досягає 37-39°C. Тривалість безморозного періоду становить 170-180 днів на рік, причому північніші частини району характеризуються меншим безморозним періодом. Середні з абсолютних річних мінімумів температур характеризують умови перезимівлі рослин пшениці озимої. Температури зменшуються від мінус 20 до мінус 23°C у напрямку від півдня на північ і можуть спостерігатися значно більші зниження до мінус 30-33 °C у дуже морозні зими. Цей район єдиний, де формується стійкий сніговий покрив, і середня тривалість періоду стійкого покриву снігом іноді становить 50-70 днів.

2. В агрокліматичному районі Центрального регіону характерний теплий клімат. Для оцінки теплового режиму використовують суми середніх добових температур, які становлять 3000-3200 °C зі значеннями понад 10 °C. У районі виділено два підрайони Па та Пб, залежно від вологозабезпечення. В підрайоні Па вологозабезпеченість вища, а в Пб - нижча. Сума опадів з температурою повітря понад 10 °C від 240-280 мм у підрайоні Па до менше 250 мм у Пб. Показник ГТК становить 0,8-0,9 у Па і 0,7-0,8 у Пб. Річна кількість атмосферних опадів зростає від південно-сходу до північно-заходу району і становить від 350 до 450 мм. Липень характеризується середньою температурою повітря 26-28 °C, а максимальна температура може сягати 38-39 °C. Річний мінімум температур змінюється в діапазоні мінус 20 до мінус 22 °C. В окремі зими можна спостерігати мінімальну температуру повітря в межах мінус 29-31°C. Сніговий покрив не є стійким і тривалість безморозного періоду в середньому становить від 180 до 190 днів.

3. Центральний агрокліматичний район (дуже теплий) характеризується значними сумами температур вищими за 10 °C, що становлять 3200-3400 °C. Кількість атмосферних опадів у районі коливається в межах 350-400 мм на рік. Підрайон недостатньо зволожений з ГТК в межах 0,7-0,8. Середня температура повітря за липень становить близько 27 °C. Тривалість безморозного періоду становить до 200 днів на рік. Мінімальна температура коливається в межах від мінус

18 до мінус 20 °С, але в окремі роки може знижуватися до мінус 28-29 °С, дуже рідко – до мінус 38-39 °С.

4. Південний агрокліматичний район є спекотним і відрізняється високими сумами ефективних температур, які змінюються від 3400 до 3600 °С. Цей район є підсушливим з коефіцієнтом гідротермічного коефіцієнта (ГТК) 0,7 та річною кількістю атмосферних опадів в межах 350-400 мм. Середня температура повітря в липні складає близько 27 °С. Хоча цей район є спекотним, проте безморозний період в ньому триває довше, ніж в інших районах, а саме 210 днів і більше на рік. Максимальна температура повітря в окремі роки може досягати 36-38 °С, а середня мінімальна температура становить мінус 17-18 °С. У деякі роки, температура може знизитися до мінус 27-28 °С [44, 86].

За агрометеорологічними умовами ця зона класифікується як регіон ризикового землеробства. У цій зоні періодично (3-4 роки на десятиріччя) спостерігаються несприятливі погодні умови, зокрема нестача опадів, які негативно впливають на появу сходів, ріст, розвиток та формування врожайності озимих культур.

## **2.2. Характеристика ґрунтового покриву зони і дослідного поля**

Степові ґрунти України мають високу потенційну родючість. За відношенням вірогідної родючості до оптимального забезпечення ресурсами до родючості еталонного ґрунту (чорнозему слаболужного) для чорноземів це відношення становить 0,96-1,00, а для темно-каштанових ґрунтів – 0,86. Проте, у виробничій практиці навіть за високого рівня агротехніки це відношення часто складає відповідно 0,56-0,63 і 0,53-0,56, зменшуючись у цих межах із заходу на південний схід степової зони. Переважаючи у Степу чорноземи всіх підтипів і темно-каштанові ґрунти мають високу загальну пористість, що свідчить про їх високу волого- й повітряну ємність. Проте, на дерново-підзолистих ґрунтах і на солонцях пористість

значно нижча (в межах 38-42% і 40-46% від щільності складення відповідно). Показники аерації ґрунтів степової зони високі – від 33,1% до 43,3%, за винятком середньосолонцюватих і солонців, на яких вона знижена (від 27,4% до 31,0%). Нормальна аерація спостерігається у випадках, коли при зволоженні до найменшої вологоємкості залишаються вільними 20-40% пор, проте не менше, ніж 15-20%. Ґрунтоутворювальними породами в Степу є лесоподібні, алювіальні, озерні, солонцеві, делювіальні, пролювіальні відклади [54].

Територія Одеської області має високий аграрний потенціал завдяки своїм земельним ресурсам, головним чином чорноземним ґрунтам з високою родючістю. Крім того, регіон має винятково високий рекреаційний потенціал завдяки своїм природним багатствам, таким як тепле море, лікувальні грязі, мінеральні води і морські пляжі. Одещина також славиться своїми унікальними екосистемами, такими як водноболотні угіддя, що формують високий біосферний потенціал регіону. Рослинність степової зони, що переважно складається з багаторічних сухолюбних видів трав, таких як ковили, кореневищні злаки, дводольні рослини і ефемери, відіграє важливу роль у формуванні ґрунтового покриву [55].

В цій зоні, ґрунтові процеси протягом тривалого часу визначалися особливостями накопичення та розкладу органічної маси степової рослинності. Більше 75% річного надходження 25-30 т/га органічної маси, складається з відмерлих коренів, що накопичується у верхніх шарах ґрунту. Завдяки короткому циклу розвитку трав'яних рослин, кругообіг мінеральних речовин під їх покривом значно більший порівняно з лісовими територіями [53, 56].

Чорноземи звичайні та чорноземи південні є найпоширенішими ґрунтами у степовій зоні, займаючи відповідно 66,3% і 20,2% сільськогосподарських угідь. Зокрема, чорноземи південні є характерними для Причорноморської низовини на схід від Дністра і займають 3322 тис. га, або 91,2% від їх загальної площі. У цих ґрунтах присутня диференціація профілю, з щільним горизонтом, який збагачений

на мулисту гранулометричну фракцію. Виразність цього горизонту зростає з півночі на південь. [57].

Вміст гумусу в ґрунтах залежить від їх географічного положення та гранулометричного складу. У важкосуглинкових чорноземах вміст гумусу коливається від 3,0% до 3,5%. Серед південних чорноземів, важкосуглинкові ґрунти переважають на 86,1%. Ці ґрунти мають добру мікроструктуру, тому що мікроагрегати з фракціями більше 0,01 мм становлять більшість (78-90%).

В південних чорноземах менше гумусу і відносно менша родючість, порівняно зі звичайними чорноземами, що пояснюється меншою кількістю органічного матеріалу та лужною реакцією (рН 7,6-7,9). Загальний вміст азоту становить 0,1-0,2%, фосфору – 0,1-0,15%, у тому числі рухомого від 40 до 120 мг/кг, обмінного калію – 3-12 мг/кг ґрунту [54].

Дослідне поле Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН, нині Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН розташоване на чорноземах південних незмитих важкосуглинкових, які є типовими зональними ґрунтами в даній області. Глибина гумусового горизонту становить 50-55 см, а орний шар ґрунту має товщину 25 см та наступні агрохімічні характеристики: вміст гумусу за Тюріним складає 2,95%, сума ввібраних основ – 301-342 мг/кг ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту – 113-138 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору за Чириковим – 114-131 мг/кг ґрунту, обмінного калію за Чириковим – 101-111 мг/га ґрунту, ґрунтова реакція підґрунтя складає 7,8. Варто зазначити, що серед елементів живлення, калій знаходиться у мінімумі.

### 2.3. Погодні умови в роки досліджень

У формуванні продуктивності сільськогосподарських культур ключову роль відіграють погодні умови та сучасні технології. Аналізуючи умови навколишнього середовища і реакцію культур на них, ми можемо обґрунтувати функціональну здатність рослин і максимально використати їх потенціал у кожній ґрунтово-кліматичній зоні. Це важливо не тільки для вибору відповідних сортів для кожної зони, але й для вдосконалення окремих елементів технології вирощування.

На ОДСДС НААН, нині ОДСДС ІКОСГ НААН, за останні роки, відбувалися істотні коливання метеорологічних показників, включаючи середньодобові температури повітря та кількість опадів (рис. 2.1.1, 2.1.2), (табл. 2.3.1, 2.3.2), (Додаток А, таблиці А.1 - А.4).

У наших дослідженнях рівень вологозабезпеченості був достатнім лише у другий та третій рік досліджень, але в 2020 році культура зазнала значний дефіцит вологи (табл. 2.3.1):

Таблиця 2.3.1

#### Середньомісячна температура повітря в роки проведення досліджень, °С

Місяць	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середня за місяць
Вересень	18,70	20,70	16,05	18,10	18,39
Жовтень	13,80	16,20	10,73	17,10	14,46
Листопад	9,30	6,35	7,90	8,50	8,01
Грудень	4,60	3,94	2,67	6,30	4,38
Січень	-1,80	1,50	0,05	0,50	0,06
Лютий	2,27	4,14	0,77	3,75	2,73
Березень	4,68	8,27	4,13	3,66	5,19
Квітень	8,27	10,46	8,67	9,60	9,25



Травень	15,60	13,19	15,18	15,95	14,98
Червень	26,12	21,50	20,08	23,80	22,88
Липень	22,40	24,42	24,50	22,80	23,53
Серпень	23,48	23,65	23,86	23,90	23,72
За рік	12,28	12,86	11,22	12,83	12,30

В 2019 році середня річна температура становила 12,28 °С. У 2020 році спостерігалось подальше, але незначне зростання температури – це значення склало 12,86 °С, що більше середньої річної температури 2019 року на 0,58 °С. Також у цьому році, у порівнянні з усіма роками досліджень, було зафіксована найбільша середньорічна температура взагалом. У 2021 році річна температура зменшилася у порівнянні з 2020 роком на 1,64 °С. У 2022 році спостерігалось істотне збільшення температури повітря до 12,83 °С, що на 1,61 °С більше за 2021 рік і менше на 0,03 °С ніж за 2020 рік.

Для формування найкращої врожайності гороху найбільше значення має температура повітря під час проходження рослиною вегетаційного періоду. Як можна побачити (рис. 2.1.1), у період проходження зимуючого і ярого гороху вегетації, в цілому, середня температура була в межах норми.

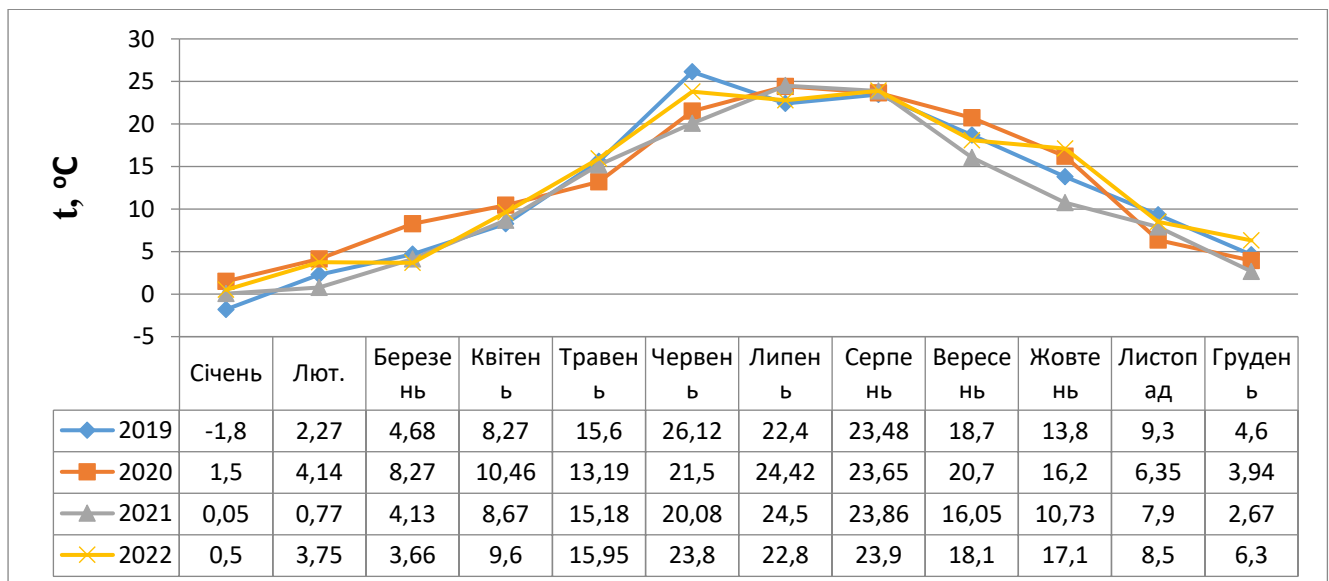


Рис. 2.1.1. Динаміка середньомісячних температур повітря за 2019-2022 рр.

Істотне збільшення температури спостерігалось у червні місяці, що для зимуючого гороху, який в цей місяць проходить фазу повної стиглості, не знає великих проблем, що не скажеш про ярий горох. Але не стільки температура повітря спричинила проблеми для отримання очікуваної врожайності, скільки на це вплинули середні опади (табл. 2.3.2):

Таблиця 2.3.2

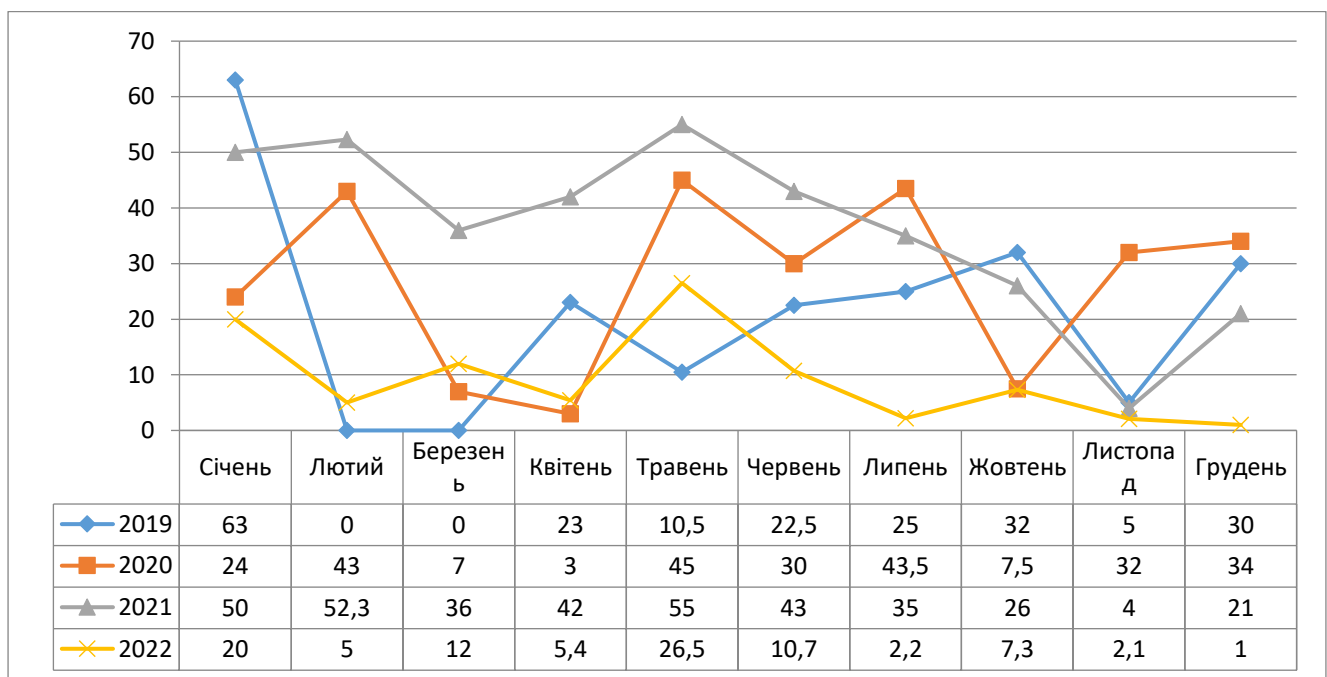
**Сума опадів у роки проведення досліджень, мм**

Місяць	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середні багаторічні
Вересень	3,0	31,0	18,0	24,1	19,0
Жовтень	32,0	7,5	26,0	7,3	72,8
Листопад	5,0	32,0	4,0	2,1	43,1
Грудень	30,0	34,0	21,0	1,0	86,0
Січень	63,0	24,0	50,0	20,0	157,0
Лютий	0	43,0	52,3	5,0	100,3
Березень	0	7,0	36,0	12,0	55,0
Квітень	23,0	3,0	42,0	5,4	73,4
Травень	10,5	45,0	55,0	26,5	137,0
Червень	22,5	30,0	43,0	10,7	106,2
Липень	25,0	43,5	35,0	2,2	105,7
Серпень	29,0	5,0	33,0	13,8	80,8
Сума опадів за рік, мм	243,0	305,0	415,3	130,1	-
Середня річна сума опадів, мм	20,2	24,6	35,1	10,1	78,1

Для отримання очікуваної врожайності, гороху, в основному, потрібно від 400 мм до 600 мм осадків на протязі вегетаційного періоду. На момент 2019 року

кількість опадів становила 243,0 мм, а середня річна сума опадів склала 20,2 мм, що вже є недостатньою кількістю для початку вегетації для зимуючого гороху, який був посіяний в 2019 році у жовтні місяці (32 мм). Ситуація трохи вирівнюється у наступний рік, але загальних опадів все ще не достає до бажаного мінімуму для гороху. Кількість опадів за 2020 рік становило 305,0 мм, середня річна сума опадів склала 24,6 мм. Але можна побачити, що ситуація покращилася на третій рік дослідження – 2021 рік і кількість опадів становило 415,3 мм, середня річна сума опадів – 35,1 мм. За кількістю опадів 2022 р. показав найгірший результат – 130,1 мм та 10,1 мм в середньому за рік.

Для більш детальної оцінки кількості опадів і для наочного порівняння, була створена діаграма (рис. 2.1.2):



**Рис. 2.1.2. Динаміка зміни середньої кількості опадів за місяць на протязі 2019-2022 рр. в період вегетації гороху**

Дана діаграма лише підтверджує вищесказане і додаткових коментарів не потребує.

## Висновки до розділу 2:

- 1) Кліматичні характеристики Південного Степу України відзначаються високим потенціалом температурних режимів та значним рівнем сонячної радіації, але при цьому виявляється недостатність атмосферних опадів. Неодноразово, кожні 3-4 роки протягом десятирічного періоду, спостерігаються неблагоприятні метеорологічні умови, які негативно впливають на ріст, розвиток та урожайність зернобобових культур, зокрема гороху. Ці умови включають в себе наступне: недостатність опадів у осінній період; відсутність снігу взимку; утворення поверхневої льодової кірки взимку; глибоке промерзання ґрунту до 50 см; посухи та відсутність корисних опадів у весняно-літній період; пилові бурі; ерозія ґрунту; короткочасні та інтенсивні дощі та інші агрометеорологічні фактори.
- 2) Посухи та різкі дощі є особливо небезпечними для сільськогосподарського сектора. Погодні умови вегетаційного періоду для гороху в розглянутому періоді досліджень можуть коливатися з року в рік, але вони є типовими для регіону Південного Степу. Це дозволяє рекомендувати отримані результати для широкого впровадження в системи землеробства, специфічні для цієї зони.
- 3) Одеська область має родючі ґрунти, які забезпечують сільськогосподарські культури, включаючи горох, необхідними поживними речовинами. Проте, для отримання високих та економічно виправданих врожаїв гороху, потрібно вносити елементи живлення, яких недостатньо в ґрунті.
- 4) Погодні умови в роки досліджень були ризиковими для вирощування гороху. Кількість опадів 2019 р. та у 2022 р. створювали умови недостатку вологи, що вплинуло на врожайність.

## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Загальнометодична характеристика дослідю

Польові дослідження проведено на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської станції НААН України, нині Одеської державної сільськогосподарської станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в 2019-2022 роках за допомогою та консультуванням доктором с.-г. наук, професором Січкарем В'ячеславом Івановичем з метою оптимізації технології вирощування гороху на південному чорноземі, 2,9-3,4% гумусу в 10-30 см шарі.

Для виконання робочих гіпотез і завдань було розроблено схеми трьох дослідів. Проведення польових дослідів відбувалися відповідно до загальноприйнятої методики, яку описав Ушкаренко В.О., 2019 рік [128].

Дослідне поле розташоване у смт. Хлібодарське, Біляївського (нині Одеського) району, Одеської області. Зміст доступний макроелементів у ґрунті під час років дослідження було: N (легкогідролізований) - 2,60 мг/100г ґрунту (відповідно до чинного ДСТУ 7863:2015); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 6,25 мг/100 г ґрунт; і K<sub>2</sub>O - 17,4 мг/100 г ґрунту (відповідно до чинного ДСТУ 4115:2002).

Основний дослід мав такий порядок розміщення ділянок (табл. 3.2.1.):

Схема розміщення ділянок в досліді

I повторність			III повторність		
C <sub>1</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
C <sub>2</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>3</sub>
C <sub>1</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub>
II повторність			IV повторність		
C <sub>1</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>
C <sub>1</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>

*Примітка: C1 – сорт Мороз; C2 – сорт Ендуро; C3 – сорт Балтрап; H1 – норма посіву 0,7 млн насіння/га; H2 – норма посіву 0,9 млн насіння/га; H3 – норма посіву 1,1 млн насіння/га; H4 – норма посіву 1,3 млн насіння/га.*

Розмір ділянок та розташування: у масиві посіву ділянки 15 м<sup>2</sup> (10 x 1,5 м). Захисна смуга: 6 м. Повторність дослідів – чотирьохразова.

У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів:

*Фактор № 1. Тип розвитку.* Об'єктом дослідження були два типи розвитку гороху – зимуючий і яровий. Завданням досліджень було виявлення найбільш ефективного типу розвитку для Південного степу України.

*Фактор № 2. Ефективність сортів в залежності від типу розвитку.* У досліді вивчали три сорти зимуючого гороху Мороз, Ендуро та Балтрап і два сорти ярого типу Світ та Дарунок Степу. Доцільність вивчення саме цих сортів пов'язано з тим, що в Україні – це є найбільш поширеними сортами, які були внесені в реєстр сортів України. Всі ці сорти відзначилися добрим результатом на Півдні країни.

*Фактор № 3. Норми висіву.* При вивченні ефективності сортів, використовували чотири норми висіву: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3 млн насінин/га. Діапазон норм висіву був обраний з аналізу рекомендацій виробників і літературних джерел.

### 3.2. Методика супутніх досліджень

Для виконання завдань дисертаційної роботи було проведено ряд спостережень, здійснено обліки та проведений аналіз наступних даних.

Для здійснення фенологічних спостережень, що включали встановлення часу появи таких фаз як сходи, бутонізація, цвітіння, утворення плодів, налив зерна, фізіологічна стиглість, а також для обліку густоти рослин на етапі сходів і перед збиранням врожаю, була використана "Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2001)" [4].

Для оцінки виживаємості рослин було встановлено співвідношення між кількістю рослин перед збиранням та їх кількістю на етапі сходів.

Для визначення структури врожаю було застосовано аналіз пробних снопів за наступними показниками: кількість бобів з рослини, кількість зерен з рослини, маса зерна з рослини, маса 1000 зерен.

Площу фотосинтезуючої поверхні гороху вимірювали методикою «Прискореного визначення площі листової поверхні сільськогосподарських культур за допомогою комп'ютерної технології» [125]. Суть методу: на сканер кладеться щільна прозора плівка, на плівку розкладається листя досліджуваної рослини, поверхня яких повинна бути попередньо просушена. Листя щільно притискається до скла експонування кришкою сканера. Листові платівки скануються. Отриманий результат зберігається у вигляді бінарного зображення (двоколірного, що іноді називається чорно-білим). Отримане бінарне зображення завантажується в програму APFill Ink&Toner Coverage Meter, запускається розрахунок площі заповнення листа чорнилом і після короткого проміжку часу дослідник отримує показник заповнення поверхні листа чорнилом, виражений у відсотках. Далі шляхом розрахунків за запропонованою методикою отримуємо площу сканованого листя. Використовуючи розроблену методику, дослідник отримує можливість

оцінити площу покриття сторінки формату А4 листям досліджуваної культури, а далі екстраполювати отримані дані для визначення листової поверхні рослин, що фотосинтезують на певній площі посіву.

Вміст хлорофілу «а» і «в» був визначений спектрофотометричним методом на спектрофотометрі NanoDrop 2000. Відомий метод заснований на дослідженні спектрів поглинання в ультрафіолетових (200-400 нм), видимих (400-760 нм) та інфрачервоних (> 760 нм) областях спектру.

Для оцінки хлорофілу відбирали 1 г свіжозрізаних і добре перемішаних репрезентативних зразків листя. Їх подрібнювали до дрібнодисперсного стану з додаванням 20 мл 80% охолодженого ацетону. Їх центрифугували при 5000 об/хв протягом п'яти хвилин при 4°C і осад переносили в мірну колбу на 100 мл. Залишок знову подрібнювали в 20 мл 80% охолодженого ацетону, центрифугували і рідину, що випала, переносили в ту ж мірну колбу. Цю процедуру повторювали, поки залишок не ставав безбарвним. Розчин і товкач ретельно промивали 80% ацетоном, а прозорі змиви збирали в мірну колбу. Об'єм доводять до 100 мл за допомогою 80% ацетону. Значення поглинання зчитували при 644 і 662 нм на спектрофотометрі проти 80% ацетону. Спектрофотометрично визначені значення оптичної густини розбавлених розчинів становили від 0,1 до 0,8.

У хіміко-аналітичних дослідженнях використовували реактиви та алгоритми відомого методу біохімічного аналізу рослин за Єрмаковим-Арасимовичем.

Вміст хлорофілу «а», хлорофілу «в» і загальний вміст хлорофілу розраховували за такими формулами: мг хлорофілу на грам тканини:

$$Ca = 9,784D662 - 0,99D644; \quad (3.2.1)$$

$$Cb = 21,426D644 - 4,650D662; \quad (3.2.2)$$

$$Ca + Cb = 5,134D662 + 20,436D644; \quad (3.2.3)$$

$$C_{\text{кар.}} = 4,695D44062 - 0,268(Ca + Cb), \text{ де} \quad (3.2.4)$$



Ca – концентрація хлорофілу a, мг/л;

Cb – концентрація хлорофілу b, мг/л;

C<sub>кар.</sub> – концентрація каротиноїдів, мг/л.

Розрахунок концентрації пігментів (мг/100 г) проводили за формулою:

$$X = C \times V \times V2 \times 100 \times n \times V1 \times 1000, \text{ де} \quad (3.2.5)$$

C – концентрація каротиноїдів, мг/л;

V – об'єм вихідної витяжки, мл;

V1 – об'єм вихідної витяжки, яку взяли для розбавлення, мл;

V2 – об'єм розбавленої витяжки, мл; n – маса наважки. [126]

Фотосинтетичний потенціал посівів визначали за методом А.А.

Ничипоровича за формулою:

$$\text{ФП} = [(L1 + L2) T1 + (L2 + L3) T2 + (Ln + Ln + 1) Tn] : 2, \quad (3.2.6)$$

де ФП - фотосинтетичний потенціал, млнм<sup>2</sup> днів/га;

L - площа листків за періодами, тис. м<sup>2</sup>/га;

T - тривалість роботи листків, днів.

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

$$\text{ЧПФ} = (B2 - B1) : [0,5 (L1 + L2) T], \text{ де} \quad (3.2.7)$$

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г сухої речовини/м<sup>2</sup> листової поверхні за добу;

B1 та B2 – суха маса на початку та в кінці періоду, г/м<sup>2</sup>;

L1 та L2 – площа листової поверхні з 1 м<sup>2</sup> на початку та в кінці періоду, м<sup>2</sup>;

T – тривалість облікового проміжку часу, днів

Методом інфрачервоної спектроскопії згідно з ДСТУ 4117:20 проводили визначення вмісту білку в зерні.

Для економічної оцінки ефективності елементів технології вирощування використовували розрахунковий метод на основі технологічних карт, з урахуванням фактичних цін 2023 року. Цей підхід відповідає

загальноприйнятій методиці, яка включає витрати на 1 га, прибуток з 1 га, собівартість та рівень рентабельності.

Запас продуктивної вологи знаходили за формулою:

$$W = 0,1gh(V2 - V1), \text{ де} \quad (3.2.8)$$

$W$  – запас продуктивної вологи, мм;

$g$  – об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – шар ґрунту (100 см);

$V2$  – фактична вологість ґрунту, %;

$V1$  – вологість сталого в'янення, %

Аналіз забур'яненості поля виконувався ваговим методом. Для проведення аналізу використовуються наступні кроки:

- вибір дослідної ділянки: Обирається представницька ділянка поля, на якій проводитиметься аналіз забур'яненості. Ділянка повинна бути репрезентативною для усього поля.
- визначення методу виміру: Використовується ваговий метод, що передбачає зважування зібраних рослин.
- зразування тестових квадратів: На дослідній ділянці випадковим чином вибираються місця для розташування тестових квадратів. Квадрати мають фіксовану площу - 1 м<sup>2</sup>.
- збирання рослин: В межах кожного тестового квадрата збираються всі рослини, включаючи забур'янені та незабур'янені. Збирання проводиться до кореневої системи рослин.
- вимірювання маси: Зібрані рослини зважуються на вагах. Вимірюється загальна маса зібраних рослин та окремо маса забур'янених рослин.
- розрахунок забур'яненості: Забур'яненість поля визначається як відсоток маси забур'янених рослин до загальної маси зібраних рослин. Розрахунок проводиться за формулою:

$$\text{Забур'яненість, (\%)} = \frac{\text{Маса бур'янів}}{\text{Загальна маса}} \times 100 \quad (3.2.9)$$

Вологість ґрунту визначали згідно з ДСТУ ISO 11465:2001 термостатно-ваговим методом – у шарі ґрунту 0–100 см через кожні 10 см [129, 130].

Загальний запас води у ґрунті на площі 1 га розраховували за формулою:

$$P = 100 \times H \times V \times A, \text{ де} \quad (3.2.10)$$

$P$  – загальний запас води, м<sup>3</sup>/га;

$V$  – вологість розрахункового шару ґрунту у відсотках від його маси в сухому стані;

$H$  – глибина розрахункового шару ґрунту, м;

$A$  – щільність будови ґрунту, т/м<sup>3</sup>.

Перерахунок запасів води з м<sup>3</sup>/га у мм/га, виконували у співвідношенні 10 м<sup>3</sup>/га = 1 мм/га. Сумарне водоспоживання  $\Sigma W$  (мм/га, м<sup>3</sup>/га) визначали за формулою [170]:

$$\Sigma W = W_0 - W_k + \Sigma O, \text{ де} \quad (3.2.11)$$

$W_0$  – запаси продуктивної води у 0–100 см шарі ґрунту перед сівбою культури (мм/га, м<sup>3</sup>/га);

$W_k$  – запаси продуктивної води в 0–100 см шарі ґрунту наприкінці вегетації культури (мм/га, м<sup>3</sup>/га);

$\Sigma O$  – сума опадів за період вегетації культури, мм.

Коефіцієнт водоспоживання, що характеризує витрати води на формування 1 т насіння (м<sup>3</sup>/т), розраховували на основі даних сумарного водоспоживання і урожайності нуту за варіантами дослідів.

Коефіцієнт водоспоживання  $K_v$  (м<sup>3</sup>/т) визначали за формулою (3.2.12) [170]:

$$K_v = \Sigma W : Y, \text{ де} \quad (3.2.12)$$

$\Sigma W$  – сумарне водоспоживання (мм/га, м<sup>3</sup>/га);

$Y$  – урожайність (т/га).

Вживаність рослин гороху може бути визначена шляхом вимірювання кількості рослин, які вижили в певний момент часу, відносно початкової кількості посаджених рослин. Цей показник обчислювався за формулою:

$$\text{Вживаність} = \frac{\text{Бутонізація} \times 100}{\text{Сходи}} \quad (3.2.13)$$

Метод дисперсійного та кореляційного аналізу проводили за методикою польового дослідження навчального посібника Ушкаренко В.О. та ін. [128] з допомогою комп'ютерних програм, таких як AGROSTAT NEW та ANOVA.

