
ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 633.21:631.52+631.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.1.1>

ГОРОХ ЗИМУЮЧИЙ ЯК ІНСТРУМЕНТ КЛІМАТИЧНО-АДАПТИВНОГО БОБОВОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Аверчев О.В. – д.с.-г.н.,

завідувач кафедри землеробства, професор кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-8333-2419

Нікітенко М.П. – д. філос. з агрономії,

в.о. доцента кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0001-7453-6682

Литвиненко О.І. – аспірант кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0009-0007-7368-0659

*Метою досліджень є визначення ефективності вирощування гороху зимуючого (*Pisum sativum* L.) в умовах Степу України та визначення факторів, що впливають на стабільність продуктивності культури в умовах змін кліматичних. Завданням досліджень є оцінка впливу строків посіву, рівнів мінерального живлення та сортових особливостей гороху зимуючого на біометричні показники, фенологію розвитку та врожайність у період 2024–2025 років. Досліджувався вплив природно-кліматичних умов, зокрема температурного режиму, рівня зволоження ґрунту та розподілу опадів, на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, що визначають формування генеративних органів та накопичення вегетативної маси.*

Результати досліджень показали, що агрокліматичні умови які склалися на період проведення польових дослідів забезпечили дружнє проростання насіння, активне наростання кореневої системи та фотосинтетичного апарату, а також інтенсивне формування генеративних органів. Встановлено, що раннє відновлення вегетації у поєднанні з активним ростом коренів і листкової поверхні підвищує стабільність продуктивності гороху зимуючого порівняно з яровими посівами. Аналіз підтвердив високу чутливість культури до строків посіву та рівня мінерального живлення, що підкреслює необхідність адаптивного підходу до агротехніки вирощування з урахуванням конкретних погодних умов року.

Результати польових досліджень свідчать про доцільність вирощування зимуючих сортів, таких як НС Мороз та Ендуро, у регіонах з помірними зимами та достатнім зволоженням. Ранній посів та внесення стартових доз мінерального живлення сприяють формуванню потужної листкової та кореневої маси, підвищують конкурентоспроможність рослин і здатність компенсувати несприятливі кліматичні фактори. Результати роботи формують наукову основу для розробки кліматично-адаптивної технології вирощування гороху зимуючого в зоні Степу України, сприяють стабільності врожаїв та підвищенню стійкості бобового виробництва. Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні більш широкого спектру сортів та удосконаленні агротехнологій для максимальної реалізації продуктивного потенціалу культури.

Ключові слова: горох зимуючий, агрокліматичні умови, строки посіву, мінеральне живлення, продуктивність, адаптивна технологія, Степ України.

Averchev O.V., Nikitenko M.P., Lytvynenko O.I. Winter peas as a tool for climate-adaptive legume production in the Steppe conditions of Ukraine

The purpose of this study is to evaluate the efficiency of wintering pea (*Pisum sativum* L.) cultivation under the conditions of the Ukrainian Steppe and to identify the factors influencing the stability of crop productivity under climate change. The objectives of the research include assessing the impact of sowing dates, levels of mineral nutrition, and varietal characteristics of wintering pea on biometric parameters, phenological development, and yield during 2024–2025. The study also investigated the influence of natural and climatic conditions, particularly temperature regime, soil moisture level, and precipitation distribution, on physiological and biochemical processes in plants that determine the formation of generative organs and the accumulation of vegetative biomass.

The results of the research demonstrated that the agroclimatic conditions during the experimental period ensured uniform seed germination, active development of the root system and photosynthetic apparatus, as well as intensive formation of generative organs. It was established that early resumption of vegetation, combined with active root and leaf growth, enhances the stability of wintering pea productivity compared with spring-sown crops. The analysis confirmed the high sensitivity of the crop to sowing dates and mineral nutrition levels, emphasizing the need for an adaptive approach to cultivation practices tailored to the specific weather conditions of each year.

Field trials indicated the feasibility of cultivating wintering pea varieties such as NS Moroz and Enduro in regions with moderate winters and sufficient moisture supply. Early sowing and the application of starter doses of mineral fertilizers contributed to the development of a robust leaf and root system, improved plant competitiveness, and increased the ability to withstand adverse climatic factors. The findings provide a scientific basis for developing climate-adaptive technologies for wintering pea cultivation in the Steppe zone of Ukraine, supporting yield stability and enhancing the resilience of legume production. Future research should focus on a broader spectrum of varieties and the improvement of cultivation technologies to maximize the productive potential of the crop.

