

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 м² 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 м² (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 м² 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 м².

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 м² 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 м² 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 ярокими 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 досліду. 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 густрою. 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 яркими 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 m² 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 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 Khibodarske 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 m² (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 m² 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 m².

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 m² 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 m², 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.*