

ЗИМУЮЧИЙ ГОРОХ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ЯРОМУ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ: РОЛЬ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ

СМОЛКА О.А. – аспірант

orcid.org/0009-0000-9151-2527

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ПАВЛОВ О.С. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0003-2948-7185

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Просування меж Степової зони з південного сходу на північний захід України, як наслідок кліматичних змін, супроводжується зменшенням вологозабезпечення, підвищенням середніх температур та збільшенням ризику посух у регіонах, які раніше характеризувалися більш помірним кліматом. В умовах Правобережного Лісостепу України простежується вплив змін клімату на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, що проявляється у зниженні їх продуктивності. Ці тенденції підштовхують фермерів до зміни технологічних підходів у землеробстві, а також пошуку нових, більш адаптованих та здатних забезпечувати стабільну урожайність культур [3]. Горох посідає друге місце після квасолі звичайної, як найпоширеніша зернобобова культур, що вирощується у помірних регіонах з світовим виробництвом 15 млн тонн у 2024 році [29]. Аналіз посівних площ за останні 10 років вказує, що регіон Правобережного Лісостепу та Степу після різкого збільшення площ та перевиробництва товарного гороху в 2017–2018 роках, різко зменшив площі (Табл. 1) [42].

З 2023 року, спостерігається позитивна динаміка з розширення площ під горохом на півдні України саме зимуючими формами, що пов'язано з аридизацією клімату, яка часто утруднює вирощування вологолюбивих культур, як от кукурудзи, ріпаку озимого та отримання високих врожаїв зернових. При цьому, горох зимуючий стає рентабельною альтернативою цим культурам, оскільки краще використовує зимово-весняну

вологу і уникає впливу високих температур на рослини в критичні періоди вегетації. Таким чином, горох зимуючий в умовах Правобережного Лісостепу України має потенціал урожайності, не нижчий, а подекуди й вищий ніж ярий. Аналіз останніх досліджень вказує, що сівба гороху в зиму дозволяє прискорити ріст рослин, покращити їх водний режим та збирати врожай на 15–20 днів раніше. Зміщення фенологічних фаз дозволяє оминати період високих температур у травні й тим самим запобігти абортів квіток під час цвітіння. Посів сортів у кінці жовтня на початку листопада (залежно від температури) дає можливість восени отримати дружні сходи, які перезимують без істотних пошкоджень. Збільшення площі починаючи із 2023 року, що може бути пов'язано із близькістю до портів та ринків збуту, високою рентабельністю, дослідженнями проведеними в Одеському інституті [36]. Незважаючи на перспективність, технологія вирощування гороху зимуючого ще не є повністю адаптованою до умов Лісостепу. Основні проблеми-обмежений вибір зареєстрованих сортів, нестабільна зимо- та посухостійкість, недостатня вивченість реакції культури на різні системи основного обробітку ґрунту, застосування добрив, вологозабезпеченість у різні фази росту та розвитку та систему захисту від бур'янів. Тому подальші дослідження спрямовані на вивчення основних систем землеробства та систем захисту від бур'янів у посівах гороху. Недостатня кількість наукових досліджень зумовлюють актуальність даної проблеми.

Таблиця 1

Аналіз посівних площ гороху по роках тис. га

Рік	Київська	Вінницька	Тернопільська	Кіровоградська	Одеська	Миколаївська
2015	5,4	10,4	9,4	15,0	34,3	17,5
2016	3,5	7,3	6,9	10,3	31,5	9,4
2017	11,4	25,9	19,1	20,8	48,3	30,3
2018	13,2	27,2	18,6	21,6	41,0	26,1
2019	6,1	7,0	8,1	10,8	27,5	15,4
2020	4,1	4,7	5,7	11,0	23,8	17,7
2021	4,9	5,0	8,1	12,1	21,0	16,0
2022	4,3	5,0	3,6	15,7	20,3	22,2
2023	5,9	6,0	3,6	16,5	32,0	21,0
2024	5,3	6,0	3,6	16,5	32,0	21,0
2025	4,5	7,0	4,1	18,7	62,0	34,0



Даний огляд складається із трьох основних розділів:

1. Досвід вирощування гороху зимуючого в Україні та світі

2. Підбір сортів та строки сівби

3. Проблематика обробітку ґрунту та вплив на продуктивність гороху зимуючого

1. Досвід вирощування гороху зимуючого в Україні та світі.

Горох позитивно впливає на інші культури в сівозміні, зокрема на пшеницю озиму, завдяки здатності акумулювати до 90–100 кг/га азоту, та покращувати родючість ґрунту [6]. Практика показує, що урожай пшениці після гороху є майже таким самим, як після чистого пару, який через економічну невідповідність ніхто уже не використовує. Горох рано звільняє поле, що дозволяє вчасно та якісно підготувати ґрунту для сівби озимини. Ще одна перевага-зменшення водної та вітрової ерозії завдяки ранній наявності рослинного покриття. Враховуючи кліматичні зміни, зокрема тепліші зими і ранню весну, посів гороху під зиму стає дедалі актуальнішим. Цей підхід дозволяє краще використовувати вологу і забезпечити сприятливі умови для наступної культури у сівозміні, зазвичай-пшениці озимої [1]. Горох є переважно ярою культурою в помірних регіонах, хоча в зонах з м'якою зимою та сухою весною, таких як середземноморські регіони, подібні генотипи висівають і восени [35]. Також продовжуються дослідження зимостійких сортів гороху в різних частинах світу. У Сполучених Штатах зимостійкий горох вирощується на різних типах ґрунтів та в різних системах землеробства для отримання високобілкового зерна та побічних продуктів для кормових потреб [2], а також як покривна культура [22]. На Тихоокеанському Північному Заході, де більшість фермерів дотримуються сівозміни з озимої пшениці та літнього пару, введення зимуючого гороху в сівозміну є корисним, оскільки він використовує менше ґрунтової вологи, ніж пшениця озима, а в наступну весну вміст залишкового азоту у ґрунті для наступної культури значно вищий ніж після пару чи пшениці. Тому врожайність пшениці ярої зазвичай після зимуючого гороху є вищою, ніж після пшениці озимої [39]. В експериментах на Тихоокеанському Північному Заході горох зимуючий перевершив горох ярий на 1830 кг/га, тоді як на півночі Великих рівнин різниці між ними не було [7]. У Китаї також спостерігається зростаючий інтерес до гороху зимуючого, де провели польову оцінку морозостійкості 672 сортів гороху [25]. Є кілька звітів про випробування гороху зимуючого і для Європи. В Англії оптимальні терміни сівби та густота рослин для гороху зимуючого були середина листопада і 75–80 рослин на метр квадратний [21]. У Франції осінній посів призвів до збільшення врожайності приблизно на 1 т/га порівняно з весняним посівом, а максимальна глибина розвитку кореневої системи була досягнута раніше та і розвиток якої був більшим, а ніж гороху посіяного навесні [43]. В Німеччині горох зимуючий показав хороші результати, як альтернатива ярому гороху, якщо він достатньо морозо- та зимостійкий і вирощується в проміжних посівах з ячменем або вівсом, оскільки він більш конкурентоспроможний і має кращу фіксацію азоту, починаючи її раніше та