Key words: wintering pea, agroclimatic conditions, sowing dates, mineral nutrition, productivity, adaptive technology, Ukrainian Steppe.

Постановка проблеми. Аграрні системи України функціонують в умовах глобальних кліматичних змін, що проявляються у підвищенні середньорічних температур, нерівномірності опадів, частих посухах та екстремальних погодних явищах. Це негативно впливає на стабільність виробництва зернобобових культур, зокрема гороху (*Pisum sativum* L.). Упродовж останніх років урожайність гороху ярий характеризується зниженням продуктивності через дефіцит вологи у критичні фази органогенезу, підвищений температурний фон у період цвітіння та формування бобів, а також зростання конкуренції з боку теплолюбних культур.

У сучасних умовах господарювання особливого значення набуває впровадження адаптивних технологій вирощування, які забезпечують ефективне використання природних ресурсів і зменшують ризик впливу кліматичних факторів. На думку вчених, перспективним напрямом є розвиток технологій вирощування гороху

зимуючого, який відзначається раннім відновленням вегетації, ефективним використанням осінньо-зимово та весняних запасів вологи, уникненням літньої посухи та зниженням ризику впливу високих температур під час генеративного розвитку.

Цей підхід особливо актуальний для регіонів Степу України, де агрокліматичні умови характеризуються відносно м'якими зимами, достатнім рівнем опадів у холодний період та високою потенційною здатністю ґрунтів до забезпечення культури поживними речовинами. Водночас зберігається ряд невирішених наукових і практичних завдань: вивчення сортових ресурсів гороху зимуючого, удосконалення елементів технології його вирощування, а також комплексна оцінка адаптивності культури в умовах змінного клімату[1].

У зазначеному контексті науково-практична проблема полягає у визначенні доцільності вирощування гороху зимуючого в агрокліматичних умовах України та розробленні технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності його використання, зокрема у регіонах Степу країни [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із перспективних напрямів подолання зазначених обмежень є впровадження та поширення технологій вирощування гороху зимуючого. Ця форма культури має низку суттєвих переваг. Осінній строк сівби забезпечує ефективне використання запасів зимової та весняної вологи, що сприяє дружним сходом і швидкому відновленню ростових процесів на весні. Розвинена коренева система гороху зимуючого підвищує його здатність до засвоєння води й поживних речовин. Завдяки цьому рослини проходять критичні фази органогенезу раніше, ніж ярі посіви, що дозволяє уникати негативного впливу літніх посух і високих температур. У підсумку горох зимуючий характеризується більш раннім досяганням, стабільною продуктивністю та підвищеним потенціалом урожайності.

Питанням вивчення зимуючих форм бобових культур присвячені роботи багатьох вітчизняних і зарубіжних учених. Так, дослідження В. В. Якубця та І. Є. Уліч (2019) доводять високу адаптивність окремих сортів гороху зимуючого до умов лісостепу України та їх перевагу за продуктивністю над яровими формами на 15–20%. У роботах британських вчених (R. J. Summerfield et al., 1985) було детально проаналізовано вплив фотоперіоду та температури на розвиток і продуктивність озимих бобових, що стало теоретичною основою для селекції на морозостійкість. Крім того, дослідження А. П. Зінченка (2015) вказують на значний потенціал гороху зимуючого в поліпшенні фітосанітарного стану посівів та підвищенні родючості ґрунтів у порівнянні з яровим.

В останні роки значну увагу дослідженню з питань вирощування гороху зимуючого приділяють українські вчені-аграрії. Зокрема, значний внесок у вдосконалення сортової агротехніки для умов південних регіонів України зробили доктор сільськогосподарських наук, професор О. В. Аверчев та асистент Т. С. Ковшаківа [3,4,5]. Їхні дослідження акцентують увагу на тому, що питання щодо оптимальних доз азотних добрив для гороху залишається предметом наукових дискусій. Більшість учених схиляються до думки про доцільність внесення невеликих «стартових» доз азоту на рівні N_{30-40} , тоді як фосфорні добрива рекомендують вносити у повному обсязі – P_{60-90} . Таке рішення дозволяє забезпечити рослини необхідним живленням на початкових етапах розвитку, доки бульбичкові бактерії не розпочнуть активну фіксацію атмосферного азоту, яка здатна задовольнити потреби гороху в азоті на 80% [3,5,6].

