



review article | UDC 631.81.095.337:633.358:635.6 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.05

**INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS AND MICROFERTILIZERS IN FORMATION OF YIELD OF PEA SEEDS***O. M. Vuiko*ORCID  [0000-0002-1607-0869](https://orcid.org/0000-0002-1607-0869)Vinnytsia National Agrarian University, st. Sonyachna 3, Vinnytsia, 21008, Ukraine  
E-mail: [oleksandrviiko@gmail.com](mailto:oleksandrviiko@gmail.com)

## How to Cite

*Vuiko, O. M. (2022). Influence of biological products and microfertilizers in formation of yield of pea seeds. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 45–54. doi: 10.31210/visnyk2022.01.05*

*Peas in Ukraine are mainly export-oriented crops, as the largest share of the crop is supplied to foreign markets, while domestic consumption, as in other segments, is stagnant. For a long time the pea market in Ukraine lobbied and gained momentum, encouraging farmers to bet on it, especially since the crop is quite profitable and has proven itself well in crop rotation. However, in recent years there has been relatively low growth rates and low stability of productivity of cenoses of legumes. If in 1992 the sown area of peas in Ukraine exceeded one million hectares, in 2020 not even half of this figure was sown. However, in order to increase profitability, it is necessary to introduce pea growing technologies that would provide much higher yields than those obtained by farmers in recent years. It is quite possible to increase it to 50 centers' per hectare and more, as evidenced by the experience of European countries. This is primarily due to the fact that peas significantly reduce their productivity in adverse weather conditions and unbalanced nutrients. Optimal feeding conditions, in turn, ensure the formation of a fairly high yield and grain quality and, at the same time, significantly reduce the negative impact of weather conditions. Growing legumes is an extremely important factor in creating an effective mechanism for increasing soil fertility based on the accumulation of atmospheric nitrogen and the accumulation of organic matter to enhance humification processes. In the technology of growing each crop, each of its elements is important. The review presents a modern analysis of data from literature sources on the characteristics of peas, their yield and structure of sown areas. The peculiarities of the formation and functioning of the symbiotic apparatus of peas are described; some modern biological preparations and microfertilizers are given. The influence of biological products and microfertilizers on yield formation, their importance in the course of physiological processes in pea plants is considered. The key phases of growth and development of plants in which they need micronutrients the most have been identified. It is noted that the prospect of increasing productive pea crops to create optimal balanced for all elements of the nutritional conditions and stimulate nitrogen fixation.*

**Key words:** peas; microelements; yield; biological products; microfertilizers, nitrogen fixation.**ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ ТА БІОПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ ПОСІВНОГО***O. M. Вуйко*

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

*Горох в Україні є переважно експортно-орієнтованою культурою, оскільки лєвова частка врожаю постачається на зовнішні ринки, в той час як внутрішнє споживання, як і в інших сегментах, знаходиться в стагнації. Тривалий час ринок гороху в Україні лобіювався і стрімко*

набирав обертів, спонукаючи аграріїв робити ставки на нього, тим більше що культура є досить рентабельною і добре себе зарекомендувала в сівозміні. Однак в останні роки відмічається порівняно невисокі темпи росту урожайності і низький рівень стабільності продуктивності ценозів зернобобових культур. Якщо у 1992 році посівна площа гороху в Україні перевищувала мільйон гектарів, то в 2020 році не було засіяно навіть половини від цього показника. Проте для підвищення прибутковості необхідно впроваджувати технології вирощування гороху, які б забезпечували значно вищу врожайність, ніж та, яку аграрії отримують в останні роки. Цілком реально підвищити її до 50 ц/га і більше, про що свідчить досвід країн Європи. Обумовлено це насамперед тим, що горох в значній мірі знижує свою продуктивність за несприятливих погодних умов та не збалансованості елементів живлення. Оптимальні умови живлення у свою чергу забезпечують формування досить високої урожайності та якості зерна і при цьому, в значній мірі, знижують негативний вплив погодних умов. Вирощування продукції зернобобових культур є надзвичайно важливим чинником у створенні ефективного механізму підвищення родючості ґрунтів на основі акумуляції атмосферного азоту та накопичення органічної речовини з метою посилення процесів гуміфікації. В технології вирощування кожної культури важливе значення має кожен її елемент. В огляді наведено сучасний аналіз даних літературних джерел щодо особливостей гороху, його врожайності та структури посівних площ. Описано особливості формування та функціонування симбіотичного апарату гороху, наведено деякі сучасні біологічні препарати та мікродобрива. Розглянуто вплив біопрепаратів та мікродобрив на формування врожайності, їх значення у проходження фізіологічних процесів у рослинах гороху. Визначено ключові фази росту та розвитку рослин у яких вони найбільше потребують мікроелементів. Відмічається перспективність підвищення продуктивних посівів гороху за створення оптимальних збалансованих за всіма елементами умов живлення та стимуляції азотфіксації.