виробляючи більше надземної біомаси [40]. У Чеській Республіці горох зимуючий є важливим компонентом сумішей озимих покривних та сидеральних культур з житом та тритикале, що підвищувало вміст перетравного протеїну в кормах [14]. Збільшення площ під зернобобовими культурами в Сербії, де раніше висівали лише ярі кормові культури, відбувається за рахунок зимуючого гороху, а саме сорту НС Мороз який готовий до збору врожаю на тиждень раніше, ніж озимий ячмінь, що полегшує збирання урожаю тим, що фермери не змушені вибирати між горохом і зерновими культурами через обмеження в часу для збору ранніх ярих зернових [28]. У Центральній і Північній Європі горох зазвичай сіють навесні, тоді як у Південній Європі його переважно висівають у середині листопада. У Північній Європі слід уникати осіннього посіву через більший ризик пошкодження морозами [34]. Загалом бобові чутливі до низьких температур, особливо на етапі цвітіння, раннього формування бобів та наливу зерна [27]. Горох переносить заморозки, і якщо він уже піддається впливу низьких температур, цей процес відомий як холодова акліматизація [5]. Утворення цистеїну та метіоніну корелює з толерантністю гороху до низьких температур [24]. В Італії науковці зазначили, що осінній посів призвів до збільшення урожайності на 56%, в порівнянні до весняного [1]. Ранній розвиток рослини зимуючих сортів в поєднанні з раннім цвітінням раніше ніж початок періоду високих температур та зв'язуванням бобів, а також довша тривалість цвітіння та наливу зерна, можуть суттєво сприяти кращому та продуктивнішому формуванню врожаю [32]. Оптимальне проростання відбувається при температурі 15–20 °C, а рекомендована глибина посіву становить 2–5 см. Горох може переносити глибокий посів, до 7,5 см [18], але більша глибина посіву може призвести до підвищеної нерівномірності та строкатості сходів. Найвищий урожай насіння було отримано при 75–80 рослинах на метр квадратний проте в Канаді оптимальна густота стояння рослин гороху становить 88 рослин на метр квадратний [13]. Врожайність гороху знижується при частому беззмінному вирощуванні причиною чого є хвороби кореневої системи, зниження біологічної азотфіксації азоту із атмосфери, несприятливим впливом на кругообіг поживних речовин та використанням оранки, найкраще повертати горох на теж саме поле не частіше ніж раз на 4 роки, використовувати безполіцевий (мінімальний) обробіток ґрунту, залишати вищу стерню попередника та вносити добрива безпосередньо під корінь [37]. Згідно дослідження, найбільшими виробниками гороху є Канада, Індія та Китай, де горох вирощують на площі приблизно 1 млн га. Ці країни мають значні обсяги виробництва гороху і роблять значний внесок у світове вирощування гороху [45]. В Україні перші спроби вирощування озимого гороху були здійснені в 2016 році, коли в господарстві «Українка Агро» на Житомирщині посіяли сорт НС Мороз. Цей сорт успішно перезимував навіть при короткочасних температурах до –26 °C, що стало значним досягненням у селекції зимуючого гороху [33]. Дослідження зимуючого гороху в Україні проводилися з метою адаптації цієї культури до умов

південних та центральних регіонів країни, де на сьогодні уже зони ризикованого землеробства, зокрема через зменшення кількості опадів та підвищення температури. Використання зимуючого гороху дозволяє зменшити навантаження на техніку під час весняної посівної кампанії та ефективно використати накопичену за зиму вологу. Зокрема, фермери на Миколаївщині почали вирощувати зимуючий горох, адаптований до місцевого клімату, що дозволяє їм проводити посіви з середини жовтня до середини грудня. Наявність вологи в ґрунті має першочергове значення серед всіх відомих лімітуючих факторів вирощування, особливо у фазу цвітіння та бутонізації [15]. Наступним не менш важливим фактором є забезпечення усіма необхідними елементами живлення, особливо азотом [15]. Виняткове значення надається бобовим культурам і гороху зокрема, через їх здатність розчиняти важкорозчинні ґрунтові фосфати. Ця властивість пов'язана з їхніми виділеннями із кореневої системи [15]. Таким чином, горох здатний покращувати основні показники родючості ґрунту, не тільки накопичуючи в своїх залишках значну кількість азоту, а і використовувати недоступні фосфати. Завдяки цьому і за рахунок азотфіксації ця культура збагачує ґрунт цінною органічною речовиною і біологічним азотом, який надалі використовується наступними культурами у сівозміні. Внесення добрив азотних та азотфіксація, як правило, не сумісні при вирощуванні гороху. Зазвичай внесення азоту знижує фіксацію азоту, але стартовий азот, внесений рано до початку азотфіксації, рекомендувався для вирощування гороху, коли ґрунти мають низький вміст азоту [8]. В іншому дослідженні [9] зазначали, що найвищі врожаї насіння (3,5 т/га) були отримані при внесенні 135 кг/га азотного добрива. Щодо позакореневого внесення молібдену, то це збільшує загальну суху масу бульбочок на рослину. Бульбочки накопичують молібден, який необхідний для підтримки активності бактеріальної та симбіотичної фіксації азоту [19]. Фосфор необхідний для росту гороху і фіксації азоту. Поглинання фосфору горохом коливається від 1,55 до 2,98 кг/га. Таким чином, внесення 30–35 кг/га P_2O_5 є достатнім для задоволення потреби рослини на формування урожаю [23]. На ґрунтах з помірним доступним для рослин вмістом калію внесення 50 кг/га є достатнім для задоволення потреб сільськогосподарських культур та збереження родючості ґрунту [23]. Вплив елементів технології на продуктивність гороху в Лісостепу (за Гангуром і Єремко, 2015) у дослідженні, проведеному в умовах Лівобережного Лісостепу України, проаналізовано реакцію гороху на різні агротехнічні прийоми. Основну увагу автори приділили інокуляції насіння та дозам мінерального живлення. Результати показали, що передпосівне оброблення насіння бульбочковими бактеріями (ризоторфіном) сприяло підвищенню врожайності в середньому на 0,3–0,5 т/га порівняно з контролем. Найкращі результати спостерігалися при поєднанні інокуляції з мінеральним удобренням у дозі N30P60K60, що забезпечило приріст урожайності до 2,9 т/га [16]. Крім того, дослідження вказує на позитивний ефект від застосування фосфорно-калійного удобрення восени та підживлення навесні у фазі бутонізації. Це не лише сприяло