Виклад основного матеріалу дослідження. Поєднуючи теоретичні передумови з практичним викликом отримання стабільних урожаїв, це дослідження мало

на меті провести пряме порівняння агробіологічної характеристики двох стратегій вирощування гороху. Основу методології склало саме таке протиставлення, щоб виявити реальні переваги гороху зимуючого та оцінити, чи може ця форма стати ключем до підвищення стійкості бобового виробництва.

Дослідження проводили у 2024–2025 роках в умовах Степу України – регіону з континентальним кліматом, де поєднання високих літніх температур, обмежених опадів та родючих чорноземних ґрунтів створює унікальні умови для випробування продуктивного потенціалу сільськогосподарських культур. дослідження проводили у польовій сівозміні, яка характерна для агроєкосистем цього регіону.

Ґрунтовий покрив, де проводилися польові дослідження, представлений чорноземом звичайним малогумусним важкосуглинковим. Цей тип ґрунту відрізняється потужним гумусовим горизонтом та високою природною родючістю, що обумовлює його гарні агрофізичні властивості – оптимальну вологоємність, повітряний та тепловий режими, сприятливі для розвитку кореневої системи сільськогосподарських культур.

Результати агрохімічного обстеження ґрунту дослідного поля підтвердили його високу якість та придатність для вирощування бобових культур. Вміст гумусу в орному шарі знаходився в межах 3,8–4,2%, що свідчить про стабільний запас органічної речовини та основним елементів мінерального живлення. Важливим фактором, що сприяє активному розвитку бобових культур, є нейтральна реакція ґрунтового розчину (рН складає 6,3–6,8). Таке значення рН є оптимальним для забезпечення доступності більшості мікроелементів та створює сприятливі умови для життєдіяльності азотфіксуючих бактерій, що має ключове значення для формування врожаю гороху.

Забезпеченість ґрунту основними макроелементами є достатньою для отримання високих урожаїв. Зокрема, вміст рухомих форм фосфору становить 105–120 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 95–115 мг/кг. Концентрація легкогідролізованого азоту, який є доступним для рослин, знаходиться на рівні 90–110 мг/кг. Такі показники забезпечують стартові потреби культур у основних елементах живлення, особливо на початкових етапах вегетації.

Клімат регіону різко континентальний, що визначає специфіку формування урожаю. Основною кліматичною ризикою є недостатня та нерівномірна вологозабезпеченість протягом вегетаційного періоду, що обумовлює необхідність ретельного підбору агротехнічних прийомів, спрямованих на збереження та раціональне використання ґрунтової вологи. Таким чином, поєднання високого потенціалу родючості чорноземних ґрунтів з дефіцитом атмосферного зволоження створює унікальні, хоча й складні умови для реалізації продуктивності сільськогосподарських культур, вимагаючи науково обґрунтованого підходу до їх вирощування.

Враховуючи високий рівень природної родючості ґрунту та кліматичні особливості регіону, було закладено трифакторний польовий дослід для вивчення оптимальних умов вирощування гороху зимуючого. Дослідження передбачало комплексну оцінку впливу сортових особливостей, строків посіву та рівнів мінерального живлення на продуктивність культури. Як об'єкти дослідження були обрані два сучасні сорти гороху зимуючого – НС Мороз та Ендуро, які відрізняються морозостійкістю та продуктивністю.

Схема досліду включала вивчення трьох строків посіву – першої, другої та третьої декади жовтня, що дозволить визначити оптимальні періоди висіву для зимуючої форми гороху в умовах Степу. Окремо досліджувався вплив різних фонів мінерального живлення: без застосування добрив, внесення $N_{20}P_{30}$ та $N_{40}P_{60}$, що

дало змогу оцінити ефективність використання мінеральних добрив на тлі високої природної родючості чорноземних ґрунтів.

Моніторинг ефективності вирощування гороху зимуючого здійснювався з урахуванням агрометеорологічних показників, які мають визначальне значення для оцінки адаптивних можливостей культури. Врахування динаміки температурного режиму, рівня зволоження ґрунту, кількості та розподілу опадів, тривалості вегетаційного періоду й частоти стресових погодних явищ дало змогу дослідити реакцію культури на змінні фактори довкілля. Такий підхід дозволив виявити не лише критичні фази росту, уразливі до посух чи заморозків, а й потенціал культури до компенсації втрат за рахунок особливостей її фізіолого-біохімічних процесів.

