

# МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 631.5:635.658(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.34.1>

## ОПТИМАЛЬНА ГУСТОТА ПОСІВУ ДЛЯ СОРТІВ ГОРОХУ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ВОЛОГИ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

**АВЕРЧЕВ О. В.** – доктор сільськогосподарських наук*orcid.org/0000-0002-8333-2419*

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**НІКІТЕНКО М. П.** – доктор філософії з агрономії*orcid.org/0000-0001-7453-6682*

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**ЛІННІК М. П.** – аспірант*orcid.org/0009-0000-3353-6862*

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Горох (*Pisum sativum* L.) є однією з найважливіших зернобобових культур глобального значення. Він виступає джерелом рослинного білка для харчування людей і тварин, а завдяки симбіотичній азотофіксації відіграє ключову роль у підтриманні та відновленні родючості ґрунтів. В умовах глобальних кліматичних змін, що виражаються підвищенням температур, нерівномірністю опадів та участю посух, аграрні технології потребують ґрунтовної ревізії та адаптації.

Південний регіон України, як один з найбільш продуктивних, але й уразливих до кліматичних стресів аграрних регіонів, гостро відчуває ці виклики. Традиційні рекомендації щодо норм висіву культур часто не враховують нові реалії, що призводить до нестабільності врожаїв, неефективного використання обмежених ресурсів (зокрема вологи) та зниження рентабельності виробництва.

Актуальність даного дослідження полягає у необхідності наукового обґрунтування сортоспецифічних параметрів густоти посіву гороху, спрямованих на максимізацію врожайності та якості продукції в умовах обмеженого водозабезпечення Півдня України. Метою статті є аналіз впливу густоти посіву на продуктивність гороху на півдні України в контексті світових тенденцій вирощування бобових, а також оцінка народногосподарської значущості культури та її ролі в регенеративному землеробстві.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Глобальні кліматичні зміни, що стають все виразнішими на тлі поглиблення екологічних викликів, сьогодні визначають нову реальність для аграрного сектору України, особливо в південних регіонах, які характеризуються підвищеною температурою повітря, частими посухами та нерівномірним розподілом опадів [1, 2]. Ці фактори суттєво обмежують потенційну врожайність культур, підвищуючи ризики виробництва. У цьому контексті горох (*Pisum sativum* L.) набуває особливого стратегічного значення для забезпечення продовольчої безпеки, сировинної бази тваринництва та підтримки родючості ґрунтів завдяки азотофіксуючій здатності [3]. Однак його продуктивність у стресових умовах Півдня України залишається нестабільною, що безпосередньо впливає

як на рентабельність вирощування, так і на виконання ним агроекологічних функцій.

В умовах дефіциту основних ресурсів, особливо вологи, кожен елемент агротехнології потребує ретельного наукового перегляду. Одним з найбільш суперечливих і водночас критично важливих факторів є густота посіву. На сьогодні існуючі рекомендації щодо норм висіву часто носять узагальнений характер і не враховують специфіки ґрунтово-кліматичних умов південних регіонів, особливостей сучасних сортів та вимог біологізованого землеробства [1, 4]. Нерегламентована щільність рослинного ценозу може призводити до низки негативних явищ. Надмірно загущені посіви провокують жорстку конкуренцію за обмежені ресурси вологи та поживних речовин, що прискорює їхнє вичерпання ще на ранніх етапах вегетації [2]. Це також погіршує фітосанітарний стан через недостатнє провітрювання, сприяючи розвитку грибкових захворювань, та підвищує схильність до вилягання, що ускладнює збирання і призводить до значних втрат врожаю [3, 5]. На противагу цьому, надто розріджені посіви не забезпечують повноцінного використання посівної площі та сонячної радіації, знижуючи загальну продуктивність агроценозу [2].

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена нагальною потребою у науковому обґрунтуванні оптимальних параметрів густоти посіву гороху, які б враховували сортові особливості та умови обмеженого водозабезпечення [4, 6]. Відсутність таких даних обмежує формування диференційованих, ресурсощадних технологій. Практична значущість полягає у можливості впровадження результатів у виробничу діяльність сільськогосподарських підприємств Півдня України, надаючи їм інструменти для підвищення стабільності та продуктивності вирощування гороху в умовах кліматичної невизначеності та екологічно збалансованого виробництва [1, 4, 6, 7].

Проведений аналіз свідчить, що в умовах наростаючого дефіциту вологи на Півдні України існують суттєві прогалини у науковому обґрунтуванні густоти посіву гороху, зокрема щодо сортоспецифічної реакції на цей фактор. Наразі відсутні дані, які б дозволили

диференційовано підійти до формування посіву конкретних сучасних сортів, таких як Есо, Імпульс та Мікка, з метою максимізації їх продуктивного потенціалу в стресових умовах. Для заповнення цієї прогалини необхідно провести комплексні польові дослідження.