### 3.3. Характеристика сортів у досліді

В дисертаційній роботі розглядалися три найбільш популярні сорти зимуючого гороху Мороз, Ендуро, Балтрап і сорти ярого гороху Світ та Дарунок Степу. Розглянемо їх характеристику ближче:

1. **Ендуро** – сорт зимуючого жовтозерного гороху. Оригігатор - Florimond Desprez, Франція

Характеризується високою зимостійкістю, витримує до 16 градусів на поверхні землі. Сорт зимуючого гороху встигає розвинутися до настання засухи, рослина добре відцвітає та формує по 10-12 бобів. Триваліший період вегетації дозволяє гороху накопичувати більшу кількість доступного азоту в ґрунті для наступних культур. Ендуро, крім самої продукції постачає додатковий азот наступним культурам. Збір врожаю на 10 днів раніше, ярих горохів. Зимуючий горох – не заміна ярому, а страхування від посухи.

- кількість зерен у бобі – 6-8 шт.;
- рекомендовані терміни сівби – 25.10-15.11;
- період дозрівання – ранньостиглий;
- висота рослини – 76 см;
- врожайність – 40-45 ц/га;
- потенційна врожайність – 60 ц/га;

- маса 1000 насінин – 199 г;
- норма висіву – 1,2 млн схожих насінин/га;
- вміст білка – 22,7-24,2%;
- зимостійкість – висока. [58]

2. **Балтрап** – сорт зимуючого гороху. Оригінатор – Florimond Desprez, Франція

Ідеальний ранній сорт для жовтневого посіву. Горох можна висівати ранньою весною якщо придатний ґрунт. Рослина середньо росла – 76 см з жовтими та круглими бобами. Характерна висока стійкість до вилягання а також до бобових захворювань. Горох добре зимує при висоті рослини 4 см. Необхідно зберігати глибину посіву від 5 до 6 см. Придатний для висіву на всіх типах окрім важкого та мокрого ґрунту. Сорт надзвичайно екологічно пластичний, тому придатний для вирощування в усіх агроєкологічних зонах: Степу, Лісостепу та Поліссі, не вибагливий до попередників.

- кількість зерен у бобі – 6-7 шт.;
- термін сівби – ранній;
- період дозрівання – ранньостиглий;
- висота рослин – 80 см;
- врожайність – 46 ц/га;
- потенційна врожайність – 60 ц/га;
- маса 1000 насінин – 187 г;
- норма висіву – 1,0 млн схожих насінин/га;
- вміст білка – 24,0%;
- глибина посіву – 5-6 см. [59]

3. **НС Мороз** – перший сербський зимуючий сорт білкового гороху. Оригінатор – NS Seme, Сербія.

Дуже ранній сорт, рівномірного дозрівання. Сорт створений «педігрі» методом відбору з гібридної популяції. Відмінно переносить низкі

температури. За стійкістю до низьких температур в умовах України, цей сорт – на рівні з озимою пшеницею. Рослини – обмеженого зростання, висотою 60-80 см, з частими вузликами в нижній частині стебла, що збільшує толерантність до вилягання. Рослини розгалужуються і в середньому мають по два стебла.

Сорт НС - Мороз має тип листа афила (вусатий), що дозволяє зв'язанню рослин на ранніх стадіях росту і розвитку.. Це приводить до значного зниження втрати зерна під час збирання врожаю.

Боби знаходяться у верхній частині стебла, що також значно зменшує втрати при механізованому збиранні. Кількість бобів на рослині коливається між 10 і 14.

Зерно – круглової форми, від світло-кремового до світло-зеленого кольору.

Сорт ультра ранньостиглий, збирання врожаю проводиться за десять днів до збирання озимого ячменю, в середньому від 10 до 15 червня.

Досягає врожайність зерна між 4,0 і 6,2 т/га.

Після збирання врожаю, насіння гороху, враховуючи дуже низький відсоток антинутриєтивних речовин у насінні, не потрібно термічно обробляти, але тільки правильно зберігати у складах, і використовувати в харчуванні всіх видів і категорій домашніх тварин, як відмінне доповнення своєму шроту.

- кількість зерен у бобі – 6-8 шт.;
- термін сівби – ранній;
- період дозрівання – ранньостиглий;
- висота рослини – 60-80 см;
- врожайність – 40-62 ц/га;
- потенційна врожайність – 50 ц/га;
- маса 1000 насінин – 180-200 г;
- норма висіву – 1,0-1,1 млн схожих насінин/га;

- вміст білка – 23,0-25,0%;
- глибина посіву – 3-5 см. [60, 61]

4. **Світ** – сорт «вусатого» типу, з високим рівнем посухостійкості, цінний. Оригінатори: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення; Селекційна станція Горна Стреда (Словаччина).

Рекомендований для вирощування у зонах Степу, Лісостепу.

Сорт створений за спільною селекційною програмою. Виділяється високою продуктивністю та придатністю до однофазного збирання. Виведений методом індивідуального добору з гібридної комбінації Нефрит х Рамір.

- середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду 82-85 діб;
- висота рослин 62-65 см, стійкість до вилягання висока;
- маса 1000 насінин 230-250 г;
- високопродуктивний, середній урожай в державному сортовипробуванні за 2003-2004 роки в Лісостеповій зоні України склав 3,52, в Степовій 3,32, в Поліссі 3,62 т/га. У 2004 році в екологічному випробуванні інституту зібрали 3,80 і 4,76 т/га насіння при густоті стояння 1,2 і 1,4 млн рослин/га, відповідно;
- вміст білка в насінні 23-26%;
- у польових умовах стійкий до пероноспорозу, антракнозу, аскохітозу та корневих гнилей.

Апробаційні ознаки: «вусатого» типу, вирізняється товстим головним стеблом і добре розвиненими вусиками та прилистками. Квітки білого кольору, зрілі боби трохи вигнуті, розміром 7,0 – 1,3 см. Насінин у бобі 6 – 7. Насіння сферичної форми, гладеньке, жовте. Забарвлення в основі прилистників відсутнє.

Агротехнічні вимоги: звичайні для зони вирощуванні. Оптимальна норма 1,3 – 1,4 млн схожих насінин на гектар. [1]

5. **Дарунок Степу** – сорт безлистовий, з ознакою стійкості до осипання, високим рівнем посухостійкості, цінний. Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення.

Рекомендований для вирощування у зонах Степу, Лісостепу.

- високопродуктивний, середній урожай в державному сортовипробуванні за 2016-2017 рр. у Лісостеповій зоні України склав 3,22 т/га, в Поліссі 2,45 т/га. У сортовипробуваннях інституту (Одеська область) врожайність сорту була 1,50 – 3,00 т/га;
- середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду 70 – 75 днів;
- стійкість до вилягання висока (8 балів), придатний до прямого комбайнування;
- напівкарликовий сорт, висота рослин 50 – 60 см;
- маса 1000 насінин 240 – 250 г;
- вміст білка в насінні – 20 – 23 %;
- стійкість до хвороб на рівні кращих стандартів;
- розварюваність та смакові якості добрі.

Типово безлисточковий, з простим стеблом і добре розвиненими вусиками та прилистками. Черенок листа довгий, забарвлення прилистка зелене, з середньою плямистістю та з наявним восковим нальотом, без антоціанового забарвлення в основі прилистка. Суцвіття двоквіткова китиця, довжина квітконіжки середня. Парус квітки білий, середньої ширини, з піднесеною формою основи та слабкою хвилястістю. Верхівка верхнього чашолистика загострена. Біб середніх розмірів, пергаментний, вигин боба відсутній або дуже слабкий, із загостреною верхівкою, зелений. Насінин у бобі 5 – 8 шт. Насінина сферична, гладенька, матова. Сім'ядолі жовті, насіннева шкірка напівпрозора, тонка. Насінневий рубчик не відрізняється від насінневої шкірки.

Оптимальна норма висіву 1,2 – 1,4 млн схожих насінин на гектар. [1]



### 3.4. Агротехніка у досліді

В ході дослідження продуктивності гороху, з урахуванням специфіки сорту, були сформовані біологічно орієнтовані елементи технології культивування. Цей процес керувався вимогами та регламентами, передбаченими законодавством України. Для досягнення оптимальних якісних параметрів ґрунту, проводилась підготовка, включаючи рівномірну глибину роботи, формування агрономічно-цінної структури та уникнення розвальних борозен і звальних гребенів. Поверхня обробленого поля також вирівнювалась згідно з інструкцією "Управління якістю польових механізованих робіт [123].

Сівбу гороху зимуючого та ярого в досліді проводили в оптимальні строки – у II декаду жовтня для першого типу розвитку і у III декаду лютого-I декаду березня для другого типу розвитку агрегатом МТЗ-82 + КЛЕН-С (рис. 3.5.1) з прикочуванням кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6.

Шляхом обмолоту зерна у фазі повної стиглості комбайном САМРО-130 визначали облік урожаю. Для ділянки урожайність була перерахована до стандартної вологості 14% та 100% чистоти.



Рис. 3.5.1. Посів з використанням Клену-С, 2020 р.

### **Висновки до розділу 3:**

- 1) Схеми досліджень та їх проведення є логічними та відповідають робочим гіпотезам.
- 2) Програма досліджень передбачає достатню кількість спостережень, обліків та аналізів, які дозволяють всебічно та глибоко розкрити вплив досліджуваних факторів на врожайність гороху.
- 3) У досліджах використовуються сорти гороху, які внесені до Державного Реєстру сортів рослин та рекомендовані для використання в умовах Південного Степу України.
- 4) Вивчаються елементи технології вирощування, які, згідно з робочою гіпотезою, мають найвагомий вплив на продуктивність.
- 5) Методики проведення польових і лабораторних досліджень відповідали встановленим вимогам та чинним світовим стандартам, що підтверджує достовірність отриманих наукових результатів.

## РОЗДІЛ 4

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 4.1. Вплив густоти рослин гороху на екологічні умови росту

На всіх етапах органогенезу гороху, густина рослин впливає на екологічні умови.

На ранніх стадіях вегетації густина впливає на доступність світла для посівів, води і поживних речовин. Занадто загущенні посіви можуть призвести до «конкуренції» між рослинами гороху, що приведе до зниження здатності до забезпечення собі достатньої кількості вологи та поживних речовин.

Між цим, велика загущеність посівів призводить до недостатнього отримання світла рослинами. Завищена густина також збільшує доступність води та живильних речовин для кожної окремої рослини, але це може також призвести до зростання ерозії ґрунту [7]

На пізніх етапах вегетації густина посіву впливає на врожайність. Занадто загущені посіви можуть призвести до зменшення врожайності, оскільки рослини будуть змагатися за доступні ресурси.

В досліді проводився порівняльний аналіз найбільш популярних норм висіву для Південного регіону: 0,7 млн нас./га, 0,9 млн нас./га, 1,1 млн нас./га, 1,3 млн нас./га.

##### 4.1.1. Водний режим ґрунту

В умовах посушливого півдня України, волога відіграє вирішальну роль у формуванні урожаю біомаси та основної продукції. Тут має значення не лише загальна кількість опадів, але розподіл опадів по сезонам року і періодам вегетації культури. Зрозуміло, що густина рослин матиме певне значення у використанні

грунтової вологи та опадів, а відтак і на весь водний режим. Для вивчення елементів водного режиму ми визначали польову вологість ґрунту протягом вегетації гороху та робили перерахунки на вміст продуктивної вологи, що дало нам можливість у кінцевому рахунку визначити такий важливий показник водного режиму, як коефіцієнт водоспоживання.

Однак, для визначення коефіцієнта водоспоживання, спочатку треба вказати як змінювалась вологість ґрунту у період весняної вегетації за три роки досліджень (таблиця 4.1.1.1):

Таблиця 4.1.1.1

**Динаміка вологості ґрунту (в середньому за 2019-2022 рр.)**

Тип розвитку	Сорт	Вологість ґрунту по фазам росту і розвитку, %			
		4-6 л.	7-8 л.	Цвітіння	Плодоутворення
2019-2020 рр.					
Зимуючий	Мороз	19,84	19,40	17,47	15,00
	Ендуро	20,66	19,85	16,90	14,94
	Балтрап	20,18	19,63	17,31	14,43
Ярий	Світ	20,47	18,71	15,63	13,53
	Дарунок Степу	20,95	18,90	15,78	13,43
2020-2021 рр.					
Зимуючий	Мороз	22,69	22,13	19,42	16,55
	Ендуро	22,96	22,27	19,94	16,21
	Балтрап	22,63	21,96	19,55	16,53
Ярий	Світ	22,00	15,93	18,03	14,88
	Дарунок Степу	22,16	20,40	17,33	14,53
2021-2022 рр.					
Зимуючий	Мороз	20,86	19,86	18,80	17,13
	Ендуро	21,40	20,63	18,85	17,20
	Балтрап	21,01	20,16	18,03	17,03
Ярий	Світ	20,40	19,70	17,35	15,16
	Дарунок Степу	21,09	20,10	16,95	15,00

При аналізі таблиці відразу помітно, що зимуючий тип розвитку позитивно відрізняється за вологою ґрунту. У 2019-2020 роках вологість ґрунту в кінці

вегетації коливалася від 14,43% до 15,00% у зимуючих сортів, тоді як у ярих сортів вона становила 13,43% - 13,53%. Та сама тенденція щодо високого відсотка вологості ґрунту спостерігається і в наступні роки: 2020-2021 роки – це 14,88% - 14,53% у ярих сортів і 16,21% - 16,55% у зимуючих сортів; в період 2021-2022 рр. – у зимуючих сортів вологість ґрунту змінювалась від 17,03% до 17,20%, а у ярих сортів від 15,00% до 15,16%.

Якщо розглядати це питання більш детально, варто зробити розрахунки запас продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на різних фазах весняної вегетації гороху (таблиця 4.1.1.2):

Таблиця 4.1.1.2

**Запас продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту  
(в середньому за 2019-2022 рр.)**

Тип розвитку	Сорт	Запас продуктивної вологи по фазам росту і розвитку, мм			
		4-6 л.	7-8 л.	Цвітіння	Плодоутворення
2019-2020 рр.					
Зимуючий	Мороз	102,0	96,2	71,2	39,0
	Ендуро	112,7	102,1	63,8	38,3
	Балтрап	106,4	99,3	69,1	31,6
Ярий	Світ	110,2	87,3	47,3	20,0
	Дарунок Степу	116,4	89,7	49,2	18,6
2020-2021 рр.					
Зимуючий	Мороз	139,0	131,7	96,5	59,2
	Ендуро	142,5	133,6	103,3	54,8
	Балтрап	138,3	129,5	98,2	58,9
Ярий	Світ	130,1	102,4	78,4	37,5
	Дарунок Степу	132,1	109,2	69,3	32,9

## Продовження таблиці 4.1.1.2

2021-2022 рр.					
Зимуючий	Мороз	115,3	102,3	88,4	66,8
	Ендуро	122,3	112,3	89,1	67,6
	Балтрап	117,2	106,2	78,4	65,4
Ярий	Світ	109,2	100,2	69,6	41,2
	Дарунок Степу	118,2	105,3	64,4	39,1

Саме цей показник має визначальне значення для росту і розвитку гороху, особливо під час весняної вегетації. В цей період рослини активно ростуть і потребують достатнього забезпечення вологою для нормального функціонування, фотосинтезу та забору поживних речовин з ґрунту.

Наявність достатнього запасу продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту означає, що рослини гороху можуть ефективно використовувати доступну вологу через коріння. Це сприяє здоровому росту, розвитку та формуванню міцного коріння, листя і плодів.

У 2019-2020 роках у зимуючих сортів гороху, таких як Мороза, Ендуро та Балтрапа, показники продуктивної вологи у фазу плодоутворення склали 39,0 мм; 38,3 мм; 31,6 мм відповідно. У 2020-2021 роках у вказану фазу ці показники зросли до 59,2 мм; 54,8 мм; 58,9 мм, а в 2021-2022 роках вони становили 66,8 мм; 67,6 мм; 65,4 мм.

Ярі сорти гороху показали інший результат у порівнянні з зимуючими. У період 2019-2020 рр. показники склали 20,0 мм і 18,6 мм у сорту Світ та Дарунок Степу відповідно. В 2020-2021 рр. показники зросли до 37,5 мм та 32,9 мм. У період 2021-2022 рр. також спостерігається збільшення показників запасу продуктивної вологості: 41,2 мм та 39,1 мм.

Таким чином, наявність в достатній кількості продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту під час весняної вегетації гороху є важливим фактором для успішного зростання та розвитку культури.

За допомогою отриманих даних можна знайти співвідношення між накопиченням біомаси та споживанням води. Саме кількість води, яку рослина використовує для утворення речовини сухої речовини називається коефіцієнтом водоспоживання (табл. 4.1.1.3):

Таблиця 4.1.1.3

**Коефіцієнт водоспоживання залежно від типу розвитку  
за період 2019-2022 рр.**

Тип розвитку	Сорт	Запас продуктивно ї вологи, мм*		Опади за вег., мм	Загальне водос., м <sup>3</sup> /га	Урожайність зерна, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т
		Поч. вег.	Кін. вег.				
2019-2020 рр.							
Зимуючий	Мороз	102,0	39,0	10	730	1,63	477,9
	Ендуро	112,7	38,3	10	744	1,92	387,5
	Балтрап	106,4	31,6	10	748	1,78	420,2
Ярий	Світ	110,2	20,0	79	902	1,56	578,2
	Дарунок Степу	116,4	18,6	79	978	1,47	665,3
2020-2021 рр.							
Зимуючий	Мороз	139,0	59,2	78	1578	2,76	571,7
	Ендуро	142,5	54,8	78	1657	3,62	457,7
	Балтрап	138,3	58,9	78	1574	3,21	490,3
Ярий	Світ	130,1	37,5	97	1896	2,23	850,2
	Дарунок Степу	132,1	32,9	97	1962	2,41	814,1
2021-2022 рр.							
Зимуючий	Мороз	115,3	66,8	40	885	2,00	442,5
	Ендуро	122,3	67,6	40	947	3,39	279,3
	Балтрап	117,2	65,4	40	918	3,31	277,3
Ярий	Світ	109,2	41,2	44	1120	1,95	574,3
	Дарунок Степу	118,2	39,1	44	1231	2,97	414,5

Перше, що стає одразу помітним, це різниця в загальному водоспоживанні між зимуючими та ярими формами гороху. В 2019-2020 рр. у сорту Мороз, Ендуро

і Балтрап водоспоживання склало 730 м<sup>3</sup>/га, 744 м<sup>3</sup>/га та 748 м<sup>3</sup>/га. Так як період весняної вегетації у ярого гороху більший, тому водоспоживання у Світу та Дарунку Степу досягло 902 м<sup>3</sup>/га та 978 м<sup>3</sup>/га. В 2020-2021 рр. завдяки сприятливим кліматичним умовам у зимуючих сортів водоспоживання збільшилось до 1578, 1657 та 1574 м<sup>3</sup>/га, але все одно менше, ніж у ярих – 1896, 1962 м<sup>3</sup>/га. В 2021-2022 рр. тенденція залишається незмінною: у Морозу, Ендуро і Балтрапу водоспоживання впало до 885, 947 і 918 м<sup>3</sup>/га, а у Світу та Дарунку Степу до 1120 та 1231 м<sup>3</sup>/га.

Маючи результати з загального водоспоживання і урожайністю сухої біомаси, можна отримати коефіцієнт водоспоживання (рис. 4.1):

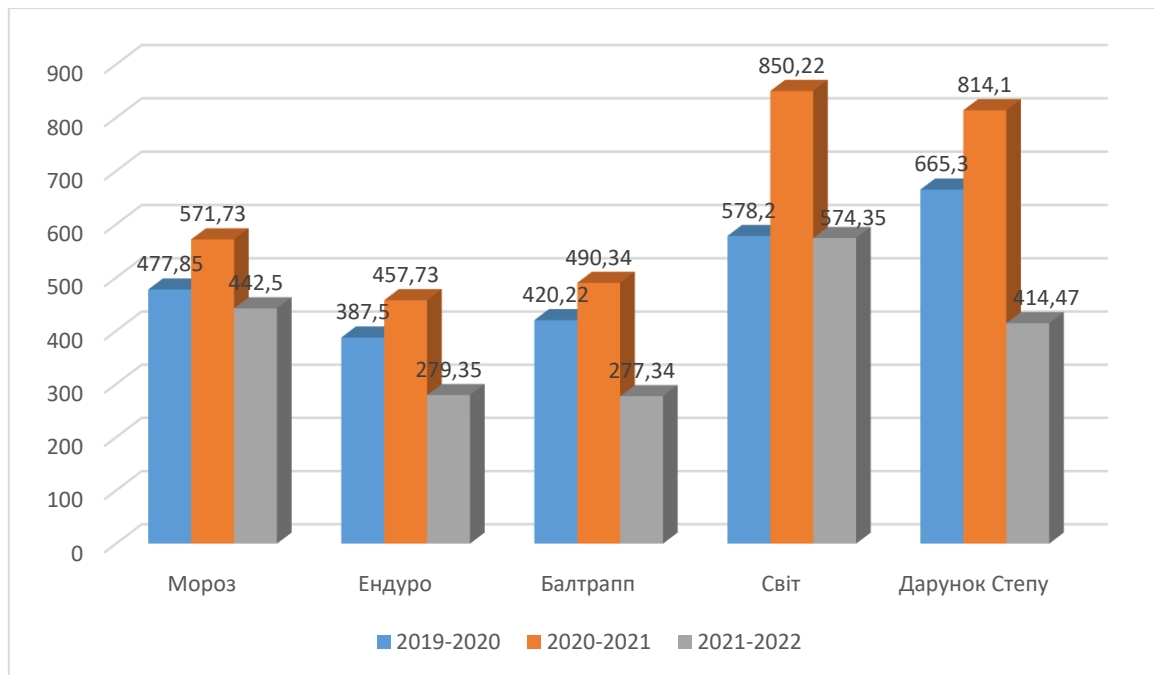


Рис. 4.1. Коефіцієнт водоспоживання, м<sup>3</sup>/т

Аналізуючи дані з рисунку, відразу стає очевидним, що коефіцієнт водоспоживання в зимуючих сортів гороху значно нижчий, ніж у ярих сортів. У період 2019-2020 років цей коефіцієнт склав 477,85 м<sup>3</sup>/т, 387,50 м<sup>3</sup>/т та 420,22 м<sup>3</sup>/т для зимуючих сортів, і 578,20 м<sup>3</sup>/т, 665,30 м<sup>3</sup>/т для ярих сортів. Подібна тенденція зменшення коефіцієнта водоспоживання залишалася і в наступні періоди: 2020-2021 рр.: 571,73 м<sup>3</sup>/т; 457,34 м<sup>3</sup>/т; 490,34 м<sup>3</sup>/т для зимуючих сортів і 850,22 м<sup>3</sup>/т;



814,10 м<sup>3</sup>/т для ярих сортів; в період 2021-2022 рр.: 442,5 м<sup>3</sup>/т; 279,35 м<sup>3</sup>/т; 277,34 м<sup>3</sup>/т для зимуючих сортів і 574,35 м<sup>3</sup>/т; 414,47 м<sup>3</sup>/т для ярих сортів.

Зменшення коефіцієнта водоспоживання має кілька переваг. В першу чергу, важливо відзначити, що зменшення коефіцієнта водоспоживання призводить до економії водних ресурсів. Ця збережена кількість води виявляється істотною, оскільки впливає на потреби рослин гороху в воді для забезпечення їх росту та розвитку. Цей аспект набуває особливої актуальності в умовах обмеженого доступу до водних ресурсів, як це видно з представлених даних у таблиці 4.1.1.3. Наприклад, максимальна кількість води, використувувана для гороху, становила у період 2019-2020 років 748 м<sup>3</sup>/га для сорту Балтрап і 978 м<sup>3</sup>/га для ярого сорту Дарунок Степу, у 2020-2021 роках ці показники зросли до 1657 м<sup>3</sup>/га для сорту Ендуро і 1962 м<sup>3</sup>/га для Дарунка Степу, а в 2021-2022 роках склали вже 947 м<sup>3</sup>/га для сорту Ендуро і 1231 м<sup>3</sup>/га для Дарунка Степу.

По-друге, зниження коефіцієнта водоспоживання сприяє зміцненню екологічної стійкості гороху. Ця особливість дозволяє рослинам витримувати періоди посухи або обмеженого доступу до води, зберігаючи вологу та ефективно використовуючи її.

По-третє, зменшення коефіцієнта водоспоживання сприяє більш ефективному використанню водних ресурсів, що є важливим фактором для досягнення стійкості рослини та забезпечення економічної ефективності. Цей аспект допомагає зменшити залежність від систем зрошування і зберегти водні ресурси для інших галузей. У результаті, зменшення коефіцієнта водоспоживання сприяє підвищенню врожайності гороху при стабільному рівні водоспоживання загалом.

В результаті, зменшення коефіцієнта водоспоживання сприяє підвищенню врожайності гороху.

#### 4.1.2. Забур'яненість посівів

Контроль забур'яненості поля є важливим аспектом, який неможливо ігнорувати при веденні досліду, оскільки засміченість поля може негативно впливати на урожайність культур та загальну продуктивність поля.

В основному бур'яни конкурують з культурами за доступні воду, поживні речовини та простір. Як правило, це може знизити якість та кількість урожаю культур, що вирощуються на цьому полі. Також бур'яни можуть бути осередком для розмноження шкідників та захворювань, що можуть шкодити культурам, а це приводить до зменшення якості продукції.

Контроль забур'яненості поля дозволяє забезпечити ефективне використання ресурсів, таких як ґрунт, вода та поживні речовини, що може підвищити продуктивність поля та знизити витрати на вирощування культур.

Тому, контроль забур'яненості поля є важливим для забезпечення високої якості та кількості урожаю, захисту від захворювань та шкідників, зменшення втрат та забезпечення ефективного та якісного врожаю

У порівнянні з польовими культурами, бур'яни мають такі особливості: вони проростають швидше, зростають більш інтенсивно, є більш стійкими до посухи і морозу, краще переживають зиму і мають високий коефіцієнт розмноження. В ґрунті можна знайти велику кількість насіння різних видів бур'янів, яке може зберігатись протягом багатьох років, не втрачаючи своїх властивостей. Бур'яни часто є джерелом шкідників і хвороб для культурних рослин. Проблема боротьби з ними завжди була актуальною. Однак, в біологічному плані всі бур'яни є складовою біоценозу, і ми не маємо права повністю викоринювати їх або виключати з біологічного ланцюга. Метою агронома є зниження наявності бур'янів на полі до мінімуму, який не завдає суттєвих пошкоджень полевым культурам [97].

Недостатня боротьба з бур'янами може суттєво позначитись на врожайності сільськогосподарських культур, знижуючи її на 20-80% або навіть призводячи до

повного втрати урожаю. В Україні понад 80% орних земель мають різні ступені забур'яненості через недостатній контроль та використання державою та суспільством [98, 100]. Для досягнення високої урожайності необхідно створити сприятливі умови для розвитку культурних рослин. Проте, конкуренція з бур'янами спричинює зниження врожайності пшениці на всіх стадіях вегетації, починаючи з посихової фази і триваючи практично до часу жнив. [98 - 101]

Згідно з дослідженнями Манька Ю.П. [102] та Танчика С.П. [103], через високий рівень забур'яненості посівів сільськогосподарських культур, вітчизняні фермери в середньому втрачають 18-32% врожаю і витрачають значні кошти на боротьбу з бур'янами. Останнім часом порушення сівозміни, використання спрощеної агротехніки, несбалансоване внесення мінеральних добрив і відмова від якісних препаратів захисту посівів призвели до погіршення фітосанітарного стану ґрунту. Крім того, зміна клімату також впливає на накопичення бур'янового ценозу [107, 104]. Все це призводить до значних втрат в урожайності та потреби в додаткових заходах для контролю над бур'янами.

Протягом вегетаційного періоду на 1 м<sup>2</sup> орних земель кількість бур'янів може становити від 1100 до 2300 сходів бур'янів. Конкуренція, яку вони створюють, може знизити продуктивність сільськогосподарських культур на 20-50% у порівнянні з можливим рівнем врожайності [105 - 108].

Проведені нами спостереження та результати досліджень свідчать, що ботанічний склад бур'янів на дослідних ділянках був представлений 13 їх видами, залежно від року досліджень, які можна розподілити на дві умовні групи: малорічні та багаторічні.

Всього на дослідних ділянках було 5 видів бур'янів: однорічний дводольний бур'ян мак самосійка (*Papaver rhoeas*), малорічний дводольний бур'ян лобода біла (*Chenopodium album*), малорічний дводольний бур'ян суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris* R. Br.), багаторічний дводольний бур'ян берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), багаторічний дводольний бур'ян пирій повзучий (*Elymus repens*).

Короткий опис бур'янів на посіві та загальна їх маса представлена у таблиці (табл. 4.1.2.1):

Таблиця 4.1.2.1

### Видовий склад бур'янів на дослідній ділянці

Життєвий цикл	Назва бур'яну	Маса, г/м <sup>2</sup>		
		2020	2021	2022
Однорічники	Мак самосійка	251,98	194,55	235,10
	Лобода біла	85,88	71,16	85,47
	Суріпиця звичайна	137,87	101,00	128,96
Багаторічники	Берізка польова	13,44	10,06	9,78
	Пирій повзучий	45,62	45,11	44,88

Перший облік забур'яненості посівів зимуючого гороху проводили перед початком бутонізації (рис. 4.2):



Рис. 4.2. Стан забур'яненості поля, 2020 р.

Другий облік засміченості проводили перед збиранням врожаю.

Наші дослідження дали можливість встановити, що на видовий склад бур'янів не вплинули ні дози внесення мінеральних добрив, ні погодні умови в період проведення дослідів.

Якщо видовий склад бур'янів практично не змінювався залежно від умов зростання, то їх кількість і маса змінювались за нормою посіву (табл. 4.1.2.2):

**Аналіз забур'яненості поля перед початком бутонізації, шт./м<sup>2</sup>**  
**(за 2019-2022 рр.)**

Сорт	Норми висіву, млн нас./га	Загальна кількість бур'янів на 1 м <sup>2</sup> перед початком бутонізації	Відхилення +/- від стандарту	
			шт/м <sup>2</sup>	%
<b>2019-2020</b>				
Мороз	0,7	43	+13	+20,51
	0,9	40	+5	+14,29
	1,1	35	0	0
	1,3	30	-5	-16,67
Ендуро	0,7	43	+3	+7,50
	0,9	52	+12	+30,00
	1,1	40	0	0
	1,3	38	-2	-5,00
Балтрап	0,7	50	+5	+11,11
	0,9	48	+3	+6,67
	1,1	45	0	0
	1,3	46	+1	+2,22
<b>2020-2021</b>				
Мороз	0,7	32	+4	+14,29
	0,9	38	+10	+35,71
	1,1	28	0	0
	1,3	29	+1	+3,57
Ендуро	0,7	38	+18	+90,00
	0,9	33	+13	+65,00
	1,1	20	0	0
	1,3	17	-3	-15,00
Балтрап	0,7	38	+13	+52,00
	0,9	38	+13	+52,00
	1,1	25	0	0
	1,3	22	-3	-12,00

## Продовження таблиці 4.1.2.2

2021-2022				
Мороз	0,7	44	+6	+15,79
	0,9	43	+5	+13,16
	1,1	38	0	0
	1,3	31	-7	-18,42
Ендуро	0,7	35	+4	+12,90
	0,9	38	+7	+22,58
	1,1	31	0	0
	1,3	28	-3	-10,71
Балтрап	0,7	40	+8	+25,00
	0,9	39	+7	+21,87
	1,1	32	0	0
	1,3	37	+5	+15,62

Як можна побачити, виходячи з даних таблиці, є певна тенденція, що при зниженні густоти посіву спостерігається збільшення загальної кількості бур'янів на 1 м<sup>2</sup>. В період 2019-2020 рр. у сорту Мороз кількість бур'янів при густоті 0,7 млн складає 43 шт/м<sup>2</sup>, тоді як при стандарті в 1,1 млн насінин/га їх кількість складає 35 шт/м<sup>2</sup>. Аналогічна закономірність спостерігається на двох інших сортах зимуючого гороху: Ендуро при 0,7 млн нас./га – 43 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 40 шт/м<sup>2</sup>; Балтрап при 0,7 млн нас./га – 43 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 40 шт/м<sup>2</sup>. В період 2020-2021 рік: Мороз при 0,7 млн нас./га – 32 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 28 шт/м<sup>2</sup>; Ендуро при 0,7 млн нас./га – 38 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 20 шт/м<sup>2</sup>; Балтрап при 0,7 млн нас./га – 38 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 25 шт/м<sup>2</sup>. В період 2021-2022 роки: Мороз при 0,7 млн нас./га – 44 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 38 шт/м<sup>2</sup>; Ендуро при 0,7 млн нас./га – 35 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 31 шт/м<sup>2</sup>; Балтрап при 0,7 млн нас./га – 40 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 32 шт/м<sup>2</sup>.