Комплексний моніторинг дослідження включав регулярні фенологічні спостереження за розвитком рослин, аналіз рослинних зразків на різних етапах вегетації та ґрунтові дослідження, що дозволяє всебічно оцінити вплив досліджуваних факторів на ріст, розвиток та продуктивність гороху зимуючого в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах Степу України. Таке комплексне дослідження створює передумови для розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо вирощування гороху зимуючого в регіоні, враховуючи його природні особливості та рівень ресурсо забезпечення.

Дослідження ґрунтувалося на поєднанні різних наукових методів, що дозволило всебічно вивчити об'єкт. Фенологічні спостереження проводили згідно із загально-визнаною міжнародною шкалою BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und CHemische Industrie*), що передбачала щоденну фіксацію фаз росту та розвитку (схожість, кущення, виходження в трубку, колосіння, цвітіння, дозрівання) на постійно розмічених ділянках у кожному повторенні для отримання точних даних про реакцію рослин на застосовані варіанти досліді. Облік урожаю проводили методом прямого комбайнування центральної частини ділянки кожної повторності з подальшим окремим зважуванням зерна та визначенням його вологості за допомогою портативного вологоміра, що забезпечило точний розрахунок врожайності у тонах на гектар при стандартній вологості. Використання таких взаємодоповнюючих підходів забезпечило збір різнопланових даних. Отримані результати були підтверджені статистичною обробкою за допомогою дисперсійного аналізу в програмі *Statistica 10*. Така багаторівнева методика дозволила отримати надійні та об'єктивні висновки, що підтверджуються як детальними польовими спостереженнями, так і строгою математичною обробкою експериментальних даних.

Результати дослідження. Аналіз середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів упродовж періоду з жовтня 2024 р. по червень 2025 р. засвідчив, що агрокліматичні умови Степу України були сприятливими для вирощування гороху зимуючого. Осінній період (жовтень–листопад) характеризувався середньодобовими температурами $+9...+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ та достатньою кількістю опадів (60–80 мм), що забезпечило своєчасне та рівномірне проростання насіння, формування сходів і початковий розвиток кореневої системи. Наявність оптимальної вологи в орному шарі ґрунту сприяла інтенсивному наростанню вегетативної маси, закладанню вузлів кущення і підвищенню зимостійкості культури (Рис. 1).

У зимовий період (грудень–лютий) середні температури коливалися від -3 до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ при відносно невеликій кількості опадів (35–45 мм на місяць). Це створило умови для проходження рослинами фази зимового спокою без значних пошкоджень та пригнічення. Завдяки природній теплоізоляції чорноземних ґрунтів і достатньому зволоженню у глибших горизонтах рослини зберегли життєздатність та потенціал для відновлення весняної вегетації.



Рис. 1. Динаміка середньомісячної температури повітря та кількості опадів у період з жовтня 2024 р. по червень 2025 р. в умовах Степу України

Весняний період (березень–травень) відзначався підвищенням середньодобових температур (+4,5...+17,5 °C) та збільшенням кількості опадів (55–70 мм). Такі умови забезпечили інтенсивне наростання вегетативної маси, активне формування генеративних органів і сприятливий хід фотосинтетичних процесів. Своєчасне надходження вологи у поєднанні з помірним температурним режимом дало змогу рослинам успішно пройти критичні фази цвітіння та наливу бобів без істотного стресового впливу високих температур чи дефіциту вологи.

У червні середня температура досягла +22 °C, а кількість опадів становила близько 75 мм, що було достатнім для завершення наливу насіння та його рівномірного дозрівання. Таким чином, поєднання сприятливого температурного режиму з достатнім зволоженням у ключові фази розвитку культури забезпечило формування стабільного та високого врожаю гороху зимуючого.