**Ключові слова:** горох; мікроелементи; врожайність; біопрепарати; мікродобрива, азотфіксація.

Горох однією з основних зернобобових культур в нашій країні. Він має високу харчову та кормову цінність. Зерно гороху являється головним джерелом рослинного білку. Урозрахунку на одну кормову одиницю горох містить більше 150 г перетравного білку [1].

Цінність гороху полягає в його універсальності. Його можна використовувати в харчовому, кормовому, технічному та агротехнічному напрямках. У насінні гороху залежно від сорту і погодних умов міститься 20–30 % білка, 2–2,5 % жиру, 55–65 % безазотистих екстрактивних речовин та 4–5 % клітковини [2].

За обсягами виробництва гороху Україна посідає одне з перших місць в Європі і всьому світі [3].

Згідно даних державної служби статистики України площі вирощування за останні одинадцять років мали сильне варіювання, збільшення чи зменшення посівних площ залежало від рівня врожайності попереднього року (рис. 1). Спостерігається тенденція до зменшення починаючи з 2010 р. до 2014 р. в який також спостерігався найменший показник за досліджуваний період (153,5 тис.га), надалі починаючи з 2015 р. і до 2018 р. площі почали стрімко зростати і досягли максимального значення яке становило 426,1 тис.га обумовлено це насамперед активним попитом на зерно зазначеної бобової культури, збільшенням обсягів експортних поставок і досить високими закупівельними цінами, але ж у наступний 2019 р. скоротились майже у 1,7 разів і становили 253,4 тис.га, за подальших три роки площі незначно змінювались, варіювання між 2021 р. і 2019 р. становило 11,3 тис. га, в загальному можна спостерігати, що в порівнянні з 2010 роком у 2021 р. змінилися незначно, а саме зменшилися на 36.4 тис.га.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО



Рис. 1. Посівні площі гороху в Україні за 2010–2021 рік [4–6].

Проаналізувавши дані врожайності гороху посівного за 2010–2021 рік (табл. 1), можна виділити наступне: період з 2010 р. по 2013 р. були маловрожайними, що у призводили до поступового скорочення посівних площ; найурожайнішим виявився 2016 рік у який середнє значення врожаю по Україні становило 3,13 т./га, а у окремих господарствах досягала рівня 4,5 т./га; загалом середньорічний показник врожайності за останні десять років становить 2,13 т./га, що говорить про низький рівень використання потенціалу врожайності гороху посівного.

### 1. Врожайність і гороху посівного за 2010–2021 рік

Рік	Площа тис.га	Урожайність т.	Валовий збір тис.т.
2010	278,5	1,62	451,2
2011	244,9	1,49	364,9
2012	210,7	1,66	349,8
2013	171,5	1,56	267,5
2014	153,5	2,34	359,2
2015	168,7	2,24	377,9
2016	238,7	3,13	747,1
2017	414,0	2,65	1097,1
2018	426,1	1,82	775,5
2019	253,4	2,26	572,7
2020	237,7	2,17	516,2
2021	242,1	2,33	564,1

Джерело: [4–6].

Загально відомо, що на формування врожаю впливає адаптивність рослин до діючих чинників навколишнього середовища: інтенсивності світла, температури повітря, вологості ґрунту, мінерального живлення [7, 8]. Більшість цих факторів контролювати людині не під силу, їм на противагу виступає мінеральне живлення яке залишається основним фактором підвищення продуктивності на який ми можемо вплинути.

Для нормального розвитку рослини і отримання якісного насіння гороху необхідно оптимально збалансована за макро- і мікроелементами система живлення. Яку неможливо отримати за рахунок тільки природних факторів родючості ґрунту. Тому підбір нових більш ефективних прийомів адаптивно-біологізованих технологій вирощування гороху в сучасних умовах погіршення екологічної ситуації та змін клімату має не тільки теоретичне, а й важливе практичне значення [9].

За для підвищення рівня врожайності важливим чинником виступає оптимізація живлення рослини. Значна кількість вчених провела велику кількість досліджень як експериментальних, так і теоретичних з питань удобрення гороху і зійшли загального висновку, що кожен елемент мінерального живлення має своєрідне значення, відповідно нестача будь-якого з них призводить до порушення фізіологічних процесів у рослин, погіршення їхнього росту й розвитку, зниження врожайності та його якості. Застосування біопрепаратів та мікродобрив на посівах цієї культури є актуальним та перспективним питанням в даний час [10].

У дослідженнях з вивчення ефективності впливу факторів інтенсифікації на продуктивність сортів гороху, які проводили протягом 2011–2013 рр. в стаціонарному багатофакторному польовому досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур ННЦ «Інститут землеробства НААН». Формування високих і сталих врожаїв бобових культур, в тому числі й гороху – значно складніший процес, ніж в інших культур. Це пов'язано зі слабкою можливістю регулювання числа плодоносних стебел, з поступовою і тривалою диференціацією генеративних органів і особливо з істотною залежністю їх розвитку від зовнішніх умов [11].