**Мета та завдання.** Метою дослідження є встановлення оптимальної густоти посіву гороху, що забезпечує максимальну врожайність та якість продукції в умовах дефіциту вологи на півдні України.

Завдання дослідження:

- проаналізувати вплив різної густоти посіву на морфобіологічні показники рослин;
- оцінити врожайність та структурні елементи врожаю за різних норм висіву;
- визначити оптимальну густоту, що забезпечує економічну ефективність вирощування.

Наукова новизна полягає у визначенні сортоспецифічної реакції рослин гороху на різні рівні густоти в умовах дефіциту вологи та високих температур. У роботі оцінюється не лише врожайність, а й особливості формування біомаси, співвідношення вегетативних та генеративних органів, що дозволяє комплексно охарактеризувати вплив густоти.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводилися на базі Херсонського державного аграрно-економічного університету в умовах півдня України.

Об'єкт дослідження – рослини гороху сортів Есо, Імпульс та Мікка.

Предмет – оптимізація густоти посіву.

Схема досліду передбачала вивчення трьох варіантів густоти посіву:

A1 – 600 000, A2 – 800 000 та A3 – 1 000 000 схожих насінин на гектар. Ґрунт досліджуваної ділянки – чорнозем південний середньогумусний, типовий для регіону. Дослідження включало методи польових спостережень, визначення морфобіологічних показників (висота рослин, маса біомаси), структурного аналізу врожаю (кількість бобів на рослині, маса 1000 насінин) та статистичної обробки отриманих даних.

Дослідна ділянка, на якій проводились польові дослідження, розміщена на типових для півдня України ґрунтах – чорноземах південних середньогумусних, що належать до родючих ґрунтів із добре вираженим профілем гумусового горизонту. За морфологічними ознаками ґрунт є слабо-змитим, що свідчить про помірну ерозійну деградацію і часткову втрату верхнього шару. За гранулометричним складом – пилувато-глинистий суглинок, що забезпечує досить добру водоутримувальну здатність, але за умов посушливого клімату та високих температур може бути схильним до ущільнення, утворення ґрунтової кірки та поверхневого пересихання.

Аналіз механічного складу показав, що вміст фракцій у верхньому (орному) шарі ґрунту становив: глина – 38,15 %, мул – 48,47 %, пісок – 13,39 %. Такий співвідношення фракцій вказує на переважання дрібнодисперсних часток, що забезпечують помірну пористість та потенційно добру ємність вологи. Проте за умов дефіциту опадів і високого випаровування цей тип ґрунту схильний до швидкої втрати доступної вологи, особливо в літній період.

Реакція ґрунтового розчину, яка визначає доступність поживних елементів, є важливим показником, що впливає на ефективність засвоєння макро- і мікроелементів. Визначено, що ґрунт дослідної ділянки характеризується слабколужною реакцією середовища – рН 7,5, що є допустимим значенням для вирощування гороху. Такий рівень кислотності забезпечує нормальну активність бульбочкових бактерій (*Rhizobium leguminosarum*) при інокуляції насіння, що є важливим для біологічної фіксації азоту. Утім, при рН понад 7,5 можлива часткова фіксація фосфору у важкорозчинні сполуки, що обмежує його біодоступність для рослин.

Агрохімічний аналіз вмісту елементів живлення в орному шарі показав наступні результати. Мінеральний азот (загальний) становив 23,2 мг/кг ґрунту, з яких нітратна форма – 12,9 мг/кг, амонійна – 10,3 мг/кг. Це свідчить про середній рівень забезпеченості доступним азотом, однак з урахуванням здатності бобових культур фіксувати атмосферний азот, така концентрація є прийнятною. При цьому важливо, щоб амонійна форма переважала на ранніх етапах вегетації, коли ще не активізовано симбіоз із бульбочковими бактеріями.

Вміст рухомого фосфору за методами Чирікова та Мачігіна становив 41 мг/кг і 15 мг/кг відповідно, що відповідає середньому рівню забезпеченості. Фосфор необхідний для розвитку кореневої системи, закладки репродуктивних органів, а також бере участь в енергетичному обміні. У сукупності з умовами водного дефіциту доступність фосфору для рослин може бути обмеженою, що слід враховувати при призначенні позакореневого підживлення.