Загалом, дані температури та опадів підтвердили, що умови вегетаційного періоду були сприятливими для вирощування гороху зимуючого. Культура мала змогу ефективно використовувати вологу осінньо-зимового, проте у весняний період спостерігалася істотне зниження температури у вигляді заморозків, що спричинили ушкодження молодих пагонів, затримку у розвитку генеративних органів і зниження інтенсивності фотосинтетичної активності. Додатковим негативним чинником стали пилові бурі у весняно-літній період, які спричинили механічне пошкодження листової поверхні, посилення випаровування ґрунтової вологи та тимчасове пригнічення ростових процесів. Сукупна дія зазначених стресових факторів розглядається як потенційний лімітуючий елемент, що певною мірою вплинув на рівень реалізації врожайного потенціалу культури у досліджуваному році.

Агromетeорoлoгiчнi параметри, насамперед температура ґрунту та рівень його зволоження, виступають визначальними чинниками, що детермінують процеси

проростання насіння, становлення сходів і подальший ріст та розвиток рослин гороху зимуючого протягом усього вегетаційного періоду (Рис. 2).

Температурний режим ґрунту в період сівби безпосередньо визначав швидкість проходження фізіолого-біохімічних процесів у насінні, зокрема гідратацію клітинних структур, активацію ферментативної системи та ініціацію ростових процесів зародка. За температури в межах 8–10 °С забезпечувалося інтенсивне проростання та формування вирівняних сходів. Подальше підтримання оптимальних температур восени сприяло активному розвитку кореневої системи, закладанню фотосинтетичного апарату та досягненню рослинами морфо-фізіологічних параметрів, необхідних для успішної перезимівлі.

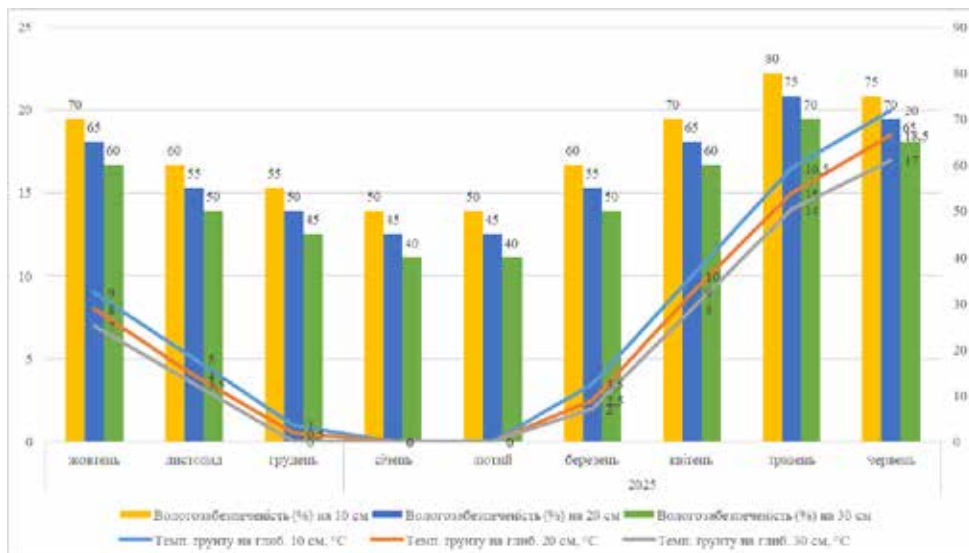


Рис. 2. Динаміка середньомісячної температури ґрунту та рівня вологозабезпеченості на глибинах 10, 20 і 30 см у період жовтень 2024 – червень 2025 рр. у Степу України

Вологозабезпеченість ґрунту виконувала провідну регулятивну функцію на всіх етапах органогенезу. Достатні запаси продуктивної вологи в орному шарі сприяли рівномірному набухання насіння, інтенсивному росту корневих волосків і підвищенню лабораторної та польової схожості. Упродовж подальшої вегетації оптимальний гідротермічний режим забезпечував ефективну діяльність симбіотичних бульбочкових бактерій, інтенсифікував біологічну фіксацію азоту та покращував азотне живлення посівів. Належне зволоження також підтримувало інтенсивність фотосинтезу, збалансованість асиміляційної поверхні та високу продуктивність фотосинтетичного потенціалу.

Сприятливі температурні й гідрологічні умови ґрунту забезпечили своєчасну появу дружних сходів, гармонійний розвиток рослин упродовж вегетаційного періоду та формування високого рівня продуктивності гороху зимуючого.