В технології вирощування гороху провідну роль надають стимуляції азотфіксації, оскільки нестача азоту негативно позначається на інтенсивності синтезу азотовмісних органічних сполук, функціонуванні фотосинтетичного апарату, ростових процесах рослин, що обмежує утворення репродуктивних органів та призводить до зменшення врожайності і зниження якості зерна [12].

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є збільшення частки симбіотичного азоту в агроценозах під час забезпечення високоєфективного симбіозу бобових культур і відповідними видами бульбочкових бактерій [13].

Азотфіксуючі мікроорганізми здатні щороку засвоювати з повітря від 40 до більш як 300 кг азоту на гектар. Цей азот не забруднює довкілля і не потребує значних енергетичних затрат на виробництво.

За результатами досліджень відділу симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України встановлено, що відповідальний за фіксацію молекулярного азоту є фермент нітрогеназа, який складається з двох металовмісних білкових компонентів: залізо- й молібдено-залізівмісного. Також з'ясовано, що чисті культури бульбочкових бактерій здатні синтезувати нітрогеназу і фіксувати молекулярний азот. Ефективність бобово-ризобіального симбіозу тісно пов'язана з особливостями азотного живлення рослин, а також із впливом інших фізіологічних чинників [14].

Загально відомо, що первинна взаємодія мікроорганізмів і рослин під час формування симбіозу починає відбуватись вже у період проростання насіння бобових, коли біологічно активні речовини, що інтенсивно секретуються насінням у навколишнє середовище, можуть впливати на властивості бульбочкових бактерій, а саме можуть стимулювати ростову активність ризобій, впливати на здатність специфічних бульбочкових бактерій формувати симбіотичні взаємовідносини з рослинами [15–17].

У свою чергу бульбочкові бактерії являються ініціаторами утворення спеціалізованих органів – бульбочок – на коренях бобових культур, після чого між рослиною і бактеріями виникає симбіоз: бактерії зв'язують молекулярний азот атмосфери, передають його рослині, яка, у свою чергу, забезпечує їх поживними речовинами [18, 19].

Відмічається також, що азотфіксуючі мікроорганізми не тільки покращують азотне живлення рослини, але й сприяють перетворенню важкорозчинних сполук ґрунту, в тому числі фосфорних, у більш доступні для рослин форми, які легко ними засвоюються. Окрім того, бактеріальні препарати можуть містити різноманітні фізіологічно активні речовини (гормони, вітаміни, амінокислоти, стимулятори росту рослин та ін.), які напряму впливають на регуляцію росту рослин, зокрема, поліпшують використання мінеральних добрив на 20–30 %, завдяки кращому розвитку кореневої системи й покращенню її поглинальних властивостей. Також заселивши корені, корисні мікроорганізми запобігають інфікуванню рослини патогенними мікроорганізмами, що збільшує їх стійкість до хвороб.

Доведено, що використання біологічних препаратів впливає на посівні якості насіння, а саме збільшує енергію проростання та схожість насіння, а також сприяє інтенсифікації фотосинтезу в бактеризованих рослинах [20–22].

Відразу після відкриття явища симбіотрофної фіксації молекулярного азоту виникла думка використовувати бульбочкові бактерії для практичних цілей. Спочатку для цього застосовували ґрунт,

на якому вирощувалися бобові культури. Такий ґрунт розкидали (2–4 т/га) на площах, призначених для посіву бобових, де вони раніше не вирощувалися. Більш ефективним виявився інший метод: з коріння бобових збирали бульби, підсушували і тонко подрібнювали. Таким матеріалом (з додаванням тальку, бентоніту) обробляли насіння бобових рослин перед посівом [23–25].

Сучасні ж інокулянти містять у своєму складі штучно культивовані бактерії та можуть мати різну препаративну форму наприклад водорозчинні концентрати, порошки, також вони можуть бути створені на основі стерильного торфу.

У ґрунті, в який висівається бобова культура, має міститись достатня кількість бульбочкових бактерій, специфічних для даного виду культурної рослини. Якщо бактерії в ґрунті відсутні, насіння доцільно обробляти бактеріальними препаратами (ризоторфін, нітрагін, бінітро та інші).

Нітрагінізація зерно-бобових культур особливо ефективна при висіві їх у нових районах вирощування, або після тривалої перерви в їх висіванні. Приріст урожаю від обробки бактеріальними добривами сягає 30–40 %, особливо якщо не вносити азотні добрива [26].