Подібне явище підвищення забур'яненості спостерігається на другий строк аналізу забур'яненості посівів у період перед збиранням урожаю (табл. 4.1.2.3):

**Аналіз забур'яненості поля станом перед збиранням, шт./м<sup>2</sup>**  
**(за 2019-2022 рр.)**

Сорт	Норми висіву, млн нас./га	Загальна кількість бур'янів на 1 м <sup>2</sup> перед збиранням	Відхилення +/- від стандарту	
			шт/м <sup>2</sup>	%
<b>2019-2020</b>				
Мороз	0,7	45	+6	+15,38
	0,9	42	+3	+7,69
	1,1	39	0	0
	1,3	31	-8	-25,81
Ендуро	0,7	45	+10	+28,57
	0,9	52	+17	+48,57
	1,1	35	0	0
	1,3	33	-2	-6,06
Балтрап	0,7	44	+4	+10,00
	0,9	42	+2	+5,00
	1,1	40	0	0
	1,3	35	-5	-14,29
<b>2020-2021</b>				
Мороз	0,7	40	+15	+60,00
	0,9	30	+5	+20,00
	1,1	25	0	0
	1,3	26	+1	+4,00
Ендуро	0,7	25	+8	+47,06
	0,9	30	+13	+76,47
	1,1	17	0	0
	1,3	15	-2	-13,33
Балтрап	0,7	37	+10	+37,04
	0,9	35	+8	+29,63
	1,1	27	0	0
	1,3	20	-7	-35,00

## Продовження таблиці 4.1.2.3

2021-2022				
Мороз	0,7	44	+2	+4,76
	0,9	45	+3	+7,14
	1,1	42	0	0
	1,3	40	-2	-5,00
Ендуро	0,7	45	+9	+25,00
	0,9	42	+6	+16,67
	1,1	36	0	0
	1,3	35	-1	-2,86
Балтрап	0,7	44	+9	+25,71
	0,9	42	+7	+20,00
	1,1	35	0	0
	1,3	30	-5	-16,67

Аналізуючи отримані дані можна одразу винести певні висновки щодо збільшення забур'яненості посівів на більш зріджених посівах. В період 2019-2020 років сорт Мороз при густоті 0,7 млн насінин/га показав себе гірше, ніж при стандартній густоті в 1,1: 45 проти 39 шт/м<sup>2</sup>. Ендуро 45 проти 35 шт/м<sup>2</sup>; Балтрап 44 проти 40 шт/м<sup>2</sup>. В 2020-2021 роках сорт Мороз при 0,7 млн нас./га показав результат 40 шт/м<sup>2</sup>; при 1,1 млн нас./га – 25 шт/м<sup>2</sup>; Ендуро при 0,7 млн нас./га – 25 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 17 шт/м<sup>2</sup>; Балтрап при 0,7 млн нас./га – 37 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 27 шт/м<sup>2</sup>. В період 2021-2022 роки Мороз при 0,7 млн нас./га – 44 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 42 шт/м<sup>2</sup>; Ендуро при 0,7 млн нас./га – 45 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 36 шт/м<sup>2</sup>; Балтрап при 0, млн нас./га – 44 шт/м<sup>2</sup>; 1,1 млн нас./га – 35 шт/м<sup>2</sup>.

При зменшенні густоти посіву бур'яни мають більше можливостей для розростання та конкуренції з культурними рослинами. Зменшення густоти посіву призводить до звільнення простору, живлення та доступу до світла для бур'янів, що сприяє зростанню їх габітусу. Таким чином, зменшення густоти посіву сприяє збільшенню кількості бур'янів у посівах (табл. 4.1.2.4):



**Вологість вегетативної маси бур'янів та вихід сухої речовини в залежності від норми висіву, (за 2019-2022 рр.)**

Сорт	Норми висіву, млн нас./га	% сухої речовини	Суха маса бур'янів, г
2019-2020			
Мороз	0,7	16,14	9,48
	0,9	28,34	27,52
	1,1	25,92	41,63
	1,3	24,35	15,21
Ендуро	0,7	19,76	16,35
	0,9	13,14	24,07
	1,1	39,89	20,19
	1,3	20,75	14,73
Балтрап	0,7	25,30	11,84
	0,9	21,18	13,96
	1,1	20,82	16,09
	1,3	25,25	13,13
2020-2021			
Мороз	0,7	19,68	34,12
	0,9	21,36	23,45
	1,1	22,68	45,67
	1,3	21,90	10,23
Ендуро	0,7	24,08	12,56
	0,9	18,78	18,34
	1,1	20,47	8,76
	1,3	20,90	9,99
Балтрап	0,7	24,88	15,88
	0,9	30,78	13,10
	1,1	28,15	11,11
	1,3	20,61	8,67

2021-2022			
Мороз	0,7	24,68	20,15
	0,9	17,78	30,35
	1,1	18,79	40,45
	1,3	20,25	15,10
Ендуро	0,7	20,90	25,30
	0,9	17,11	35,40
	1,1	23,14	10,05
	1,3	24,10	22,20
Балтрап	0,7	20,89	12,25
	0,9	30,63	32,40
	1,1	22,56	42,50
	1,3	18,77	5,05

З таблиці видно, що при зрідженому посіві для бур'янів не було створено конкурентності за поживними речовинами та вологою, тому відсоток сухої речовини і вологи у бур'янів більше, ніж на зріджених посівах. Наприклад, сорт Балтрап в період 2019-2020 років мав 20,82% сухої речовини та 79,18% вологи при густоті 1,1 млн насінин/га; 35,30% сухої речовини та 74,70% вологи при густоті 0,7 млн нас./га. В період 2020-2021 рр. Балтрап при густоті 0,7 млн нас./га – 34,88% сухої речовини та 75,12% вологи; 1,1 млн нас./га – 28,15% сухої речовини та 71,85% вологи. В період 2021-2022 рр. Балтрап при густоті 0,7 млн нас./га – 30,89% сухої речовини та 79,11% вологи; 1,1 млн нас./га – 22,56% сухої речовини та 77,44% вологи.

#### 4.2. Особливості вегетативного розвитку рослин гороху.

Наявність вологи, поживних речовин у ґрунті та сприятливих погодних умов – це основні залежності, які сприяють якісному процесу росту та розвитку гороху і збільшенню вегетативної маси. Для забезпечення максимального росту та формування вегетативної маси рослин гороху важливо правильно обробляти ґрунт та забезпечувати рослини достатньою кількістю води та поживними речовинами.

Вегетативна маса гороху також залежить від сорту та генетичних особливостей рослини.

Окрім того, як ми зазначили раніше, шкідники та хвороби також можуть серйозно вплинути на вегетативну масу рослин гороху.

Фенологія гороху відноситься до вивчення різних фаз його розвитку і життєвого циклу, починаючи від проростання насіння до повного дозрівання бобів.

Фенологічний розвиток гороху включає декілька основних фаз, які можна описати наступним чином:

- **сходи (проростання насіння).** Ця фаза починається з проростання насіння і формування перших справжніх листків. Вона може займати від кількох днів до кількох тижнів, залежно від умов зростання. В досліді сходи були на початку листопада у зимуючих форм гороху і у березні у ярих форм гороху.
- **фаза формування бутонів.** Після фази сходів, горох розвиває бутони, які стають початковими елементами квітки. У цей період стебла і гілки активно ростуть, підготовляючи рослину до цвітіння.
- **фаза цвітіння.** Ця фаза характеризується розкриттям квіток на горошині. Квіти гороху мають білого, рожевого або фіолетового кольору, в залежності від сорту гороху. В цей час відбувається опилення, коли пилок переноситься з тичинки на зав'язь, що дозволяє утворити боби.
- **фаза формування бобів.** У цій фазі квітка замінюється стручком, який починає рости і розвиватися. Стручки мають довгу циліндричну форму і містять насіння. Розмір і кількість стручків можуть варіюватися в залежності від сорту гороху.
- **фаза дозрівання бобів.** У цей період стручки досягають повної зрілості. Їх зовнішній вигляд змінюється, вони стають твердими, сухими і отримують характеристичний колір залежно від сорту.

Кожна фаза фенологічного розвитку гороху може мати різну тривалість в залежності від умов середовища, сорту, агротехнологій та інших факторів. Знання

про фенологічні фази гороху дозволяє сільськогосподарським виробникам планувати свої дії, відповідно до потреб культури, таких як полив, захист від шкідників і хвороб, збір врожаю.

Так як посів зимуючих сортів проходив у жовтні місяці, то і проходження вегетації у зимуючих форм гороха помітно відрізняється (табл. 4.2.1.1):

Таблиця. 4.2.1.1

**Фази розвитку гороху за період 2019-2022 рр.**

Тип розвитку	Сорт	Фази розвитку			
		4-6 листіків	6-8 листіків	бутонізація	повна стиглість
2019-2020					
Зимуючий	Мороз	09.03	18.03	03.04	20.04
	Ендуро	09.03	18.03	03.04	20.04
	Балтрап	09.03	18.03	03.04	20.04
Ярий	Світ	30.03	20.04	12.05	01.06
	Дарунок Степу	30.03	20.04	12.05	01.06
2020-2021 рр.					
Зимуючий	Мороз	08.03	19.03	14.04	07.05
	Ендуро	08.03	19.03	14.04	07.05
	Балтрап	08.03	19.03	14.04	07.05
Ярий	Світ	31.03	21.04	11.05	30.05
	Дарунок Степу	31.03	21.04	11.05	30.05
2021-2022 рр.					
Зимуючий	Мороз	11.03	28.03	19.04	10.05
	Ендуро	11.03	28.03	19.04	10.05
	Балтрап	11.03	28.03	19.04	10.05
Ярий	Світ	15.04	02.05	26.05	10.06
	Дарунок Степу	15.04	02.05	26.05	10.06

Порівняно якими формами, зимуючі форми гороху показали абсолютну різницю. Відмінність в стадії повної стиглості сягає практично місяця, що, як вже було зазначено, сприяє прискоренню адаптації гороху до підвищених кліматичних умов.

На основі спостережень було виявлено, що норми висіву мають незначний вплив на фенологію рослин

#### 4.2.1. Динаміка густоти рослин

Густота посіву безпосередньо впливає на підсумкову урожайність. Якщо густота посіву занадто висока, то рослини конкурують між собою за доступ до основних ресурсів: сонця, води, поживних речовин, що може призвести до зменшення урожайності. Також, занадто густий посів може спричинити поширення захворювань та шкідників, оскільки вони швидко розповсюджуються серед близько розташованих рослин.

Густота рослин гороху є однією з ключових характеристик, яка впливає на їх врожайність та якість. Різні фактори можуть впливати на густоту рослин гороху, такі як генетика рослини, умови вирощування, погодні умови, добрива та інші агротехнічні заходи.

Дослідження впливу умов вирощування та агротехнічних заходів на густоту рослин гороху займає важливе місце в сучасних наукових дослідженнях. У статті авторів М. А. Асіфу та інших [92] досліджували вплив дати посіву та кількості насіння на густоту рослин гороху. Виявлено, що збільшення кількості насіння на одиницю площі може знизити густоту рослин гороху та спричинити зменшення врожайності.

У дослідженні авторів Р. Дебнату та інших [91] досліджували вплив різних режимів ірригації на ріст, врожайність та якість гороху. Виявлено, що рослини гороху, які отримували менше води, мали меншу густоту, ніж ті, що отримували достатньо вологи.

Дослідження авторів С. Мондалу та інших [93] показали вплив добрив на густоту рослин гороху. Виявлено, що додавання добрив може позитивно вплинути на густоту рослин гороху та сприяти збільшенню врожайності.

Виявлено, що при низьких температурах рослини гороху мають меншу густоту та погіршуються їх властивості. [94]

Дослідження Магавару та інших [95] досліджувало вплив біологічних добрив на густоту рослин гороху. Виявлено, що використання біологічних добрив може позитивно вплинути на густоту рослин гороху та збільшити їх врожайність.

В дослідженнях Кізілу [96] досліджувався вплив сортів рослин гороху та щільності посадки на густоту рослин та їх врожайність. Виявлено, що різні сорти рослин гороху мають різну густоту, та щільніша посадка може зменшувати густоту рослин гороху та спричиняти збільшення врожайності.

Як висновок можна сказати, що густота рослин гороху залежить від багатьох факторів, таких як умови вирощування, погодні умови, генетика рослини та агротехнічні заходи. Найбільш значущими факторами, які впливають на густоту рослин гороху є дата сівби, кількість насіння, режим ірригації, використання добрив та біологічних засобів захисту, а також вибір сорту рослин гороху та щільність посадки. Якщо густота посіву занадто низька, то рослини не використовують всі доступні ресурси, такі як сонячне світло та поживні речовини. Це також може призвести до зменшення урожайності. Дослідження в цій області важливо для покращення агротехніки вирощування гороху та забезпечення високої продуктивності, що є актуальною задачею для виробників.

Як було зазначено раніше, в досліді використовувались чотири основні густоти. Загалом саме ці норми визначили у кінцевому рахунку густоту травостою (табл. 4.2.1.1):

Таблиця 4.2.1.1

## Динаміка густоти в основні фази розвитку гороху (2019-2020 рр.)

Сорт (А)	Норма висіву млн нас./га (В)	Середня кількість рослин на 1 м <sup>2</sup> (С)			
		сходи	2 листка	4-6 листочків	бутонізація
<b>Зимуючий</b>					
Мороз	0,7	51,1	51,1	51,1	42,2
	0,9	54,3	54,3	54,3	46,3
	1,1	81,8	81,8	81,9	77,1
	1,3	87,5	85,0	84,5	78,9
Середнє		68,68	68,10	67,95	61,13
Ендуро	0,7	52,1	52,1	52,1	45,1
	0,9	79,3	79,4	79,3	67,8
	1,1	81,0	81,1	81,0	71,9
	1,3	89,7	89,7	89,7	75,2
Середнє		71,72	71,42	71,32	62,85
Балтрап	0,7	65,1	65,4	65,1	57,2
	0,9	82,0	81,4	81,1	75,8
	1,1	88,2	88,2	88,2	76,3
	1,3	92,2	92,1	92,1	84,7
Середнє		74,62	74,38	74,26	65,89
<b>Ярий</b>					
Світ	0,7	51,0	50,9	50,9	44,3
	0,9	58,1	58,1	57,9	50,3
	1,1	79,1	79,1	79,1	69,3
	1,3	87,8	87,7	87,4	75,9
Середнє		69,00	68,95	68,83	59,95
Дарунок Степу	0,7	53,5	53,2	52,3	45,3
	0,9	74,4	74,2	74,2	63,7
	1,1	78,5	78,1	77,4	66,5
	1,3	80,9	79,3	79,3	63,9
Середнє		70,26	69,95	69,70	59,91
НІР05 часткових відмінностей, т/га для факторів: А – 11,81; В – 8,78; С – 3,26					
НІР05 середній (головних) ефектів, т/га для факторів: А – 2,95; В – 2,53; С – 0,36					

Отже, аналізуючи таблицю, можна зробити висновок, що найкращі всходи були у сортів Балтрап та Ендуро– від 52 до 65 рослин на 1 м<sup>2</sup> при густоті 0,7 млн/га. Порівнюючи ці результати з двома сортами ярого гороху за вказаної норми висіву, можна відмітити, що Світ та Дарунок Степу забезпечили меншу густоту сходів від 51 до 53 рослин на 1 м<sup>2</sup>.

В результаті негативних кліматичних умов бачимо, що мінімальна середня кількість рослин була зафіксована у фазі сходів, але кількість підвищилася в фазу 2-х листків. Однак, втрати на момент бутонізації не були критичними.

На наступний рік загальний рівень польової схожості помітно зріс у порівнянні з попереднім (табл. 4.2.1.2):

Таблиця 4.2.1.2

**Динаміка густоти в основні фази розвитку гороху  
(середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорт (А)	Норма висіву млн шт./га (В)	Середня кількість рослин на 1 м <sup>2</sup> (С)			
		сходи	2 листка	4-6 листоків	бутонізація
<b>Зимуючий</b>					
Мороз	0,7	49,4	49,4	49,4	34,3
	0,9	81,8	81,6	81,6	69,3
	1,1	89,0	89,0	88,9	80,3
	1,3	93,8	93,0	93,0	84,2
Середнє		78,50	78,25	78,23	67,03
Ендуро	0,7	63,0	62,6	62,6	50,4
	0,9	87,0	87,0	86,9	70,2
	1,1	95,4	95,4	95,0	72,3
	1,3	99,4	99,4	98,2	74,3
Середнє		81,92	81,74	81,54	66,93
Балтрап	0,7	65,5	65,4	65,0	53,2
	0,9	92,8	92,0	92,0	71,1
	1,1	96,2	97,8	97,6	81,7
	1,3	99,8	99,8	99,2	84,7
Середнє		83,82	83,74	83,51	68,57



## Продовження таблиці 4.2.1.2

Ярий					
Світ	0,7	52,0	51,3	51,3	40,4
	0,9	80,2	80,1	80,1	67,5
	1,1	90,5	90,5	90,4	71,2
	1,3	92,5	91,7	91,7	73,2
Середнє		78,80	78,40	78,38	63,08
Дарунок Степу	0,7	62,9	62,3	62,2	50,5
	0,9	89,4	89,2	88,5	66,7
	1,1	90,2	89,3	89,2	70,2
	1,3	96,1	95,2	95,1	81,1
Середнє		81,40	80,89	80,76	64,88
НІР05 часткових відмінностей, т/га для факторів: А – 20,60; В – 14,70; С – 3,26					
НІР05 середній (головних) ефектів, т/га для факторів: А – 5,15; В – 4,24; С – 0,57					

На представленій таблиці показано, що динаміка середньої кількості рослин гороху також активно підвищувалася до фази 2-х листків і закінчувалася у фазу 4-6 листків.

Як і минулого року, так і цього року, найкращі результати показали сорти Ендуро і Балтрап з показниками від 63 до 65 рослин на 1 м<sup>2</sup> при густоті 0,7 млн насінин/га відповідно. Ярі сорти Світ та Дарунок Степу показали середні результати.

Втрати на період весняної вегетації були незначними. Цьому сприяли кращі кліматичні умови.

Наступний рік показав такі результати (табл. 4.2.1.3):

**Динаміка густоти в основні фази розвитку гороху  
(середнє за 2021-2022 рр.)**

Сорт (А)	Норма висіву млн шт./га (В)	Середня кількість рослин на 1 м <sup>2</sup> (С)			
		сходи	2 листка	4-6 листіків	бутонізація
<b>Зимуючий</b>					
Мороз	0,7	51,0	51,0	51,0	39,2
	0,9	80,3	79,6	79,4	57,8
	1,1	98,3	97,7	97,4	78,1
	1,3	99,8	99,5	98,9	79,7
Середнє		82,35	81,95	81,68	63,70
Ендуро	0,7	69,2	68,4	68,4	51,0
	0,9	89,3	89,2	89,2	68,1
	1,1	95,9	95,3	95,3	79,3
	1,3	99,3	98,6	98,5	79,4
Середнє		85,05	84,58	84,42	66,26
Балтрап	0,7	68,9	67,2	67,2	52,7
	0,9	87,6	86,9	86,9	77,1
	1,1	96,2	95,8	95,4	80,3
	1,3	97,7	97,7	97,5	80,9
Середнє		85,78	85,25	85,09	68,11
<b>Ярий</b>					
Світ	0,7	69,3	62,2	62,0	50,4
	0,9	81,2	75,3	75,3	61,2
	1,1	95,2	95,2	94,4	73,1
	1,3	96,2	95,7	95,7	77,0
Середнє		85,48	82,10	81,85	65,43
Дарунок Степу	0,7	73,5	65,5	65,5	51,5
	0,9	82,3	82,2	82,1	66,3
	1,1	85,1	84,3	84,0	69,2
	1,3	94,9	94,5	94,5	73,7
Середнє		84,80	81,89	81,71	65,31
НІР05 часткових відмінностей, т/га для факторів: А – 22,77; В – 15,71; С – 3,26					
НІР05 середній (головних) ефектів, т/га для факторів: А – 5,69; В – 4,53; С – 0,50					

У результаті проведених досліджень протягом останнього року було отримано кращі показники, ніж у 2019-2020 роках. Однак, ці результати все ще не достатньо високі, щоб конкурувати з показниками другого року досліджень.

Несприятливі кліматичні умови, зокрема тепла, вітряна зима з рідкими опадами, вплинули на кінцевий результат. Проте завдяки стійкості сортів до негативних факторів вдалося зберегти культуру до збирання врожаю.

Спостерігається однакова тенденція, що й у двох попередніх роках – сорти Балтрап і Ендуро показали добрі результати – 68 та 69 рослин на 1 м<sup>2</sup> відповідно при густоті 0,7 млн нас./га . Загалом, ярі сорти гороху продемонстрували достатню ефективність, але їхня продуктивність все ще не дозволяє конкурувати з зимуючими сортами. Останні до початку негативних температур вже успіли сформувати вегетативну масу, що сприяло їхньому успішному перезимуванню. Після відновлення вегетації зимуючого гороху, він стає стійким до різких перепадів температур, які можуть виникати з кінця лютого до квітня.

Порівнюючи найсприятливіший рік (2020-2021) для ярих і зимуючих посівів, хотілося б зобразити наскільки один сорт Ендуро, що найбільш відзначився, перевершує посіви ярого гороху (рис. 4.3):

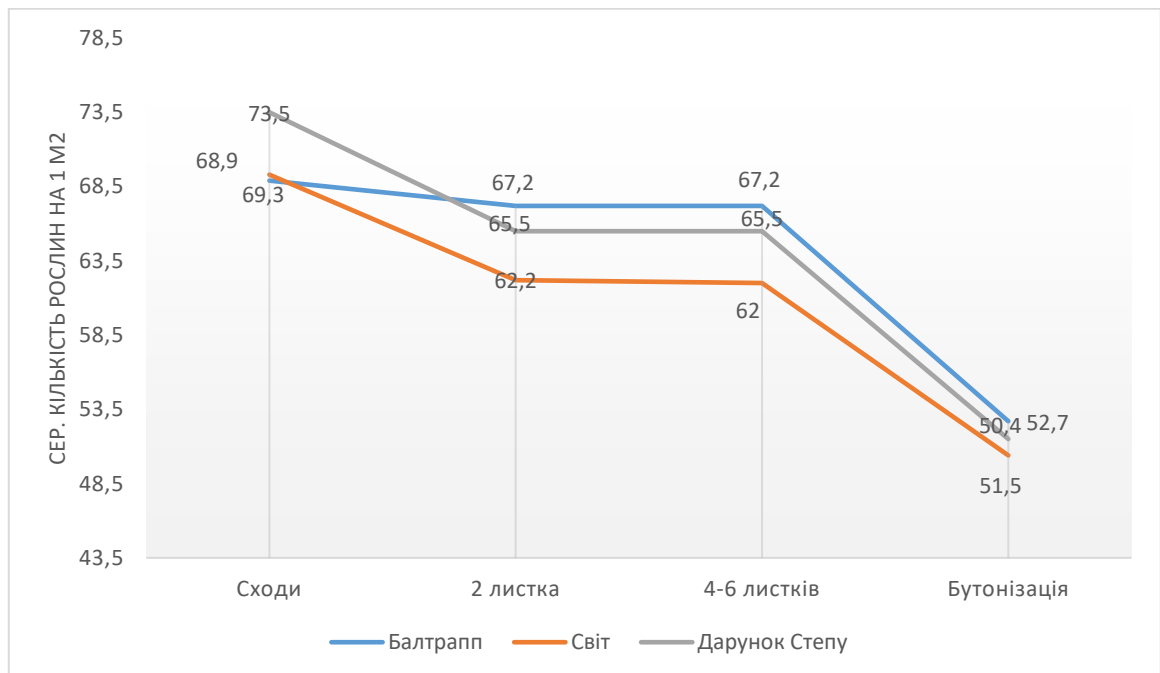


Рис. 4.3. Середня кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> в період 2021-2022 рр.

Навіть з огляду на той факт, що посів зимуючих сортів проводився в другій декаді жовтня, сорт Ендуро не тільки чудово пережив зиму, а й показав набагато кращий результат, ніж перспективні ярі сорти для Південного регіону.

Один з основних показників даного успіху є те, що на момент весняної зміни температурного режиму фаза гороху дозволяє йому без особливого стресу продовжити вегетативне зростання.

Саме зведення стресу рослин до можливого мінімуму є однією з основних причин сприятливого проходження гороху від перших сходів до збирання і, як факт, отримання очікуваної врожайності.

Для більш точної оцінки якості сорту в залежності від типу розвитку, треба визначити виживаність. Вживаність рослин гороху відноситься до здатності рослини протистояти і пережити різноманітні фактори, які можуть негативно вплинути на її розвиток і врожайність. Це показник, який відображає пропорцію рослин, які вижили та продовжують свій розвиток в певний період часу або під певними умовами (табл. 4.2.1.4), (Додаток Г, таблиці Г.1 – Г.3):

Таблиця 4.2.1.4

**Вживаність рослин у роки досліджень, %**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву млн шт./га	Вживаність, %			
			2019-2020	2020-2021	2021-2022	в середньому
Зимуючий	Мороз	0,7	82,6	69,4	76,9	76,3
		0,9	85,3	84,7	72,0	80,7
		1,1	94,2	90,2	79,4	87,9
		1,3	90,2	89,8	79,8	86,6
	Ендуро	0,7	86,6	80,0	73,7	80,1
		0,9	85,5	80,7	76,2	80,8
		1,1	88,8	75,8	82,7	82,4
		1,3	83,9	74,7	79,9	79,5
	Балтрап	0,7	87,9	81,2	76,8	82,0
		0,9	92,4	76,6	88,0	85,7
		1,1	86,5	84,9	83,5	85,3
		1,3	91,9	84,9	82,8	86,5

Ярий	Світ	0,7	86,9	77,7	72,4	79,0
		0,9	86,6	84,2	75,4	82,1
		1,1	87,6	78,7	76,8	81,0
		1,3	86,4	79,1	80,0	81,8
	Дарунок Степу	0,7	84,7	80,3	70,1	78,4
		0,9	85,6	74,6	80,5	80,2
		1,1	84,7	77,9	81,3	81,3
		1,3	78,9	80,9	77,7	79,2

Як свідчать результати дослідження, краще виживаність сорти зимуючого гороху, в тому числі сорт Ендуро – 88,8% і Балтрап – 92,4% отримано в період 2019-2020 рр.. Подібна тенденція залишається і в наступний рік досліду.

Сорт Мороз в 2020-2021 рр. показав найкращий показник у порівнянні з ярими сортами – 90,2% при нормі висіву 1,1 млн насінин/га, у сорту Ендуро найкращий показник був при густоті 0,9 млн нас./га – 80,7%, у сорту Балтрап – 84,4% при густоті 1,1 млн нас./га.

На третій рік досліду зимуючі сорти показали добрий результат. В цей раз сорт Ендуро показав виживаність на рівні 82,7% при густоті 1,1 млн нас./га. Між цим, сорт Балтрап показав не гірший результат – 88,0% при густоті 0,9 млн нас./га.

#### 4.2.2. Формування вегетативної маси рослин

Формування вегетативної маси гороху є важливим аспектом його вирощування. Цей процес залежить від багатьох факторів, таких як генетичні особливості рослини, умови середовища і типу ґрунту.

Між цим, в дослідженнях Чонга А.Т. виявлявся вплив температури та світла на ріст та розвиток гороху. Чонг А.Т. заявляє, що температура та світло мають значний вплив на розвиток гороху, зокрема на формування його вегетативної маси. В статті описано, що оптимальна температура для росту гороху – 20-25°C, а оптимальна інтенсивність світла – 1000-1200 мкмоль<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>. Надмірна температура

або недостатність світла може призвести до зниження вегетативної маси гороху та його урожаю [74].

Одним з найбільш актуальних досліджень на тему формування вегетативної маси гороху є стаття авторів Девіда Л. Хайтена та ін. Дослідження проводилися з метою визначення генетичного контролю за вегетативною масою гороху під різними умовами живлення. Результати дослідження показали, що вегетативна маса гороху залежить від спадковості та умов живлення, а також є складною характеристикою, що включає в себе різні органи та тканини [75].

С. Сакр досліджував вплив густоти посіву на розвиток та урожайність гороху в умовах посухи. Результати дослідження показали, що збільшення густоти посіву знижує вегетативну масу гороху та його урожай [76].

Результати досліджень показують, що оптимальний спосіб вирощування гороху полягає в застосуванні мінімальної кількості засобів захисту рослин від хвороб та шкідників, оптимальному рівні забезпечення рослин поживними речовинами та вологою, відповідному розміщенні рослин та регулюванні густоти посіву.

Необхідно відзначити, що багато досліджень щодо формування вегетативної маси гороху було проведено у відносно обмежених умовах, таких як певний кліматичний регіон або тип ґрунту. Тому, перед вирощуванням гороху на певній території необхідно враховувати специфіку цієї території.

Густота посіву є ще одним важливим фактором, який впливає на формування вегетативної маси гороху. В дослідженнях Рамзана М. та інших виявляли вплив різної густоти посіву на врожайність та її компоненти у різних сортів гороху. Він зазначає, що оптимальною густиною є 45-50 рослин на квадратний метр, що сприяє формуванню вегетативної маси рослин та підвищенню врожайності. [77-79]

Отже, формування вегетативної маси гороху є важливим фактором для досягнення високої врожайності. Час посіву, густина посіву, забезпечення водою та поживними речовинами, а також захист від хвороб та шкідників є ключовими

факторами, які необхідно враховувати для успішного формування вегетативної маси гороху.

Дослідженнями науковців Одеської державної сільськогосподарської станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН доведено, що на накопичення сирової маси гороху великий вплив має технологія вирощування, в тому числі густота стояння рослини. Відомо, що сира біомаса гороху досягає максимуму в фазу дозрівання плодів і насіння. Також відомо, що у надземній масі гороху у фазі цвітіння вміст сухої речовини складає 15-25%.

Такі ж самі закономірності спостерігалися і в процесі проведення трьохрічних спостережень.

В результаті проведення досліджень в 2019-2022 рр. спостерігали збільшення сирової маси за мірою росту і розвитку рослини (табл. 4.2.2.1), (Додаток Г, таблиці Г.1, Г.2, Г.3):

Таблиця 4.2.2.1

**Динаміка накопичення сирової маси рослинами гороху, т/га  
(середнє за 2019-2022 рр.)**

Тип розвитку (А)	Сорт (В)	Норма висіву млн шт./га (С)	Фази розвитку гороху				
			7-8 листків	бутонізація	формування бобів	дозрівання бобів	повна стиглість
Зимуючий	Мороз	0,7	0,52	1,67	2,91	4,04	4,04
		0,9	0,65	1,86	3,19	3,85	3,85
		1,1	0,57	1,76	3,01	3,72	3,73
		1,3	0,54	1,72	2,98	3,61	3,61
	Ендуро	0,7	1,21	2,69	4,08	4,32	4,32
		0,9	1,14	2,40	4,02	4,29	4,29
		1,1	0,99	2,39	3,75	3,81	3,82
		1,3	0,94	2,22	3,66	4,10	4,10
	Балтрап	0,7	1,24	2,63	3,93	4,38	4,39
		0,9	1,09	2,42	3,94	4,02	4,02
		1,1	1,04	2,21	3,85	3,97	3,97

		1,3	0,91	2,28	3,60	3,80	3,80
Ярий	Світ	0,7	0,59	1,79	2,98	3,83	3,83
		0,9	0,63	1,83	2,74	3,72	3,73
		1,1	0,53	1,99	2,61	3,69	3,69
		1,3	0,57	1,73	2,45	3,48	3,48
	Дарунок Степу	0,7	0,92	1,79	3,42	3,78	3,78
		0,9	0,96	1,99	2,70	4,01	4,02
		1,1	0,90	1,87	2,76	3,85	3,85
		1,3	0,68	1,54	2,63	3,79	3,80
НІР <sub>05</sub> , т/га	А	-	0,18	0,43	0,79	0,65	-
	В	-	0,15	0,32	0,46	0,62	-
	С	-	0,02	0,03	0,05	0,04	-

На протязі усіх років досліджень в фазу 7-8 листків показники обсягів накопичення сирової маси рослинами гороху не були високими і коливалося в межах від 0,52 т/га (спостерігається у сорту Мороз при густоті 0,7 в фазу) до 1,24 т/га (у сорту Балтрап).

В фазу бутонізації спостерігалось істотне зростання показника в усіх варіантах дослідю. Максимальний показник сирової маси був у сорту Ендура – 2,69 т/га (рис. 4.4, 4.5).



Рис. 4.4. Відбір гороху для аналізу сирової маси у фазу бутонізації





**Рис. 4.5. Загальний стан гороху у фазу цвітіння, 2021 р.**

У фазу формування бобів гороху вихід зеленої маси з одиниці площі тільки посилювався. Найбільших значень накопичення зеленої маси горох досягнув на фазі дозрівання бобів – 4,38 т/га у сорту Балтрап. Порівняння сортів та типу розвитку дозволило виявити тенденцію щодо збільшення виходу сирової маси у сортів зимуючого типу розвитку у порівнянні з ярим. У фазу повної стиглості приріст сирової біомаси майже нульовим, оскільки рослина досягла максимального розміру та ваги у фазу дозрівання бобів.