формуванню бобів, а й покращило якість зерна (вміст білка збільшився на 1,4–1,7%) [16]. Описані вище позитивні елементи вирощування та переваги щодо впливу гороху на родючість ґрунтів вимагають перегляду та диверсифікації площ у бік їх збільшення під бобовими культурами та зменшення за рахунок надмірно зростаючих площ під соняшником, який навпаки дуже виснажує ґрунт. Вирощування гороху може стати перспективою для розвитку аграрного сектору. Ця культура надає фермерам нові можливості в технологіях вирощування та має широкі ринки збуту продукції. Збільшення виробництва гороху може підвищити рентабельність фермерських господарств і стимулювати економічний розвиток в сільській місцевості [45].

2. Підбір сортів та строки сівби.

Горох має велику генетичну варіативність, і доступний великий перелік сортів з широким спектром ознак. При виборі сорту гороху враховуються використання культури, регіон, термін посіву, потенціал врожайності, стійкість або толерантність до заморозків і хвороб, придатність до збирання та варіанти збуту. У Європі в одне із досліджень були включені наступні сорти з зазначенням селекційної компанії, країни походження та року реєстрації в дужках: горох зимуючий-Авірон (Флорімон-Депре, Франція, 2013), Черокі (GAE Semences, Франція, 2007), Керлінг (Флорімон-Депре, Франція, 2013), Ендуро (Флорімон-Депре, Франція, 2007), Ізард (Agri-Obtentions, Франція, 2005), Джеймс (Серасем, Франція, 2009); горох ярий-Астронавт (RAGT Semences, Франція, 2012) [32]. Частина із цих сортів наразі випробовуються і в Україні та планується для занесення в Державний реєстр сортів рослин придатних до поширення в Україні.

У напівпосушливих регіонах методи управління посівами, такі як рання сівба, є важливими під час уникнення стресу внаслідок посухи [20]. Через високу чутливість до перезволоження горох не слід вирощувати на ґрунтах з низькими темпами водопоглинання. Горох також дуже чутливий і до засолених ґрунтів [10]. У регіонах Південної Європи осінній посів гороху дозволяє частково уникнути водного стресу, оскільки максимальний розвиток кореневої системи відбувається раніше, ніж за весняної сівби [43]. У Лісостепу ефективним є посів у другій-третьій декаді жовтня, що забезпечує досягнення фази 2–3 листків до настання морозів. При надто ранньому або запізненому посіві знижується зимостійкість рослин [16]. Рекомендації інших селекціонерів щодо посіву це 10 днів до настання стабільних морозів, щоб гороху не зійшов та пролежав у землі всю зиму. У більшості досліджень рекомендовано норму 1,0–1,2 млн схожих насінин на гектар. Густі посіви краще зберігають вологу в ґрунті, але збільшують ризик ураження хворобами [36]. У Туреччині при осінньому посіві гороху було зафіксовано вищу кількість бобів на рослину та більші розміри бобів, тоді як весняний посів забезпечив більше зерен у бобі та вищу масу тисячі насінин [4]. Подібний ефект осіннього посіву виявлено й у бобових та пшениці [32]. Між сортами гороху зимуючого спостерігається значна варіативність у компонентах врожайності. Наприклад, сорт Керлінг забезпечував вищу кількість зерен у бобі, а сорт Черокі відзначався

високою щільністю бобів у один рік і більшою кількістю зерен у іншому. Сорт Ендуро поєднує середні показники більшості компонентів і забезпечує стабільний урожай. Натомість сорт Авірон мав нижчі показники всіх основних складових врожайності [32]. В одному із досліджень [17] проілюстрували зниження врожайності гороху на 50% через ущільнення верхнього орного шару ґрунту, а також продемонстрували цю чутливість у ярого гороху, який висівають рано навесні. У цьому контексті зимуючий горох має перевагу, оскільки цвіте раніше, що дозволяє йому уникнути посухи або температурного стресу в пізніші критичні фази розвитку [43]. Змикання міжряддя є важливим для перехоплення сонячної радіації, захисту ґрунту від ерозії [32] та контролю забур'яненості. Висоту посівів, покриття ґрунту, врожайність зерна та компоненти врожайності шести сортів озимого гороху та одного сорту ярого гороху порівнювали в умовах сходу Австрії у 2014 та 2015 роках. Посіви озимого гороху були більш розвиненими до кінця травня, перш ніж вони сповільнились у рості, а посіви ярого гороху були активнішими з початку червня. Зимуючих горох швидше змикав міжряддя навіть частково почав уже протягом зими та демонстрував швидше повне змикання уже навесні. Ярий горох досяг повного змикання міжряддя наприкінці травня, лише за кілька тижнів до збору врожаю. Урожайність зерна зимуючого гороху була майже вдвічі більшою, ніж у ярого гороху, завдяки вищій щільності бобів, тоді як ярий горох дав більше зерен в бобі, ніж чотири з шести сортів зимуючого гороху, та більшу масу тисячі насінин, ніж шість сортів гороху зимуючого. У дослідженні Neugschwandtner et al. (2020) зимуючі сорти гороху продемонстрували високий рівень зимового виживання – у середньому 94,6% упродовж двох років дослідження. Урожайність гороху зимуючого була значно вищою порівняно з ярим сортом Астронавт-445 г/м² проти 231 г/м² відповідно, а кількість рослинних залишків становила 497 г/м² проти 310 г/м². У цьому дослідженні також оцінювалися шість сортів гороху зимуючого: Авірон, Черокі, Керлінг, Ендуро, Ізард та Джеймс, а також ярий сорт Астронавт. Протягом вегетаційного періоду зимуючі сорти нарощували основну кількість вегетативної маси до кінця травня, тоді як ярий горох продовжував рости до початку червня [32]. Багато дослідників із вивчення джерел вказують на нестабільність врожайності гороху на який впливають багато біотичних і абіотичних факторів. Урожайність зерна гороху коливається від 1,5 до 4 т/га. [31] у дослідженні із селекції зернобобових культур у європейській сівозміні повідомлялося про зниження рівня продуктивності в Іспанії порівняно з Німеччиною це також може бути пов'язано із значною популярністю органічного гороху в Європейських країнах.