За результатами дослідження Горбаньова В. О. лабораторна схожість насіння за рахунок обробки посівного матеріалу інокулянтами Оптімайз Пульс та та BiNitrov середньому збільшувалась на 1,7 %, у подальшому після обробки спостерігалось подовження міжфазного періоду цвітіння – повна стиглість, тобто збільшився період формування генеративних органів, також починаючи з фази бутонізації, рослини гороху мали більшу вегетативну масу у варіантах досліду, де проводили сівбу культури інокульованим насінням. За рахунок інокуляції посівного матеріалу збільшилась кількість бобів на рослині від 3,5 до 4,4 шт. та збільшилась маса насіння отриманого з однієї рослини [27].

Болюра С. В. у своєму досліді показує, що передпосівна обробка насіння препаратом Бінітро має позитивний вплив на показники польової схожості насіння. У середньому за роки досліджень польова схожість насіння у варіантах без інокуляції насіння становила 81,5 %, а у варіантах з сівбою інокульованим насінням вона збільшилась до 90,0 %, також відзначається, що вимірювання висоти рослин у фазу цвітіння показало, що під впливом інокуляції висота рослин у фазу цвітіння збільшилась на 4,1 см. Інокулювання насіння при сівбі сприяло істотному збільшенню врожайності в середньому на 3,5 ц/га, що є суттєвим приростом [28].

Дослідження багатьох вчених показують, що при застосуванні високоефективних штамів бульбочкових бактерій у симбіозі з зернобобовими культурами їх продуктивність збільшується на 10–30 %, а вміст білка у зерні – на 2–6 % [29, 30].

У дослідях Довбиш Л. Л. та Кравчук М. М. горох обробляли інокулянтами Actiseed та Біоінокулянт–БТУ–т та спостерігали збільшення ступеня озерненості бобів на 17,1–20 %, а також покращилась якість насіння гороху – вміст білка у зерні збільшився на 13,6–17,8 % порівняно з контролем [31].

Отже, використання біологічних препаратів, які стимулюють симбіотичну азотфіксацію у гороху являється досить позитивним засобом покращення умов живлення та розвитку рослин гороху, варто відмітити, що внесення цих препаратів в передпосівну обробку дозволяє в період формування симбіотичного апарату в коренях активувати синтез органічних сполук задіяних у депонуванні енергії, цим самим збільшити енергію проростання та схожість насіння, підвищити стійкість рослин до несприятливих чинників довкілля та забезпечити підвищення урожаю та поліпшення його якості. Слід врахувати також сприятливий вплив бактеризації рослин на ґрунтову родючість та екологічну обстановку (оскільки залучений до агроєкосистем біологічно фіксований азот є альтернативою мінеральних азотних добрив).

Вартотакж відзначити, що величезну роль життєдіяльності живих організмів належить мікроелементи, оскільки нестача окремих мікроелементів призводить до значних збоїв життєдіяльності рослин. Кожна культурна рослина використовує тільки ті, якій потрібні і в мінімальній кількості, але їх нестача в поживному середовищі порушує обмін речовин, хід фізіологічно-біологічних процесів і, як наслідок, знижує урожай та його якість [32].

Так, надходження азоту в рослини знижується при дефіциті заліза, марганцю і цинку. Позитивно впливають на поглинання азоту молібден і кобальт. Поглинання рослинами фосфору збільшується при наявності міді, цинку, кальцію і молібдену, але зменшується під впливом магнію і заліза. Надходження в рослини калію знижується під впливом міді, марганцю, нікелю, цинку, молібдену, заліза і бору, а зростає при наявності хлору [33].

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Вплив мікроелементів на підвищення кількості та якості врожаю полягає в тому, що при наявності потрібної кількості їх рослини можуть синтезувати потрібний їм спектр ферментів. Їхнє застосування збільшує енергію проростання насіння та прискорює розвиток зародкових корінців, позитивно впливає на подальший ріст рослин і врожай сільськогосподарських культур [34–36].

Також мікроелементи входять до складу багатьох вітамінів, ферментів, активують їх роботу, беруть участь в азотних і вуглеводневих обмінах рослин, в окисно-відновних процесах, підсилюють процес фотосинтезу, впливають на дихання, а також на перетворення і пересування речовин, на ріст, розвиток та стійкість рослин до різних несприятливих факторів і збудників хвороб [37, 38].

Нестачу мікроелементів може викликати різні відхилення в рості і розвитку рослин, що призведе до зниження урожайності і погіршить якість продукції. Саме тому мікроелементи неможливо замінити жодними іншими речовинами, а їх нестача може негативно вплинути на ріст і розвиток рослин [39, 40].

Як вже зазначалось вище головними мікроелементами для гороху є молібден, бор, цинк, кобальт та мідь важливим є внесення їх у доступних для рослин формах (табл. 2). Конкретніше про їх значення у проходження фізіологічних процесів у рослинах:

**Молібден** приймає участь у синтезі амінокислот і білків, відновленні нітратів до аміаку; синтезі вітамінів і хлорофілу, регулює процес трансформації азоту в рослині, активізує окисно-відновні процеси. Сприяє засвоєнню азоту, заліза і фосфору, покращує живлення рослин кальцієм. Підвищує вміст білка в зерні.