Динаміка накопичення сухої речовини практично повністю співпадала з тенденціями, які були виявлені під час аналізу сирової речовини (табл. 4.2.2.2), (Додаток Г, таблиці Г.4, Г.5, Г.6):

**Динаміка накопичення сухої маси рослинами гороху, т/га  
(середнє за 2019-2022 рр.)**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву млн шт./га (С)	Фази розвитку гороху				
			7-8 листків	бутонізація	формування бобів	дозрівання бобів	повна стиглість
Зимуючий	Мороз	0,7	0,35	0,81	1,21	2,58	3,41
		0,9	0,46	0,74	1,15	2,59	3,64
		1,1	0,39	0,76	0,97	2,26	3,56
		1,3	0,37	0,69	0,95	2,43	3,45
	Ендуро	0,7	0,84	0,99	1,54	2,66	3,62
		0,9	0,78	0,86	1,40	2,63	3,50
		1,1	0,66	0,78	1,27	2,30	3,54
		1,3	0,62	0,73	1,11	2,22	3,33
	Балтрап	0,7	0,87	1,02	1,77	2,80	3,94
		0,9	0,74	0,97	1,69	2,45	3,84
		1,1	0,67	0,89	1,57	2,30	3,71
		1,3	0,59	0,70	1,37	2,16	3,55
Ярий	Світ	0,7	0,41	0,69	1,22	1,82	3,09
		0,9	0,44	0,72	1,35	1,87	3,16
		1,1	0,36	0,62	1,27	1,76	3,01
		1,3	0,31	0,68	1,17	1,63	3,04
	Дарунок Степу	0,7	0,60	0,81	1,49	2,19	3,59
		0,9	0,72	0,75	1,56	2,42	3,29
		1,1	0,67	0,72	1,29	2,01	3,45
		1,3	0,40	0,76	1,18	1,78	3,04
НІР <sub>05</sub> , т/га	А	-	0,12	0,15	0,20	0,50	0,63
	В	-	0,10	0,12	0,23	0,32	0,53
	С	-	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03

На протязі ранніх етапів вегетації процес накопичення сухої речовини проходив повільно. У фазу 7-8 листків найбільший показник помітний був у сорту Балтрап – 0,87 т/га.

В фазу бутонізації тенденція повільного збільшення сухої біомаси залишається незмінною. Кращий показник був помічений у сорту Балтрап – 1,02 т/га, а найгіршим виявився у сорта Світ – 0,68 т/га.

У фазу формування бобів найкраще всього знову показав сорт Балтрап – 1,77 т/га і при дозріванні бобів збільшення залишається незмінним – 2,80 т/га у сорту Балтрап.

Показники сухої речовини рослин гороху були максимальними у фазу повної стиглості, тим самим відрізняючись від показників сирої біомаси, максимальні значення якої спостерігалися у фазу дозрівання бобів. В середньому, найкращим виявився знову сорт Балтрап – 3,94 т/га.

#### **4.3. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин гороху**

У гороху є декілька особливостей фотосинтетичної діяльності, які дозволяють йому ефективно виробляти органічні речовини з використанням сонячної енергії:

1. **структура листка.** У гороху листок має спеціальну структуру, яка дозволяє максимально використовувати світло для фотосинтезу. У гороху листок має спеціальну форму - це листкоподібний відросток, що складається з пари сегментів. Це дозволяє гороху мати більше поверхні для збору світла та краще використовувати його для фотосинтезу.
2. **клітинна структура.** У гороху також є особливості в клітинній структурі, що дозволяє оптимізувати фотосинтез. У гороху є багато хлоропластів, де відбувається процес фотосинтезу. Хлоропласти містять хлорофіл, який забезпечує зелену барву листка та здатність до збору світла.
3. **процес фотосинтезу.** Процес фотосинтезу у гороху залежить від багатьох факторів, таких як світло, вода та діоксид вуглецю. Світло збирається зеленими хлорофілами у хлоропластах, і використовується для здійснення

фотосинтезу. Вода та діоксид вуглецю беруться з навколишнього середовища та використовуються в процесі фотосинтезу для створення органічних речовин.

4. **оптимальні умови для фотосинтезу.** Оптимальні умови для фотосинтезу у гороху залежать від багатьох факторів. Найважливішими є світло, температура, вологість та рівень  $\text{CO}_2$ . Щодо світла, горох може фотосинтезувати за будь-яких умов, але оптимальні умови - це яскраве світло. Температура також має важливе значення, тому що вона впливає на реакції фотосинтезу та метаболізм рослин. Оптимальна температура для гороху зазвичай коливається від 18 до 25 градусів Цельсія.
5. **вологість.** Якщо рослина не отримує достатньо води, то фотосинтез може зупинитися. Крім того, вода також є необхідною для транспорту речовин в рослині та забезпечує затребувану форму рослини.
6. **рівень  $\text{CO}_2$ .** Оптимальний рівень  $\text{CO}_2$  для фотосинтезу у гороху складає 0,03-0,05%. Зниження рівня  $\text{CO}_2$  може зменшити швидкість фотосинтезу та погіршити здоров'я рослини.

У цілому, горох має багато особливостей фотосинтетичної діяльності, які дозволяють йому ефективно виробляти органічні речовини з використанням сонячної енергії. Важливо знати оптимальні умови для фотосинтезу гороху, щоб допомогти рослині рости та розвиватися в найкращих умовах.

#### **4.3.1. Формування листкової поверхні гороху**

У весняній вегетації основна відмінність між ярим та зимуючим горохом стає помітною - у ярого гороху вона триває майже на місяць довше, ніж у зимуючого гороху. Наприклад, у 2019-2020 роках фаза плодоутворення настала для зимуючого гороху 20 квітня, тоді як для ярого гороху - 1 червня. У 2020-2021 роках спостерігається аналогічна тенденція, зимуючий горох досягає фази

плодоутворення 7 травня, у порівнянні з 30 травня для ярих сортів. У останньому році посіву чітко видно різницю на місяць між ярим та зимуючим горохом - 10 травня та 10 червня.

В залежності від зміни фази у гороху листова поверхня зростає. Ця тенденція добре відображається в поданих нижче таблицях (табл. 4.3.1.1, 4.3.1.2), (Додаток Б, таблиця Б.1):

Таблиця 4.3.1.1

**Формування листової поверхні гороху зимуючого по фазам вегетації  
(см<sup>2</sup>/1 рослину) за період 2019-2022 рр.**

Норма висіву	Фази розвитку											
	4-6 листків	7-8 листків	початок бутонізації	4-6 листків	7-8 листків	початок бутонізації	4-6 листків	7-8 листків	початок бутонізації			
	Мороз			Ендуро			Балтрап					
	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3	0,7	0,9	1,1	1,3
	23,38	91,08	251,47	20,34	83,11	207,88	16,87	91,27	233,10			
	24,74	84,39	217,78	16,86	88,58	221,12	17,15	91,95	204,19			
	21,52	91,71	209,92	15,61	96,97	212,71	17,63	87,27	218,28			
	26,35	98,96	223,41	18,52	100,41	206,73	16,77	96,42	212,24			

Аналіз листової поверхні проводився за допомогою методики «Прискореного визначення площі листової поверхні сільськогосподарських культур за допомогою комп'ютерної технології» (рис. 4.6, 4.7):



**Рис. 4.6. Зразки гороху для визначення листової поверхні**



Рис. 4.7. Підготовка листя для подальшого аналізу на комп'ютері

Таблиця 4.3.1.2

**Формування листкової поверхні гороху ярого по фазам вегетації  
(см<sup>2</sup>/1 рослину) за період 2019-2022 рр.**

Норма висіву	Фази розвитку					
	4-6 листків	7-8 листків	початок бутонізації	4-6 листків	7-8 листків	початок бутонізації
	Світ			Дарунок Степу		
0,7	17,42	87,23	231,59	16,95	75,49	186,95
0,9	19,57	89,51	239,98	17,24	78,95	191,56
1,1	20,61	92,53	234,56	19,85	72,67	198,44
1,3	21,98	97,12	235,67	19,07	88,55	195,32

Для більш об'єктивної оцінки динаміки потрібно представлені дані таблиці 4.3.1.1 перевести у тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 4.4.1.3):

**Динаміка площі листя зимуючого гороху залежно від норми висіву  
за період 2019-2022 рр., тис. м<sup>2</sup>/га**

Норма висіву, млн/га	Фаза розвитку		
	4-6 листків	7-8 листків	початок бутонізації
<b>Мороз</b>			
0,7	2,3	9,1	25,1
0,9	2,4	8,4	21,7
1,1	2,1	9,1	20,9
1,3	2,6	9,8	22,3
<b>Ендуро</b>			
0,7	2,0	8,3	20,7
0,9	1,6	8,8	22,1
1,1	1,5	9,6	21,2
1,3	1,8	10,0	20,6
<b>Балтрап</b>			
0,7	1,6	9,1	23,3
0,9	1,7	9,1	20,4
1,1	1,7	8,7	21,8
1,3	1,6	9,6	21,2
<b>Світ</b>			
0,7	1,7	8,7	23,1
0,9	1,9	8,9	23,9
1,1	2,0	9,2	23,4
1,3	2,1	9,7	23,5
<b>Дарунок Степу</b>			
0,7	1,6	7,5	18,6
0,9	1,7	7,8	19,1
1,1	1,9	7,2	19,8
1,3	1,9	8,8	19,5

Збільшення площі листя у сортів гороху сприяє зростанню фотосинтетичного потенціалу рослини. Більша площа листя забезпечує більше поверхні для збору сонячного світла, що є основною енергією для фотосинтезу. Чим більше листя, тим більше світла може поглинатися і використовуватися для перетворення в енергію рослини.

### 4.3.2. Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу залежно від густоти рослин

Більша площа листя забезпечує більше простору для фотосинтезу, що сприяє підвищенню кількості органічних сполук, які виробляються під час фотосинтезу. Це може привести до збільшення синтезу глюкози та інших сполук, які рослина використовує для росту, розвитку та формування плодів.

Збільшення площі листя також сприяє підвищенню фотосинтетичної активності рослини шляхом збільшення кількості хлорофілу, фотосинтетичних пігментів, які здатні захоплювати світло, що було наведено в таблиці (табл. 4.3.2.1):

Таблиця 4.3.2.1

#### Фотосинтетичний потенціал сортів гороху зимуючого залежно від норми висіву у період між фазами 7-8 листків і бутонізації за 2019-2022 рр.

Норма висіву, млн/га	Мороз			Ендуро			Балтрап		
	S <sub>сер</sub>	T <sub>діб</sub>	ФП	S <sub>сер</sub>	T <sub>діб</sub>	ФП	S <sub>сер</sub>	T <sub>діб</sub>	ФП
0,7	13,70	37	506,90	11,35	37	419,95	12,45	37	460,65
0,9	12,05	37	445,85	11,85	37	438,45	11,05	37	408,85
1,1	11,50	37	425,50	11,35	37	419,95	11,75	37	434,75
1,3	12,45	37	462,50	11,20	37	414,40	11,40	37	421,80

$S_{сер} = \frac{S_1 + S_2}{2}$ , де S<sub>1</sub> – показник на початковій фазі, на якій проводився аналіз формування листової поверхні; S<sub>2</sub> – показник на кінцевій фазі, на якій проводився аналіз формування листової поверхні;

T<sub>діб</sub> – середній показник діб між початковою фазою і кінцевою;

ФП – фотосинтетичний потенціал, тис. м<sup>2</sup>/га×діб

В середньому міжфазний період від 7-8 листків до бутонізації у зимуючого гороху проходила на протязі 37 діб. Завдяки зменшенню конкурентності за поживні речовини шляхом зменшення норми висіву, на представленій таблиці 4.3.2.1 спостерігається збільшення фотосинтетичного потенціалу у рослини: при густоті 0,7 млн нас./га найбільше відзначився сорт сорт Мороз – 506,90 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, у



Ендуро – 419,95 тис. м<sup>2</sup>/га×діб і у Балтрапа – 460,65 тис. м<sup>2</sup>/га×діб. При густоті 0,9 млн нас./га найкращий результат знову показав Мороз – 445,85 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, Ендуро – 438,45 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, Балтрап – 408,85 тис. м<sup>2</sup>/га×діб. При густоті 1,1 млн нас./га відзначився сорт Балтрап – 434,75 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, Мороз – 425,50 тис. м<sup>2</sup>/га×діб і Ендуро – 419,95 тис. м<sup>2</sup>/га×діб. Сорт Мороз знову відзначився при густоті 1,3 млн нас./га – 462,50 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, у Ендуро і Балтрап – 414,40 тис. м<sup>2</sup>/га×діб і 421,80 тис. м<sup>2</sup>/га×діб відповідно.

Але подібна тенденція при зменшенні густоти не спостерігається на ярих сортах (табл. 4.3.2.2):

Таблиця 4.3.2.2

**Фотосинтетичний потенціал сортів гороху ярого залежно від норми висіву у період між фазами 7-8 листків і бутонізації за 2019-2022 рр.**

Норма висіву, шт./га	Світ			Дарунок Степу		
	S <sub>сер</sub>	T <sub>діб</sub>	ФП	S <sub>сер</sub>	T <sub>діб</sub>	ФП
0,7	12,4	41	508,40	10,10	41	414,10
0,9	12,9	41	528,90	10,40	41	426,40
1,1	12,7	41	520,70	10,85	41	444,85
1,3	12,8	41	524,80	10,70	41	438,70

В середньому період фази бутонізації у ярого гороху проходив на протязі 41 діб.

При густоті 0,7 млн нас./га краще всього показав себе сорт Світ – 508,40 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, у сорту Дарунок Степу цей показник становив – 414,10 тис. м<sup>2</sup>/га×діб. При густоті 0,9 млн нас./га у сорту Світу – 528,90 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, при цьому сорт Дарунок Степу показав даний результат – 426,40 тис. м<sup>2</sup>/га×діб. При густоті 1,1 млн насінин/га у сорту Світ – 520,70 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, а у Дарунка Степу – 444,85 тис. м<sup>2</sup>/га×діб. При нормі висіву 1,3 млн нас./га сорт Світ також відзначився – 524,80 тис. м<sup>2</sup>/га×діб, у Дарунку Степу – 438,70 тис. м<sup>2</sup>/га×діб.

Для оцінки роботи фотосинтезу потрібно розрахувати кількість органічної речовини, яку рослина виробляє за добу внаслідок фотосинтезу, тобто визначити показник чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 4.3.2.3):

Таблиця 4.3.2.3

**Чиста продуктивність фотосинтезу гороху зимуючого у міжфазний період початку бутонізації (2019-2022 рр)**

Норма висіву, млн шт./га	Мороз			Ендуро			Балтрап		
	ФП	приріс т сухої біомаси, т/га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> за добу	ФП	приріс т сухої біомаси, т/га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> за добу	ФП	приріс т сухої біомаси, т/га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> за добу
0,7	506,90	1,62	3,19	419,95	2,41	5,73	460,65	2,32	5,03
0,9	445,85	1,62	3,63	438,45	2,20	5,01	408,85	2,01	4,91
1,1	425,50	1,39	3,26	419,95	1,91	4,54	434,75	1,83	4,21
1,3	462,50	1,34	2,89	414,40	1,81	4,36	421,80	1,62	3,84

Як видно з висновків попередніх таблиць, що фотосинтетичний потенціал збільшувався при зменшенні норми висіву. Схожа тенденція спостерігається при розгляданні результатів чистої продуктивності фотосинтезу: сорт Балтрап показав при густоті 0,7 млн нас./га – 5,03 г/м<sup>2</sup> за добу, при 0,9 млн нас./га – 4,91 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 млн нас./га – 4,21 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 млн нас./га – 3,84 г/м<sup>2</sup> за добу. Сорт Ендуро показав, що при нормі 0,7 млн нас./га був отриманий показник чистої продуктивності фотосинтезу – 5,73 г/м<sup>2</sup> за добу, при нормі 0,9 млн нас./га – 5,01 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 млн нас./га – 4,54 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 млн нас./га – 4,36 г/м<sup>2</sup>. Мороз при нормі густоти 0,7 млн нас./га показав результат 3,19 г/м<sup>2</sup> за добу, при 0,9 млн нас./га – 3,63 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 млн нас./га – 3,26 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 млн нас./га – 2,89 г/м<sup>2</sup> за добу.

При цьому ярий горох показав значно гірший результат (табл. 4.3.2.4):

**Чиста продуктивність фотосинтезу гороху ярого у міжфазний період  
фази початку бутонізації (2019-2022 рр)**

Норма висіву, млн нас./га	Світ			Дарунок Степу		
	ФП	приріст сухої біомаси, т/га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> за добу	ФП	приріст сухої біомаси, т/га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> за добу
0,7	508,40	1,42	2,79	414,10	1,66	4,01
0,9	528,90	1,51	2,85	426,40	1,93	4,52
1,1	520,70	1,32	2,53	444,85	1,51	3,39
1,3	524,80	1,09	2,07	438,70	1,30	2,96

Сорт Світ при нормі висіву 0,7 млн нас./га показав результат 2,79 г/м<sup>2</sup> за добу, при нормі 0,9 млн нас./га – 2,85 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 млн нас./га – 2,53 г/м<sup>2</sup> за добу і при нормі 1,3 млн нас./га – 2,07 г/м<sup>2</sup> за добу. Дарунок Степу показав кращий результат у порівнянні зі Світом: при густоті 0,7 млн нас./га – 4,01 г/м<sup>2</sup> за добу, при 0,9 млн нас./га – 4,52 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 млн нас./га – 3,39 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 млн нас./га – 2,96 г/м<sup>2</sup> за добу.

### 4.3.3. Вміст хлорофілу в листях

Склад хлорофілу в листях залежить від двох основних типів хлорофілу: «а» і «в».

Хлорофіл «а» є найбільш поширеним типом хлорофілу і відповідає за зелений колір листя. Він містить магній та пігменти, які допомагають здійснювати фотосинтез. Як правило, найбільший показник цього типу є в верхніх частинах рослини.

Хлорофіл «в» є менш поширеним типом хлорофілу, який допомагає забезпечувати додаткову підтримку фотосинтезу. Хлорофіл «в» містить більше живильних речовин, ніж хлорофіл «а», і це дозволяє рослині виробляти більше

енергії для свого зростання та розвитку. Він, на відмінну від хлорофілу «а», знаходиться в нижчих частинах рослини.

Склад хлорофілу в листях залежить від різних факторів, таких як генетика рослини, умови оточуючого середовища та стадія розвитку рослини. Наприклад, рослини, що ростуть в північних широтах, можуть містити більше хлорофілу «в», оскільки це дозволяє їм більше використовувати доступне світло для фотосинтезу.

Отже, склад хлорофілу в листях залежить від різних факторів, а хлорофіл «а» і хлорофіл «в» мають відмінності у своєму складі та ролі в забезпеченні фотосинтезу.

Ще одним важливим критерієм фотосинтетичної діяльності є каротиноїди. Каротиноїди - це пігменти, які знаходяться в листях рослин разом з хлорофілом. Вони мають важливу роль у фотосинтезі, оскільки допомагають захищати рослини від підвищеного впливу світла та реактивних видів кисню, які можуть пошкодити хлорофіл та інші біологічні молекули..

У гороху, каротиноїди допомагають захистити рослини від стресу, викликаного відсутністю води, що може знизити активність фотосинтезу та загрожувати врожаєм. Крім того, каротиноїди можуть сприяти підвищенню вмісту хлорофілу та ефективності фотосинтезу, що також може позитивно вплинути на врожайність.

Вміст хлорофілу у листях гороху є важливим параметром, який вказує на фотосинтетичну активність та стан рослини. У більшості випадків, чим більший вміст хлорофілу, тим більше світла можуть поглинати рослини, що сприяє більшому розмноженню та врожайності. У цьому огляді ми розглянемо деякі з найбільш значущих досліджень, що стосуються вмісту хлорофілу у листях гороху.

Автори В. С. Джадхав та С. Д. Дешпанде [67] досліджували вміст хлорофілу у листках гороху за допомогою різних розчинників. Дослідження показало, що найбільш ефективним розчинником для вилучення хлорофілу є 80% ацетон, який забезпечує максимальну екстракцію хлорофілу з листя гороху. Дослідники

зазначили, що результати можуть бути корисними для визначення ефективності фотосинтезу та стану рослини.

Автори М. Р. Джалілванд та Х. Пустіні [68] досліджували вплив дефіциту води на вміст хлорофілу та інші параметри фотосинтезу у різних генотипів гороху. Дослідження показало, що різні генотипи мають різний рівень стійкості до дефіциту води, що відображається на рівні вмісту хлорофілу та інших параметрах фотосинтезу. Автори зазначили, що визначення стійкості до стресу може бути корисним для вибору найбільш пристосованих генотипів гороху до високих температур та сухих умов.

С.С. Чоудхарі та Б.Р. Гупта [69] досліджували вплив різної інтенсивності світла на ріст та вміст хлорофілу у гороху. Дослідження показало, що вміст хлорофілу у листках гороху зростає при збільшенні інтенсивності світла до певного моменту, після чого починає зменшуватись. Автори зазначили, що оптимальна інтенсивність світла для гороху залежить від різних факторів, таких як сорт, кліматичні умови та інші фактори.

Дослідження вмісту хлорофілу у листках гороху вказують на його важливу роль у фотосинтезі та врожайності. Різні фактори, такі як добрива, стрес, важкі метали та інтенсивність світла, можуть впливати на вміст хлорофілу у гороху, що може вплинути на їхню ефективність та врожайність. Дослідження показують, що використання органічних добрив може збільшити вміст хлорофілу та поліпшити фотосинтетичну активність гороху. Важкі метали можуть призводити до зменшення вмісту хлорофілу у листках гороху, що може призвести до зменшення врожайності.

Вимірювання вмісту хлорофілу може проводитись різними методами, такими як спектрофотометрія, флуориметрія та інші. У своїй статті Дж. Е. О'Коннор [72] та інші порівнюють різні методи вимірювання вмісту хлорофілу у листках різних видів рослин, включаючи горох. Результати дослідження показують, що різні методи можуть давати різні результати в залежності від виду рослин та умов

вимірювання. Тому, перед вимірюванням вмісту хлорофілу важливо обрати оптимальний метод та врахувати всі фактори, які можуть впливати на результати дослідження.

Дослідження впливу добрив на вміст хлорофілу у листках гороху вказують на те, що використання органічних добрив може збільшити вміст хлорофілу та покращити фотосинтетичну активність рослин. У статті "Effect of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of pea (*Pisum sativum* L.)" [73] автори досліджують вплив різних типів добрив на ріст та врожайність гороху. Результати дослідження показують, що використання органічних добрив покращує ріст та врожайність гороху порівняно з використанням інорганічних добрив. Крім того, вміст хлорофілу у листках гороху був вищий при використанні органічних добрив.

Враховуючи вищезгадані фактори, визначення вмісту хлорофілу у листках гороху може бути важливим інструментом для оцінки стану фотосинтетичного апарату рослин. Наявність оптимального рівня хлорофілу може підвищити врожайність та якість продукту.

Результати наших досліджень підтвердили, що ярі та зимуючі форми гороху дійсно відрізняються за фізіолого-біохімічними показниками. Ми обрали вміст хлорофілу та каротиноїдів у листках як один з таких показників, що характеризують фотосинтетичну активність рослин. Нижче наведені результати наших лабораторних аналізів (табл. 4.3.3.1):

**Вміст хлорофілу і каротиноїдів в листях гороху  
(в середньому за 2020-2022 рр.)**

Тип розвитку (А)	Сорт (В)	Вміст хлорофілу, мг/100 г біомаси			Вміст каротиноїдів, мг/100 г біомаси
		всього	у тому числі (С)		
			«а»	«в»	
Зимуючий	Ендуро	621	450	171	174
	Мороз	519	375	144	165
	Балтрап	594	427	167	177
Ярий	Світ	504	341	163	172
	Дарунок Степу	249	359	139	181
В середньому за типом розвитку	Зимуючий	578	417,3	160,6	178
	Ярий	376,5	350	151	175,5
НІР <sub>05</sub> , мг/100 г	А	-	20,88	11,34	-
	В	-	15,41	4,51	-
	С	-	22,34	5,70	-

Порівнюючи отримані результати щодо вмісту каротиноїдів, можна помітити вищий показник у ярих сортів - 172 мг/100 г і 181 мг/100 г відповідно. Наявність каротиноїдів у гороху залежить від кількох факторів: генетичних особливостей сорту та середовища.

Вищий вміст хлорофілу встановлено в листках гороху зимуючого типу (Ендуро) – 450 мг/100 г в порівнянні з ярим типом розвитку, і в основному за рахунок фракції «а», яка є найбільш активною у фотосинтезі (табл. 4.3.3.2):

**Відхилення вмісту хлорофілу за фракціями в порівнянні з стандартом  
(в середньому за 2020-2022 рр.)**

Сорт	Фракція «а», мг/100 г	Відхилення +/- від стандарту		Фракція «в», мг/100 г	Відхилення +/- від стандарту	
		+/-	%		+/-	%
Ендуро	450	+109	+31,96	171	+8	+4,91
Мороз	375	+34	+9,97	144	-19	-11,66
Балтрап	427	+86	+25,22	167	+4	+2,45
Світ	341	0	0	163	0	0
Дарунок Степу	359	+18	+5,28	139	-32	-14,72

На основі даних у таблиці можна константувати, що зимуючі сорти гороху у фракції «а» значно перевищують стандартний сорт ярого типу на +31,96% у сорту Ендуро, +9,97% у сорту Мороз та +25,22% у сорту Балтрап. У фракції «в» видно, що сорт Ендуро показав збільшення на +4,91% порівняно зі стандартним ярим сортом Світ, але сорт Мороз має негативне відхилення – -11,66%. Присутність хлорофілу «в» може залежати від інтенсивності і спектру світла та особливостей сорту.

Однак нас цікавила залежність вмісту хлорофілу від норми висіву. Отримані результати повністю підтверджують цю залежність (табл. 4.3.3.3), (Додаток Е, таблиця Е.1):



**Вміст хлорофілу (фракція «а») залежно від норм висіву, мг/100г біомаси**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн насінин на 1 га			
		0,7	0,9	1,1	1,3
2020 р.					
Зимуючий	Ендуро	403	423	395	386
	Мороз	390	386	372	364
	Балтрап	415	427	404	389
Ярий	Світ	349	336	328	316
	Дарунок Степу	369	351	342	341
2021 р.					
Зимуючий	Ендуро	491	502	445	485
	Мороз	422	423	331	350
	Балтрап	472	456	477	401
Ярий	Світ	341	340	324	328
	Дарунок Степу	386	362	340	332
2022 р.					
Зимуючий	Ендуро	491	489	432	458
	Мороз	403	422	320	324
	Балтрап	421	448	441	381
Ярий	Світ	384	370	350	332
	Дарунок Степу	390	381	364	352

Збільшення густоти рослин призводить до збільшення ступеня взаємозатінення, що, у свою чергу, призводить до зменшення вмісту хлорофілу. Перевага зріджених рослин за вмістом хлорофілу має вигляд тенденції. Ця закономірність простежується доволі чітко. Для більшої ілюстрації цих залежностей ми представляємо графічне їх зображення (рис. 4.8):

Вміст хлорофілу у зимуючого гороху був помітно вищим, ніж у ярих сортів: у 2019-2020 рр, у сорту Ендуро, він становить 423 мг/100 г біомаси при нормі висіву 0,9 млн нас./га; у сорту Балтрап - 427 мг/100 г при густоті 0,9 млн нас./га; у сорту Мороз - 390 мг/100 г при густоті 0,7 млн нас./га. У ярих сортів помітна різниця: сорт

Світ – 349 мг/100 г при 0,7 млн нас./га; у сорту Дарунок Степу – 369 мг/100 при 0,7 млн нас./га.

У 2020-2021 рр. також можна відстежити різницю між зимуючими і ярими сортами: в Ендуро біомаса становить 502 мг/100 г при нормі висіву 0,9 млн нас./га; у сорту Балтрап – 477 мг/100 г при густоті 1,1 млн нас./га; у сорту Мороз – 423 мг/100 г при 0,9 млн нас./га. У ярих сортів різниця становила приблизно 30-40%: у сорту Світ – 341 мг/100 г при 0,7 млн нас./га; у сорту Дарунок Степу – 386 мг/100 г при 0,7 млн нас./га.

У 2021-2022 рр. сорт Ендуро краще всього показав себе при густоті 0,7 млн нас./га – 491 мг/100 г, сорт Балтрап – 448 мг/100 г при 0,9 млн нас./га, сорт Мороз – 422 мг/100 г при нормі 0,9 млн нас./га. У ярих сортів різниця становила ~20-30%: у сорту Світ – 384 мг/100 г при 0,7 млн нас./га, у сорту Дарунок Степу – 390 мг/100 г при густоті 0,7 млн нас./га.

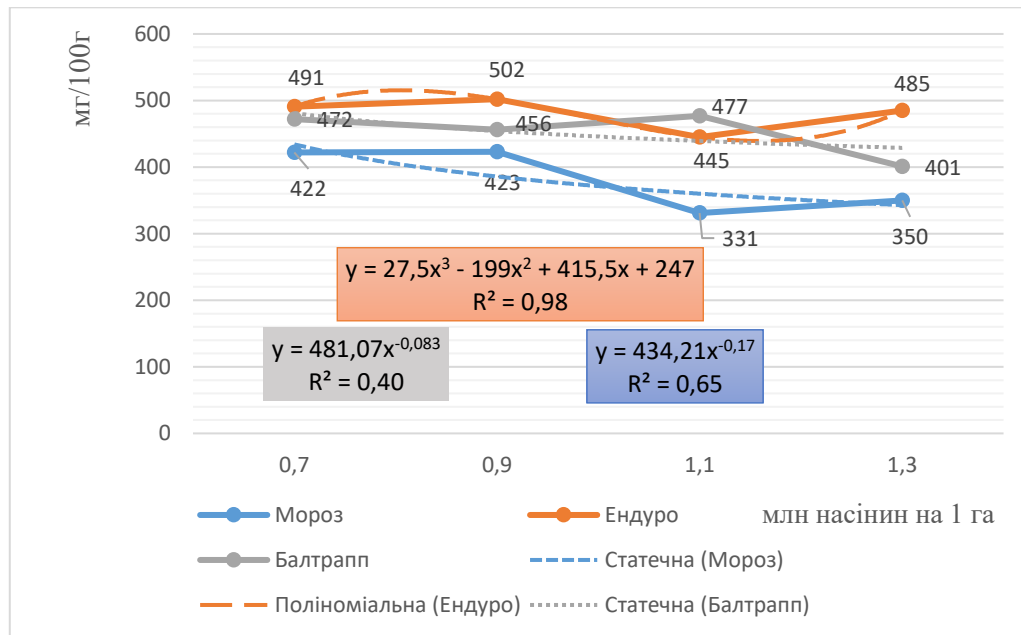


Рис. 4.8. Залежність вмісту хлорофілу (фракція "а") від норм висіву, 2021 рік

У межах кожного року дослідження, зв'язок між нормами висіву і вмістом хлорофілу «а» був ідентичний: зі зменшенням густоти стояння збільшувався вміст цієї фракції зеленого пігменту (коефіцієнти кореляції за модулем коливалися від

0,45 до 0,98), але найчіткіша тенденція спостерігалася у 2021 році, тому графік залежності відноситься до зазначеного періоду. Пігментна система сорту Балтрап менш чутливо реагувала на зміну норми висіву (коефіцієнт детермінації 0,40), але у сорту Ендура норми висіву визначали вміст хлорофілу «а» на 98%, зимуючий сорт Мороз займає проміжне положення ( $R^2=0,65$ ).

#### **4.3.4. Роль зимуючих горохів у покращенні вуглецевого балансу ґрунту**

Природні та антропогенні чинники є джерелом викидів в атмосферу парникових газів, серед яких лідируючі позиції займає  $\text{CO}_2$  (діоксид вуглецю). Окрім нього в атмосферу виділяються інші гази з парниковим ефектом у десятки, а то і сотні разів вищим за діоксид вуглецю. Це метан ( $\text{CH}_4$ ) та закис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ). На сучасному техногенному етапі людство стикнулось із загрозою критичного зростання концентрації парникових газів, яке може призвести до глобального потепління з усіма катастрофічними наслідками [120]. І дійсно, за останні 50 років концентрація  $\text{CO}_2$  зросла з 0,03 до 0,42%, а середньорічна температура повітря в Україні зросла на 1,4 °С (Кульбіда). Про негативні наслідки, впритул до апокаліпсису, останні роки написано безліч наукових робіт і зроблено багато сумних прогнозів.