3 Проблематика обробітку ґрунту та вплив на продуктивність гороху зимуючого.

Щодо недавніх європейських досліджень то останніми роками все частіше рекомендують використовувати заміну оранки ґрунту системами обробітку ґрунту з мінімальним або нульовим обробітком ґрунту [30], зокрема в напівпосушливих регіонах [32]. Згідно дослідження врожайність насіння гороху збільшилася на

13% при вирощуванні в умовах нульового обробітку ґрунту в порівнянні з традиційним обробітком ґрунту [6]. В інших дослідженнях зазначали, що горох буде рости однаково добре незалежно від системи обробітку ґрунту [9]. Використання цих спрощених систем може зменшити витрати на одиницю площі [30] і можуть мати позитивний вплив на ґрунтове середовище, наприклад, підвищення вмісту вуглецю (C) та покращення мікробної активності [41]. Gajda та інші. [12] досліджували вплив трьох систем обробітку ґрунту: традиційної, мінімальної та no-till на мікробну біомасу, вуглець та вміст азоту, розвиток мікроорганізмів, а також активність дегідрогенази та арилсульфатази. Через вісім років було помічено, що мінімальна система обробітку ґрунту підвищує біологічну активність ґрунту в середньому на 15–40% порівняно зі традиційною системою обробітку ґрунту. Крім того, Małeska-Jankowiak та інші [26] заявили, що довготривале застосування мінімального обробітку ґрунту та прямого посіву було сприятливим для підвищення активності ґрунтових ферментів. Однак переваги систем no-till можуть бути нівельовані великою популяцією бур'янів, що негативно впливає на врожайність бобових. У цьому випадку необхідно використовувати механічні або хімічні методи для зменшення або ліквідації популяції бур'янів [41]. Встановлено, що боротьба з бур'янами здатна підвищити врожайність гороху в середньому на 63%, тоді як за відсутності контролю втрати можуть досягати 40–70% [43]. Без використання хімічних засобів в органічному землеробстві посів гороху можна проводити з вівсом, що також зменшить відсоток вилягання. Система обробітку впливає на фіксацію атмосферного азоту: найбільше N₂ фіксувалося при прямій сівбі (64,6 кг/га), що, ймовірно, зумовлено нижчими мінералізаційними втратами та меншою конкуренцією з ґрунтовым азотом [11]. Азот накопичується з трьох джерел: атмосфери (середнє значення 35,2%), добрив (6,8%) та ґрунту (57,9%), що дорівнює 48,6, 9,9 та 85,4 кг/га відповідно [11]. В дослідженні встановлено, що система обробітку ґрунту має значний вплив на кількість засвоєного азоту, що фіксується горохом з атмосфери: 17,7% при традиційному обробітку ґрунту, 37,9% при мінімальній системі та 50,2% при прямому посіві, що відповідає врожайності зібраного насіння 28,9, 52,0 та 64,4 кг/га відповідно. У післязбиральних рештках кількість азоту, що фіксується з атмосфери урожаєм гороху, також змінюється завдяки системі обробітку ґрунту в діапазоні: 20,2% при традиційному обробітку та 32,6% при прямому посіві (що дорівнює 7,4 та 8,5 кг/га азоту відповідно), але різниця не є суттєвою для дослідження та була в межах похибки [11]. У наступному дослідженні, в умовах Центральної Європи. Середня врожайність гороху становила 4,56 т/га, при цьому найвищі значення були зафіксовані при традиційному обробітку ґрунту (5,19 т/га), тоді як мінімальний обробіток зменшив врожайність на 16,4%, а пряма сівба – на 19,6% [40]. Дослідження проведені у Польщі показують неоднозначні результати: наприклад, Małeska-Jankowiak та інші [26] виявили найвищу врожайність саме при мінімальному обробітку, а найнижчу – при прямій сівбі. Возняк [44] повідомляє про подібні закономірності, тоді

як дослідження Santín-Montanyá et al. [38] не виявило істотних відмінностей між системами обробітку ґрунту. У дослідженні Faligowska та інші було виявлено, що система обробітку ґрунту суттєво впливає на продуктивний ріст гороху. Найбільша врожайність спостерігалася при традиційному обробітку ґрунту і була значно нижчою при прямій сівбі. Відсоток азоту, що отримується з атмосфери, був значно вищим при прямому посіві порівняно із традиційним обробітком ґрунту. N, який накопичувався в біомасі гороху, був отриманий з трьох джерел: атмосфери (35,2%), мінерального добрива N (6,8%) і ґрунту (57,9%). На модифікований відсоток азоту, що виводиться з атмосфери, суттєво впливала система обробітку ґрунту. Найнижче значення (17,7%) спостерігалось при традиційному обробітку ґрунту і найвищий при прямій сівбі (50,2%), що дорівнює 28,9 і 64,4 кг/га відповідно. Кількість азоту, внесеного з мінеральним добривом $(15\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, становила 11,14 кг/га, частина якого накопичувалася в біомасі гороху (4,69 кг), що дорівнює 42,1% [11]. Таким чином, хоча традиційна система обробітку забезпечувала найвищу врожайність, мінімальні системи можуть бути ефективнішими з погляду фіксації атмосферного азоту та довготривалої стійкості агрофітоценозу проте мають мінуси у вигляді збільшення кількості бур'янового компоненту у посіві.