Вміст рухомого калію становив 74 мг/кг за Чиріковим і 185 мг/кг за Мачігіним, що загалом свідчить про достатній рівень забезпеченості цим елементом. Калій регулює водний баланс, покращує стійкість до посухи та сприяє кращому наливу бобів. У випадку нестачі вологи навіть помірний вміст калію може бути критичним для регуляції тургору клітин і підвищення посухостійкості рослин.

Окрему увагу було приділено вмісту сірки, яка є важливою для синтезу білків, особливо в бобових культурах. Її вміст становив 5,3 мг/кг, що є нижчим за оптимальні значення. За умови високого білкового синтезу та інтенсивної роботи симбіотичних бактерій, нестача сірки може обмежувати азотний обмін і якість білкової частини врожаю. Це обґрунтовує доцільність включення сірковмісних препаратів до схеми листових підживлень.

Аналіз органічної речовини показав її вміст на рівні 1,4 %, що відповідає 2,6 % за вмістом гумусу. Такий показник свідчить про середній рівень гумусованості, характерний для південних чорноземів, але є критичним з точки зору сталого землеробства. Низький рівень гумусу обмежує вологоємність, активність ґрунтової мікробіоти та ємність катіонного обміну. В умовах біологізації технології це створює потребу в активному залученні органічних і біологічних добрив для підтримання вуглецевого балансу ґрунту.

За агрофізичними характеристиками дослідні ґрунти відзначаються середньою пористістю, помірно повітропроникністю та достатньою потенційною вологоємністю, однак унаслідок дефіциту опадів та

високого випаровування у період вегетації відбувається різке зниження рівня доступної вологи. Це підтверджується даними польового моніторингу: упродовж сезону 2025 року вміст вологи в орному шарі знизився з 14,81 % до критичних 2,96 %. Таким чином, ґрунти дослідної ділянки створюють передумови для гострої реакції рослин на дефіцит вологи та є придатними для вивчення впливу біологізованих елементів агротехнологій на стресостійкість культури.

Узагальнюючи вищенаведене, ґрунти дослідної ділянки характеризуються такими ключовими ознаками: середньогумусні чорноземи південні, пилувато-глинисті за гранулометричним складом, слабо-змиті, з нейтрально-слабколужною реакцією середовища, середнім забезпеченням доступними формами мінерального азоту, фосфору, калію та органічною речовиною. Рівень зволоження в період вегетації є нестабільним і схильний до стрімкого виснаження внаслідок гідротермічного навантаження. Сукупність зазначених показників створює умови, що дозволяють об'єктивно дослідити вплив норм висіву ріст і продуктивність гороху посівного в межах концепції біологізації землеробства.

Кліматичні умови у 2025 році, в якому проводилось дослідження в с. Інгулка Баштанського району Миколаївської області, були складними і значно відрізнялися від середньостатистичних показників для регіону. Протягом березня–червня відзначався нестійкий гідротермічний режим із тривалими періодами дефіциту атмосферної вологи та високими денними температурами повітря, що створювало стресові умови для росту і розвитку гороху.

Загальна кількість опадів за вегетаційний період (2 березня – 25 червня) становила лише 116 мм. Це значення є істотно нижчим за середню багаторічну норму для південного Степу України, яка зазвичай складає 300–350 мм, і нижчим навіть за середньорічну суму опадів, характерну для Баштанського району (приблизно 515 мм). Крім того, розподіл опадів протягом цього періоду був вкрай нерівномірним. Так, найбільша кількість атмосферної вологи – 29,0 мм, що становить 25 % від загального обсягу за весь період, – була зафіксована лише за одну добу (11 квітня). У березні та квітні опади були мізерними (у межах 0,7–6,8 мм) і мали фрагментарний, локальний характер, що практично не вплинуло на зволоження орного шару ґрунту.

Певне покращення водного режиму спостерігалось впродовж травня, коли випадали опади 12, 17, 20, 26 та 27 травня (по 7–11 мм кожного разу). Проте, враховуючи високі температури і швидке випаровування, ефективність цих опадів для водозабезпечення рослин була обмеженою і короткотривалою. У червні умови знову стали критично посушливими. Зафіксовано лише два незначні дощі – 1,6 мм (10 червня) та 2,1 мм (20 червня). Водозабезпечення культури в цей період стрімко погіршилось, і горох перебував у стані глибокого водного стресу, що особливо важливо у фазі наливу та формування зерна.