Разом з негативами, зростання  $\text{CO}_2$  атмосфері Землі має і позитивні наслідки як посилення фотосинтезу. Так, завдяки інтенсифікації фотосинтезу до 2100 року очікується зростання урожайності основної продукції з одиниці площі на 10%, а біомаси рослин – на 12% [133]. Ця тенденція стала підґрунтям для розвитку нового напрямку – вуглецевої технології, яка передбачає вилучення  $\text{CO}_2$  з атмосфери в процесі фотосинтезу і консервування його в ґрунті у вигляді органічної речовини (секвестрація). Можливий потенціал вилучення з атмосфери  $\text{CO}_2$  оцінюється у 10% від поточних річних викидів [132].

Одним з дійових складових вуглецевої технології є вимога якомога довше тримати поле у зайнятому рослинами стані. Мається на увазі і вирощування культур з довгою вегетацією, і використання проміжних культур, і ущільнення ценозів за рахунок підсівних культур та сумішок. У цьому відношенні зимуючі сортотипи гороху мають перевагу над ярими, оскільки вони займають поле суттєво довше (табл. 4.3.4.1):

Таблиця 4.3.4.1

**Порівняльна зайнятість поля рослинами ярого і зимуючого горохів**

Тип розвитку	Сорт	Дата			Тривалість зайнятості, діб
		сівби	сходів	повної стиглості	
Ярий	Світ	20.03	05.04	25.06	81
	Дарунок Степу	20.03	05.04	28.06	84
Зимуючий	Ендуро	20.10	01.11	10.06	222
	Балтрап	20.10	01.11	14.06	226

Ярий горох «закриває» поверхню ґрунту лише протягом 22-23% року, у той час як зимуючі займають поле 61-62% року. Безумовно, з точки зору процесів секвестрації зимуючі горохи створюють набагато сприятливіші умови. Викиди парникових газів мають дуже широкий спектр коливань залежно від агрозаходів. Так, за даними [135] в його досліді за 19 діб після оранки викидається у повітря внаслідок мінералізації не лише органічна речовина, накопичена з рештками поточної культури, а і органічна речовина, накопичена попередніми культурами. Якщо застосувати No-Till технологію, то викиди мають мінімальний рівень.

Дослідження кафедри польових і овочевих культур [134] яскраво показана вражаюча різниця викидів CO<sub>2</sub> залежно від включення у сівозміну проміжних культур (табл. 4.3.4.2):

**Порівняльна характеристика викидів парникових газів залежно від використання проміжних культур**

Культура сівозміни	Проміжна культура	Викиди парникових газів, кг/га CO <sub>2</sub> – екв.		
		класична технологія	скорочена технологія	No-Till технологія
Ячмінь озим.	-	-	669	192
Кукурудза	Без проміжної культури	1249	644	461
	З проміжною культурою	7	-601	-784
Озима пшениця	-	-	692	215
Соняшник	Без проміжної культури	1405	800	616
	З проміжною культурою	163	-445	-629
Всього за росл.	Без проміжної культури	4015	2805	1484
	З проміжною культурою	839	-377	-1221

Лише у випадках, коли у сівозміну вводили проміжні культури, досягнуто не лише скорочення виників парникових газів в еквіваленті до CO<sub>2</sub>, але й створені передумови до секвестрації CO<sub>2</sub>, що суттєво поліпшує здоров'я ґрунту. Особливо позитивними виявились результати вуглецевого балансу при впровадженні No-Till технології. Цей приклад ми можемо розглядати як аналогічний з нашим дослідом, в якому замість проміжних культур зайнятість поля пролонгується тривалістю вегетації основної культури, що були показано вище.

Зростання густоти рослин, яке залежить від норми висіву, в кінцевому результаті може призвести до зменшенні викидів CO<sub>2</sub>. Менша норма висіву може

стимулювати збільшення габітусу рослин за рахунок гілкування і таким чином травостій може бути густішим ніж за високим норм висіву (табл. 4.3.4.3):

Таблиця 4.3.4.3

### Формування густоти фітоценозу залежно від норми висіву гороху

Норма висіву, млн нас./га	Одержано сходів, шт./м <sup>2</sup>	Густота рослин в кінці вегетації, шт./м <sup>2</sup>	Кількість гілок	
			шт./рослину	шт./м <sup>2</sup>
0,7	60	54	2,4	130
0,9	74	67	1,7	114
1,1	83	76	1,4	106
1,3	102	88	1,2	106

За рахунок більш інтенсивного гілкування загальна кількість гілок формується найвищою у разі мінімальної норми висіву.

Зроблені розрахунки показали, що зимуючий горох, який суттєво довший період займає поле, сприяє поліпшенню вуглецевого балансу за рахунок зменшення викидів парникових газів (табл. 4.3.4.4):

Таблиця 4.3.4.4

### Порівняльний викид парникових газів під посівами ярого і зимуючого горохів

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн нас./га	Викиди парникових газів кг/га CO <sub>2</sub> – екв.		
			під час вегетації	за відсутності рослин*	разом
Ярий	Світ	0,7	731	1360	2091
		1,1	750	1360	2110
	Дарунок Степу	0,7	702	1360	2062
		1,1	728	1360	2088
Зимуючий	Ендуро	0,7	720	410	1130
		1,1	750	410	1160
	Балтрап	0,7	709	410	1119
		1,1	701	410	1111

\* - сумарні викиди

Зимуючі горохи, займаючи поле довший, ніж ярі, час, сприяють зменшенню викидів; зростанню рівня секвестрації. Збільшення норми висіву, як було показано

вище, не веде до загушення стеблестою, а відтак і не досягає результату, що до зменшення викидів парникових газів.

#### 4.4. Продуктивність гороху і якість одержаної продукції

Продуктивність гороху відноситься до кількості продукції (у цьому випадку горошин) врожаю, який може бути отриманий з горохових рослин на певній площі протягом вегетаційного періоду. Вона вимірюється у фізичних одиницях, наприклад, у тоннах, кілограмах або інших одиницях ваги.

Продуктивність гороху залежить від декількох факторів, включаючи:

- **генетичний потенціал сорту:** Деякі сорти гороху мають вищий генетичний потенціал для виробництва великої кількості горошин, ніж інші сорти.
- **агроекологічні умови:** Кліматичні умови, ґрунтовий склад, доступність води та інші фактори середовища можуть суттєво впливати на продуктивність гороху.
- **агротехнічні прийоми:** Правильний вибір сортів, належний догляд, використання відповідних агротехнічних методів, внесення добрив та контроль за шкідниками і хворобами можуть покращити продуктивність гороху.
- **конкуренція:** Конкуренція з бур'янами та іншими рослинами може впливати на доступність ресурсів для горохових рослин і, отже, на їх продуктивність.

Якість продукції гороху може бути вплинута як внутрішніми, так і зовнішніми факторами. Дотримання належних агротехнічних методів та правильне зберігання можуть забезпечити високу якість продукції гороху.

#### 4.4.1. Особливості формування генеративних органів

Горох – це самозапилна рослина і кількість утворених квіток повинна відповідати кількості сформованих бобів. Але в умовах, коли не всі чинники життєдіяльності рослин повністю задовольняють потреби, деякі квітки, хоч і запліднюються, але не утворюють повноцінні боби. Тому майже завжди кількість квіток і бобів не співпадають. Різниця може становити 20-40%, а інколи число бобів не перевищує 20% від кількості квіток.

Генеративні органи гороху, такі як квіти, боби, вусики, зелені боби, листки, пелюстки та інші, є важливими для розмноження та насінневого розмноження цієї культури. Формування цих органів є складним процесом, який залежить від багатьох факторів, таких як генетика, умови середовища та фізіологічні процеси в рослині.

Перед формуванням генеративних органів гороху відбувається процес вегетативного росту, під час якого рослина займається формуванням кореневої системи та стебла, а також листків. Вегетативний ріст завершується, коли рослина досягає деякої висоти та формує деяку кількість листків, які притаманні особливостям сорту.

Після закінчення вегетативного росту рослина готується до формування генеративних органів. Це може відбуватися відразу ж після закінчення вегетативного росту, або пізніше. Все це залежить від умов середовища та генетичних факторів.

Квіти гороху формуються на кінці стебла та гілок. Вони складаються з келиха, воронки, пелюсток, тичинок та зав'язі. Квіти гороху мають папілярну форму та бувають різних кольорів, включаючи білий, рожевий, червоний та фіолетовий.

Формування квіток гороху зазвичай починається від першого вузла, що містить один або більше бруньок. Зазвичай квіти формуються з 5 пелюстків, 10



тичинок та 1 зав'язі. У кожної квітки є окремий стебелець, який дозволяє кожній квітці добре розвиватися.

Після того, як квіти гороху сформувалися, відбувається опилування, яке може бути самополінізацією (самозапильним) або перехресним. При самополінізації пилок з тичинок падає на зав'язь тієї ж квітки, що і його відбувається внутрішнє опилування. Перехресне запилення, як правило, відбувається за допомогою бджіл, які переносять пилок з однієї квітки на іншу.

Після опилування зав'язь починає рости та формуватися у плід, який зазвичай є бобом. Цей боб містить насіння, яке може бути використано для розмноження гороху.

Боби гороху формуються на місці квіток та містять насіння. Ці боби можуть бути різної довжини та форми, залежно від сорту гороху. Наприклад, деякі сорти гороху можуть мати короткі та широкі боби, тоді як інші можуть мати довгі та тонкі.

Після того, як боби сформуються, на них починають формуватися відбитки насіння. Насіння гороху зазвичай має круглу форму та може бути різного розміру. Його розмір залежить від сорту гороху та умов, в яких він вирощується.

Формування генеративних органів гороху залежить від багатьох факторів, включаючи генетичні фактори, умови середовища та фізіологічні процеси в рослині. Щоб забезпечити успішне формування генеративних органів, необхідно надавати рослинам достатню кількість вологи, поживних речовин та світла.

Для нашого дослідження процес генеративного розвитку має велике значення, бо саме цей елемент є визначальним у формування урожаю і саме тут простежується різниця між сортотипами, а також між ценозами з різною густотою. Якщо порівняти зимуючі і ярі горохи за кількістю генеративних органів, то ми можемо побачити неоднозначну картину (табл. 4.4.1.1):

**Співвідношення квіток і утворення півноцінних бобів  
(середні за 2019-2022 рр.)**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн нас./га	Кількість на 1 рослині		% бобів до кількості квіток
			квіток	бобів	
Ярий	Дарунок Степу	0,7	9	4	44,4
		0,9	8	3	37,5
		1,1	6	2	33,3
		1,3	6	2	33,3
Зимуючий	Балтрап	0,7	11	6	54,5
		0,9	10	5	50,0
		1,1	7	3	42,8
		1,3	5	2	40,0

Перевага зимуючих горохів у формуванні повноцінних бобів очевидна: якщо Дарунок Степу у середньому по усіх нормах висіву сформував 2,75 боба, то у Балтрапа цей показник дорівнював 4,0 боба на рослину.

Доволі очевидною є залежність кількості бобів на рослині від норми висіву: на менших нормах висіву бобів утворюються більше у 2 рази, ніж на варіантах з висівом 1,1-1,3 млн насінин/га.

Але такі дані не можуть надійно характеризувати перевагу чи недолік порівнюваних елементів. Справа у тому, що індивідуальна продуктивність не завжди співпадає з продуктивністю популятивною. Мається на увазі суттєва різниця кількості рослин. Для нашого дослідження треба поррахувати інтегрований показник продуктивності:

$$P_{п} = I_{п} \times M, \text{ де} \quad (4.4.1.1)$$

$P_{п}$  – популятивна продуктивність;

$I_{п}$  – індивідуальна продуктивність;

$M$  – кількість рослин на одиниці площі.

За такою підставою у нашому досліді можна розрахувати біологічну урожайність різних сортотипів гороху залежно від норми висіву (табл. 4.4.1.2), (рис. 4.9):



**Рис. 4.9. Проведення аналізу формування генеративних органів аспірантом Руденко В.А.**

*Таблиця 4.4.1.2*

**Структура урожаю різних сортотипів гороху залежно від норми висіву (всередні за 2019-2022 рр.)**

Сорт (В)	Норма висіву, млн нас./га	Кількість на 1 рослині (С)		Маса, г		Кількість рослин на 1 м <sup>2</sup>	Маса зерна з 1 м <sup>2</sup>
		бобів	зерен у бобі	1000 зерен	зерна з 1 рослини		
<b>ярий (А)</b>							
Дарунок Степу	0,7	4	3,3	177,07	2,34	49,10	114,89
	0,9	3	3,5	178,80	1,88	65,57	123,27
	1,1	2	3,7	176,18	1,30	68,63	89,22
	1,3	2	2,3	174,91	0,80	72,90	73,70
<b>зимуючий (А)</b>							
Балтрап	0,7	6	3,1	185,47	3,45	54,37	187,58
	0,9	5	2,5	184,27	2,30	74,67	171,74
	1,1	3	3,5	183,07	1,92	79,43	152,51
	1,3	2	4,2	181,87	1,53	83,43	127,65

НІР <sub>05</sub>	НІР05 часткових відмінностей для факторів: А – 2,27; В – 3,13; С – 0,92.
	НІР05 середній (головних) ефектів для факторів: А – 0,80; В – 1,11; С – 0,46.

Як бачимо, головну роль у формуванні урожаю зерна відіграють 2 показники:

1. Продуктивність 1 рослини;
2. Сортова особливість гороху.

Навіть крупність насіння (маса 1000 насінин) не корелює із загальною продуктивністю.

#### 4.4.2. Урожайність гороху

Інтегрованим показником дії всіх чинників (біологічні особливості сорту, наявність вологи, елементів живлення, кліматичних умов) на рослинний організм протягом його росту та розвитку є урожайність зерна [109-111].

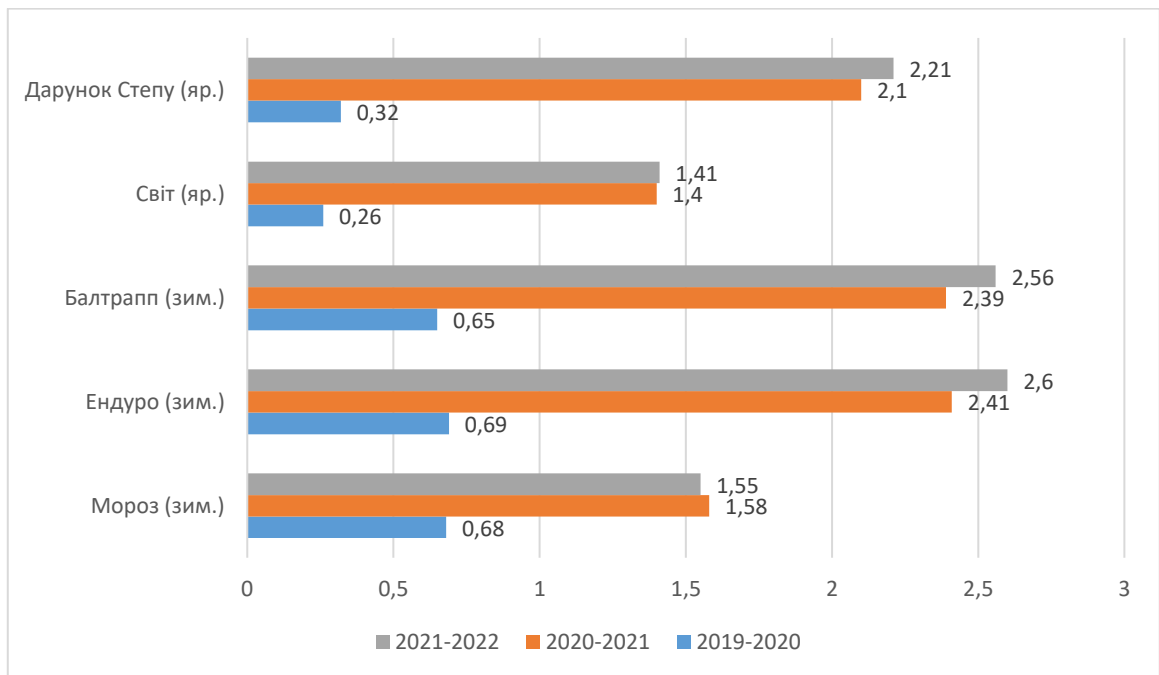
Оптимальне поєднання агрозаходів та правильний підбір сортів відповідно до вимог ґрунтово-кліматичних умов вирощування є важливим чинником, що впливає на рівень урожайності та її стабільність [65].

За результатами трьохрічних досліджень (табл. 4.4.2.1), (рис. 4.11), (Додаток В, таблиці В.1, В.2) було встановлено, що:

- в перший рік дослідження, сорт Балтрап показав найкращий результат не тільки в порівнянні з зимуючими сортами, але і з ярими – 1,19 т/га. Сорт Мороз забезпечив урожайність 0,77 т/га, що на 0,42 т/га менше у порівнянні з сортом Балтрап. У сорту Ендуро була отримана урожайність 0,76 т/га, що на 0,43 т/га менше у порівнянні з сортом Балтрап. Ярі сорта Світ і Дарунок Степу забезпечили урожайність 0,26 і 0,32 відповідно.
- на другий рік дослідження, найкращий результат знову показав сорт Балтрап – 2,87 т/га. Сорт Ендуро сформував не менш гірший рівень врожайності – 2,77 т/га, що на 0,10 т/га менше, ніж у Балтрапа. З сорту Мороз отримали

урожайність 1,8 т/га, що на 1,07 т/га менше в порівнянні з сортом Балтрап. Ярий сорт Дарунок Степу забезпечив результат 2,1 т/га, що у порівнянні з гіршим серед зимуючих сортів Морозом на 0,3 т/га більше і на 0,77 т/га менше, ніж у сорта Балтрап. Ярий сорт Світ мав урожайність на рівні 1,40 т/га.

- на третій рік дослідження, найкращий результат показав сорт Ендуро – 2,60 т/га. Сорт Балтрап сформував урожайність на рівні 2,56 т/га, що на 0,04 т/га менше, ніж у порівнянні з сортом Ендуро. У сорту Мороз була отримана врожайність 1,55 т/га, що на 1,05 т/га менше у порівнянні з сортом Ендуро. На третій рік ярий сорт Дарунок Степу показав результат 2,21 т/га. У порівнянні цього сорта з Морозом простежується подібна тенденція, зимуючий сорт уступає ярому на 0,66 т/га. Сорт Світ показав врожайність на рівні 1,41 т/га.



**Рис. 4.11. Середня урожайність гороху в залежності від сорту та норми висіву 1,1 млн нас./га за 2019-2022 рр., т/га**

Для висіву гороху як зимуючого, так і ярого є норма 1,1 млн нас./га, тому при виділенні стандарту для відхилення була взята саме ця норма. Помітна закономірність у порівнянні норм висіву між собою: сорт Мороз мав прибавку на

18,63% і на 16,67% у порівнянні зі стандартом і пониження урожайності на 28,28% при нормі висіву 1,3 млн нас./га. Сорт Ендуро отримав прибавку врожайності на 27,59% при нормі 0,7 млн нас./га і 26,44% при нормі 0,9 млн нас./га. При нормі 1,3 млн нас./га у сорту Ендуро спостерігається зниження на 6,75% при порівнянні зі стандартом 1,1. Зимуючий сорт Балтрап показав подібний результат: при 0,7 та 0,9 млн нас./га була отримана прибавка врожайності на 28,74% та 11,49% відповідно. При густоті 1,3 млн нас./га тенденція зниження врожайності залишається – менше на 10,92%.

Сорт Світ при нормі висіву 0,7 та 0,9 млн нас./га показав збільшення на 7,92% та 14,85% і зменшення при нормі 1,3 млн нас./га – на 16,83%. Сорт Дарунок Степу показав збільшення при нормі 0,7 та 0,9 млн нас./га на 9,66% та 30,34% відповідно. При нормі 1,3 млн нас./га сорт показує зменшення на 28,28%. (табл. 4.4.2.1):

Таблиця 4.4.2.1

#### Урожайність сортів гороху залежно від норм висіву, т/га

Сорт (B)	Норма висіву, млн нас./га (C)	Рік			В середньому за три роки	Відхилення +/- від стандарту	
		2020	2021	2022		+/- відхилення	%
Тип розвитку ярий (A)							
Світ	0,7	0,28	1,48	1,50	1,09	+0,08	+7,92
	0,9	0,29	1,58	1,62	1,16	+0,15	+14,85
	1,1	0,26	1,40	1,36	1,01	0	0
	1,3	0,21	1,14	1,18	0,84	-0,17	-16,83
Середнє по сорті	-	0,26	1,40	1,41	1,02	-	-
Дарунок Степу	0,7	0,33	2,11	2,36	1,59	+0,14	+9,66
	0,9	0,38	2,72	2,58	1,89	+0,44	+30,34
	1,1	0,31	1,88	2,16	1,45	0	0
	1,3	0,29	1,69	1,75	1,04	-0,41	-28,28
Середнє по сорті	-	0,32	2,10	2,21	1,49	-	-

Тип розвитку зимуючий (А)							
Мороз	0,7	0,69	1,79	1,70	1,21	+0,19	+18,63
	0,9	0,69	1,78	1,69	1,19	+0,17	+16,67
	1,1	0,68	1,35	1,52	1,02	0	0
	1,3	0,67	1,40	1,32	0,97	-0,05	-5,15
Середнє по сорту		0,68	1,58	1,55	1,09	-	-
Ендуро	0,7	0,73	3,03	2,90	2,22	+0,48	+27,59
	0,9	0,69	2,60	2,78	2,20	+0,46	+26,44
	1,1	0,68	2,12	2,43	1,74	0	0
	1,3	0,67	1,91	2,31	1,63	-0,11	-6,75
Середнє по сорту		0,69	2,41	2,60	1,94	-	-
Балтрап	0,7	0,74	3,10	2,88	2,24	+0,50	+28,74
	0,9	0,67	2,48	2,69	1,94	+0,20	+11,49
	1,1	0,66	2,11	2,47	1,74	0	0
	1,3	0,56	1,88	2,23	1,55	-0,19	-10,92
Середнє по сорту		0,65	2,39	2,56	1,86	-	-
НІР <sub>05</sub> , т/га	А	0,29	0,47	0,09	-	-	-
	В	0,10	0,28	0,04			
	С	0,08	0,24	0,05			

Якщо порівнювати між собою різні типи розвитку, то зниження врожайності при збільшенні норми висіву залишається константною. При зменшенні норми висіву – врожайність збільшується. Це відбувається через вплив наступних факторів:

- по-перше, зменшення густоти посіву дозволяє рослинам мати більше простору для росту та розгалуження. Кожна рослина отримує більше світла, повітря та доступу до поживних речовин, кращого вологозабезпечення і як результат це призводить до кращої роботи фотосинтезу; до формуванню більш якісної структури врожаю. Все це призводить до збільшення врожайності.
- по-друге, при зменшенні густоти посіву гороху зменшується конкуренція між рослинами за поживні ресурси, внаслідок чого кожна рослина отримує

достатньо ресурсів для свого зростання і розвитку, що позитивно впливає на її продуктивність.

При збільшенні густоти посіву у рослин обмежується доступ до світла, повітря та поживних речовин. Рослини конкурують між собою за обмежені ресурси, що призводить до зниження продуктивності культури.

Збільшення площі живлення також впливає на врожайність гороху. Якщо збільшується площа живлення, тобто забезпеченість рослин вологою та елементами живлення, то це може позитивно вплинути на зростання і розвиток рослин, що в свою чергу сприятиме збільшенню врожайності.

При порівнянні різних сортів, виявлено, що зимуючі сорти виявилися більш продуктивними, ніж ярі (рис. 4.12):

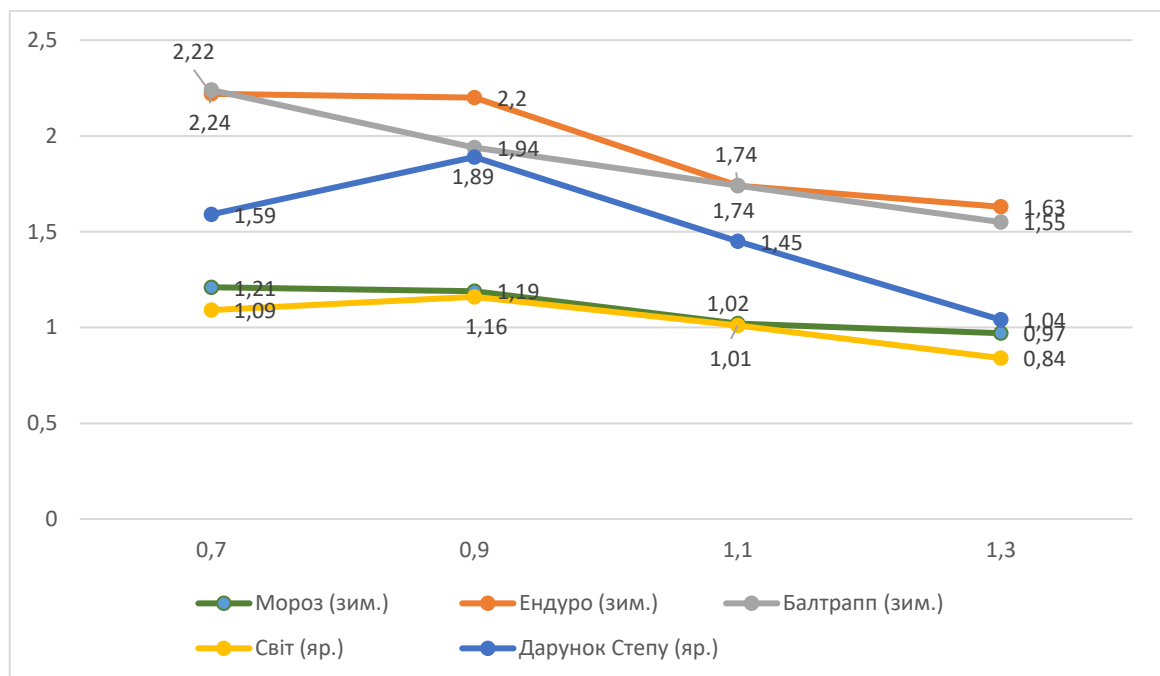


Рис. 4.12. Урожайність гороху в залежності від норми висіву, т/га

На даній діаграмі показана середня урожайність гороху в залежності від норми висіву. Зимуючі сорти Ендуро і Балтрапп значно перевищують в урожайності ярі сорти Світ і Дарунок Степу. При нормі висіву 0,7 млн нас./га Ендуро отримав 2,22 т/га, при 0,9 млн нас./га – 2,2 т/га, при 1,1 млн нас./га – 1,74 т/га і при 1,3 млн



нас./га – 1,63 т/га. Балтрап при 0,7 млн нас./га отримав врожайність на рівні 2,24 т/га, при 0,9 млн нас./га – 1,94 т/га, при 1,1 млн нас./га – 1,74 т/га, при 1,3 млн нас./га – 1,55 т/га. Між цим зимуючий сорт Мороз показав гірший результат у порівнянні з Ендуро та Балтрапом, але середній результат між ярими сортами: при 0,7 млн нас./га – 1,21 т/га, 0,9 млн нас./га – 1,19 т/га, 1,1 млн нас./га – 1,02 т/га і при 1,3 млн нас./га – 0,97 т/га. При тому, що період вегетації у ярих сортів значно коротший, отримана урожайність була меншою: сорт Світ при 0,7 млн нас./га отримав 1,09 т/га, при 0,9 млн нас./га – 1,16 т/га, при 1,1 млн нас./га – 1,01 т/га, при 1,3 млн нас./га – 0,84 т/га. Сорт Дарунок Степу при нормі висіву 0,7 млн нас./га отримав врожайність 1,59 т/га, при 0,9 млн нас./га – 1,89 т/га, при 1,1 млн нас./га – 1,45 т/га при 1,3 млн нас./га – 1,04 т/га.

Необхідно відзначити той факт, що зимуючі сорти показали найкращий результат при мінімально досліджуваній нормі висіву – 0,7 млн нас./га, але ярі сорти при густоті 0,9 млн нас./га. Для сорту Балтрап оптимальною нормою висіву стала 0,7 млн нас./га, але для сортів Мороз і Ендуро оптимальною нормою була не лише 0,7 млн нас./га, але й норма 0,9 млн нас./га. Ярі сорти Світ та Дарунок степу в цілому показали найкращий результат при густоті 0,9 млн нас./га. Між цим для сорту Світ оптимальною нормою також була 0,7 млн нас./га.

На основі проведеного статистичного аналізу усіх років дослідження було визначено частку впливу факторів на врожайність гороху, достовірну на п'ятивідсотковому рівні значимості (рис. 4.13)

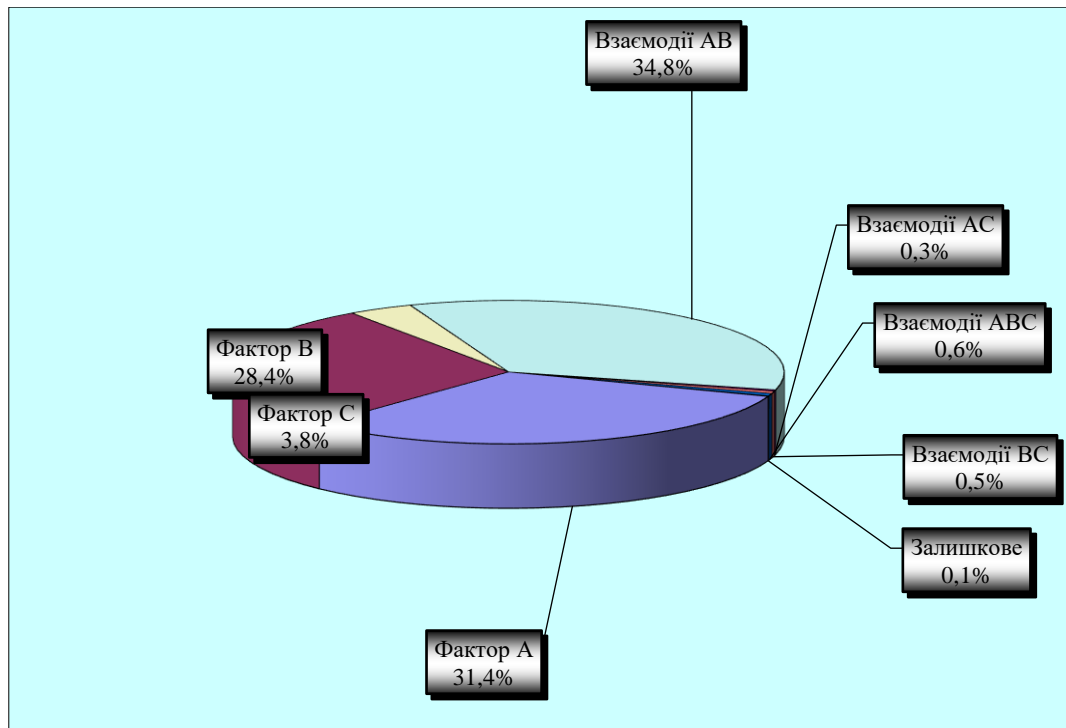


Рис. 4.13. Вплив факторів на врожайність за 2019-2022 рр.

Встановлено, що найбільший відсоток становив фактор А (тип розвитку) – 31,4%, фактор В (досліджувані сорти) вплинули на 28,4%. Найменший вплив мав фактор С (норма висіву) – 3,8%.

#### 4.4.3. Якість одержаної продукції

Урожайність зерна є комплексним показником, що відображає вплив різних чинників на рослинний організм під час його росту та розвитку. Цей показник визначається рядом факторів, таких як біологічні характеристики сорту, наявність вологи та необхідних поживних речовин для рослини, використання технологічних методів у вирощуванні та вплив природно-кліматичних умов. [66, 111, 112].

Якість зерна у гороху, як зимуючого, так і ярого, залежить від обраного сорту. Згідно з проведеними дослідженнями в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, виявлено, що найвищий вміст білка спостерігався у двох сортах - Харківський янтарний та Гейзер. У сорту Харківський янтарний вміст білка склав 23,42%, тоді як у сорту Гейзер - 23,81% [113]. Ці результати свідчать про високу білкову цінність

цих сортів гороху, що може бути важливим фактором при виборі сорту для досягнення високої якості зерна.

За даними Селекційно-генетичного інституту, проведені дослідження різних сортів гороху розкрили варіацію вмісту білка. Найвищий вміст білка був виявлений у деяких сортах, серед яких виділяються Бастіон з вмістом 23,4%, Харківчанин з 22,9%, Світ з 22,7% та Харді з 22,1%. Ці сорти відзначаються високою білковою цінністю свого зерна, що робить їх привабливими для вирощування з метою отримання продуктивного та якісного врожаю.