Висновки. Проведено детальний аналіз досліджень гороху зимуючого у світі та Україні. Виявлено що зимуючі форми мають потенціал урожайності, не нижчий, а подекуди й вищий ніж ярі. Сівба пізньою осінню (жовтень-листопад) за умови сприятливої перезимівлі дає змогу максимально ефективно використовувати весняну вологу. Згідно досліджень горох найкраще перезимовує у фазі 2–3 справжніх листків, коли рослина вже сформувала розвинену кореневу систему та має достатньо запасів пластичних речовин для проходження періоду зимового спокою. Проте з огляду цього річного практичного досвіду вирощування гороху зимуючого на півдні України варто дотримуватись рекомендацій селекціонерів, та не допускати проростання восени. Варто зазначити, що найоптимальнішим системою обробітку дослідники вважають мінімальну проте вона збільшує кількість бур'янів у посівах. Застосування гербіцидів є найбільш ефективним прийомом контролю бур'янів. Будь яка система обробітку без гербіцидів призводять до значного підвищення забур'яненості та зниження урожайності культури. Отримані результати можуть бути використані при розробці майбутніх досліджень і як наслідок розробки адаптивних технологій вирощування гороху зимуючого в умовах Центральної України. З аналізу наукових джерел можна зробити висновок, що варто частіше розглядати горох зимуючий, як альтернативу ярому. Розглянуто вплив основних агротехнічних чинників-системи обробітку ґрунту, термінів сівби на фоні застосування гербіцидів на формування урожайності гороху зимуючого в умовах України та світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Annicchiarico P., Filippi M. Effects of sowing time on pea yield in Italy. *Field Crops Research*. 2007. Vol. 102, no. 2. P. 116–121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.03.006>
2. Berg J. D., Lynd L. R. The Austrian winter pea: A review of its adaptation, agronomy, and potential for use in the U.S. Pacific Northwest. *Field Crops Research*. 1985. Vol. 11, no. 1. P. 61–71.
3. Features of climate change on Ukraine: Scenarios, consequences for nature and agroecosystems / S. Boychenko et al. *Proceedings of National Aviation University, Advances in Aerospace Technology*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.69.11061>
4. Bozoglu H., Peksen E., Gulumser A. The effects of sowing time on pod and seed yield and some plant characteristics of pea cultivars grown for fresh consumption. *Journal of Agronomy*. 2007. Vol. 6, no. 4. P. 636–640.
5. Bourion V., Dumas B., Coudret A. Cold acclimation in pea: Physiological and biochemical mechanisms. *Field Crops Research*. 2003. Vol. 82, no. 1. P. 65–75. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00088-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00088-X)
6. Carr P. M. et al. Effect of tillage on pea yield and nitrogen fixation in a semiarid environment. *Field Crops Research*. 2009. Vol. 114, no. 3. P. 325–331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.012>
7. Chen X. P., Liao Y. C., Zhang L. Y. Performance of winter and spring peas in the Northern Great Plains of the U.S. *Field Crops Research*. 2006. Vol. 97, no. 3. P. 213–218.
8. Response of pea to rhizobia inoculation and starter nitrogen in Alberta / G. W. Clayton et al. *Canadian Journal of Plant Science*. 2001. Vol. 81, no. 4. P. 637–643. DOI: <https://doi.org/10.4141/P02-089>
9. Deibert E. J., Utter J. T. Pea growth in different tillage systems. *Field Crops Research*. 2004. Vol. 89, no. 2–3. P. 211–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.01.002>
10. Duzdemir O. et al. Tolerance of pea cultivars to salinity. *Field Crops Research*. 2009. Vol. 112, no. 2–3. P. 267–275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.05.010>
11. The nitrogen fixation and yielding of pea in different soil tillage systems / A. Faligowska et al. *Agronomy*. 2022. Vol. 12, no. 2. Art. 352. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020352>
12. Gajda A. M., Przewłoka B., Gawryjolek K. Changes in soil quality associated with tillage system applied. *International Agrophysics*. 2013. Vol. 27. P. 133–141. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10247-013-0022-4>
13. Gan Y. et al. Influence of plant population density on the yield of field pea. *Field Crops Research*. 2003. Vol. 83, no. 2–3. P. 209–217. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00126-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00126-X)
14. Hák J., Vyhnalek V., Zapletal J. The role of winter peas in cover crop mixtures in the Czech Republic. *Soil & Tillage Research*. 2011. Vol. 113, no. 2. P. 134–141.
15. The effect of growth-regulating preparations on the yield formation of leguminous crops under conditions of the Southern Steppe of Ukraine / V. Hamaionova et al. *Moldova Știința Agricolă*. 2019. No. 1. P. 34–40.
16. Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 9. С. 40–48.
17. Hebblethwaite P. D., McGowan M. The effects of soil compaction on pea growth and yield. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1980. Vol. 31,