За середньої урожайності 2,3 т/га бобовими виноситься з ґрунту до 10 г молібдену. Цей мікроелемент відіграє важливу роль у життєдіяльності бульбочкових бактерій, за його відсутності знижується фіксація ними атмосферного азоту. Окрім того, молібден збільшує коефіцієнт використання азотних добрив [41].

**Бор** необхідний рослинам протягом усієї вегетації, найбільша його потреба виникає під час дозрівання та диференціації клітин. Бор бере участь у синтезі білків, при цьому його не можна замінити іншими елементами живлення. Його нестача призводить не лише до зниження врожаю, а й до погіршення його якості у гороху це сильно проявляється у фазу технічної стиглості.

За дефіциту бору в посівах гороху в бульбочках не формуються судинні пучки, внаслідок чого порушується розвиток бактеріальної тканини [42].

**Цинк** бере участь у багатьох фізіологічних процесах, які протікають в рослині, а саме фото-, синтезі амінокислот, хлорофілу, органічних кислот, вітамінів, в окисно-відновних процесах, обміні вуглеводів, ліпідів, фосфору, сірки. Сприяє накопиченню фітогормону ауксину; необхідний для росту міжвузль. За рахунок стабілізації дихання у разі зміни температурних умов підвищує жаро-, посухостійкість рослин, вміст білка, стійкість до ураження хворобами [43].

**Мідь** впливає на азотний обмін у рослинах, активно бере участь у процесі фотосинтезу, підсилює утворення білків, жирів, вітаміну С, підвищує інтенсивність дихання і фотосинтезу, морозо-, засухо-, і жаростійкість, стійкість до хвороб, покращує утворенню плодів і насіння, підсилює поглинання азоту і магнію [43].

**Кобальт** активізує роботу багатьох ферментів, зокрема нітратредуктази, важливої для азотного живлення бобових культур. Він є складовою вітаміну В<sub>12</sub>, якого багато в бульбочках на коренях бобових рослин. Кобальт впливає на синтез хлорофілу, нагромадження вуглеводів і жирів у рослинах, підвищує інтенсивність дихання, стимулює біосинтез нуклеїнових кислот і аскорбінової кислоти, бере активну участь у реакціях окислення та відновлення, позитивно впливає на енергетичний обмін. Найбільше він концентрується в генеративних органах рослини, він відіграє важливу роль у процесах запліднення, регулює процес трансформації азоту в рослині [37].

### 2. *Форми та норми внесення мікроелементів*

Хімічний елемент	Форма для внесення	Норми внесення г/га
Молібден	Молібденовокислий амоній	150-200
Бор	Борна кислота Бормагнієве добриво	200-300
Цинк	Сірчаноокислий цинк	200-300
Мідь	Сірчаноокисла мідь	200-300
Кобальт	Сірчаноокислий кобальт	200-300

Джерело: [44].

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Найціннішим є молібден, який впливає на симбіотичну азотфіксацію. Приріст урожаю від внесення молібдену становить 2–3 ц/га. Його вплив на врожайність прирівнюється до внесення 30 кг/га д. р. азоту [45].

Молібден і бор покращують надходження азоту в рослини гороху. Приріст урожаю від внесення цих елементів разом може складати 2–4 ц/га [46].

Із узагальнення матеріалів багатьох досліджень визначено, що мідь і цинк мажуть призвести до збільшення врожаю в середньому на 3 ц/га [47].

Потреба гороху у мікродобривах зростає після застосування підвищених норм мінеральних добрив. Мікродобрива використовують зазвичай у вигляді позакореневого підживлення і шляхом передпосівної обробки насіння [48].

На сьогоднішній день мікродобрива використовують переважно в комплексах, тобто містять у своєму складі декілька елементів у концентраціях, які найкраще поєднуються та підходять як найкраще до певної фази росту рослини, оскільки величезне значення у максимальній реалізації генетичного потенціалу сортів гороху в господарському врожаї відіграє важливість внесення певного мікроелемента у основні фази розвитку рослин (табл. 3).

Згідно дослідів Коваленка О. А. можна констатувати, що застосування мікроелементів задля обробки насіннєвого матеріалу культури гороху здійснюють вплив як на біометричні показники рослин так і на продуктивність їх в цілому.

Згідно його дослідів урожайність гороху за обробки насіння перед сівбою мікродобривом Наномікс, підвищувалась в середньому на 2,4 ц/га [49].