Одночасно, проведені дослідження також виявили сорти з нижчим вмістом білка. Серед них можна виділити Модус з вмістом 16,6%, Меценат з 18,6% та Магнат з 18,7% [116]. Низький вміст білка у цих сортів може вплинути на їхню загальну харчову цінність та використання в певних галузях харчової промисловості.

Проведені дослідження на сірих лісових ґрунтах правобережного Лісостепу, що знаходяться в умовах Вінницької області, дозволили встановити варіацію вмісту сирого протеїну у різних сортах гороху. Зокрема, у сорту Елегант виявлено вміст сирого протеїну в діапазоні від 22,48% до 24,06%, що свідчить про його високу білкову цінність. За аналогічними дослідженнями, сорт Дамир також проявив зміну вмісту сирого протеїну від 21,22% до 22,91%, підтверджуючи його потенціал у вирощуванні [114].

Проведені дослідження Л. В. Короля підтвердили важливість врахування вмісту білка при виборі сортів гороху для досягнення якісного врожаю та задоволення потреб харчової промисловості. У результаті дослідів, виявлено, що вміст білка в зерні гороху сорту Улюбленець змінюється в межах від 23,48% до 24,29% в залежності від варіантів дослідів. Сорт Юлій також проявив варіацію вмісту білка від 23,40% до 24,45% [115].

Ці дані є цінною інформацією для вибору оптимальних сортів гороху з урахуванням конкретних умов дослідів та вирощування. Знання про вміст білка

дозволяє сільськогосподарським виробникам встановити оптимальний сорт, що забезпечить високу якість зерна та задовольнить вимоги ринку.

Додаткові дослідження надають більше деталей щодо вмісту сирого протеїну в різних сортах гороху. Згідно з іншими даними, сорт Улус проявив нижчий вміст сирого протеїну, який коливався від 21,94% до 24,81%. З іншого боку, сорт Царевич виявився з вищим вмістом сирого протеїну, який становив від 23,13% до 25,44% [118].

Щодо сортів гороху Вінничанин і Світязь, виявлено, що вміст сирого протеїну у них становив 21,12% та 21,63% відповідно [119]. Ці дані дозволяють провести порівняння між цими сортами і розглянути їх характеристики з точки зору білкового складу.

Під впливом фактору попередника було виявлено зміну вмісту протеїну у гороху, який становив в діапазоні від 21,5% до 22,9% [117, 70]. Це свідчить про те, що попередні культури, які вирощувалися на тій же ділянці перед горохом, можуть впливати на його білковий склад.

Результати проведених досліджень показали, що на вміст білка та жирів впливали не тільки гідротермічні умови, а і досліджувані елементи технології вирощування (табл. 4.4.3.1):

*Таблиця 4.4.3.1*

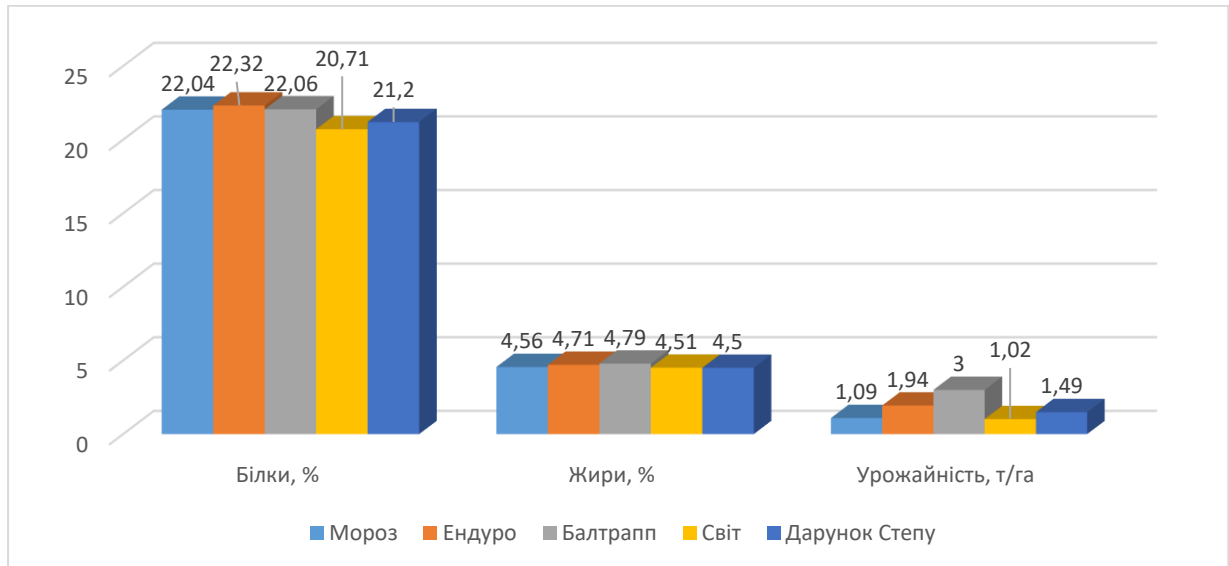
#### **Вміст білка залежно від сорту**

№ з/п	Сорт	Вміст білка, %				Відхилення, +/- %
		2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє	
1	Мороз	20,34	23,24	22,56	22,04	+1,33
2	Ендуро	20,37	23,63	22,97	22,32	+1,61
3	Балтрап	19,92	23,53	22,74	22,06	+1,35
4	Світ	18,30	22,04	21,82	20,71	0
5	Дарунок Степу	19,33	22,56	21,72	21,20	+0,49
Середній за рік		19,65	23,00	22,36	-	-

Вміст білка в середньому у сорту Ендуро і сорту Балтрап становив 22,32% і 22,06% відповідно, що на краще на 1,61% і на 1,35% у порівнянні з Світом, сортом-

контролем. Вміст білку у сорту Балтрап був отриманий 22,06%, що на 1,35% більше у порівнянні з Світом.

Для більш наглядного показу основної різниці зимуючих сортів у порівнянні з ярими, була виведена діаграма (рис. 4.12):



**Рис. 4.14. Порівняння вмісту білків, жирів і урожайності в залежності від сорту**

На цьому рисунку показана перевага зимуючих сортів з ярими. Як було зазначено раніше, за вмістом білків відзначився сорт Ендуро – 22,32% і сорт Балтрап – 22,06%, Сорт Мороз показав не гірший результат – 22,04%.

Вміст жирів тільки показав відмінність зимуючих сортів від ярих – у сорту Балтрап цей показник в середньому склав 4,79%, Мороз – 4,56%, Ендуро – 4,71%.

При розгляданні урожайності видна аналогічна тенденція, але з деякими відмінностями. Ендуро і Балтрап показали кращі результати – 1,94 т/га і 3,00 т/га відповідно. Сорт Мороз, між цим, показав кращий результат у порівнянні з Світом, але гірший, ніж у Дарунку Степу – 1,09 т/га

Повертаючись до переваг зимуючого гороха, треба розглянути вміст жирів більш детально (табл. 4.4.3.2):

Таблиця 4.4.3.2

**Вміст жирів залежно від сорту,**

№ з/п	Сорт	Вміст жирів, %				Відхилення, +/- %
		2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє	
1	Мороз	4,49	4,75	4,46	4,56	+0,05
2	Ендуро	4,59	4,85	4,71	4,71	+0,20
3	Балтрап	4,61	5,01	4,75	4,79	+0,28
4	Світ	4,49	4,51	4,54	4,51	0
5	Дарунок Степу	4,46	4,45	4,60	4,50	-0,01
Середній за рік		4,52	4,71	4,61	-	-

Вміст жирів у гороху може залежати від кількох факторів, таких як сорт, норма висіву і кліматичний умов в період проходження рослиною вегетації.

Найкращий показник вмісту жирів на протязі трьох років досліджень був зафіксований у сорту Балтрап, який містив 4,61%, 5,01% та 4,75% жирів відповідно.

Найгірший результат був отриманий у ярих сортів - Світ і Дарунок Степу, в яких показник в середньому становив 4,51% та 4,50% відповідно

Для визначення якості зерна теба розглянути детально вміст білку і жирів між собою (табл. 4.4.3.3):

Таблиця 4.4.3.3

**Порівняльна якість зерна гороху ярого та зимуючого за різними нормами висіву (в середньому за 2019-2020 рр.)**

Сорт (А)	Норма висіву, млн нас./га (В)	Якісні показники, % (С)		Маса 1000 насінин, г	Натура зерна, г
		білки	жири		
Мороз	0,7	21,32	4,88	175,34	752,01
	0,9	20,92	4,61	179,45	744,23
	1,1	20,37	4,35	170,23	748,45
	1,3	18,75	4,12	165,12	740,01
Ендуро	0,7	21,43	5,02	175,36	755,81
	0,9	20,73	4,77	177,48	752,65
	1,1	20,05	4,43	173,24	743,17
	1,3	19,28	4,15	171,12	741,78

## Продовження таблиця 4.4.3.3

Балтрап	0,7	20,89	5,11	184,89	753,34
	0,9	20,12	4,72	183,67	751,89
	1,1	19,47	4,49	182,45	744,43
	1,3	19,23	4,15	181,23	744,54
Світ	0,7	18,91	4,82	176,73	752,94
	0,9	18,93	4,67	177,85	755,12
	1,1	18,02	4,36	171,13	745,87
	1,3	17,35	4,13	170,01	744,29
Дарунок Степу	0,7	19,94	4,81	178,23	750,65
	0,9	19,56	4,58	175,61	746,09
	1,1	19,12	4,32	173,49	743,67
	1,3	18,73	4,15	172,25	742,02
НІР <sub>05</sub> , %	А	1,33	0,10	-	-
	В	16,43	3,80	-	-

Гірший результат серед сортів підзимової сівби показав сорт Мороз при густоті 1,3 млн насінин/га – 18,75%. Сорт Ендуро і Балтрап показали гірший результат при густоті 1,3 млн насінин/га – 19,28% та 19,23% відповідно. При цьому найкращий результат серед ярих сортів показав Світ при густоті 0,9 млн насінин/га – 18,93% і Дарунок Степу при густоті 0,7 млн насінин/га – 18,91%. Однозначно гірший результат показала густота 1,3 млн насінин/га – 17,35% і 18,73% у сортів Світ та Дарунок Степу відповідно.

Найкращий результат по вмісту жирів був отриманий у сорту Балтрап при густоті 0,7 млн насінин/га – 5,11%. Сорт Ендуро і Мороз показали найкращий результат при густоті 0,7 млн насінин/га – 5,02% і 4,88%. Гірший результат був за густоти 1,1 млн насінин/га – 18,75% у сорту Мороз. Сорти Ендуро і Балтрап показали гірший результат при густоті 1,3 млн насінин/га – 19,28% і 19,23%.

Ярі сорти мали найменший вміст жирів при густоті 1,3 млн насінин/га – 17,35% і 18,73% і найкращий результат при густоті 0,7 млн насінин/га – 18,91% і 19,94% у сортів Світ та Дарунок Степу відповідно.

В період 2020-2021 рр. зимуючі та ярі сорти показали кращі результати у порівнянні з попереднім роком (табл. 4.4.3.4):

**Порівняльна якість зерна гороху ярого та зимуючого за різними нормами висіву (в середньому за 2020-2021 рр.)**

Сорт (А)	Норма висіву млн нас./га (В)	Якісні показники, % (С)		Маса 1000 насінин, г	Натура зерна, г
		білки	жири		
Мороз	0,7	23,47	5,08	191,59	752,01
	0,9	23,12	4,87	190,32	755,23
	1,1	22,83	4,66	185,12	750,51
	1,3	22,57	4,42	188,27	748,32
Ендуро	0,7	24,36	5,42	191,56	751,24
	0,9	24,18	5,18	188,39	756,23
	1,1	23,05	4,19	185,26	746,55
	1,3	22,94	4,63	182,13	744,63
Балтрап	0,7	24,42	5,39	185,96	752,56
	0,9	24,02	5,12	184,72	751,85
	1,1	23,17	4,87	183,48	744,23
	1,3	22,53	4,68	182,24	743,23
Світ	0,7	22,74	4,83	181,85	742,01
	0,9	22,13	4,61	179,01	740,54
	1,1	21,86	4,37	180,73	740,10
	1,3	21,45	4,25	175,13	739,57
Дарунок Степу	0,7	22,91	4,68	174,01	744,01
	0,9	22,63	4,51	182,23	743,57
	1,1	22,47	4,37	179,61	743,01
	1,3	22,25	4,25	177,37	742,67
НІР <sub>05</sub> , %	А	1,02	0,36	-	-
	В	19,16	3,78	-	-

Сорт Мороз показав результати білку від 22,57% до 23,47% з найкращим показником при нормі висіву 0,7 млн насінин/га. У сорту Ендуро вміст білку сягав 22,94% - 24,36% і найкращий показник також склав при густоті 0,7 млн насінин/га. Сорт Балтрап показав не тільки найкращий результат вмісту відсотку білку на сиру речовину, але і найкращий серед зимуючих сортів загалом: 22,53% - 24,42% при густоті 1,3 млн насінин/га та 0,7 млн насінин/га відповідно.



Кращий результат серед ярих сортів був отриманий у сорту Дарунок Степу при густоті 0,7 млн насінин/га – 22,91%. Найгірший результат показав сорт Світ при густоті 1,3 млн насінин/га – 22,25%

В період 2021-2022 рр. тенденція збільшення вмісту білку та жирів у відсотках залишилася незмінною (табл. 4.4.3.5):

Таблиця 4.4.3.5

**Порівняльна якість зерна гороху ярого та зимуючого за різними нормами висіву (в середньому за 2021-2022 рр.)**

Сорт (А)	Норма висіву млн нас./га (В)	Якісні показники, % (С)		Маса 1000 насінин, г	Натура зерна, г
		білки	жири		
Мороз	0,7	22,92	4,78	188,52	744,01
	0,9	22,78	4,57	186,39	742,03
	1,1	22,45	4,36	184,26	741,23
	1,3	22,10	4,15	182,13	745,59
Ендуро	0,7	23,88	5,07	190,24	751,89
	0,9	23,05	4,83	187,68	750,67
	1,1	22,76	4,59	188,32	744,49
	1,3	22,20	4,35	182,56	743,09
Балтрап	0,7	22,87	5,16	185,55	752,98
	0,9	22,64	4,89	184,41	750,20
	1,1	22,35	4,62	183,27	749,87
	1,3	22,10	4,35	182,13	745,96
Світ	0,7	22,12	4,74	177,56	743,28
	0,9	21,89	4,61	176,85	743,21
	1,1	21,72	4,48	176,14	742,68
	1,3	21,57	4,35	174,01	742,56
Дарунок Степу	0,7	21,92	4,92	178,98	744,91
	0,9	21,79	4,68	178,27	743,90
	1,1	21,67	4,46	175,43	742,21
	1,3	21,53	4,35	175,12	742,18
НІР <sub>05</sub> , %	А	0,81	0,18	-	-
	В	18,45	3,91	-	-

Сорт Ендуро на третій рік відзначився за вмістом білку – 23,88% при густоті 0,7 млн нас./га. Найгірший результат був помітний у сорту Дарунок Степу при густоті 1,3 млн нас./га – 21,53%.

#### **Висновки до розділу 4:**

Аналіз досліджень та проведені власні розрахунки дають можливість зробити такі висновки:

- 1) Встановлено, що зменшення густоти посіву супроводжується збільшенням конкурентоспроможності бур'янів у відношенні до культурних рослин. Цей ефект обумовлений вільним доступом до простору, живлення та світла, які стають доступнішими для бур'янів. Спостерігається збільшення габітусу бур'янів на ділянках з меншою щільністю посіву.
- 2) Виявлено, що серед зимуючих форм гороху особливою виживаністю відзначилися сорти Ендуро і Балтрап протягом усіх трьох років досліджень. Показники в середньому були від 75 до 90%.
- 3) Вміст хлорофілу обох типів помітно відрізнявся між типами розвитку гороху: у зимуючих форм показник хлорофілу «а» був від 375 мг/100 г (Мороз) до 450 мг/100 г (Ендуро), тоді як у ярих форм показники були нижчими – у Світу 341 мг/100 г та у Дарунку Степу 359 мг/100 г. Хлорофіл «в» зберігає подібну тенденцію: у зимових форм від 144 мг/100 г (Мороз) до 171 мг/100 г (Ендуро) та у ярих форм від 139 мг/100 г (Дарунок Степу) до 163 мг/100 г (Світ).
- 4) З'ясовано, що при формуванні генеративних органів була відмічена істотна різниця у зимуючих форм гороху, особливо у сорту Балтрап. У середньому, на 1 рослина формувалося від 2 до 6 бобів, коли як у Дарунка Степу від 2 до 4 бобів.
- 5) В дослідженнях було виявлено, що зимуючі форми гороху відрізняються за накопиченням сирої та сухої біомаси. Максимальне накопичення сирої

біомаси спостерігалось у сорту Ендуро - 2,69 т/га, а зеленої маси - у сорту Балтрап - 4,38 т/га. Збільшення сухої біомаси спостерігалось до повної стиглості, з максимальним значенням у сорту Балтрап - 2,24 т/га.

- 6) Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу зростали при зниженні густоти посіву. Сорти Балтрап і Ендуро показали найвищі показники (5,03 і 5,73 г/м<sup>2</sup> за добу відповідно) при 0,7 млн нас./га. Сорти Мороз і Світ показали найнижчі показники (2,89 і 2,07 г/м<sup>2</sup> за добу відповідно) при 1,3 млн нас./га. Сорт Дарунок Степу показав кращий результат за Світ при всіх нормах висіву.
- 7) Встановлено, що збільшення норми висіву не несе за собою зростання густоти стеблестою, тому що більша кількість рослин не компенсує низький рівень гілкування.
- 8) В дослідженнях 2019-2022 років було встановлено, що врожайність гороху значно відрізняється в залежності від форми. Середні показники за три роки для сорту Світ становили 1,09-1,16 т/га, для сорту Дарунок Степу - 1,59-1,89 т/га. Зимуючі сорти Ендуро та Балтрап показали високу врожайність, досягаючи 2,22-2,24 т/га. Сорт Мороз показав середній рівень врожайності, порівняний з іншими сортами, становлячи 1,21-1,19 т/га.
- 9) В дослідженнях 2019-2022 років було виявлено, що якість насіння гороху залежить від сорту та типу розвитку. Сорти Ендуро, Мороз і Балтрап показали високий вміст білка, особливо при густоті посіву 0,7 млн насінин/га. Найкращий результат був у сорту Балтрап: 22,53% - 24,42% білка. Найнижчий вміст білка був у сорту Дарунок Степу при густоті 1,3 млн нас./га – 21,53%.
- 10) Отримані нами результати дослідів за розділом 3 висвітлені в публікаціях у наукових журналах та збірниках [131].

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНИХ АГРОЗАХОДІВ

Будь-який агротехнічний ефект досягається за рахунок зростання виробничих витрат. Розмір цих витрат може мати дуже широкий спектр і у деяких випадках досягати такого рівня, що одержана прибавка не може окупити ці витрати. Наприклад, в якості основного добрива внесено  $N_{90}P_{45}K_{60}$ , або 250 кг аміачної селітри, 225 кг суперфосфату і 150 кг калійної солі. За сьогоднішніми цінами (травень 2023 р.) ці добрива коштують:

- Аміачна селітра –  $0,25т \times 18999 = 4749$  грн;
- Суперфосфат –  $0,225т \times 21500 = 4837$  грн;
- Калійна сіль –  $0,150т \times 29000 = 4350$  грн.

Разом з транспортуванням і внесенням загальні витрати по застосуванню  $N_{90}P_{45}K_{60}$  становитимуть  $4749 + 4837 + 4350 + 240 = 14176$  грн/га.

Якщо за рахунок цих добрив одержано 4,2 ц/га прибавки урожаю зерна гороху, то вартість цієї прибавки становитиме  $0,42т \times 9000 = 3780$  грн, тобто ми маємо від'ємний баланс з дефіцитом 3560 грн.

Цей приклад було наведено за для того, щоб проілюструвати економічний аналіз, який покаже варто чи ні йти на такий рівень зростання виробничих витрат. Зміна виробничих витрат відбувається лише за рахунок вартості насіння (зимуючі горохи мають вищу ціну насіння), кількості посівного матеріалу (кожна наступна норма висіву (0,2 млн насінин) приблизно на 40 кг важча).

Окрім різниці у кількості і ціні насіння, ми враховували також витрати на збирання й транспортування додаткової продукції.

Для калькуляції витрат по варіантам досліду ми скористались розрахунками ОДСДС по загальним виробничим витратам на 1 га гороху. За цими розрахунками витрати становили 13260 грн/га. До цієї величини додавали або віднімали додаткові витрати на насіння та на збирання і транспортування продукції.

Горохова солома вологістю 18% містить 15-17% протеїну і має в 1 кг 0,28 посівних одиниць.

Це цілком задовільний корм, який можна додавати у раціон різних видів тварин і як енергетичну складову, і як компенсацію білкового балансу. Тому вид побічної продукції оцінили через вміст кормових одиниць і загальну вартість продукції і визначали як суму вартості зерна і соломи.

При розрахунках собівартості зерна весь об'єм виробничих витрат ділили на урожай зерна. Виникали випадки, коли собівартість перевищувала закупівельну ціну.

Розрахунок вартості основної і побічної продукції було проведено за цінами на 1 червня 2023 р. У результаті розрахунків одержано такі показники (табл. 5.1):

Таблиця 5.1

**Вартість одержаної продукції (середні за 2020-2022 рр.)**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн/га	Урожайність, т/га		Вартість 1т, грн		Загальна вартість, з/га		
			Зерна	Соломи	Зерна	Соломи	Зерна	Соломи	Разом
Ярий	Світ	0,7	1,09	1,35	9000	1450	9810	1958	11768
		0,9	1,16	1,42	9000	1450	10440	2059	12499
		1,1	1,01	1,19	9000	1450	10710	1725	12435
		1,3	0,84	0,97	9000	1450	7560	1407	8967
	Дарунок Степу	0,7	1,59	2,07	9000	1450	14310	3002	17612
		0,9	1,89	2,40	9000	1450	17010	3480	20490
		1,1	1,45	1,88	9000	1450	13050	2726	15776
		1,3	1,04	1,35	9000	1450	9360	1958	11318

## Продовдження таблиці 5.1

Зимуючий	Мороз	0,7	1,21	1,52	8700	1400	10527	2128	12655
		0,9	1,19	1,50	8700	1400	10353	2100	12453
		1,1	1,02	1,28	8700	1400	8874	1792	10666
		1,3	0,97	1,19	8700	1400	8439	1666	10105
	Ендуро	0,7	2,22	2,89	8700	1400	19314	4046	23360
		0,9	2,20	2,79	8700	1400	19140	3906	23046
		1,1	1,74	2,19	8700	1400	15138	3066	18204
		1,3	1,63	2,05	8700	1400	14181	2870	17051
	Балтрап	0,7	2,24	2,91	8700	1400	19488	4074	23562
		0,9	1,94	3,88	8700	1400	16878	5432	22310
		1,1	1,74	2,26	8700	1400	15138	3164	18302
		1,3	1,55	2,05	8700	1400	13485	2870	16355

Ціна зерна у зимуючих горохів на 300 грн нижча, ніж у ярих. Ця різниця обумовлена тим, що ярі сорти мають крупніше насіння з масою  $1000 \approx 250$  г, тоді як зимуючі дають мілкіше зерно (маса 1000 насінини 190 г). По соломі теж можна визначити деякі відмінності, але ми для спрощення їх не враховували і поставили одну ціну.

Загальна вартість продукції коливалась від 9 до 31 тис. грн/га. Тут спостерігається перевага зимуючих сортів над ярими (за винятком сорту Мороз, який не перевищив за урожайністю ярий сорт Дарунок Степу). Максимальна вартість продукції (зерно + солома) зафіксована у сорту Балтрап при висіві на 1 га 0,9 млн насінин. Найвищий рівень виробничих витрат спостерігається саме у сорту Балтрап за максимальної норми висіву (табл. 5.2):

**Рівень прямих виробничих витрат на вирощування зимуючого і ярого  
горохів**

Сорт	Норма висіву, млн/га	Стандартні витрати, грн/га	+/- до контролю, грн./га			Заг. витрати, грн/га
			на насіння	на збир. та трансп. додатк. прод.	разом	
<b>Ярий</b>						
Світ	0,7	13260	-280	-60	-340	12920
	0,9	13260	0	0	0	13260
	1,1	13260	+280	-40	+240	13500
	1,3	13260	+560	-120	+440	13700
Дарунок Степу	0,7	13260	-280	+140	-140	13120
	0,9	13260	0	+180	+180	13440
	1,1	13260	+280	+70	+350	13610
	1,3	13260	+560	+20	+580	13840
<b>Зимуючий</b>						
Мороз	0,7	13260	+320	+20	+340	13600
	0,9	13260	+640	+70	+710	13970
	1,1	13260	+960	-10	+950	14210
	1,3	13260	+1280	-50	+1230	14490
Ендуро	0,7	13260	+320	+220	+540	13800
	0,9	13260	+640	+260	+900	14350
	1,1	13260	+960	+100	+1060	14320
	1,3	13260	+1280	+40	+1320	14580
Балтрап	0,7	13260	+320	+260	+580	13840
	0,9	13260	+640	+300	+940	14200
	1,1	13260	+960	+140	+1100	14360
	1,3	13260	+1280	+100	+1380	14640

Насіння ярих сортів I репродукції коштує 14000 грн/т. Насіння ж зимуючих сортів, зокрема французького сорту Балтрап має вищу ціну, яка на сучасному ринку становить 17-18 тис. грн/т. Тому і підвищення витрат при зростанні норми висіву на 40 кг/га у ярих сортів дорівнює 280, а у зимуючих – 320 грн/га. Таким чином, невиправдане збільшення норми висіву до 1,1-1,3 млн водночас негативізує

результат і з точки зору падіння урожайності, і помітного (до 1280 грн/га) росту виробничих витрат.

В якості контролю був взятий ярий сорт Дарунок степу і тому для остаточних розрахунків економічних показників сорт Світ, який суттєво поступався Дарунку степу, ми не включили до аналізу, як і найгірший з точки зору продуктивності зимуючий сорт Мороз. Остаточні результати розрахунків основних економічних показників для трьох сортів гороху наведені нижче (табл. 5.3):

Таблиця 5.3

**Основні показники економічної ефективності вивчених заходів  
(середні за 2020-2022 рр.)**

Норма висіву, млн/га	Вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Собівартість, грн/т	Умовний рівень рентабельності, %
<b>Сорт ярого типу розвитку Дарунок степу</b>					
0,7	17612	13120	4492	8679	34
0,9	20490	13440	7050	7592	52
1,1	15776	13610	2166	9875	16
1,3	11318	13840	2522	14019	18
<b>Сорт зимуючого типу розвитку Ендуро</b>					
0,7	23360	13800	9560	6216	69
0,9	23046	14350	8696	6523	61
1,1	18204	14320	3884	8229	27
1,3	17051	14580	2471	8944	17
<b>Сорт зимуючого типу розвитку Балтрап</b>					
0,7	23562	13840	9722	6178	70
0,9	22310	14200	8110	4830	57
1,1	18302	14360	3942	8253	27
1,3	16355	14640	1715	9445	12

Головним показником економічної ефективності є чистий прибуток, який завжди є орієнтиром для вибору кращого варіанту. Як бачимо, коливання чистого прибутку у нашому досліді мають вражаючі розміри: від 1715 до 9722 грн/га. Цікаво, що обидва рівні виявлено на одному сорті – Балтрап. Це свідчить про максимальний рівень інтенсивності цього сорту і обов'язковість точного



дотримання для його агротехнологічних параметрів. Сорт Ендуро впевнено займає другу позицію і для нього оптимальною є норма 0,7 млн/га.

В цілому для ярого сорту рівень рентабельності у максимальному виразі становив 52%, а для зимуючих сортів Ендуро і Балтрап – відповідно 69 і 70% при нормі 0,7 млн насінин на га.

### **Висновки для розділу 5:**

Проведені розрахунки з урахуванням сучасного стану цін на насіннєву і товарну продукцію дають можливість зробити такі висновки:

- 1) Горох обох типів розвитку є культурою з середнім рівнем рентабельності, яка лише в окремих випадках піднімається від 61% (Ендуро, 0,9 млн/га) до 70% (Балтрап, 0,7 млн/га).
- 2) Рівень прямих виробничих витрат певною мірою залежить від норми висіву і коливається в межах від 12920 (сорт Світ, 0,7 млн/га) до 14640 грн/га (сорт Балтрап, 1,3 млн/га) Із зростанням норми висіву, зростає і рівень виробничих витрат.
- 3) Максимальний рівень чистого прибутку (9722 грн/га) досягнуто за вирощування зимуючого сорту гороху Балтрап з нормою висіву 0,7 млн насінин на 1 га. Цей ж сорт забезпечив найвищий рівень рентабельності (70%).
- 4) Порушення оптимальних параметрів технології може не лише погіршити економічні показники, але й призвести до погіршення всього економічного комплексу.

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі було проведено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукової проблеми, пов'язаної з ростом, розвитком та формуванням врожайності гороху в умовах південного Степу України. Особлива увага була приділена типу розвитку гороху, біологічним особливостям сорту та нормам висіву насіння. Основною метою було показати особливість зимуючих форм гороху.

1) Умови, в яких проводились досліді, характеризувалися певними ризиками та відмінностями в кліматичних умовах. При обмежених водних ресурсів, важливою перевагою є використання зимуючих форм гороху. Цей аспект набуває особливої актуальності в умовах обмеженого доступу до водних ресурсів. Максимальна кількість води, використовувана для гороху, становила у період 2019-2020 років 748 м<sup>3</sup>/га для сорту Балтрап і 978 м<sup>3</sup>/га для ярого сорту Дарунок Степу, у 2020-2021 роках ці показники зросли до 1657 м<sup>3</sup>/га для сорту Ендуро і 1962 м<sup>3</sup>/га для Дарунка Степу, а в 2021-2022 роках склали вже 947 м<sup>3</sup>/га для сорту Ендуро і 1231 м<sup>3</sup>/га для Дарунка Степу.

2) Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежала не тільки від сорту, а і від типу розвитку. Зимуючі горохи займають поле протягом року 220-225 діб, а ярі – лише 80-85 діб. Серед зимуючих форм гороху особливою виживаністю відзначилися сорти Ендуро і Балтрап протягом усіх трьох років досліджень. Показники в середньому були від 75 до 90%.

3) Під час аналізу накопичення сирої та сухої біомаси виявлено, що найвищі показники відзначаються у зимуючих форм гороху. Накопичення сирої біомаси спостерігалось з особливою інтенсивністю на початку фази бутонізації рослин. Максимальний показник сирої маси був у сорту Ендуро – 2,69 т/га. У фазу формування бобів гороху вихід зеленої маси з одиниці площі тільки посилювався. Найбільших значень накопичення зеленої маси горох досягнув на фазі дозрівання

бобів – 4,38 т/га у сорту Балтрап. Порівняння сортів та типу розвитку дозволило виявити тенденцію щодо збільшення виходу сирової маси у сортів зимуючого типу розвитку у порівнянні з ярим. У фазу повної стиглості приріст сирової біомаси майже нульовим, оскільки рослина досягла максимального розміру та ваги.

Накопичення сухої біомаси збільшувалось по мірі настання повної стиглості, тим самим відрізняючись від показників сирової біомаси, максимальні значення якої спостерігалися у фазу дозрівання бобів. В середньому, найкращим виявився знову сорт Балтрап – 2,24 т/га.

4) З'ясовано, що фотосинтетичний потенціал збільшувався при зменшенні норми висіву. Подібна тенденція спостерігається при розгляданні результатів чистої продуктивності фотосинтезу: сорт Балтрап показав при густоті 0,7 – 5,03 г/м<sup>2</sup> за добу, при 0,9 – 4,91 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 – 4,21 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 – 3,84 г/м<sup>2</sup> за добу. Сорт Ендуро показав, що при нормі 0,7 був отриманий показник чистої продуктивності фотосинтезу – 5,73 г/м<sup>2</sup> за добу, при нормі 0,9 – 5,01 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 – 4,54 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 – 4,36 г/м<sup>2</sup>. Мороз при нормі густоти 0,7 показав результат 3,19 г/м<sup>2</sup> за добу, при 0,9 – 3,63 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 – 3,26 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 – 2,89 г/м<sup>2</sup> за добу.

З сорту Світ при нормі висіву 0,7 млн нас./га був отриманий результат 2,79 г/м<sup>2</sup> за добу, при нормі 0,9 – 2,85 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 – 2,53 г/м<sup>2</sup> за добу і при нормі 1,3 – 2,07 г/м<sup>2</sup> за добу. Дарунок Степу отримав кращий результат у порівнянні зі Світом: при густоті 0,7 – 4,01 г/м<sup>2</sup> за добу, при 0,9 – 4,52 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,1 – 3,39 г/м<sup>2</sup> за добу, при 1,3 – 2,96 г/м<sup>2</sup> за добу.