Аналіз вмісту продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (0–20 см) підтверджує зазначену динаміку. На

початку вегетації, станом на 14 березня 2025 року, рівень вологи становив 14,81 %, що є прийнятним значенням для стартового розвитку культури. До кінця квітня (29.04.2025) вологість знизилась до 8,01 %, а з огляду на підвищену температуру і відсутність ефективних дощів у першій половині травня, цей показник продовжував знижуватись. Короткочасне покращення фіксувалось 15 травня 2025 року, коли вміст продуктивної вологи тимчасово зріс до 10,85 %. Це відповідає періоду активного розвитку листової маси та початку генеративної фази (ВВСН 15-19) і, ймовірно, стало результатом серії травневих опадів. Однак уже в другій половині червня рівень вологи в орному шарі сягнув критичних значень – 2,96 % (23 червня 2025 року), що є нижчим за межу фізіологічної доступності для більшості польових культур, включно з горохом. Такий рівень водозабезпечення призводить до гальмування біохімічних процесів у рослині, зокрема фотосинтезу, азотного обміну та транспортування асимілятів.

Для комплексної оцінки впливу кліматичних умов на ріст гороху також застосовувався аналіз нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI), який відображає рівень біомаси та фотосинтетичну активність посівів. Значення NDVI у другій половині квітня коливались у межах 0,24–0,30, що відповідає початку вегетативного росту і повільному нарощуванню листового апарату. Зростання до 0,44 було зафіксовано 13 травня (ВВСН 19), коли спостерігалася фаза максимального розвитку вегетативної маси. Найвищий показник NDVI – 0,66 – досягнуто 2 червня, що збігається з фазою цвітіння та початком наливу бобів (ВВСН 60-71). Проте вже 22 червня індекс стрімко знизився до 0,27, що свідчить про настання фази фізіологічного старіння або сильного пригнічення посівів унаслідок посухи. Таким чином, динаміка NDVI підтверджує кореляцію між водним режимом та біопродуктивністю рослин.

Порівняльний аналіз з попередніми роками дає змогу об'єктивно оцінити виняткову посушливість 2025 року. У 2023 році погодні умови були ближчими до кліматичної норми: річна сума опадів відповідала середнім багаторічним показникам, а їх розподіл протягом весни був рівномірнішим, що сприяло стабільному розвитку посівів. У 2024 році фіксувалася весняно-літня посуха, але початок вегетації супроводжувався вищими запасами ґрунтової вологи. Натомість 2025 рік відзначився критичним дефіцитом вологи вже на старті росту гороху, що істотно вплинуло на формування вегетативної маси, фотосинтетичну активність та генеративний потенціал рослин.

**Результати та обговорення.** Експериментальні дослідження, проведені в екстремально посушливих умовах 2025 року, дозволили кількісно оцінити сортоспецифічну реакцію гороху на рівень загущення посіву. Вихідними параметрами для аналізу слугували дані щодо формування біомаси та остаточно врожайність.

Збалансована густина посіву дозволяє оптимізувати щільність і рівномірність рослинного покриву, зменшити конкуренцію за світло, вологу та елементи живлення, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. Крім того, густина посіву визначає рівень стійкості посівів до вилягання, особливо у фазу наливу бобів [3].

Густота стояння рослин може впливати не лише на їхню висоту та розвиток листкових органів, але й на співвідношення вегетативної маси, тобто співвідношення між різними частинами рослини, а також на загальну продуктивність, що проявляється у кількості накопиченої рослиною сирової (загальної) та сухої речовини.

Накопичення сирової речовини відображає загальну біомасу, що включає воду, тоді як суха речовина – це частина біомаси, яка складається з органічних сполук і є показником реального накопичення продуктивних речовин у рослині. Залежно від норми висіву змінюються морфологічні особливості рослин і темпи формування біомаси. Сорти гороху здатні по-різному реагувати на густоту посіву відповідно до своїх біологічних властивостей. Такі відмінності обумовлюють потребу у сортоспецифічному підході до визначення оптимальної густоти, яка забезпечує найефективніше використання ресурсів і сприятливий розвиток рослинного покриву [4–6].

За найменшої густоти посіву (600 тис. насінин/га) найбільшу сирову та суху біомасу досягав сорт Есо, що свідчить про оптимальні умови для розвитку індивідуальних рослин і мінімальну конкуренцію за ресурси.

Сорт Мікка показав трохи нижчі, але стабільні показники, а Імпульс – найменші. Це свідчить, що за низької густоти рослини Есо активно накопичують масу, однак можливий ризик підвищеної чутливості до зовнішніх стресів через високі темпи росту.

Підвищення густоти до 800 тис. насінин/га призвело до зниження біомаси у Есо та Імпульс, тоді як Мікка зберегла високі значення. Це свідчить про її кращу пластичність, здатність ефективно використовувати обмежені ресурси та підтримувати розвиток навіть при середньому загущенні. У цих умовах рослини, що зберігають масу, ймовірно, мають кращу стійкість до конкуренції за поживні речовини та воду.