Біометричні показники, такі як висота рослин, площа листової поверхні та маса кореневої системи, є ключовими індикаторами стану рослини та потенційної продуктивності агроценозу (дані наведені у Таблиці 1). Висота свідчить про

інтенсивність ростових процесів і конкурентоспроможність рослини. Площа листової поверхні безпосередньо впливає на продуктивність фотосинтезу – основного процесу накопичення органічної речовини. Розвиток кореневої системи забезпечує ефективне поглинання води та мінеральних елементів з ґрунту. Оптимальні значення цих показників на критичних фазах розвитку (сходження, кущіння, бутонізації тощо) є запорукою формування високого врожаю. Аналіз динаміки цих параметрів у різні роки дозволяє оцінити вплив погодно-кліматичних умов та ефективність застосованих агротехнологій.

Таблиця 1

**Динаміка росту та розвитку гороху зимуючого (сорт НС Мороз)
за фазами вегетації (2024–2025 рр.)**

Фаза розвитку / рік	Висота рослин, см		Площа листової поверхні, тис. м²/га		Маса с. р. кореневої системи, г/рослину	
	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Сходи (3–4 листки)	8	7	2,50	2,00	0,05	0,04
Початок кущіння	18	15	12,00	9,50	0,20	0,16
Вихід у трубку	35	30	28,00	22,00	0,45	0,35
Бутонізація	55	48	35,00	28,00	0,85	0,65
Початок цвітіння	75	65	32,00	25,00	1,20	0,90
Кінець цвітіння	80	70				

У 2024 році, завдяки ранньому посіву та оптимальному мінеральному живленню ($N_{40}P_{60}$), рослини демонстрували інтенсивний ріст протягом усіх фаз вегетації, досягнувши максимальної висоти 80 см. У 2025 році, умовно менш сприятливому (пізніший посів, можливо, дефіцит опадів), спостерігалася тенденція до відставання у рості. Висота рослин на всіх фазах розвитку була нижчою на 10–15%, що цілком узгоджується з висновками дослідження про скорочення вегетаційного періоду. Це відставання негативно вплинуло на конкуренцію з бур'янами та загальну продуктивність.

Площа листової поверхні, як інтегральний показник, чутливо реагувала на зміну умов вирощування. У 2024 році за рахунок раннього посіву та живлення формувалась потужна асиміляційна поверхня, що досягла піку (35 тис. м²/га) на початку цвітіння. Це забезпечувало високі темпи фотосинтезу та накопичення біомаси. У 2025 році розвиток листя уповільнювався, і максимальні значення площі листової поверхні були значно нижчими. Таке зменшення асиміляційного потенціалу безпосередньо обмежувало формування врожаю, оскільки скорочувало кількість пластичних речовин, що направлялися на утворення генеративних органів і насіння.

Розвиток кореневої системи демонструє чітку залежність від агротехнічних факторів. У сприятливий 2024 рік коренева маса була максимальною на всіх етапах, що свідчить про ефективне забезпечення рослини елементами живлення та водою. Це було результатом поєднання раннього посіву (рослини встигли розвинути корінь до зими) та внесення добрив, особливо фосфору, що стимулює розгалуження коренів. У 2025 році маса коренів була системно нижчою. Пізніший посів обмежив час для осіннього розвитку коренів, а можливі несприятливі умови

(посуха) навесні не дозволили компенсувати це відставання. Менш розвинена коренева система погіршувала стресостійкість рослин і їх здатність до засвоєння поживних речовин, що в підсумку також негативно вплинуло на врожайність.

Висновок. Агрокліматичні умови Степу України у 2024–2025 роках створили сприятливе середовище для вирощування гороху зимуючого, що забезпечило дружне проростання насіння, інтенсивний розвиток вегетативної маси та закладання генеративних органів. Поєднання високого потенціалу ґрунтів із помірним температурним режимом і достатнім рівнем вологості сприяло ефективному функціонуванню фізіолого-біохімічних процесів у рослин, зокрема росту кореневої системи та формуванню потужного фотосинтетичного апарату.

Водночас результати дослідження виявили високу чутливість гороху зимуючого до умов вирощування, що підкреслює критичну важливість дотримання оптимальних строків посіву для успішної перезимівлі та подальшого старту ростових процесів навесні. Менш сприятливі погодні умови 2025 року призвели до системного відставання у висоті рослин, зменшення асиміляційної поверхні та маси кореневої системи, що в підсумку зумовило нижчу врожайність. Це свідчить про необхідність диференційованого підходу до агротехнічних заходів із врахуванням погодно-кліматичних особливостей конкретного року.