- no. 11. P. 1131–1138. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740311103>
18. Johnston A., Stevenson W. Pea seedling emergence under varying sowing depths. *Crop Science*. 2001. Vol. 41, no. 1. P. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.41147x>
 19. Kaiser B. N., Evans H. J., Sulieman S. Molybdenum in legume nitrogen fixation. *Biology and Fertility of Soils*. 2005. Vol. 41, no. 3. P. 161–167. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-004-0870-2>
 20. Khan A. et al. Effects of early sowing on pea yield in semi-arid regions. *Field Crops Research*. 2010. Vol. 115, no. 1. P. 15–22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.09.014>
 21. Knott D. R., Belcher W. R. Winter peas: Agronomy and yield potential in the United Kingdom. *Field Crops Research*. 1998. Vol. 58, no. 1. P. 87–94.
 22. Koike T., Masuda K., Tanaka S. Winter pea as a cover crop in temperate farming systems. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 1996. Vol. 42, no. 1. P. 89–95.
 23. Lafond G. P., Pageau D. Fertilizer recommendations for field peas. *Canadian Journal of Plant Science*. 2010. Vol. 90, no. 2. P. 211–218. DOI: <https://doi.org/10.4141/CJPS09156>
 24. Legrand J., Dumas B., Haug S. Correlation between cysteine and methionine production and cold tolerance in pea. *Environmental and Experimental Botany*. 2013. Vol. 90. P. 37–44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.01.004>
 25. Liu Q., Zhang H., Li S. Field evaluation of winter pea varieties in Northern China for cold tolerance. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 212. P. 123–130.
 26. The effect of long-term tillage systems on some soil properties and yield of pea (*Pisum sativum* L.) / I. Malecka-Jankowiak et al. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 2016. Vol. 15. P. 37–50.
 27. Maqbool M., El-Hassan M., Malik Z. Temperature effects on flowering and pod formation in peas. *Field Crops Research*. 2010. Vol. 116, no. 1. P. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.013>
 28. Mikić A., Mitić S., Tanasijević L. Winter peas in Serbia: Advancements in autumn sowing of legume crops. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 126, no. 3. P. 277–283.
 29. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Хід проведення весняно-польових робіт в Україні (оперативні дані моніторингу). Київ, 2020–2025. URL: <https://minagro.gov.ua/> (дата звернення: ...2025).
 30. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review / N. L. Morris et al. *Soil and Tillage Research*. 2010. Vol. 108. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.03.002>
 31. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations / T. Nemecek et al. *European Journal of Agronomy*. 2008. Vol. 28, no. 3. P. 380–393. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.11.004>
 32. Yield structure components of autumn- and spring-sown pea (*Pisum sativum* L.) / R. W. Neugschwandtner et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2020. Vol. 70, no. 2. P. 109–116. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1676463>
 33. Озимий горох успішно перезимував на Житомирщині / SuperAgronom.com. 2017. 27 лют. URL: <https://superagronom.com/news/665-ozimiy-goroh-uspishno-perezimuvav-na-jitomirschini>
 34. Raveneau D., Parvez H., Fendri M. Temperature and germination thresholds for peas. *Journal of Agricultural Science*. 2011. Vol. 149, no. 1. P. 135–142. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859610001112>
 35. Rubiales D., Fernández-Aparicio M., Sillero J. C. The potential for winter pea cultivation in Mediterranean environments. *Field Crops Research*. 2009. Vol. 110, no. 1. P. 1–7.
 36. Руденко В. Порівняльна продуктивність сортів гороху озимого та ярого залежно від норми висіву в умовах Південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук / Одеський державний аграрний університет. Одеса, 2023. URL: <https://uacademic.info/en/document/0823U101081>
 37. Pea growth, yield, and quality in different crop rotations and cultural practices / U. M. Sainju et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2019. Vol. 2, no. 1. Art. 180041. DOI: <https://doi.org/10.2134/age2018.10.0041>
 38. Dry pea (*Pisum sativum* L.) yielding and weed infestation response, under different tillage conditions / M. I. Santín-Montanyá et al. *Crop Protection*. 2014. Vol. 65. P. 122–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.07.003>
 39. Schillinger W. F. The potential of winter pea in the Pacific Northwest crop rotation system. *Crop Science*. 2017. Vol. 57, no. 6. P. 2417–2426.
 40. Soil compaction and its effects on pea growth and nitrogen fixation / A. Siczek et al. *Soil and Tillage Research*. 2013. Vol. 133. P. 100–110.
 41. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment / B. D. Soane et al. *Soil and Tillage Research*. 2012. Vol. 118. P. 66–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015>
 42. Державна служба статистики України. Посівні площі сільськогосподарських культур за категоріями господарств : форма № 4-сг (річна) : статистичні бюлетені за 2015–2020 рр. Київ : Державна служба статистики України, 2015–2020. URL: <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: ...2025).
 43. Vocanson A., Jeuffroy M.-H. Agronomic performance of different pea cultivars under various sowing periods and contrasting soil structures. *Agronomy Journal*. 2008. Vol. 100, no. 3. P. 748–759. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0301>
 44. Wóznia A. The yielding of pea (*Pisum sativum* L.) under different tillage conditions. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 2013. Vol. 12. P. 133–141.
 45. Yermolaiev V. M., Hamaiunova V. V. Current trends in pea cultivation in Ukraine and the world. *Agrarian Science and Food Technologies*. 2024. Vol. 136, no. 1. P. 94–102. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.15>

REFERENCES:

1. Annicchiarico, P., & Filippi, M. (2007). Effects of sowing time on pea yield in Italy. *Field Crops Research*, 102(2), 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.03.006>
2. Berg, J. D., & Lynd, L. R. (1985). The Austrian winter pea: A review of its adaptation, agronomy, and potential for use in the U.S. Pacific Northwest. *Field Crops Research*, 11(1), 61–71.