За максимальної густоти (1 000 000 насінин/га) всі сорти знизили формування сирової та сухої біомаси, причому найбільш чутливими до загущення були Есо та Імпульс. Мікка залишалася відносно стабільною, демонструючи високу адаптивність. Це свідчить, що сорт Мікка краще переносить стресові умови загущених посівів, що позитивно впливає на збереження вегетативної маси та потенціал формування врожаю.

Загалом, збільшення норми висіву призводить до зниження продуктивності біомаси, але сорт Мікка

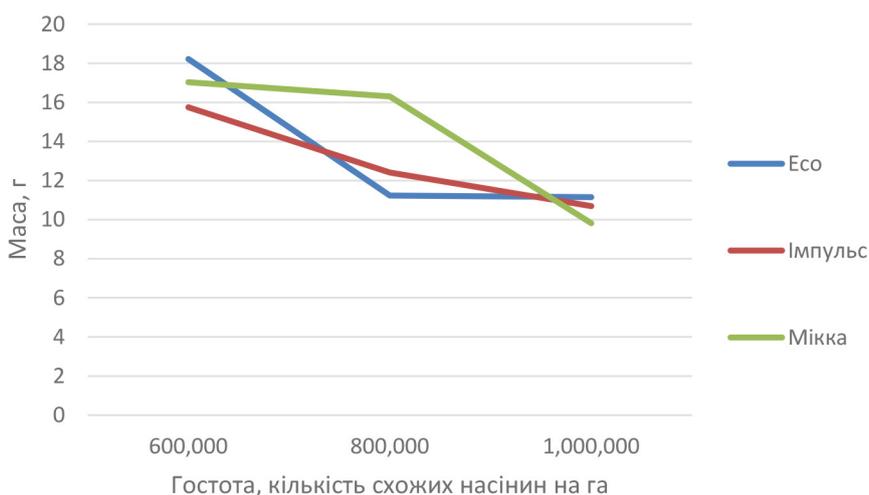


Рис. 1. Сира біомаса гороху залежно від сорту та норми висіву

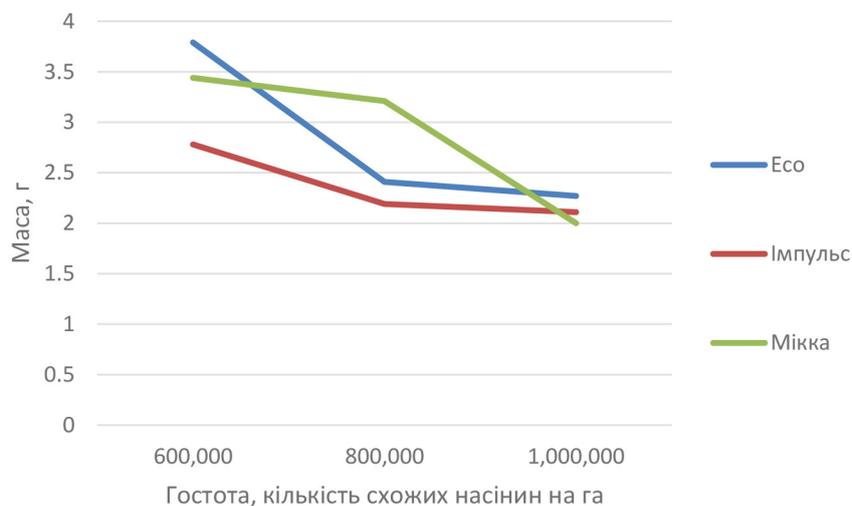


Рис. 2. Суха біомаса гороху залежно від сорту та норми висіву

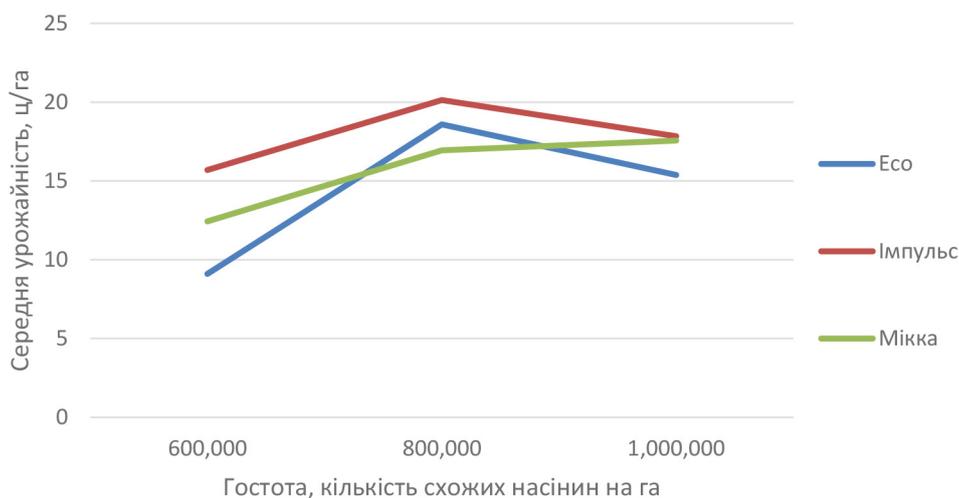


Рис. 3. Вплив норми висіву на урожайність сортів гороху

проявляє найменшу втрату продуктивності і найвищу пластичність. Збереження більшої вегетативної маси за високої густоти сприяє стійкості до стресових умов (посуха, дефіцит поживних речовин) та потенційно забезпечує більш стабільне формування врожаю, навіть при несприятливих агроєкологічних умовах.

Результати дослідження, отримані за перший рік, уже дали змогу сформуванню попередніх рекомендацій для агровиробників щодо підбору норми висіву залежно від сорту гороху, типу ґрунту та погодних умов. Очікується, що подальші етапи експерименту протягом наступних двох років дозволять уточнити та розширити ці рекомендації. Запропоновані напрацювання сприятимуть підвищенню стабільності виробництва, поліпшенню якісних показників продукції (вміст білка, маса 1000 насінин) та оптимізації витрат на гектар.

Аналіз середньої урожайності показав, що оптимальна норма висіву суттєво впливає на продуктивність різних сортів гороху. За найменшої густоти посіву рослини сорту Есо активно формували сирі та сухої біомаси, що свідчить про сприятливі умови для індивідуального росту та мінімальну конкуренцію за ресурси. Сорт Мікка демонстрував стабільні показники біомаси, а Імпульс – менші, що свідчить про нижчу здатність накопичувати масу при низькому загущенні.