Вміст хлорофілу обох типів відрізнявся між типами розвитку гороху: у зимуючих форм показник хлорофілу «а» був від 375 мг/100 г (Мороз) до 450 мг/100 г (Ендуро), тоді як у ярих форм показники були нижчими – у Світу 341 мг/100 г та у Дарунка Степу 359 мг/100г. Хлорофіл «в» зберігає подібну тенденцію: у зимових форм від 144 мг/100 г (Мороз) до 171 мг/100 г (Ендуро) та у ярих форм від 139 мг/100 г (Дарунок Степу) до 163 мг/100 г (Світ).

5) При формуванні генеративних органів була відмічена істотна різниця у зимуючих форм гороху, особливо у сорту Балтрап. У середньому, на 1 рослина формувалося від 2 до 6 бобів, коли як у Дарунка Степу від 2 до 4 бобів.

б) За рахунок подовження терміну зайнятості поля під зимуючими горохами викиди парникових газів удвічі менші, ніж під ярими.

Встановлено, що збільшення норми висіву не несе зростання густоти стеблестою, бо більша кількість рослин не компенсує низький рівень гілкування. Тому процес секвестрації при високих нормах висіву не зростає, а навіть має зворотню тенденцію.

7) При аналізі врожайності гороху також була відзначена істотна відмінність зимуючих форм. У середньому за три роки у сорту Світ за густоти 0,7 було отримано 1,09 т/га; за густоти 0,9 – 1,16 т/га. У сорту Дарунок Степу показники були вищими, але не конкурентними з зимуючими сортами: при 0,7 було отримано 1,59 т/га; за 0,9 – 1,89 т/га. Серед зимуючих форм помітно відзначилися два сорти – Ендуро (при густоті 0,7 – 2,22 т/га та при густоті 0,9 – 2,20 т/га) та Балтрап (при густоті 0,7 – 2,24 т/га та за густоти 0,9 – 1,94 т/га). Сорт Мороз показав середню врожайність лише на рівні затятих сортів: при густоті 0,7 – 1,21 т/га; за густоти 0,9 – 1,19 т/га.

Якість насіння гороху залежить не тільки від сорту, но і від типу розвитку. В період 2019-2020 рр. за вмістом білку найбільше відзначився сорт Ендуро при густоті 0,7 – 21,43%. Сорт Мороз показав результати білку від 22,57% до 23,47% з найкращим показником при нормі висіву 0,7 млн насінин/га. У сорту Ендуро показник білку сягав від 22,94% - 24,36% і найкращий показник також склав при густоті 0,7 млн насінин/га. Сорт Балтрап показав не тільки найкращий результат вмісту відсотку білку на сиру речовину, але і найгірший серед зимуючих сортів: 22,53% - 24,42% при густоті 1,3 млн насінин/га та 0,7 млн насінин/га відповідно. Сорт Ендуро на період 2021-2022 рр. відзначився за вмістом білку – 23,88% при густоті 0,7 млн нас./га.

8) З'ясовано, що горох обох типів розвитку є культурою з середнім рівнем рентабельності, яка лише в окремих випадках піднімається від 61% (Ендура, 0,9) до 70% (Балтрап, 0,7). Рівень прямих виробничих витрат певною мірою залежить від норми висіву і коливається в межах від 12920 (сорт Світ, 0,7) до 14640 (сорт Балтрап, 1,3) грн./га. Із зростанням норми висіву, зростає і рівень виробничих витрат. Максимальний рівень чистого прибутку (9722 грн./га) досягнуто за вирощування зимуючого сорту гороху Балтрап з нормою висіву 0,7 млн насінин на 1 га. Цей ж сорт забезпечив найвищий рівень рентабельності (70%).

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Південного Степу України, з метою забезпечення високої якості зерна та досягнення максимальної економічної ефективності, рекомендують включити в систему сівозміни зимуючі форми гороху, зокрема сорти Мороз, Ендуро і Балтрап. Згідно з технологічними вимогами для зимуючих сортів гороху, рекомендовано використовувати норму висіву насіння у кількості 0,7 мільйона насінин на гектар, тоді як для сортів гороху ярого типу розвитку рекомендується використовувати норму висіву насіння у кількості 0,9 мільйона насінин на гектар.

Для максимізації прибутку потрібно враховувати, що необхідно вирощувати не лише зимуючі сорти гороху, але й вести весняний посів ярих форм сортів, які були внесені до Державного реєстру сортів рослин України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Селекційно-генетичний інститут Національний центр насіннезнавства та сортовивчення. Каталог сортів та гібридів. *Одеса: Видавництво Національного центру насіннезнавства та сортовивчення*. 2023. С. 127.
2. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник*. 2017. №98. С. 65–70.
3. Кирієнко А. Де вирощують горох і чому на нього росте попит. Які в Україні з ним проблеми? 2020. URL: <https://agroportal.ua/ua/publishing/infografika/gde-vyrashchivayut-gorokh-i-pochemu-na-nego-rastet-spros-kakie-v-ukraine-s-nim-problemy/>
4. Йонас В. А., Вільдфлуш І. Р., Кукреш С. П. . Система добрива сільськогосподарських культур: навчальний посібник для вузів. *Урожай*. 1998. С. 287.
5. Федорова Н.А. та ін. Сортова агротехніка зернових культур. Київ: *Урожай*. 1989. С. 328.
6. Ісичко О., Бовсуновський О. Горох – це не тільки найкращий попередник, а ще й... *Пропозиція*. 2004. №11. С. 48–49.
7. Січкач В. І. Горох, соя, нут. Роль зернобобових у продуктивності землеробства. *Насінництво*. 2009. №4. С. 10–13.
8. Воскобійников А.В., Лисенко І.О., Агєєв В.В. Продуктивність зимуючого гороху залежно від мінеральних добрив на чорноземі вилуженому. *Агрохімічний вісник*. 2012. №2. С. 32-33.
9. Камінський В. Ф., Дворецька С. П. Ефективність моделей технології вирощування гороху залежно від рівня їх інтенсифікації. *Збірник наукових праць Уманського Державного Аграрного Університету*. 2003. №734-737.
10. Черенков О. О., Кліша О. І., Гірка О. Д., Кулініч О. О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія. Дніпропетровськ: *Акцент*. 2014. С. 109.

11. Gyrka A., Kovalenko O., Kovalenko N., & Kovalenko V. Actual aspects of technique of growing pease in conditions of Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 2018. 96(2), P. 31–35. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201802-05>.

12. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник. Вінниця: *Акцент*. 2011. С. 381.

13. Подобід Л.І. Зимуючий горох – справжня знахідка для хлібороба у Південному степу. *Агроном*. 2011. №1. С. 168-169.

14. Карабанов І. Тонкощі вирощування озимого гороху. URL: <https://www.agronom.com.ua/igor-karabanov-vlasnyk-tov-nvk-rostok-kiv/>.

15. Руденко А.В., Шепель А. В. Вплив строків посіву на урожайність гороху зимуючого в зрошуваних умовах південного степу України. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених з нагоди Дня науки*, Херсон. 2021. №72.

16. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Горох – безліч переваг за мінімуму витрат. *Агробізнес сьогодні*. 2017. №7. С. 52-54.

17. Пшеничний Н.І. (1957). Зернові бобові культури на Україні. Київ: *Наукова думка*. 1957. С. 89.

18. Соломонов Р. В., Кривенко А. І. Технологія вирощування зимуючого гороху в умовах Півдня України. Стратегія інтеграції аграрної освіти, науки, виробництва: глобальні виклики продовольчої безпеки та змін клімату : *доповіді учасників міжнар. наук.-практ. конф. Міжнар. форуму*, 27-28 трав. Миколаїв: МНАУ. 2021. С. 151-153.

19. Vann R. A., Reberg-Horton S. C., Castillo M. S., Mirsky S. B., McGee R. J. Winter Pea Cultivar / Breeding Line Screening for Grain Crop Potential in the Southeastern United States. *Agronomy Journal*, 2018. 110(4). P. 1217-1225. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.10.0594>.



20. Лихочвор В. В., Петріченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво: навч. посіб. Львів: НВФ «Українські технології». 2008. 624 с.
21. Грищук П. І. Особливості встановлення кількісної норми висіву гороху посівного. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: матеріали міжнар. наук.конф., м. Вінниця, Діло. 2016 р. С. 81-82.
22. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W., Nigusie Z., Asemamaw Z., Adem A., Tebabele B., Kebede G., Alemayehu T., Assres F. Field Pea (*Pisum sativum L.*) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara, Ethiopia. *Advances in Agriculture*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1398612>.
23. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський Науковий Вісник*. 2017. № 98. С. 65-70.
24. Телекало Н. В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісництво*. 2019. №13. С. 84-93.
25. Василенко А.О. та ін. Вплив абіотичних чинників на реалізацію потенціалу врожайності сортів гороху. *Селекція і насінництво*. 2018. №3. С. 35–44. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134356>.
26. 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.
27. Танчик С.П., Івченко В.М. Захист посівів гороху від однорічних дводольних бур'янів. *Карантин і захист рослин*. 2013. №6. С. 22—23.
28. Шокало Н.С., Бажан Б.О., Озаров А.С. Формування насінневої продуктивності гороху залежно від норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. №1. С. 61—66. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.06>.
29. Кліщенко С. Сучасні технології та економічна ефективність вирощування гороху. *Агроном*. 2004. №3. С. 89.

30. Овсянникова Л. К., Орлова С. С. Дослідження деяких показників якості гороху нових сортів в процесі їх післязбиральної обробки. Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути: тези доп. I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 6-7 лют. Т. 2. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. С. 476.

31. Мірошниченко І.В. Вплив щільності посіву на урожайність та інші кількісні ознаки сортів гороху різного морфотипу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2006. № 1, 30 – 37.

32. Огурцов Ю.Є. Особливості оптимізації удобрення та норм висіву нових сортів гороху з вусатим морфотипом листка. *Вісник Львівського державного аграрного університету. Сер. Агронімія*. 2007. №11. С. 443 – 447.

33. Шокало Н. С., Бажан Б. О., Озаров А. С. Формування насінневої продуктивності гороху залежно від норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. №1. С.61-66.

34. Калитчук, О. М. Продуктивність сортів гороху залежно від елементів технології вирощування в умовах західного Лісостепу України. Київ: *Аграр Медіа Груп*. 2021. С. 88.

35. Ніколаєв Є.В., Ізотов А.М., Чуніховська В.М. Рослинництво Криму. Сімферополь: *Кримпрес*. 2006. С. 180-184.

36. Благовіщенський З.К. Формування врожаю основних сільськогосподарських культур. Київ: *Колос*. 1984. С. 367.

37. Дворецька С. П., Рябокінь Т. М., Каражбей Т. В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*, Вип. 1, 2016. С. 36-45.

38. Колосовська В.В. Оцінка агрометеорологічних умов вирощування гороху і прогнозування його врожайності в Україні. Спеціальність 11.00. 09.–

«Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія» Науковий керівник–Польовий АМ, д. геогр. н., проф. ОДЕКУ. *PhD Thesis*. 2017.

39. Митрофанов Д. В. Вплив елементів погоди та запасів ґрунтової вологи на врожайність гороху в сівозмінах на чорноземах південних. 2019. Вип.3 (77). С. 98-102.

40. Даниленко В. С. Вплив типів ґрунту на зростання та розвиток рослин гороху. *Старт у науці*, 2016. № 3, С. 17-22.

41. Литвинюк Р. С.. Зернобобові культури в сівозмінах короткої ротації. Вісник ХДАУ. Серія: *Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*, (2). 1998. С. 148-152.

42. Vann R. A., Reberg-Horton S., Castillo M., Murphy J., Martins L., Mirsky S., Saha U., McGee R. Differences among eighteen winter pea genotypes for forage and cover crop use in the southeastern United States. *Crop Science*, 2021. 61(2), P. 947-965. <https://doi.org/10.1002/csc2.20355>.

43. Auld D. L., Bettis B. L., Dial M. J., Murray G. A. Austrian Winter and Spring Peas as Green Manure Crops in Northern Idaho 1. *Agronomy Journal*, 1982. 74(6), P. 1047-1050.

44. Гудзь В.П., Приймак І.Д., Будьоний Ю.В., Танчик С.П. (2010). Землеробство: підручник. 2-ге вид., перероб. та доп. / за ред. В.Г. Гудзя. Київ: Центр учбової літератури. 2010. С. 464.

45. Медведєва В.В. Земельні ресурси України. Київ: видавництво *Аграрна наука*. 1998. С. 150

46. Гудзь В.П., Приймак І.Д., Будьоний Ю.В. Землеробство: підручник. Київ: видавництво *Урожай*. 1996. С. 384.

47. Колосков П.І. Запитання агрокліматичного районування. *Праці НДІАК*, 1958. № 6, С. 5-51.

48. Присяжнюк О. І., Калюжна Е. А., Українець В. В. [та ін.]. Оцінка сортів гороху за комплексом господарськоцінних ознак. Цукрові буряки. 2013. № 5, С. 16–17. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb\\_2013\\_5\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2013_5_7)

49. Присяжнюк О. І., Сергєєв Л. А., Конащук О. П. Вирощування насінневого гороху на півдні України. *Агроном*, 2018. №4, 138–140 с.

50. Іщенко В. А. Продуктивність сортів гороху в господарствах Кіровоградської області. Сучасні інтенсивні технології в рослинництві в умовах Північного степу України: матеріали конференції, присвяченої 10-й річниці заснування кафедри загального землеробства КНТУ. Кіровоград: *КНТУ*. 2007. С. 83–88.

51. Маслак О. Сучасні тенденції вирощування вівса та гороху. 2012. - URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7836-suchasni-tendentsii-vyroshchuvannia-vivsa-ta-horokhu.html>

52. Авраменко С., Огурцов Ю., Цехмейструк М. та ін. Формування високої врожайності гороху. *Агробізнес сьогодні*. – URL: <http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/events/406-2011-05-13-05-48-20.html>

53. Прогноз цін на озиму пшеницю на 2016-2017 маркетинговий рік. 2016 - URL: [http://poultryukraine.com/ru/grainandfeed/news/2016/12/news\\_5742.html](http://poultryukraine.com/ru/grainandfeed/news/2016/12/news_5742.html).

54. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: *Книги – XXI*. 2003. С. 400.

55. Верещагін Л.М. Атлас бур'янів, лікарських та медоносних рослин. Київ: *Юнівест маркетинг*. 2002. С. 380.

56. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість: підручник. Київ: *Вища школа*. 1993. С. 287.

57. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. Київ: *Аграрна наука*. 2005. С. 144-156.

58. ЕНДУРО – сорт озимого жовтозерного гороху, - URL: <https://www.oseva.com.ua/gorox-ozimij-enduro/>

59. БАЛЛТРАП. – сорт озимого гороху, - URL: <https://www.oseva.com.ua/gorox-ozimij-balltrap/>
60. Горох озимий НС МОРОЗ. 2022. - URL: <https://agrorost.com.ua/ua/n324513-goroh-ozimij-moroz.html>
61. ГОРОХ НС МОРОЗ. - URL: <https://aseed.com.ua/ru/katalog/posivnul-material-ozumi/685-goroh-ozimuj-ns-moroz.html>
65. Дворецька С.П., Рябокiнь Т.М., Каражбей Т.В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*, 2016. №1. С. 36-45.
66. Філатова І. А. Продуктивність гороху та елементи структури врожаю залежно від норм висіву. *Землеробство*. 2019. № 2, С. 36-38.
67. Jadhav V. S., Deshpande S. D. Estimation of chlorophyll in leaves of *Pisum sativum* using different solvents. *International Journal of Current Research and Review*. 2013. 5(12). P. 15-20.
68. Jalilvand M. R., Poustini H. Variation in Chlorophyll Content and Chlorophyll Fluorescence Parameters among Different Pea (*Pisum sativum* L.) Genotypes under Water Deficit Stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2010. 12, P. 211-220.
69. Choudhary S. S., & Gupta B. R. Effect of Different Light Intensities on Growth and Chlorophyll Content of Pea (*Pisum sativum* L.). *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 2014. 7(3). 647-651. doi:10.5958/2230-732x.2014.00490.6.
70. Pantaleoni F. R., Malorgio, M. Chlorophyll fluorescence: a tool to monitor plant response to stress factors. *Agriculture*. 2019. 9(1), P. 8. doi:10.3390/agriculture9010008.
71. Li S. C., Xu X. L. Effects of nitrogen supply on the photosynthetic apparatus of pea leaves: changes in photosynthetic components and relationship with carbon fixation. *Journal of Plant Physiology*. 2000. 156(4), P. 457-464. doi:10.1016/S0176-1617(00)80007-1.

72. O'Connor E., Herron P. J., McEvoy J. A., Healy M. J. A comparison of five methods for measurement of leaf chlorophyll content. *Photosynthesis Research*. 2010. 96(2), P. 221-230. doi:10.1007/s11120-008-9337-0.

73. Paul, B. K., Saha, S. R. (2017). Effect of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of pea (*Pisum sativum L.*). *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 2017. 13(1). P. 1253-1263.

74. Chong A. T., Wong C. Y., Lai H. Y. (Effects of temperature and light on pea (*Pisum sativum L.*) plant growth and development: a review. *Acta Scientifica Malaysia*, 2017. 1(1). P. 25-32.

75. Hyten D. L., Song Q., Zhu Y., Choi I. Y., Nelson R. L., Costa J. M., ... Cregan P. B. Genetic control of growth, biomass allocation, and survival under abiotic stress in soybean. *Crop Science*, 2004. 44(4). P. 1257-1266.

76. Sakr S., El-Habbasha S., Soliman M. Effects of plant density on growth and yield of field pea (*Pisum sativum L.*) in dry conditions. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2013. 14(4). P. 449-456.

77. Ramzan M., Ali A., & Hussain M. Effect of planting density on yield and yield components of pea (*Pisum sativum L.*) varieties. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 2016. 110(2). P. 243-252.

78. Haque M. A. Effect of Water Stress on Morpho-Physiological Traits, Yield and Water Use Efficiency of Pea (*Pisum sativum L.*) Genotypes. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 2017. 6(5). P. 153-159. doi:10.11648/j.aff.20170505.15.

79. Shukla S. K., Singh R. K., Singh S. K. Effect of Insecticides on Pest Infestation and Yield of Pea (*Pisum sativum L.*) under Field Conditions. *Journal of Environmental Biology*, 2015. 36(5). P. 1145-1149.

80. Hermann H., Schmidt H. Comparison of winter and spring sown peas with respect to yield and yield components. *Die Kulturpflanze*, 1989. 37(1). P. 97-106.

81. Kambi M., Ahmad S., Mirzae M. A. Comparative yield performance of winter and spring sowing of field pea (*Pisum sativum L.*) under various agroclimatic conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2003. 73(9). P. 484-486.
82. Balta M. F., Karabağ B. Yield and Yield Components of Some Pea (*Pisum sativum L.*) Genotypes Grown in the Southwestern Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2015. 39(1). P. 78-87. doi:10.3906/tar-1306-31.
84. Jain N., Singh A., Singh V. K., Kumar, A. Nitrogen fixing efficiency of pea cultivars as influenced by *Bryrhizobium japonicum* inoculation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017. 6(5). P. 1839-1842.
85. Bhatti M. B., Hussain M., Ahmad, R. Effect of soil quality on productivity of pea (*Pisum sativum L.*). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 2014. 24(2). P. 384-389.
86. Choudhary S. S., Singh R. K., Singh S. K. Performance of chickpea varieties under different agro-climatic conditions in India. *Agricultural Science Digest*. 2015. 35(1).
87. Cox W. J., Swanton C. J., Weaver S. E. The critical period of weed control in spring-sown field pea (*Pisum sativum L.*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Crop Protection*. 2010. 29(7). P. 654-660. doi:10.1016/j.cropro.2010.02.011.
88. O'Donovan J. T., Blackshaw R. E., Harker K. N., Clayton G. W., Johnson E. N., Lafond G. P. Field pea and lentil response to seeding rate and seeding date in western Canada. *Agronomy Journal*. 2007. 99(6), P. 1569-1577. doi:10.2134/agronj2006.0422.
89. O'Donovan J. T., Blackshaw R. E., Harker K. N., Clayton G. W., Johnson E. N., Lafond G. P. Pea cultivar and herbicide effect on weed control and yield in the parkland region of Western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*. 2009. 89. P. 369-379.
90. Barea J. M., Palenzuela J., Cornejo, P., Sánchez-Castro I. Influence of organic and mineral fertilizers on pea yield and nutritional quality in two contrasting soils. *Agronomy for Sustainable Development*, 2013. 33(2). P. 405-414. doi:10.1007/s13593-012-0093-3.

91. Debnath R., Singh V. K., Kumar M., Singh R. K. The effect of irrigation regimes on growth, yield, and quality of field pea (*Pisum sativum L.*). *Agricultural Water Management*. 2019. 213. P. 549-557. doi:10.1016/j.agwat.2019.03.016.
92. Asif, M. A., Iqbal, M., Akram, M. Effect of sowing dates and seed rates on yield and yield components of pea (*Pisum sativum L.*). *Journal of Agricultural Science*. 2016. 154(6). P. 976-988. <https://doi.org/10.1017/S0021859615001127>.
93. Mondal S. C., Pal S., Mukhopadhyay S. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of pea (*Pisum sativum L.*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 2017. 6(8). P. 2230-2237. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.264>.
94. Zaman M. A., Prodhan Z. H., Hasanuzzaman M. Effect of temperature on the growth and development of pea (*Pisum sativum L.*) cultivars. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 2015. 13(1), P. 51-57. <https://doi.org/10.3329/jbau.v13i1.23455>.
95. Mahavar, N. L., Meena, R. K., Meena, B. L. Effect of bio-fertilizers on growth and yield of pea (*Pisum sativum L.*) under organic farming system. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. 7(3). P. 384-389.
96. Kizil S., Tuncturk M., Sari N. Effects of cultivars and planting densities on yield, yield components and some quality characteristics of pea (*Pisum sativum L.*). *African Journal of Biotechnology*, 2013. 12(4). P. 348-354. <https://doi.org/10.5897/ajb12.2579>.
97. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. Київ: *Аграрна освіта*. 2001. С. 591.
98. Іващенко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах: монографія. Київ: *Світ*. 2002. С. 236.
99. Швартау В.В. Гербіциди. Основи регуляції фітотоксичності та фізико-хімічні і біологічні властивості. Київ: *Логос*. 2009. Т. 2. С. 1046.
100. Іващенко О.О. Сучасні проблеми гербології. *Вісник аграрної науки*. 2004. 3. С. 27-29.



101. Мордерер Є.Ю., Мережинський Ю.Г. Гербіциди. Механізм дії та практика застосування. Київ: *Логос*. 2009. Т. 1. С. 380.
102. Манько Ю.П. Потенційна забур'яненість поля. *Захист рослин*. 2000. № 4. С. 6.
103. Танчик С.П. Проти однорічних та багаторічних двосім'ядольних. *Захист рослин*. 1999. № 6. С. 10–11.
104. Арешніков Б.А., Гончаренко М.П., Костюковський М.Г., Секун М.П. Захист зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях. Київ: *Урожай*. 1992. С. 224.
105. Спичак І. Дещо про метлюг звичайний. *Зелені сторінки*. 2010. (2), С. 10-11.
106. Шевченко А.О. Резерв пшеничної ниви. *Захист рослин*. 1997. (10). С. 21.
107. Ретьман С.В., Сторчоус І.М., Бабич С.М. Враховуючи зональні особливості. *Захист рослин*. 2005. (2). С. 1-8.
108. Швартау, В.В. Розробка та впровадження екологічно безпечних технологій боротьби з бур'янами. *Карантин і захист рослин*. 2010. (9). С. 10-14.
109. Філатова, І.А. Продуктивність гороху та елементи структури врожаю залежно від норм висіву. *Землеробство*. 2019. (2). С. 36-38.
110. Schnug B., Beuerlin J. Harvesting, drying, handling and storage. *The Soybean in Ohio*. USA. 1987. P. 96-100.
111. Шульга М.С. Горох. Київ: *Урожай*. 1971. С. 140.
112. Schnug B., Beuerlin J. Harvesting, drying, handling and storage. *The Soybean in Ohio*. USA, 1987. P. 96-100.
113. Толкачов Н.З. Координована селекція бобових рослин та бульбочкових бактерій на підвищення генетичного потенціалу симбіотичної азотфіксації. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету*. 2002. (20) (32). С. 150-155.

114. Дідур І.М. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна сортами гороху різних морфотипів. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.*, 2009. (81). С. 80-88.

115. 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 : 06.01.09. Київ: *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. 2019. С. 21.

116. Коблай, С.В. Характер успадкування ознак продуктивності гороху у гібридів F1. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. (26) (66). С. 63-73.

117. Гангур В.В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2017. 1(1). С. 129-133.

118. Телекало, Н.В. Конкурентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2015. 90. С. 96-101.

119. Черенков А.В., Клиша А.І., Гирка А.Д., Кулініч О.О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія. Дніпропетровськ: *Акцент*. 2014. 110 с.

120. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the United Nations body for assessing the science related to climate change. - URL: <https://www.ipcc.ch>

121. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. 1. С. 24–29.

122. Чинчик О. Стан та перспективи обробітку зернобобових культур в умовах південної частини західного Лісостепу України. *Rezultatele și perspectivele cercetărilor la culnura plantelor de cîmp în republica Moldova: materialele conferinței științifico-practice consacrate aniversării A 70-a Fondarii ICCS "Selecția", Bălți, 20 i.*

123. FAO (Ed.) Yearbook Production (2014). Food and Agricultural Organization of United Nations. Rome. 2014. P. 394. - URL : [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).

124. Урожай онлайн Як іде збирання врожаю в Україні. *Компанія «Суффле Агро Україна»*. 2020. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2020>.

125. Кирієнко А. Де вирощують горох і чому на нього росте попит. Які в Україні з ним проблеми? URL: <https://agroportal.ua/ua/publishing/infografika/gde-vyrashchivayut-gorokh-i-pochemu-na-nego-rastet-spros-kakie-v-ukraine-s-nim-problemy/>

126. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або знову про горох. 2019. (2). С. 54–58.

127. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. *Пропозиція*. 2019. (1). С. 56–59.

128. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство). *Навчальний посібник*. Херсон: ФОП Грінь Д.С. 2014. С. 445.

129. ДСТУ ISO 11465-2001. Національні стандарти України. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод (ISO 11465:1993, IDT) [Чинний з 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: *Держстандарт України*. 2002. С. 10.

130. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: підручник. Одеський державний екологічний університет. Одеса: *ТЕС*. 2012. С. 250.

131. Руденко В., Щербаков В., Когут І., Панфілова А. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин гороху зимуючого залежно від норм висіву. У *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, 2022*. С. 52-55.

132. Hansen, J., Sato, M., Russell, G., & Kharecha, P. Climate sensitivity, sea level and atmospheric. *Philosophical Transactions of The Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 2007. 371(2001). doi:10.1098/rsta.2012.0294.

133. Terrer C., Jackson R. B., Prentice I. C., Keenan T. F., Kaiser C., Vicca S., ... Franklin O. Nitrogen and phosphorus constrain the CO<sub>2</sub> fertilization of global plant biomass. *Nature Climate Change*, 2019. 9(9). P. 684-689. doi:10.1038/s41558-019-0545-2.

134. Щербаков В. Я., Дубровін В. В., Попова Л. М., Ожован О. О. Оцінка ефективності проміжних культур і систем обробітку ґрунту для вуглецевого землеробства. *Наукові горизонти*. 2022. 25(9). С. 84-95.

135. Reicosky D.C. Tillage-induced CO<sub>2</sub> emission from soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 1997. 49. P. 273-285. doi:10.1023/A:1009766510274.

136. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні 2023. - URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>

## Додаток А

Таблиця А.1

**Середні-багаторічні метеорологічні спостереження за роки проведення  
дослідів за 2019 р.**

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Мінімальна та максимальна температура, °С		Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
			t min	t max		
Січень	I	-2,2	-6,5	1,5	12	65,5
	II	-0,75	-4	2,5	20	86,36
	III	1,2	-3	5	31	93,75
<b>За місяць</b>		<b>-1,8</b>	<b>-4,5</b>	<b>3</b>	<b>63</b>	<b>81,87</b>
Лютий	I	2,7	0	6,5	0	88,25
	II	3,8	0	5	0	83,7
	III	-0,25	-6	4	0	73,5
<b>За місяць</b>		<b>2,27</b>	<b>-2</b>	<b>5,16</b>	<b>0</b>	<b>81,81</b>
Березень	I	3,9	-2	8,5	0	72,3
	II	4,6	0,5	6	0	68,4
	III	5,5	2	9	0	70,0
<b>За місяць</b>		<b>4,68</b>	<b>0,16</b>	<b>7,83</b>	<b>0</b>	<b>70,23</b>
Квітень	I	6,7	1,5	11,5	0	61,5
	II	7,65	5,5	10	23	65,2
	III	10,45	5,5	14,5	0	71,2
<b>За місяць</b>		<b>8,27</b>	<b>4,16</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>65,9</b>
Травень	I	12,9	9	15,5	7	50,6
	II	14,6	12	21	0	52,3
	III	19,1	16,5	20,5	3,5	61,8
<b>За місяць</b>		<b>15,6</b>	<b>12,5</b>	<b>19</b>	<b>10,5</b>	<b>54,9</b>

## Продовдження таблиці А.1

Червень	I	23	23,5	31,5	22,5	59,23
	II	28,45	26	32,5	0	62,6
	III	26,9	20,5	32	0	61,5
<b>За місяць</b>		<b>26,12</b>	<b>23,3</b>	<b>32</b>	<b>22,5</b>	<b>61,11</b>
Липень	I	23,65	19,5	28,5	7	83,6
	II	20,5	19	23	0	69,1
	III	27,5	22	26,5	60	70,6
<b>За місяць</b>		<b>22,4</b>	<b>20,16</b>	<b>26</b>	<b>67</b>	<b>68,33</b>
Серпень	I	22	18,5	25	50	62,65
	II	22,8	20	25,5	0	62,15
	III	28	21,5	27,5	0	52,31
<b>За місяць</b>		<b>23,48</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>50</b>	<b>59,03</b>
Вересень	I	21,8	17,5	25	0	82,5
	II	18,3	13	22	0	78,6
	III	15,9	11	18,5	3	79,3
<b>За місяць</b>		<b>18,7</b>	<b>13,83</b>	<b>21,83</b>	<b>3</b>	<b>80,13</b>
Жовтень	I	13,7	6	19,5	20	79,2
	II	14,7	13	18	6	69,1
	III	13,1	8	14,5	6	65,6
<b>За місяць</b>		<b>13,8</b>	<b>9</b>	<b>17,3</b>	<b>32</b>	<b>71,3</b>
Листопад	I	13,3	5	17	4	50,1
	II	11,3	8	13,5	0	58,2
	III	3,3	-0,5	8,5	1	49,51
<b>За місяць</b>		<b>9,3</b>	<b>4,16</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>52,60</b>
Грудень	I	2,2	-3	8,5	0	70,2
	II	5,7	3	7,5	18	71,65
	III	6,4	1	11,5	12	70,1
<b>За місяць</b>		<b>4,6</b>	<b>0,33</b>	<b>9,16</b>	<b>30</b>	<b>70,65</b>
<b>За рік 2019</b>		<b>12,28</b>	<b>8,42</b>	<b>16,02</b>	<b>25,5</b>	<b>68,15</b>

**Середні-багаторічні метеорологічні спостереження за роки проведення  
дослідів за 2020 р.**

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Мінімальна та максимальна температура, °С		Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
			t min	t max		
Січень	I	0,4	-3	2	0	62,15
	II	1,5	-1	4,5	0	85,6
	III	2,9	0,5	6,5	24	98,7
<b>За місяць</b>		<b>1,5</b>	<b>-1,16</b>	<b>4,33</b>	<b>24</b>	<b>82,15</b>
Лютий	I	2,3	-4	9,5	33	74,65
	II	4,6	2	7	5	73
	III	5,7	2,5	10	5	71,16
<b>За місяць</b>		<b>4,14</b>	<b>0,16</b>	<b>8,83</b>	<b>43</b>	<b>72,93</b>
Березень	I	9,7	4,5	12,5	0	63,22
	II	7,7	1,5	12,5	0	70,17
	III	7,5	2	12,5	7	78,14
<b>За місяць</b>		<b>8,27</b>	<b>2,6</b>	<b>12,5</b>	<b>7</b>	<b>70,51</b>
Квітень	I	8,35	2,5	14,5	0	69,72
	II	11,55	7,5	14,5	3	68,13
	III	11,45	7,5	14	0	79,90
<b>За місяць</b>		<b>10,46</b>	<b>5,83</b>	<b>14,66</b>	<b>3</b>	<b>72,58</b>
Травень	I	13,85	12,5	16,5	6	64,90
	II	15,9	11,5	18,5	4	69,18
	III	13,09	10,5	16,5	59	78,23
<b>За місяць</b>		<b>13,19</b>	<b>11,5</b>	<b>17,16</b>	<b>69</b>	<b>70,77</b>