Впровадження адаптивних технологій вирощування гороху зимуючого дозволило максимально використовувати осінньо-зимові та весняні запаси вологи, що сприяло повноцінному проходженню ключових етапів органогенезу. Водночас у весняний період спостерігалось зниження температури у вигляді заморозків, які створювали ризики ушкодження молодих пагонів, затримки формування генеративних органів та зниження фотосинтетичної активності. Додатковим стресовим фактором стали пилові бурі, що зумовлювали механічне пошкодження листової поверхні, підсилювали дефіцит ґрунтової вологи й ускладнювали перебіг ростових процесів. Сукупна дія зазначених несприятливих явищ розглядається як потенційний лімітуючий чинник, який міг негативно вплинути на загальний розвиток і продуктивність культури.

Залежність розвитку рослин від строків посіву та рівнів мінерального живлення підтвердила необхідність адаптивного підходу до технології вирощування: своєчасний посів і забезпечення стартового живлення створюють умови для гармонійного розвитку, підвищують конкурентоспроможність рослин та їхню здатність компенсувати коливання погодних факторів протягом вегетації.

Отримані результати формують наукове підґрунтя для розробки адаптивних технологій вирощування гороху зимуючого в зоні Степу України. Впровадження цієї культури може стати ключовим фактором підвищення стійкості та продуктивності бобового виробництва, забезпечуючи стабільніші врожаї навіть в умовах глобальних змін клімату. Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні оптимальних строків посіву і доз мінеральних добрив та визначення найбільш адаптованого сорту гороху зимуючого в умовах Степу України з метою максимальної реалізації біологічного потенціалу продуктивності цієї перспективної культури, що дозволить сформувати науково обґрунтовані агротехнологічні рішення для отримання високих та сталих врожаїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Руденко А. В., Шепель А. В. Зимуючий горох – добра альтернатива традиційному в умовах зміни клімату на Півдні України *Наука, освіта та технології: актуальні проблеми теорії та практики* : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф.:

у 2 ч. Херсон : ЦФЕНД, 2023. Ч. 2. С. 39–41. URL: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/8523?show=full> (дата звернення: 27.08.2025)

2. Литвиненко О. І., Шепель А. В. Горох зимуючий – нова форма гороху для Півдня України *Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Winter Debates: proceedings of the 5th International Scientific and Practical Internet Conference*, February 8-9, 2024. Dnipro : FOP Marenichenko V.V., 2024. С. 118–119.

3. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив біостимуляторів та мікроелементів на фенологічні показники сортів гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 3–8. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.1> (дата звернення: 27.08.2025)

4. Ревтьо О. Я., Малярчук А. С. Особливості вирощування гороху посівного зернового типу за умов зміни клімату *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип. 141. Ч. 2. С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.7> (дата звернення: 25.08.2025)

5. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. С. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.1>

6. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Литвиненко О. І. Оптимізація технологій вирощування гороху озимого для сталого землеробства в умовах мінливого клімату (Оглядова) *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 7–12. URL: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/10406?show=full> (дата звернення: 25.08.2025)

7. Ковшакова Т. С., Аверчев О. В. Порівняльна продуктивність сортів гороху зимуючого та ярого в умовах півдня України *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку* : матеріали III Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих вчених з нагоди Дня науки, 19 травня 2021 р. Херсон, 2021. С. 225. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/> (дата звернення: 21.08.2025)

8. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив біологізації елементів агротехніки сортів гороху за різної густоти шляхом обробки посівів біостимуляторами та мікроелементами на його біометричні показники в незрошуваних умовах південного степу України *Development trends of the world agriculture in the XXIst century: the view of the modern scientific community* : scientific monograph. Riga : Baltija Publishing, 2022. С. 28–59. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-203-6-2> (дата звернення: 25.08.2025)

9. Коломієць М., Аверчев О. Економічна та агрономічна цінність гороху в сучасному сільському господарстві *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку* : зб. наук. праць III Всеукраїнської наук.-практ. конф. з нагоди Дня працівника сільського господарства в Україні, 13-15 листопада 2024 р. Херсон: ХДАЕУ, 2024. С. 32–34. URL: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/10226?show=full> (дата звернення: 25.08.2025)

Дата першого надходження рукопису до видання: 26.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 30.10.2025

Дата публікації: 05.12.2025