При середній густоті (середній нормі висіву) спостерігалося зростання врожайності, однак рослини різних сортів реагували по-різному: Мікка зберігала стабільний розвиток і добре використовувала доступні ресурси, тоді як Есо та Імпульс почали відчувати конкуренцію за поживні речовини та воду.

За максимальної густоти всі сорти показали зниження біомаси, проте Мікка залишалася відносно стабільною, демонструючи високу адаптивність і здатність формувати врожай навіть у загущених посівах. Сорти Есо та Імпульс виявили більшу чутливість до загущення, що могло обмежувати їх продуктивність у стресових умовах.

**Висновки.** Проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що оптимізація густоти посіву є ключовим, науково обґрунтованим засобом підвищення адаптивності та продуктивності гороху в стресових умовах Півдня

України. Встановлено, що уникнення універсальних рекомендацій та використання сортоспецифічного підходу є обов'язковою умовою успіху. Для більшості досліджених сортів оптимальною в умовах дефіциту воли виявилася середня густота в межах 750–850 тисяч насінин на гектар, що забезпечує баланс між кількістю рослин і доступними ресурсами. Особливо варто відзначити сорт Мікка, який продемонстрував найвищу пластичність та здатність підтримувати стабільну продуктивність біомаси навіть при підвищеній густоті, що робить його перспективним для вирощування в умовах кліматичної невизначеності. Принципово важливим результатом є підтвердження того, що надмірне загущення посівів у посушливому кліматі призводить до прискореного вичерпання ґрунтової вологи, посилення конкуренції та, як наслідок, до значного зниження врожайності. Таким чином, правильний підбір густоти прямо впливає на економічну ефективність через оптимізацію витрат насіння та збереження врожаю, а також на екологічну стійкість агроценозу, мінімізуючи ризики вилягання та розвитку хвороб.