3. Boychenko, S., Voloshchuk, V., Movchan, Y., Serdjuchenko, N., Pogorilyy, L., Tkachenko, V., & Tyshchenko, O. (2023). Features of climate change on Ukraine: Scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of National Aviation University, Advances in Aerospace Technology*. <https://doi.org/10.18372/2306-1472.69.11061>
4. Bozoglu, H., Peksen, E., & Gulumser, A. (2007). The effects of sowing time on pod and seed yield and some plant characteristics of pea cultivars grown for fresh consumption. *Journal of Agronomy*, 6(4), 636–640.
5. Bourion, V., Dumas, B., & Coudret, A. (2003). Cold acclimation in pea: Physiological and biochemical mechanisms. *Field Crops Research*, 82(1), 65–75. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00088-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00088-X)
6. Carr, P. M., et al. (2009). Effect of tillage on pea yield and nitrogen fixation in a semiarid environment. *Field Crops Research*, 114(3), 325–331. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.012>
7. Chen, X. P., Liao, Y. C., & Zhang, L. Y. (2006). Performance of winter and spring peas in the Northern Great Plains of the U.S. *Field Crops Research*, 97(3), 213–218.
8. Clayton, G. W., Middleton, A. B., Solberg, E. D., DeMulder, J., Flore, N., & Bremer, E. (2001). Response of pea to rhizobia inoculation and starter nitrogen in Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 637–643. <https://doi.org/10.4141/P02-089>
9. Deibert, E. J., & Utter, J. T. (2004). Pea growth in different tillage systems. *Field Crops Research*, 89(2-3), 211–221. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.01.002>
10. Duzdemir, O., et al. (2009). Tolerance of pea cultivars to salinity. *Field Crops Research*, 112(2-3), 267–275. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.05.010>
11. Faligowska, A., Kalembasa, S., Kalembasa, D., Panasevich, K., Szymańska, G., Ratajczak, K., & Skśrypczak, G. (2022). The nitrogen fixation and yielding of pea in different soil tillage systems. *Agronomy*, 12(2), Article 352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020352>
12. Gajda, A. M., Przewłoka, B., & Gawryjolek, K. (2013). Changes in soil quality associated with tillage system applied. *International Agrophysics*, 27, 133–141. <https://doi.org/10.2478/v10247-013-0022-4>
13. Gan, Y., et al. (2003). Influence of plant population density on the yield of field pea. *Field Crops Research*, 83(2-3), 209–217. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00126-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00126-X)
14. Haki, J., Vyhnaček, V., & Zapletal, J. (2011). The role of winter peas in cover crop mixtures in the Czech Republic. *Soil & Tillage Research*, 113(2), 134–141.
15. Hamaionova, V., Tuz, M., Bazalii, S., Shyn, Ye., & Hlushko, T. (2019). The effect of growth-regulating preparations on the yield formation of leguminous crops under conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Moldova Știința Agricolă*, (1), 34–40.
16. Hanhur, V.V., & Yermenko, L.S. (2015). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya na produktyvnist horokhu v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of cultivation technology elements on pea productivity under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 9, 40–48. [in Ukrainian]
17. Hebblethwaite, P. D., & McGowan, M. (1980). The effects of soil compaction on pea growth and yield. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31(11), 1131–1138. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740311103>
18. Johnston, A., & Stevenson, W. (2001). Pea seedling emergence under varying sowing depths. *Crop Science*, 41(1), 47–52. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.41147x>
19. Kaiser, B. N., Evans, H. J., & Sulieman, S. (2005). Molybdenum in legume nitrogen fixation. *Biology and Fertility of Soils*, 41(3), 161–167. <https://doi.org/10.1007/s00374-004-0870-2>
20. Khan, A., et al. (2010). Effects of early sowing on pea yield in semi-arid regions. *Field Crops Research*, 115(1), 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.09.014>
21. Knott, D. R., & Belcher, W. R. (1998). Winter peas: Agronomy and yield potential in the United Kingdom. *Field Crops Research*, 58(1), 87–94.
22. Koike, T., Masuda, K., & Tanaka, S. (1996). Winter pea as a cover crop in temperate farming systems. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 42(1), 89–95.
23. Lafond, G. P., & Pageau, D. (2010). Fertilizer recommendations for field peas. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(2), 211–218. <https://doi.org/10.4141/CJPS09156>
24. Legrand, J., Dumas, B., & Haug, S. (2013). Correlation between cysteine and methionine production and cold tolerance in pea. *Environmental and Experimental Botany*, 90, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.01.004>
25. Liu, Q., Zhang, H., & Li, S. (2017). Field evaluation of winter pea varieties in Northern China for cold tolerance. *Field Crops Research*, 212, 123–130.
26. Malecka-Jankowiak, I., Blecharczyk, A., Świdorska, D., Sawinska, Z., & Piechota, T. (2016). The effect of long-term tillage systems on some soil properties and yield of pea (*Pisum sativum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, 15, 37–50.
27. Maqbool, M., El-Hassan, M., & Malik, Z. (2010). Temperature effects on flowering and pod formation in peas. *Field Crops Research*, 116(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.013>
28. Mikić, A., Mitić, S., & Tanasijević, L. (2011). Winter peas in Serbia: Advancements in autumn sowing of legume crops. *Field Crops Research*, 126(3), 277–283.
29. Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. (2020–2025). Khid provedennia vesniano-polovnykh robit v Ukraini (operativni dani monitorynhu) [Progress of spring fieldwork in Ukraine (operational monitoring data)]. Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. <https://minagro.gov.ua> [in Ukrainian].
30. Morris, N. L., Miller, P. C. H., Orson, J. H., & Froud-Williams, R. J. (2010). The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment-A review. *Soil and Tillage Research*, 108, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.03.002>
31. Nemecek, T., von Richthofen, J. S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R., & Pahl, H. (2008). Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *European Journal of Agronomy*, 28(3), 380–393. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.11.004>
32. Neugschwandtner, R. W., Bernhuber, A., Kammlander, S., Wagentristl, H., Klimek-Kopyra, A., & Kaul, H.-P. (2020). Yield structure components of autumn- and spring-sown pea (*Pisum sativum* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica*,