## Продовдження таблиці А.2

Червень	I	17,95	12	22,5	0	72,94
	II	21,2	20	24,5	28	62,78
	III	25,5	18	27	60	65,12
<b>За місяць</b>		<b>21,5</b>	<b>16,6</b>	<b>24,6</b>	<b>88</b>	<b>66,94</b>
Липень	I	25,3	20	29,5	2,5	58,23
	II	22,5	18,5	26	35	66,04
	III	25,3	22	26,5	6	59,54
<b>За місяць</b>		<b>24,42</b>	<b>20,16</b>	<b>27,33</b>	<b>43,5</b>	<b>61,27</b>
Серпень	I	24,55	20,5	30	0	50,7
	II	22,3	20,5	26	5	55,7
	III	24,05	22,5	26,5	0	70,77
<b>За місяць</b>		<b>23,65</b>	<b>21,16</b>	<b>27,5</b>	<b>5</b>	<b>59,05</b>
Вересень	I	22,75	19,5	25,5	16	43,8
	II	20,9	16,5	22,5	0	62,9
	III	18,4	16	21,5	15	72,22
<b>За місяць</b>		<b>20,7</b>	<b>17,33</b>	<b>23,16</b>	<b>31</b>	<b>59,64</b>
Жовтень	I	17,3	15,5	21	6,5	74,63
	II	15,8	8,5	20	0	68,67
	III	15,4	9,5	16,5	1	70,37
<b>За місяць</b>		<b>16,2</b>	<b>11,16</b>	<b>19,16</b>	<b>7,5</b>	<b>71,22</b>
Листопад	I	9,45	7	11,5	4	70,77
	II	6,4	3	8,5	9	79,50
	III	3,5	1,5	5	19	74,50
<b>За місяць</b>		<b>6,35</b>	<b>3,83</b>	<b>8,3</b>	<b>32</b>	<b>74,92</b>
Грудень	I	1,8	-1	5,5	5,5	77,25
	II	4,35	2,5	6,5	15,5	79,64
	III	5,5	-0,5	10,5	13	78,7
<b>За місяць</b>		<b>3,94</b>	<b>0,33</b>	<b>7,5</b>	<b>34</b>	<b>78,53</b>
<b>За рік 2020</b>		<b>12,86</b>	<b>9,12</b>	<b>16,25</b>	<b>32,25</b>	<b>70,04</b>



**Середні-багаторічні метеорологічні спостереження за роки проведення  
дослідів за 2021 р.**

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Мінімальна та максимальна температура, °С		Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
			t min	t max		
Січень	I	4,7	1	6,5	20	73,58
	II	-6,4	-13,5	0	1,25	70,59
	III	1,68	-3	6,5	28,75	89,20
<b>За місяць</b>		<b>0,05</b>	<b>5,16</b>	<b>4,3</b>	<b>50</b>	<b>77,79</b>
Лютий	I	2,45	-2,5	6,5	52,3	86,7
	II	-4	-8	6,5	0	69,95
	III	4,63	-1,5	10,5	0	78,56
<b>За місяць</b>		<b>0,77</b>	<b>4</b>	<b>7,83</b>	<b>52,3</b>	<b>78,4</b>
Березень	I	3,2	0	7,5	6	62,4
	II	4,6	0	8,5	18	77,5
	III	4,55	1	7	12	85,15
<b>За місяць</b>		<b>4,13</b>	<b>0,33</b>	<b>7,66</b>	<b>36</b>	<b>75,01</b>
Квітень	I	7,4	4,5	10,5	11	75,53
	II	9	7	11,5	11	70,03
	III	9,65	6	11,5	20	76,24
<b>За місяць</b>		<b>8,67</b>	<b>5,83</b>	<b>11,16</b>	<b>42</b>	<b>73,93</b>
Травень	I	13,8	10	16,5	4	72,31
	II	14,75	13	17	47	76,14
	III	16,8	14,5	18,5	4	60,10
<b>За місяць</b>		<b>15,18</b>	<b>12,5</b>	<b>17,33</b>	<b>55</b>	<b>69,51</b>

## Продовження таблиці А.3

Червень	I	16,55	12,5	20	29,5	74,76
	II	19,65	18,5	22	40	66,99
	III	24,05	21	27	43	72,89
<b>За місяць</b>		<b>20,08</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>92,5</b>	<b>71,54</b>
Липень	I	20,8	21	25,5	38	70,05
	II	26,5	24,5	28,5	0	62,15
	III	26,2	20,5	28,5	74	70,77
<b>За місяць</b>		<b>24,5</b>	<b>22</b>	<b>27,5</b>	<b>112</b>	<b>67,45</b>
Серпень	I	24,85	22	27,5	23	70,02
	II	22,5	19,5	24,5	5	63,7
	III	24,25	18,5	25,5	5	75,62
<b>За місяць</b>		<b>23,86</b>	<b>20</b>	<b>25,83</b>	<b>33</b>	<b>68,78</b>
Вересень	I	16,5	13,5	21	0,5	76,05
	II	19,4	14	22,5	17,5	68,03
	III	12,25	9,5	18,5	0	74,63
<b>За місяць</b>		<b>16,05</b>	<b>12,3</b>	<b>20,6</b>	<b>18</b>	<b>72,9</b>
Жовтень	I	10,95	8	14,5	0	60,07
	II	10,7	9,5	13	26	69,15
	III	10,55	6	15,5	0	61,25
<b>За місяць</b>		<b>10,73</b>	<b>7,83</b>	<b>14,33</b>	<b>26</b>	<b>63,49</b>
Листопад	I	10,5	3,5	15,5	4	75,12
	II	5,25	1	9	0	66,94
	III	8	3	11	0	65,54
<b>За місяць</b>		<b>7,9</b>	<b>2,5</b>	<b>11,83</b>	<b>4</b>	<b>69,2</b>
Грудень	I	6,9	3	11,5	38	64,10
	II	4,25	1	9,5	22	68,69
	III	-2,64	-7	3,5	5	66,79
<b>За місяць</b>		<b>2,67</b>	<b>-1</b>	<b>8,16</b>	<b>65</b>	<b>66,52</b>
<b>За рік 2021</b>		<b>11,21</b>	<b>9,03</b>	<b>15,79</b>	<b>48,81</b>	<b>71,21</b>

**Середні-багаторічні метеорологічні спостереження за роки проведення  
дослідів за 2022 р.**

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Мінімальна та максимальна температура, °С		Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
			t min	t max		
Січень	I	4,45	0	9	13	68,5
	II	-1,3	-7	2,5	1	75,45
	III	-2,82	-8,5	0,5	16	82,25
<b>За місяць</b>		<b>0,5</b>	<b>5,16</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>75,4</b>
Лютий	I	2,3	-0,5	4,5	5	75,6
	II	4,25	-0,5	9,5	0	74,85
	III	4,94	3	9	0	62,51
<b>За місяць</b>		<b>3,75</b>	<b>1,66</b>	<b>7,66</b>	<b>5</b>	<b>70,98</b>
Березень	I	1,05	-2,5	3	12	73,85
	II	1,45	-4	5	0	64,09
	III	8,05	2	13,5	0	57,63
<b>За місяць</b>		<b>3,66</b>	<b>-1,5</b>	<b>7,16</b>	<b>12</b>	<b>65,19</b>
Квітень	I	10,7	4,5	13,5	8,1	61,01
	II	7,67	6	11,4	3	71,16
	III	10,45	8,2	15,1	5,1	67,50
<b>За місяць</b>		<b>9,6</b>	<b>6,23</b>	<b>13,33</b>	<b>5,4</b>	<b>66,55</b>
Травень	I	13,07	10,5	16,3	11	70,46
	II	17	13,4	20,15	10,5	61,63
	III	17,65	14,3	20,5	5	66,66
<b>За місяць</b>		<b>15,95</b>	<b>12,73</b>	<b>18,9</b>	<b>26,5</b>	<b>66,25</b>

## Продовдження таблиці А.4

Червень	I	23,7	18,50	29,60	5	59,23
	II	23,6	17,40	24,20	2,8	71,34
	III	24,1	22,60	26,20	24,3	66,56
<b>За місяць</b>		<b>23,8</b>	<b>19,5</b>	<b>26,6</b>	<b>10,7</b>	<b>65,71</b>
Липень	I	23,3	20,0	27,8	2	57,31
	II	21,7	17,6	29,0	0,3	53,97
	III	23,4	17,4	29,9	4,3	45,20
<b>За місяць</b>		<b>22,8</b>	<b>18,3</b>	<b>28,9</b>	<b>2,2</b>	<b>52,16</b>
Серпень	I	26,1	18,6	31,5	0,6	60,23
	II	21,4	17,3	25,5	40,6	73,45
	III	24,3	21,2	27,9	0,2	75,00
<b>За місяць</b>		<b>23,9</b>	<b>19,0</b>	<b>28,3</b>	<b>13,8</b>	<b>69,56</b>
Вересень	I	20,7	19,7	29,2	1,5	64,67
	II	17,5	16,5	21,8	60,05	86,32
	III	16,2	8,1	18,3	10,8	49,20
<b>За місяць</b>		<b>18,1</b>	<b>14,7</b>	<b>23,1</b>	<b>24,1</b>	<b>66,73</b>
Жовтень	I	23,3	16,3	24,0	7,3	57,43
	II	15,9	6,3	17,5	0	56,43
	III	12,3	10,0	13,6	0	85,32
<b>За місяць</b>		<b>17,1</b>	<b>10,8</b>	<b>18,3</b>	<b>7,3</b>	<b>66,3</b>
Листопад	I	11,5	10,3	14,3	5	71,24
	II	7,5	9,2	10,1	0,3	65,45
	III	6,6	6,2	7,3	1,0	78,97
<b>За місяць</b>		<b>8,5</b>	<b>8,5</b>	<b>10,5</b>	<b>2,1</b>	<b>71,88</b>
Грудень	I	4,2	3,2	5,1	1,0	71,20
	II	7,2	0,3	8,8	0	82,32
	III	7,5	2,4	9,1	0	72,76
<b>За місяць</b>		<b>6,3</b>	<b>1,9</b>	<b>7,6</b>	<b>1,0</b>	<b>75,42</b>
<b>За рік 2022</b>		<b>12,83</b>	<b>9,74</b>	<b>16,19</b>	<b>10,84</b>	<b>67,67</b>

## Додаток Б

Таблиця Б.1

**Площа листової поверхні гороху зимуючого за фазами розвитку (за період 2020-2022 рр.)**

Сорт/густота	Середня площа листків, см <sup>2</sup>		
	4-6 листків	7-8 листів	Початок бутонізації
2020 рік			
Мороз 0,7	22,66	82,73	264,69
Ендуро 0,7	18,77	80,35	189,16
Балтрап 0,7	15,56	83,94	238,71
Мороз 0,9	29,36	81,11	208,71
Ендуро 0,9	15,25	82,79	188,73
Балтрап 0,9	15,02	86,45	184,10
Мороз 1,1	19,67	83,77	198,00
Ендуро 1,1	14,12	87,77	200,62
Балтрап 1,1	17,26	79,99	186,55
Мороз 1,3	28,51	83,88	205,69
Ендуро 1,3	18,11	87,86	188,91
Балтрап 1,3	17,07	89,37	189,05
2021 рік			
Мороз 0,7	23,92	99,53	241,49
Ендуро 0,7	19,67	78,12	203,53
Балтрап 0,7	14,65	100,15	238,71
Мороз 0,9	28,14	81,05	214,98
Ендуро 0,9	12,14	82,27	207,22
Балтрап 0,9	17,33	92,68	210,09
Мороз 1,1	23,88	92,17	204,51
Ендуро 1,1	13,64	104,00	207,22
Балтрап 1,1	16,88	85,19	211,74
Мороз 1,3	28,21	102,13	225,35
Ендуро 1,3	18,25	107,53	212,09
Балтрап 1,3	13,73	97,67	213,99

*Продовження таблиці Б.1*

2022 рік			
Мороз 0,7	23,55	90,96	248,26
Ендуро 0,7	22,58	90,87	230,93
Балтрап 0,7	18,33	89,71	218,94
Мороз 0,9	23,04	91,00	240,36
Ендуро 0,9	19,22	100,70	228,07
Балтрап 0,9	19,12	96,71	218,39
Мороз 1,1	20,34	99,18	227,24
Ендуро 1,1	19,08	99,14	226,27
Балтрап 1,1	18,76	96,62	221,56
Мороз 1,3	22,34	110,89	239,20
Ендуро 1,3	19,20	96,85	219,20
Балтрап 1,3	18,30	108,26	233,68

## Додаток В

Таблиця В.1

## Урожайність сортів гороху зимуючого залежно від норм висіву, т/га

Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Повторність				В середньому
		I	II	III	IV	
2019-2020						
Мороз	0,7	0,80	0,60	0,90	0,46	0,69
	0,9	0,71	0,69	0,60	0,76	0,69
	1,1	0,66	0,64	0,80	0,62	0,68
	1,3	0,70	0,74	0,59	0,65	0,67
Ендуро	0,7	0,80	0,78	0,70	0,60	0,73
	0,9	0,72	0,88	0,60	0,56	0,69
	1,1	0,61	0,79	0,73	0,59	0,68
	1,3	0,70	0,67	0,66	0,65	0,67
Балтрап	0,7	0,80	0,75	0,73	0,68	0,74
	0,9	0,71	0,66	0,65	0,66	0,67
	1,1	0,68	0,65	0,66	0,65	0,66
	1,3	0,55	0,56	0,57	0,58	0,56
2020-2021						
Мороз	0,7	1,78	1,79	1,75	1,86	1,79
	0,9	1,77	1,78	1,78	1,79	1,78
	1,1	1,30	1,35	1,47	1,28	1,35
	1,3	1,32	1,43	1,41	1,44	1,40
Ендуро	0,7	3,01	3,02	3,10	2,98	3,03
	0,9	2,59	2,60	2,61	2,62	2,60
	1,1	2,10	2,12	2,12	2,14	2,12
	1,3	1,89	1,92	1,93	1,90	1,91
Балтрап	0,7	3,08	3,11	3,10	3,12	3,10
	0,9	2,47	2,45	2,50	2,49	2,48
	1,1	2,10	2,15	2,08	2,07	2,11
	1,3	1,91	1,84	1,93	1,82	1,88
2021-2022						
Мороз	0,7	1,60	1,65	1,75	1,85	1,70
	0,9	1,68	1,69	1,70	1,69	1,69
	1,1	1,50	1,52	1,53	1,52	1,52
	1,3	1,30	1,31	1,32	1,33	1,32
Ендуро	0,7	2,89	2,90	2,91	2,92	2,90
	0,9	2,77	2,78	2,70	2,88	2,78
	1,1	2,41	2,42	2,46	2,42	2,43
	1,3	2,30	2,31	2,32	2,33	2,31
Балтрап	0,7	2,87	2,80	2,97	2,89	2,88
	0,9	2,68	2,69	2,69	2,70	2,69
	1,1	2,46	2,47	2,40	2,55	2,47
	1,3	2,22	2,23	2,20	2,27	2,23

## Урожайність сортів гороху ярого залежно від норм висіву, т/га

Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Повторність				В середньому
		I	II	III	IV	
2019-2020						
Світ	0,7	0,25	0,27	0,29	0,31	0,28
	0,9	0,27	0,29	0,31	0,33	0,29
	1,1	0,23	0,25	0,27	0,29	0,26
	1,3	0,18	0,20	0,22	0,24	0,21
Дарунок Степу	0,7	0,31	0,32	0,34	0,35	0,33
	0,9	0,36	0,37	0,39	0,40	0,38
	1,1	0,30	0,31	0,28	0,35	0,31
	1,3	0,27	0,28	0,30	0,31	0,29
2020-2021						
Світ	0,7	1,45	1,47	1,49	1,51	1,48
	0,9	1,55	1,57	1,59	1,61	1,58
	1,1	1,35	1,38	1,42	1,45	1,40
	1,3	1,10	1,12	1,16	1,18	1,14
Дарунок Степу	0,7	2,09	1,10	2,12	3,14	2,11
	0,9	2,70	2,71	2,73	2,75	2,72
	1,1	1,96	1,77	1,88	1,89	1,88
	1,3	1,68	1,69	1,70	1,71	1,69
2021-2022						
Світ	0,7	1,49	1,50	1,55	1,46	1,50
	0,9	1,55	1,67	1,62	1,64	1,62
	1,1	1,35	1,36	1,36	1,37	1,36
	1,3	1,15	1,16	1,18	1,20	1,18
Дарунок Степу	0,7	2,35	2,36	2,30	2,45	2,36
	0,9	2,57	2,58	2,59	2,60	2,58
	1,1	2,10	2,21	2,17	2,18	2,16
	1,3	1,74	1,75	1,76	1,77	1,75



## Додаток Г

Таблиця Г.1

**Динаміка накопичення сирієї маси рослинами гороху  
за 2019-2020 рр., т/га**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Фази розвитку гороху				
			7-8 листків	Бутонізація	Формування бобів	Дозрівання бобів	Повна стиглість
Зимуючий	Мороз	0,7	0,42	1,56	2,80	3,93	3,93
		0,9	0,54	1,75	3,08	3,74	3,74
		1,1	0,46	1,65	2,90	3,61	3,62
		1,3	0,43	1,61	2,87	3,50	3,50
	Ендуро	0,7	1,10	2,58	3,97	4,21	4,21
		0,9	1,03	2,29	3,91	4,18	3,18
		1,1	0,88	2,28	3,64	3,70	3,71
		1,3	0,83	2,11	3,55	3,99	3,99
	Балтрап	0,7	1,13	2,52	3,82	4,27	4,27
		0,9	0,98	2,31	3,81	3,91	3,91
		1,1	0,93	2,10	3,74	3,86	3,86
		1,3	0,80	2,17	3,49	3,69	3,69
Ярий	Світ	0,7	0,48	1,68	2,97	3,72	3,72
		0,9	0,52	1,72	2,63	3,70	3,70
		1,1	0,42	1,88	2,50	3,58	3,58
		1,3	0,46	1,62	2,34	3,37	3,37
	Дарунок Степу	0,7	0,81	1,71	3,31	3,67	3,67
		0,9	0,85	1,88	2,59	3,74	3,74
		1,1	0,79	1,76	2,65	3,89	3,89
		1,3	0,57	1,43	2,52	3,68	3,68

**Динаміка накопичення сирі маси рослинами гороху  
за 2020-2021 рр., т/га**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Фази розвитку гороху					
			7-8 листків	Бутонізація	Формування бобів	Дозрівання бобів	Повна стиглість	
Зимуєчий	Мороз	0,7	0,59	1,77	3,01	4,14	4,14	
		0,9	0,75	1,96	3,29	3,95	3,95	
		1,1	0,67	1,86	3,11	3,82	3,82	
		1,3	0,64	1,82	3,08	3,71	3,71	
	Ендура	0,7	1,31	2,79	4,18	4,42	4,42	
		0,9	1,24	2,50	4,12	4,39	4,39	
		1,1	1,09	2,49	3,85	3,91	3,91	
		1,3	1,04	2,32	3,76	4,20	4,20	
	Балтрап	0,7	1,34	2,73	4,03	4,48	4,49	
		0,9	1,19	2,52	3,94	4,12	4,12	
		1,1	1,14	2,31	3,95	4,07	4,07	
		1,3	1,01	2,38	3,70	3,90	3,90	
	Ярий	Світ	0,7	0,69	1,89	2,86	3,93	3,93
			0,9	0,73	1,93	2,84	3,65	3,66
			1,1	0,63	2,09	2,71	3,79	3,79
			1,3	0,67	1,83	2,55	3,58	3,58
Дарунок Степу		0,7	1,02	1,79	3,52	3,88	3,88	
		0,9	1,06	2,09	2,80	3,56	3,56	
		1,1	1,00	1,97	2,86	3,97	3,97	
		1,3	0,78	1,64	2,73	3,89	3,89	

**Динаміка накопичення сирі маси рослинами гороху  
за 2021-2022 рр., т/га**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Фази розвитку гороху				
			7-8 листків	Бутонізація	Формування бобів	Дозрівання бобів	Повна стиглість
Зимуючий	Мороз	0,7	0,53	1,68	2,92	4,05	4,05
		0,9	0,66	1,87	3,20	3,86	3,86
		1,1	0,58	1,77	3,02	3,73	3,73
		1,3	0,55	1,73	2,99	3,62	3,62
	Ендуро	0,7	1,22	2,70	4,09	4,33	4,33
		0,9	1,15	2,41	4,03	4,30	4,30
		1,1	1,00	2,40	3,76	3,82	3,82
		1,3	0,95	2,23	3,67	4,11	4,11
	Балтрап	0,7	1,25	2,64	3,94	4,39	4,39
		0,9	1,10	2,43	4,04	4,03	4,03
		1,1	1,05	2,22	3,86	3,98	3,98
		1,3	0,92	2,29	3,61	3,81	3,81
Ярий	Світ	0,7	0,60	1,80	3,11	3,84	3,84
		0,9	0,64	1,84	2,75	3,81	3,81
		1,1	0,54	2,00	2,62	3,70	3,70
		1,3	0,58	1,74	2,46	3,49	3,49
	Дарунок Степу	0,7	0,93	1,87	3,43	3,79	3,79
		0,9	0,97	2,00	2,71	3,95	3,96
		1,1	0,91	1,88	2,77	3,79	3,79
		1,3	0,69	1,55	2,64	3,80	3,81

**Динаміка накопичення сухої маси рослинами гороху  
за 2019-2020 рр., т/га**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Фази розвитку гороху					
			7-8 листків	Бутонізація	Формування бобів	Дозрівання бобів	Повна стиглість	
Зимуючий	Мороз	0,7	0,24	0,70	1,10	2,47	3,30	
		0,9	0,35	0,63	1,04	2,48	3,53	
		1,1	0,28	0,65	0,86	2,15	3,45	
		1,3	0,26	0,58	0,84	2,32	3,34	
	Ендуро	0,7	0,73	0,88	1,43	2,55	3,51	
		0,9	0,67	0,75	1,29	2,52	3,39	
		1,1	0,55	0,67	1,16	2,19	3,43	
		1,3	0,51	0,62	1,00	2,11	3,22	
	Балтрап	0,7	0,76	0,91	1,66	2,69	3,83	
		0,9	0,63	0,86	1,58	2,34	3,73	
		1,1	0,56	0,78	1,46	2,19	3,60	
		1,3	0,48	0,59	1,26	2,05	3,44	
	Ярий	Світ	0,7	0,30	0,58	1,11	1,71	2,98
			0,9	0,33	0,61	1,24	1,76	3,05
			1,1	0,35	0,51	1,16	1,65	2,90
			1,3	0,30	0,57	1,06	1,52	2,93
Дарунок Степу		0,7	0,49	0,70	1,38	2,08	3,48	
		0,9	0,61	0,64	1,45	2,31	3,18	
		1,1	0,66	0,61	1,18	1,90	3,34	
		1,3	0,29	0,65	1,07	1,67	2,93	

**Динаміка накопичення сухої маси рослинами гороху  
за 2020-2021 рр., т/га**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Фази розвитку гороху				
			7-8 листків	Бутонізація	Формування бобів	Дозрівання бобів	Повна стиглість
Зимуючий	Мороз	0,7	0,45	0,91	1,31	2,68	3,51
		0,9	0,56	0,84	1,16	2,69	3,74
		1,1	0,49	0,86	1,07	2,36	3,66
		1,3	0,47	0,79	1,05	2,53	3,55
	Ендуро	0,7	0,94	1,09	1,64	2,76	3,72
		0,9	0,88	0,96	1,50	2,73	3,60
		1,1	0,76	0,88	1,37	2,40	3,64
		1,3	0,72	0,83	1,21	2,32	3,43
	Балтрап	0,7	0,97	1,12	1,87	2,90	4,04
		0,9	0,84	1,07	1,79	2,55	3,94
		1,1	0,77	0,99	1,67	2,40	3,81
		1,3	0,69	0,80	1,47	2,26	3,65
Ярий	Світ	0,7	0,51	0,79	1,32	1,92	3,19
		0,9	0,54	0,82	1,45	1,97	3,26
		1,1	0,36	0,62	1,37	1,86	3,11
		1,3	0,31	0,78	1,27	1,73	3,14
	Дарунок Степу	0,7	0,70	0,91	1,59	2,29	3,69
		0,9	0,82	0,85	1,66	2,52	3,39
		1,1	0,62	0,82	1,39	2,11	3,55
		1,3	0,50	0,86	1,28	1,88	3,14

**Динаміка накопичення сухої маси рослинами гороху  
за 2021-2022 рр., т/га**

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Фази розвитку гороху				
			7-8 листків	Бутонізація	Формування бобів	Дозрівання бобів	Повна стиглість
Зимуючий	Мороз	0,7	0,36	0,82	1,22	2,59	3,42
		0,9	0,47	0,75	1,16	2,60	3,65
		1,1	0,40	0,77	0,98	2,27	3,57
		1,3	0,38	0,70	0,96	2,44	3,46
	Ендуро	0,7	0,85	1,00	1,55	2,67	3,63
		0,9	0,79	0,87	1,41	2,64	3,51
		1,1	0,67	0,79	1,28	2,31	3,55
		1,3	0,63	0,74	1,12	2,23	3,34
	Балтрап	0,7	0,88	1,03	1,78	2,81	3,95
		0,9	0,75	0,98	1,70	2,46	3,85
		1,1	0,68	0,90	1,58	2,31	3,72
		1,3	0,60	0,71	1,38	2,17	3,56
Ярий	Світ	0,7	0,42	0,70	1,23	1,83	3,10
		0,9	0,45	0,73	1,36	1,88	3,17
		1,1	0,37	0,63	1,28	1,77	3,02
		1,3	0,32	0,69	1,18	1,64	3,05
	Дарунок Степу	0,7	0,61	0,82	1,50	2,20	3,60
		0,9	0,73	0,76	1,57	2,43	3,30
		1,1	0,73	0,73	1,30	2,02	3,46
		1,3	0,41	0,77	1,19	1,79	3,05

## Додаток Г

Таблиця Г.1

## Виживаність рослин за 2019-2020 рр.

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву	Сходи	Бутонізація	Виживаність, %
Зимуючий	Мороз	0,7	51,1	42,2	82,6
		0,9	54,3	46,3	85,3
		1,1	81,8	77,1	94,2
		1,3	87,5	78,9	90,2
	Ендуро	0,7	52,1	45,1	86,6
		0,9	79,3	67,8	85,5
		1,1	81,0	71,9	88,8
		1,3	89,7	75,2	83,9
	Балтрап	0,7	65,1	57,2	87,9
		0,9	82,0	75,8	92,4
		1,1	88,2	76,3	86,5
		1,3	92,2	84,7	91,9
Ярий	Світ	0,7	51,0	44,3	86,9
		0,9	58,1	50,3	86,6
		1,1	79,1	69,3	87,6
		1,3	87,8	75,9	86,4
	Дарунок Степу	0,7	53,5	45,3	84,7
		0,9	74,4	63,7	85,6
		1,1	78,5	66,5	84,7
		1,3	80,9	63,9	78,9

## Вживаність рослин за 2020-2021 рр.

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву	Сходи	Бутонізація	Вживаність, %
Зимуючий	Мороз	0,7	49,4	34,3	69,4
		0,9	81,8	69,3	84,7
		1,1	89,0	80,3	90,2
		1,3	93,8	84,2	89,8
	Ендуро	0,7	63,0	50,4	80,0
		0,9	87,0	70,2	80,7
		1,1	95,4	72,3	75,8
		1,3	99,4	74,3	74,7
	Балтрап	0,7	65,5	53,2	81,2
		0,9	92,8	71,1	76,6
		1,1	96,2	81,7	84,9
		1,3	99,8	84,7	84,9
Ярий	Світ	0,7	52,0	40,4	77,7
		0,9	80,2	67,5	84,2
		1,1	90,5	71,2	78,7
		1,3	92,5	73,2	79,1
	Дарунок Степу	0,7	62,9	50,5	80,3
		0,9	89,4	66,7	74,6
		1,1	90,2	70,2	77,9
		1,3	96,1	81,1	84,4



## Вживаність рослин за 2021-2022 рр.

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву	Сходи	Бутонізація	Вживаність, %
Зимуючий	Мороз	0,7	51,0	39,2	76,9
		0,9	80,3	57,8	72,0
		1,1	98,3	78,1	79,4
		1,3	99,8	79,7	79,8
	Ендуро	0,7	69,2	51,0	73,7
		0,9	89,3	68,1	76,2
		1,1	95,9	79,3	82,7
		1,3	99,3	79,4	79,9
	Балтрап	0,7	68,9	52,7	76,8
		0,9	87,6	77,1	88,0
		1,1	96,2	80,3	83,5
		1,3	97,7	80,9	82,8
Ярий	Світ	0,7	69,3	50,4	72,4
		0,9	81,2	61,2	75,4
		1,1	95,2	73,1	76,8
		1,3	96,2	77,0	80,0
	Дарунок Степу	0,7	73,5	51,5	70,1
		0,9	82,3	66,3	80,5
		1,1	85,1	69,2	81,3
		1,3	94,9	73,7	77,7

## Додаток Д

**Акт  
впровадження завершеної науково-дослідної роботи**

1. Назва науково-дослідної установи: Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН
2. Розробка згідно завдання **13.00.14.02.Ф** Розроблення оптимізованої технології виробництва насіння нішевих зернобобових культур з високими посівними якостями .
3. Автор виконання розділу НДР, що є частиною виконання дисертаційної роботи на тему «Урожайність та якість насіння гороху залежно від строків сівби та застосування гумату калія за підзимових технологій вирощування» Руденко В. А. мл. н. сп. Науково-технологічного відділу розробки та впровадження інноваційних технологій для інтенсифікації виробництва с.-г. продукції
4. Результати розділу НДР рекомендовано для впровадження: в аграрне виробництво рішенням зборів Одеської ДСДС ІКОСГ НААН протокол №3 від 15.10. 2022 р.
6. Впровадження проведено: на дослідному полі Одеської ДСДС ІКОСГ НААН.
5. Результат НДР рекомендовано для впровадження: в сільськогосподарські підприємства різної форм власності Південного Степу України
7. Обсяг впровадження в науковій установі: 18,0 га
- 8.Строк проведення впровадження: 2022 р.
9. Порядок проведення впровадження: надаються елементи технології вирощування гороху (*Pisum Sativum*) підзимової сівби у порівнянні з весняним посівом: використання різних норм висіву насіння, як занижених (0.7 - 0.9 млн. шт.), так і завищеної (1.3.млн.шт) на прикладі різного сортового складу.
10. З чим проводилось порівняння результатів впровадження: насіннєва продуктивність гороху підзимової сівби. так і весняного посіву на контрольній полосі із загальноприйнятою нормою висіву – 1.1.млн. шт., схожого насіння.
11. Результати обліку, що характеризують ефективність застосування НДР у порівнянні з контролем: в погодних умовах 2022 року : розробка забезпечила отримання насіння гороху 1,16 т/га проти контролю – 1,01 т/га, при весняному посіві сорту Світ з нормою висіву 0.9 млн. шт. схожого насіння Приріст складає 0,15 т/га (14.8%); розробка забезпечила отримання насіння гороху 2.20 т/га проти контролю – 1,74 т/га, при підзимовій сівбі сорту Ендуро з нормою висіву 0.9 млн. шт. схожого насіння Приріст складає 0,46 т/га (26.4%);

Керівник завдання

Вячеслав СІЧКАР

Заступник директора з наукової роботи

Інна КОГУТ



## Додаток Е

Таблиця Е.1

## Вміст хлорофілу (фракція «в») залежно від норм висіву, мг/100г біомаси

Тип розвитку	Сорт	Норма висіву, млн насінин на 1 га			
		0,7	0,9	1,1	1,3
2020 р.					
Зимуючий	Ендуро	147	142	135	138
	Мороз	133	145	155	152
	Балтрап	149	143	136	138
Ярий	Світ	138	142	147	149
	Дарунок Степу	78	95	108	121
2021 р.					
Зимуючий	Ендуро	179	180	165	152
	Мороз	157	154	174	120
	Балтрап	194	187	184	179
Ярий	Світ	153	178	183	184
	Дарунок Степу	169	168	177	180
2022 р.					
Зимуючий	Ендуро	183	195	176	164
	Мороз	140	131	134	133
	Балтрап	176	177	174	167
Ярий	Світ	158	173	176	175
	Дарунок Степу	121	126	153	134