### 3. Ключові фази підживлення гороху

Фаза культури	Значення мікроелементів
Обробка насіння під час протруювання	Рослини на початку вегетації розвиваються повільно, коренева система слабо розвинена, тому особливе значення для майбутнього врожаю має передпосівна обробка насіння мікроелементами. Горох, залежно від ґрунтових умов, відчуває потребу в певних мікроелементах (молібден, кобальт, цинк). Використання мікродобрив в протруюванні підвищує стійкість гороху до грибкових та бактеріальних хвороб, посухи, екстремальних температур, підсилюють азотфіксацію з повітря, стимулюють синтез хлорофілу та активізують процес фотосинтезу. Насіння бобових культур перед посівом разом з бактеріальними препаратами доцільно інкрустувати комплексом мікроелементів. Обробка насіння сприяє підвищенню енергії проростання, схожості, підсилює холодостійкість рослин. Рослини з обробленого насіння мають більш розвинену кореневу систему, відзначаються більш потужною наземною масою.
3–5 листків	Ознакою цієї фази росту є формування кореневої системи і наземної маси рослин. Від забезпеченості рослин мікроелементами в цю фазу залежить їх розвиток і фізіологічна активність. Рослини бобових активно реагують на позакореневе внесення мікроелементів.
Бутонізація-початок цвітіння	У цю фазу важливим є використання мікроелементів, підсилений бором, адже бор сприяє цвітінню і запиленню утворення квіток і підвищення життєздатності пилку. Молібден для гороху також є найважливішим мікроелементом. Він не тільки допомагає засвоєнню бору, а й входить до складу ферменту нітрогенази - головного учасника процесу азотфіксації підсилення фотосинтетичної активності рослин, стимулювання ростових процесів вегетативної маси.
Формування і досягання насіння	Обробка рослин спрямована на підтримання гормонального балансу, підвищення життєздатності кореневої системи, інтенсифікацію фотосинтетичної активності листя та сприяння наливу бобів. У фазі наливу важливим є підживлення гороху бором для організації безперерйного трансферту вуглеводнів і поліпшення постачання рослин водою. Причому бор для удобрення по листу повинен бути в максимально доступній формі.

Джерело: [50].



Отже, на основі вище викладеного можна зробити висновок що застосування мікродобрива в поєднанні із біопрепаратами є найбільш оптимальним чинником підвищення врожайності гороху посівного.

### Висновок

Горох є досить важливою сільськогосподарською культурою, відіграє важливу роль в структурі посівних площ. Причиною зниження врожаїв є поширення шкідників і збудників хвороб, швидке зростання засміченості полів та не обґрунтоване використання добрив. Удосконалення технології вирощування гороху за рахунок використання мікродобрив та біопрепаратів є досить важливою умовою підвищення його урожайності, підвищення якої допоможе збільшити посівні площі під горохом і тим самим задовольнити потребу нашої країни в білках.

На основі теоретичного матеріалу було розглянуто вплив мікродобрив та біопрепаратів на формування врожайності гороху посівного; визначено їх роль у проходженні фізіологічних процесів у рослині; розглянуто їх взаємодію та періоди потреби рослин в мікроелементах. Отримані дані допоможуть краще зрозуміти фізіологічні процеси в рослинах гороху та збалансувати його живлення за всіма елементами, що повинно призвести до збільшення кількості і якості врожаю.

*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому планується дослідити питання впливу на якісні показники зерна гороху посівного поєднання різних комбінацій мікродобрив з біологічними препаратами, що допоможе створити більш оптимальну технологію його вирощування.