- Section B-Soil & Plant Science, 70(2), 109–116. <https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1676463>
33. SuperAgronom.com. (2017). Ozymyi horokh uspishno perezymuvav na Zhytomyrshchyni [Winter pea successfully overwintered in Zhytomyr Region]. SuperAgronom.com. <https://superagronom.com/news/665-ozimiy-goroh-uspishno-perezimuvav-na-jitomirshchyni> [in Ukrainian].
 34. Raveneau, D., Parvez, H., & Fendri, M. (2011). Temperature and germination thresholds for peas. *Journal of Agricultural Science*, 149(1), 135–142. <https://doi.org/10.1017/S0021859610001112>
 35. Rubiales, D., Fernández-Aparicio, M., & Sillero, J. C. (2009). The potential for winter pea cultivation in Mediterranean environments. *Field Crops Research*, 110(1), 1–7.
 36. Rudenko, V. (2023). Porivnialna produktyvnist sortiv ozymoho ta yaroho horokhu zalezno vid normy vysivu v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Comparative productivity of winter and spring pea varieties depending on the seeding rate in the Southern Steppe of Ukraine]: avtoref. dys. ... doktora filosofii. Odesa : Odeskyi derzhavnyi ahraryi universytet. [in Ukrainian].
 37. Sainju, U. M., Lenssen, A. W., Allen, B. L., Jabro, J. D., & Stevens, W. B. (2019). Pea growth, yield, and quality in different crop rotations and cultural practices. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 2(1), 180041. <https://doi.org/10.2134/age2018.10.0041>
 38. Santín-Montanyá, M. I., Zambrana, E., Fernández-Getino, A. P., & Tenorio, J. L. (2014). Dry pea (*Pisum sativum* L.) yielding and weed infestation response, under different tillage conditions. *Crop Protection*, 65, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.07.003>
 39. Schillinger, W. F. (2017). The potential of winter pea in the Pacific Northwest crop rotation system. *Crop Science*, 57(6), 2417–2426.
 40. Siczek, A., et al. (2013). Soil compaction and its effects on pea growth and nitrogen fixation. *Soil and Tillage Research*, 133, 100–110.
 41. Soane, B. D., Ball, B. C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., & Roger-Estrade, J. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, 118, 66–87. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015>
 42. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2015–2020). Posivni ploshchi silskohospodarskykh kultur za katehoriiami hospodarstv: forma No. 4-sgh (richna): statystychni biuleteni [Sown areas of agricultural crops by category of farms: Form No. 4-sgh (annual): Statistical bulletins]. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. <https://ukrstat.gov.ua/>. [in Ukrainian].
 43. Vocanson, A., & Jeuffroy, M.-H. (2008). Agronomic performance of different pea cultivars under various sowing periods and contrasting soil structures. *Agronomy Journal*, 100(3), 748–759. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0301>
 44. Wóznia, A. (2013). The yielding of pea (*Pisum sativum* L.) under different tillage conditions. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, 12, 133–141.
 45. Yermolaiev, V. M., & Gamajunova, V. V. (2024). Modern trends in pea cultivation in Ukraine and the world. *Taurian Scientific Herald*, 1(136), 106–115. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.15>
- Смолка О.А., Павлов О.С. Зимуючий горох як альтернатива ярому в умовах змін клімату: роль систем обробітку ґрунту у формуванні продуктивності**
- Мета.** Провести аналітичний огляд сучасних наукових досліджень щодо вирощування зимуючого гороху в умовах змін клімату з акцентом на вплив різних систем основного обробітку ґрунту на рівень забур'яненості та формування продуктивності посівів. **Результати.** У статті розглянуто перспективи вирощування зимуючого гороху, як альтернативи ярому в умовах змін клімату, зокрема в Правобережному Лісостепу та південних регіонах України. Проаналізовано вплив систем обробітку ґрунту, строків сівби, сортових особливостей та агротехнічних заходів на формування врожайності культури. Узагальнено результати дослідження українських та зарубіжних вчених щодо адаптивності гороху зимуючого до осінньо-зимових погодно-кліматичних умов, здатності ефективніше використовувати накопичену ґрунтову вологу та уникати стресових температур у критичні фази росту та розвитку чим встановлено, що зимуючі форми гороху в багатьох випадках забезпечують вищу або стабільнішу врожайність порівняно з ярими завдяки більш ранньому розвитку та довшому періоду вегетації. Показано, що система обробітку ґрунту найбільш істотно впливає на рівень урожайності та біологічну фіксацію азоту: традиційний обробіток часто забезпечує вищу врожайність за рахунок поліпшення структури ґрунту та покращення водопроникності та вологонакопичення, тоді як мінімальний і no-till системи сприяють підвищенню екологічної стійкості та фіксації азоту бульбичковими бактеріями кореневої системи рослини гороху, але можуть посилювати забур'яненість.
- Висновки.** Доцільно впроваджувати інтегровані технології вирощування, що поєднують оптимальні строки сівби, адаптовані сорти, системи обробітку ґрунту та ефективний контроль бур'янів. Горох зимуючий є перспективною культурою в умовах кліматичних змін та є шляхом до підвищення стабільності виробництва зернобобових культур в Україні.
- Ключові слова:** горох зимуючий, обробіток ґрунту, польова схожість, системи землеробства, система захисту, строки сівби, урожайність.
- Smolka O.A., Pavlov O.C. Winter pea as an alternative to spring pea under climate change conditions: the role of tillage systems in productivity formation**
- The aim.** To conduct an analytical review of contemporary scientific studies on the cultivation of winter pea (*Pisum sativum* L.) under climate change conditions, with an emphasis on the impact of different primary tillage systems (conventional and alternative technologies) on weed infestation levels and crop productivity. **Results.** The article examines the prospects of winter pea cultivation as an alternative to spring pea under climate change conditions, particularly in the Right-Bank Forest-Steppe and southern regions of Ukraine. The influence of tillage systems, sowing dates, varietal characteristics, and agronomic practices on crop yield formation is analyzed. The results of studies conducted by Ukrainian and foreign researchers on the adaptability of winter pea to autumn-winter weather and climatic conditions, its ability to use accumulated soil moisture more efficiently, and avoid temperature stresses during critical growth and development stages are summarized. It has been established that winter pea forms in many cases provide

higher or more stable yields compared with spring forms due to earlier development and a longer growing period. It is shown that the tillage system has the most significant effect on yield level and biological nitrogen fixation. Conventional tillage often ensures higher yields due to improved soil structure, enhanced water infiltration, and increased moisture accumulation, whereas minimum and no-till systems contribute to greater environmental sustainability and nitrogen fixation by root nodule bacteria of

pea plants, but may increase weed infestation. **Conclusions.** The feasibility of implementing integrated cultivation technologies combining optimal sowing dates, adapted varieties, tillage systems, and effective weed control is substantiated. Winter pea is a promising crop for adapting agricultural production to climate change and improving the stability of grain legume production in Ukraine.

Key words: winter pea, tillage, field emergence, farming systems, crop protection system, sowing dates, yield.

Дата першого надходження статті до видання: 22.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.09.2026