Перспективи подальших досліджень логічно випливають з отриманих результатів і потреб сучасної агрономії. Найважливішим напрямом є поглиблене вивчення взаємодії фактора густоти посіву з іншими елементами біологізованої технології, такими як інокуляція насіння різними штамами бактерій, застосування біостимуляторів росту та мікробіологічних препаратів для захисту рослин. Комплексна оцінка такого взаємовпливу дозволить розробити цілісні, ресурсощадні технологічні рішення. Довгострокові польові дослідження дозволять уточнити отримані норми висіву з урахуванням річної кліматичної мінливості та оцінити вплив оптимізованої густоти на віддалені агроєкологічні наслідки, зокрема на накопичення органічної речовини та баланс азоту в ґрунті. Інтеграція отриманих даних у системи точного землеробства для диференційованого висіву з урахуванням неоднорідності поля відкриває шлях до максимально ефективного та сталого використання кожного гектара. Реалізація цих напрямів забезпечить наукову основу для стійкої інтенсифікації виробництва гороху, посилення його ролі в регенерації ґрунтів і зміцнення позицій України на глобальному ринку зернобобових культур.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Литвиненко О. І. Адаптивний потенціал гороху зимуючого в контексті біологічних особливостей та технологій вирощування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 144. С. 3–12. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.144.1>
2. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Адаптація сортів зимуючого та ярого гороху на півдні України при біологічному землеробстві в умовах мінливості клімату. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 2021)*. Херсон : ХДАЕУ, 2021. С. 113–116. ISBN 978-617-7917-09-9
3. Гамаюнова В. В., Єрмолаєв В. М., Бакланова Т. В. Бобові на півдні, сучасні підходи до вирощування. *Modern tools and methods of scientific investigations: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference, May 26, 2023. Antwerp, Kingdom of Belgium: European Scientific Platform*. С. 59–63. ISBN: 979-8-88955-777-7. <https://doi.org/10.36074/scientia-26.05.2023>
4. Чинчик О. С., Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О., Кравченко В. С. Застосування мікробних препаратів у технології вирощування зернобобових культур. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. Вип. 95 Ч. 1. 2019. С. 207–216. DOI 10.31395/2415-8240-2019-95-1-207-216
5. 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 : наук. монографія*. Рига : Baltia Publishing, 2022. С. 28–59. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-203-6-2>
6. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність гороху. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. Дню працівника сільськогосподарства (Кропивницький, 2022)*. Кропивницький, 2022. С. 60. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/10030> (дата звернення: 10.11.2025).
7. 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. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.27.1>
8. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Литвиненко О. І. Адаптивний потенціал гороху зимуючого в контексті біологічних особливостей та технологій вирощування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 144. С. 3–12. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.144.1> [in Ukrainian].
9. Hamaiunova V. V., Yermolaiev V. M., & Baklanova T. V. (2023) Bobovi na pivdni, suchasni pidkhody do vyroshchuvannia. [Legumes in the South, Modern Approaches to Cultivation] Modern tools and methods of scientific investigations: collection of scientific papers "SCIENTIA" with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference. Antwerp, Kingdom of Belgium: European Scientific Platform. 59-63. ISBN: 979-8-88955-777-7. <https://doi.org/10.36074/scientia-26.05.2023>. [in Ukrainian].
10. Chynchik O. S., Olifirovych S. Y., Olifirovych V. O., & Kravchenko V. S. (2019) Zastosuvannia mikrobynykh preparativ u tekhnologii vyroshchuvannia zernobobovykh kultur. [Legumes in the South, Modern Approaches to Cultivation] Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu. Vyp. 95 Ch. 1. S. 207-216. DOI 10.31395/2415-8240-2019-95-1-207-216 [in Ukrainian].
11. Averchev, O. V., & Kovshakova, T. S. (2022). Vplyv biolohizatsii elementiv ahrotekhniki sortiv horokhu za riznoi hustoty shliakhom obrobky posiviv biostymulatoramy ta mikroelementamy na yoho biometrychni pokaznyky v nezroshuvanykh umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Influence of biologization of agrotechnical elements of pea varieties under different densities by treating crops with biostimulants and trace elements on its biometric indicators in non-irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. Development trends of the world agriculture in the XXIst century : nauk. monohrafiia (pp. 28–59). Ryha: Baltia Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-203-6-2> [in Ukrainian].
12. Averchev, O. V., & Kovshakova, T. S. (2022). Vplyv mikroelementiv ta biostymulatoriv na produktyvnist horokhu [Influence of biostimulants and trace elements on pea productivity]. In Suchasna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku : materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf., prysviach. Dniu pratsivnyka sil'skoho hospodarstva (p. 60). Kropyvnytskyi. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/10030> (data zvernennia: 10.11.2025) [in Ukrainian].
13. Averchev, O. V., Nikitenko, M. P., & Lytvynenko, O. I. (2024). Optyimizatsiia tekhnologii vyroshchuvannia horokhu ozymoho dlia staloho zemlerobstva v umovakh minlyvoho klimatu (ohliadova) [Optimization of winter pea cultivation technology for sustainable agriculture in a changing climate (review)]. Ahrarni innovatsii, 27, 7–12. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.27.1> [in Ukrainian].