### References

1. Prisyazhnyuk, O. I. (2006). Increasing the productivity of peas in the central subzone of the Forest-Steppe of Ukraine. *Extended abstract of candidate's thesis*. Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets. Kyiv.
2. Tsyganov, A., & Vildflush, O. (2004). The influence of microfertilizers on productivity and quality of peas grain on sward podzolic soil. *Annals of the University Maria Curie Skłodowska*, 4, 1527–1532.
3. Adamets, F. F., Vergunov, V. A., Laser, P. N., & Vergunov, I. N. (2006). *Agrobiological features of cultivation of legumes in Ukraine* (p.456). Kyiv: Agrarian science.
4. Vlasenko, N. S. (Ed.). (2013). *Statistical Collection*. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv.
5. Kuznetsova, M. S. (Ed.). (2018). *Statistical Collection*. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv.
6. Verner, I. Ye. (Ed.). (2019). *Statistical Collection*. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv.
7. Knazuk, O. V. (2012). Influence of technological methods of cultivation on photosynthetic productivity of maize hybrids. *Agrobiology*, 9, 116–120.
8. Knyazyuk, O. V., & Lipovy, V. G. (2011). Agroecological testing and selection of maize hybrids of different maturity groups for the silage conveyor in the conditions of the right bank. *Agrobiology*, 6, 103–106.
9. Demidenko, G. A., & Fomina, N. V. (2019). *Agricultural ecology*. Krasnoyarsk.
10. Kaminsky, V. F., Dvoretzkaya, S. P., & Kostina, T. P. (2012). Influence of pre-sowing treatment of seeds with microelements and biological preparations on pea yield. *Agriculture*, 84, 82–87 doi: 10.32702/2306-6792.2020.17-18.60
11. Ryabokin, T. M., Dvoretzkaya, S. P., & Efimenko, G. M. (2014). Productivity of pea varieties depending on the level of intensification of cultivation technology. *Bulletin of the Center for Scientific Support of Agro-Industrial Production of Kharkiv Region*, 16, 38–39.
12. Didovich, S. V. (2004). Introduction of nodule bacteria into microbial coenoses of the soil during the cultivation of new species of legumes in the south. *State Nikitsky Botanic Garden*, 89, 8–41.
13. Butvina, O. Yu., Tolkachev, N. Z., & Knyazev, A. V. (1997). Highly competitive strains of nodule bacteria - the basis of the effectiveness of biological products. *Microbiological Magazine*, 4, 123–131. doi: 10.13122/0201-8462-(2)1997.08
14. Kot, S. Ya. (2016). Research of biological nitrogen fixation at the Institute of Plant Physiology and Genetics of NAAS of Ukraine. *Plant Physiology and Genetics*, 48 (3), 215. doi: 10.1407/frg2018.06.463
15. Hartwig, U. A., Joseph, C. M., & Phillips, D. A. (1991). Flavonoids released naturally from alfalfa seeds enhance growth rate of rhizobium meliloti. *Plant Physiology*, 95 (3), 797–803. doi: 10.1104/pp.95.3.797
16. Mel'nykova, H. M. (2014). Formation of bean-rhizobial symbiosis under the action of lupine seed exudates. *Scientific Notes of Ternopil Region of the Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University*, 60, 131–134.



- 
17. Melnikova, N. N., & Omelchuk, S. V. (2009). Influence of legume seed exudates on the formation of bean-rhizobial symbiosis. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 3, 331–337.
  18. Kots, S. Ya., Malichenko, S. M., Kruhova, O. D., Mandrovska, N. M., & Kyrychenko, O. V. (2001). *Physiological and biochemical features of plant nutrition with biological nitrogen*. Kyiv: Logos.
  19. Mishustin, E. N. (Ed.). (1985). *Mineral and biological nitrogen in agriculture of the USSR*. Moskva: Nauka.
  20. Patika, V. P., Kots, S. Y., & Volkogon, V. V. (Eds.). (2003). *Biological nitrogen*. Kharkiv: World.
  21. Volkogon, V. V. (2007). *Microbiological aspects of nitrogen fertilizer optimization of agricultural crops*. Kyiv: Agrarian Science.
  22. Ignatov, V. V. (Eds.). (2005). *Molecular basis of the relationship of associative microorganisms with plants*. Moskva: Nauka.
  23. Vlasova, O. I. (2011). Influence of elements of agricultural techniques on pea productivity. *Polythematic Online Scientific Journal*, 70, 707–716. doi: 10.13442/4798-0752-(70)2011.03
  24. Khotyanovich, A. V. (1980). Production of peat preparations of nodule bacteria. *All-Russian Research Institute of Agriculture Microbiology*, 50, 356.
  25. Khotyanovich, A. V., Chikanova, V. V., & Bocharov, A. V. (1982). Efficacy of various methods of inoculation of legumes preparations of nodule bacteria. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 18 (4), 228.
  26. Phases of growth, development, stages of ontogenesis of peas. Retrieved from: [https://studopedia.su/13\\_171782\\_fazi-rostu-rozvitku-etapi-organogenezu-gorohu.html](https://studopedia.su/13_171782_fazi-rostu-rozvitku-etapi-organogenezu-gorohu.html)
  27. Gorbanyov, V. O. (2020). Influence of seed inoculation on pea yield. *Effective functioning of ecologically stable areas in the context of sustainable development strategy: agri-environmental, social and economic aspects: Collection of materials of the IV International Scientific Practice Internet conference*. Poltava.
  28. Bolyura, E. V. (2019). Yield of peas depending on inoculation of seeds with the drug Binitro. *The current state of science in agriculture and nature management: theory and practice*.
  29. Didovich, S. V., Tolkachev, N. Z., & Melnichuk, T. N. (2012.). Biologicals in agrotechnologies of growing legumes. *Bulletin of the Regional CNO APP*, 13, 8.
  30. Volkogon, V. V. (Ed.). (2015). *Microbial drugs in modern agricultural technologies scientific and practical recommendations*. Kyiv. doi: 10.32636/01308521.2020-(67)-1-2
  31. Dovbish, L. L., & Kravchuk, M. M. (2020). Influence of biological inoculants on yield and quality of pea (*Pisum sativum*) in organic production. *Scientific readings 2020: collection of abstracts of the scientific-practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, graduate students and young scientists of the Faculty of Agronomy*. Zhytomyr.
  32. Bulygina, S. Yu. (Ed.). (2007). *Trace elements in agriculture*. Dnepropetrovsk: Sich.
  33. Moskalets, V. V., & Shinkarenko, V. K. (2004). Application of microbial preparations and microelement fertilizers on soybean grain quality. *Agroecological Journal*, 3, 20. doi: 10.26886/2414-634X.4(12)2004.06
  34. Balyuk, S. A., Medvedev, V. V., Tararik, O. G., Grekov, V. O., & Balaev, A. D. (Eds.). (2010). *National report on the state of soil fertility of Ukraine*. Kyiv.
  35. Gospodarenko, G. M. (2003). *Agrochemistry of mineral fertilizers*. Kyiv: Naukovyy svit.
  36. Miroshnichenko, M. M., Desenko, V. G., Zhadan, B. I., & Sevastyanov, O. B. (2006). Problems of assessing the supply of soils with trace elements based on the results of ecological and agrochemical certification. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast*, 2 (4), 101–106.
  37. Nedilska, V. I. (2020). Influence of microelements on plant life. *Materials of the international scientific-practical conference: The current state of science in agriculture and nature management: theory and practice*. Bila Tserkva.
  38. Sherstoboeva, E. V., Dudinova, I. A., & Kramarenko, S. N. (1999). Biopreparations of nitrogen-fixing bacteria: problems and prospects. *Microbiological Journal*, 59 (4), 110–116. doi: 10.13122/0201-8462-(4)1999.07
  39. Stasyk, O. O. (2011). Influence of foliar treatment of winter wheat plants with nanoaquachelate complex of microelements "Avatar-1" on indicators of production process and yield structure. *Scientific readings 2020: collection of abstracts of the scientific-practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, graduate students and young scientists of the Faculty of Agronomy*. Zhytomyr.
-

- 
40. Yatsuk, I. P., Panasenko, V. M., Naumenko, A. S., Venglinsky, M. O., & Godinchuk, N. V. (2015). Features of providing trace elements of soils of Ukraine. *Agroecological Journal*, 4, 63–69, doi: 10.26886/2414-634X.6(42)2020.8
41. Venglinsky, M. O., Glushchenko, M. K., Hodynychuk, N. V., & Khmara, T. I. (2014). The role of trace elements in plant nutrition and improved soil fertility. *Bulletin of the National University of Water Management and Environmental Sciences*, 1, 73–75, doi: 10.32412/2306-5478-(1)2014.02
42. Ogurtsov, Y. E. (2015). Plant yields depending on the use of plant growth regulators and microfertilizers on different food backgrounds. *Scientific Reports of NULES of Ukraine*, 2 (51), 24–28.
43. Inishchenko, G., Kozelets, O., & Haydenko, L. (2020). *Agribusiness Magazine Today*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua>
44. Likhochvor, V. V., & Petrichenko, V. F. (2006). *Crop production. Modern intensive technologies for growing major field crops*. Lviv: SPF "Ukrainian Technologies".
45. Lukin, S. V., Avramenko, P. M., & Korneyko N.I.(2008). Cobalt and molybdenum in the soils of the Belgorod region. *Agrochemical Bulletin*, 2, 12. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10603
46. Wildflush, I. R., Mishura, O. I., & Mamashevskaya, O. V. (2016). Agroeconomic assessment of the use of new forms of fertilizers and growth regulators in the cultivation of peas. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 1, 76–77. doi: 10.14322/5432-1424-2016.02(1)
47. Nadkernichnaya, E. V., & Kovalevskaya, T. M. (2001). Influence of free-living nitrogen-fixing bacteria on the formation and functioning of legume-rhizobialsymbiosis in some crops. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 4, 355–362.
48. Alekseyevych, M. A., Vanyk, M. S., & Kononchuk, O. M. (2013). Optimization of physiological and biological processes in soybeans using plant growth regulators and molybdenum. *Proceedings of the IX All-Ukrainian Scientific Conference: Problems and prospects of science in the context of globalization*. Kyiv.
49. Kovalenko, O. A. (2021). Application of microfertilizers and biological products in the southern steppe zone of Ukraine for pea cultivation. *Agriculture and Forestry*, 22, 22–23. doi: 10.37128/2707-5826-2021-3-2
50. Why Ukrainian farmers do not believe in microfertilizers. Retrieved from: [com/uk/posts/show/goduvati-cerez-lista-comu-ukrainski-fermeri-niak-ne-povirat-v-mikrodobryva](http://com/uk/posts/show/goduvati-cerez-lista-comu-ukrainski-fermeri-niak-ne-povirat-v-mikrodobryva)

Стаття надійшла до редакції: 18.01.2022 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Вуйко О. М. Вплив мікродобрив та біопрепаратів на формування врожайності гороху посівного. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 45–54.

© Вуйко Олександр Михайлович, 2022