## REFERENCES:

1. Averchev, O. V., Nikitenko, M. P., & Lytvynenko, O. I. (2025). Adaptivnyi potentsial horokhu zymuiuchoho v konteksti biolohichnykh osoblyvostei ta tekhnologii vyroshchuvannia [Adaptive potential of winter pea in the context of biological features and cultivation technologies]. Kherson, Tavriiskiyi naukovyi visnyk. Seriya: Silskohospodarski nauky, 144, 3–12. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.144.1> [in Ukrainian]
2. Averchev, O. V., & Kovshakova, T. S. (2021). Adaptatsiia sortiv zymuiuchoho ta yaroho horokhu na pivdni Ukrainy pry biolohichnomu zemlerobstvi v umovakh minlyvosti klimatu [Adaptation of winter and spring pea

**Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Ліннік М. П. Оптимальна густина посіву для сортів гороху в умовах дефіциту вологи на Півдні України**

**Мета.** Визначення оптимальної густоти посіву для сучасних сортів гороху (*Pisum sativum* L.) у стресових умовах дефіциту ґрунтової вологи на Півдні України та оцінка сортової диференціації за адаптивними властивостями.

**Методи.** Польові дослідження проводилися в 2025 році на чорноземі південному середньогумусному в умовах посушливого вегетаційного періоду з критичним дефіцитом опадів (116 мм). Об'єктом дослідження були сорти гороху Eso, Імпульс та Мікка. Досліджувалися три варіанти густоти посіву: 600, 800 та 1000 тис. насінин на гектар. Аналізували формування врожаю, масу сирогої та сухої біомаси рослин за різних рівнів загушення агроценозу.

**Результати.** Встановлено, що загальне збільшення густоти посіву призводило до зниження маси біомаси рослин усіх сортів. Однак виявлено чітку сортову специфічність реакції на агроценозний стрес, спричинений поєднанням посухи та загушення. Сорт Мікка продемонстрував найвищу адаптивну здатність і пластичність, зберігаючи стабільні показники біомаси навіть за максимального загушення (1000 тис. нас./га), тоді як сорти Eso та Імпульс виявили значно більшу чутливість до стресових факторів. На основі отриманих даних визначено оптимальний діапазон густоти посіву, що забезпечує баланс між кількістю рослин та обмеженим ресурсним потенціалом агроценозу в умовах посухи, – 750–850 тис. насінин/га.

**Висновки.** Для формування стійких і продуктивних посівів гороху в умовах кліматичних змін на півдні України необхідно відходити від універсальних рекомендацій щодо норми висіву. Ключовим фактором є обов'язковий врахування сортових особливостей адаптивності та пластичності. Результати дослідження надають науково обґрунтовані інструменти для розробки диференційованих агротехнологій, спрямованих на підвищення стійкості агроecosystem, економічної ефективності виробництва та забезпечення продовольчої безпеки в умовах дестабілізованого клімату.

**Ключові слова:** горох, густина посіву, норма висіву, посуха, адаптивність, сорти, біомаса, Південь України.

**Averchev O. V., Nikitenko M. P., Linnik M. P. Optimal sowing density for pea varieties under moisture deficit conditions in Southern Ukraine**

**Purpose.** To determine the optimal sowing density for modern pea (*Pisum sativum* L.) cultivars under the stressful conditions of soil moisture deficit in Southern Ukraine and to evaluate cultivar differentiation based on adaptive traits.

**Methods.** Field studies were conducted in 2025 on southern medium-humus chernozem during an arid growing season with a critical precipitation deficit (116 mm). The research objects were the pea cultivars Eso, Impuls, and Mikka. Three sowing density variants were investigated: 600, 800, and 1000 thousand seeds per hectare. The analysis focused on yield formation and the fresh and dry biomass weight of plants under different levels of crop stand density.

**Results.** It was established that a general increase in sowing density led to a decrease in plant biomass weight across all cultivars. However, a clear cultivar-specific response to agroecotonic stress caused by the combination of drought and high stand density was revealed. The Mikka cultivar demonstrated the highest adaptive capacity and plasticity, maintaining stable biomass indicators even at the maximum density (1000 thou. seeds/ha), whereas the Eso and Impuls cultivars showed significantly greater sensitivity to the stress factors. Based on the obtained data, the optimal sowing density range ensuring a balance between plant population and the limited resource potential of the agroecotonicity under drought conditions was determined to be 750–850 thousand seeds per hectare.

**Conclusions.** To form stable and productive pea stands under climate change conditions in southern Ukraine, it is necessary to move away from universal recommendations regarding seeding rates. A key factor is the mandatory consideration of cultivar-specific features of adaptability and plasticity. The research results provide scientifically sound tools for developing differentiated agrotechnologies aimed at enhancing agroecosystem resilience, economic efficiency of production, and ensuring food security under conditions of a destabilized climate.

**Key words:** pea, sowing density, seeding rate, drought stress, adaptability, varieties, biomass, Southern Ukraine.

*Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025*

*Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 19.12.2025*

*Дата публікації: 31.12.2025*