

УДК [635.656:631.559]:632.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.5>

СИМБІОТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ *ASCOCHYTA RABIEI*

Окрушко С.Є. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

У статті узагальнено результати вивчення негативного впливу аскохітозу на симбіотичну активність гороху. Метою нашого дослідження було встановити вплив *Ascochyta rabiei* (Pass.) впродовж вегетації на динаміку кількості та маси бульбочок на рослинах *Pisum sativum*, а також на формування урожайності зерна. Хворі рослини гірше взаємодіяли із азотфіксуючими бульбочковими бактеріями. Висота рослин сильно уражених аскохітозом була нижчою ніж на контрольному варіанті на 11,2 см у сорту Авола та на 8,9 см у сорту Джессіка. Кількість бобів на рослині та зерен у бобі теж зменшувалася із зростанням рівня розвитку хвороби в обох дослідних сортів. В ході досліджень було виявлено, що за сильного ступеня ураження аскохітозом кількість та маса бульбочок на обох дослідних сортах була найнижчою з усіх дослідних варіантів. У фазу цвітіння кількість бульбочок була відповідно за сортами до контрольного варіанту 82,7% та 82,6%. Аналіз динаміки маси активних бульбочок показав, що найбільший показник її зареєстровано у фазі наливу зерна гороху на всіх дослідних варіантах. За сильного ступеня ураження гороху аскохітозом рослини сорту Авола мали на 32,6% меншу їх масу, а сорту Джессіка – на 31,8%. За два роки досліджень температурний режим та надходження опадів впродовж вегетації гороху овочевого істотно впливали і на ступінь ураження рослин аскохітозом і на розповсюдження хвороби. Погодні умови 2023 року були більш сприятливими для росту й розвитку рослин гороху ніж 2024 року, що й відобразилося на його урожайності. Уражене аскохітозом зерно гороху було дрібнішим. Залежність урожайності зерна гороху овочевого від ступеня ураженості рослин аскохітозом у фазу технічної стиглості була наступна: сорт Авола на варіанті за найбільш інтенсивного ураження хворобою показав зниження врожайності на 11,9%, а сорт Джессіка – на 10,8%.

Ключові слова: патогенний вплив, аскохітоз, горох овочевий, бульбочкові бактерії, симбіоз, урожайність.

Okrushko S.E. Symbiotic efficiency and yield of vegetable peas depending on the influence of *Ascochyta rabiei*

The article summarizes the results of the study of the negative impact of *Ascochyta* blight on the symbiotic activity of peas. The aim of our study was to determine the impact of *Ascochyta rabiei* (Pass.) during the growing season on the dynamics of the number and mass of nodules on *Pisum sativum* plants, as well as on the formation of grain yield. Diseased plants interacted worse with nitrogen-fixing nodule bacteria. The height of plants severely affected by *ascochyta* blight was lower than in the control variant by 11.2 cm in the Avola variety and by 8.9 cm in the Jessica variety. The number of beans per plant and grains per bean also decreased with increasing disease development in both experimental varieties. During the research, it was found that with a severe degree of *ascochyta* blight, the number and weight of tubers on both experimental varieties was the lowest of all experimental variants. In the flowering phase, the number of tubers was 82.7% and 82.6%, respectively, for the varieties to the control variant. Analysis of the dynamics of the mass of active nodules showed that the highest indicator was registered in the phase of filling the pea grain in all experimental variants. With a strong degree of damage to peas by *ascochyta* blight, plants of the Avola variety had a 32.6% lower mass, and Jessica varieties – by 31.8%. Over two years of research, the temperature regime and rainfall during the growing season of vegetable peas significantly influenced both the degree of plant damage by *ascochyta* blight and the spread of the disease. Weather conditions in 2023 were more favorable for the growth and development of pea plants than in 2024, which was reflected in its yield. Pea grains affected by *ascochyta* blight were smaller. The dependence of the yield of

vegetable pea grain on the degree of plant damage by ascochyta blight in the technical ripeness phase was as follows: the Avola variety in the variant with the most intensive damage by the disease showed a decrease in yield by 11.9%, and the Jessica variety – by 10.8%.

Key words: pathogenic influence, ascochyta blight, vegetable pea, nodule bacteria, symbiosis, yield.

Постановка проблеми. Горох (*Pisum sativum* L.) відноситься до дієтичних овочевих культур. Його вирощують як на насіння, так і для консервної промисловості на зелений горошок. Горох овочевий як зернобобова культура має позитивне агротехнічне значення: збагачує ґрунт азотом завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, поліпшує структуру ґрунту, пригнічує бур'яни, сприяє збереженню вологи.

Вирощування гороху сприяє підвищенню родючості ґрунту; допомагає у вирішенні проблеми виробництва як харчового так і кормового білка; сприяє економічній стабільності аграрних господарств. Та на заваді формуванню горохом овочевим високих врожаїв можуть стати хвороби. Збудник аскохітозу – гриб *Ascochyta rabiei* (Pass.) може завдавати значних збитків за вирощування бобових культур. Як патоген він порушує нормальний хід фізіологічних процесів у рослинних організмах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Люди все більше уваги приділяють правильному харчуванню, саме тому постійно зростає попит на плоди гороху овочевого [1].

Основними причинами зниження якості насіння бобових культур є ураження аскохітозом, фузаріозом, альтернаріозом [2].

Відсутні дані про чутливість бобово-ризобіального симбіозу до біотичних та абіотичних стресових факторів середовища, які негативно впливають на формування бульбочок і знижують їх азотфіксувальну активність [3].

Формування процесу взаємодії між рослинами та бактеріями може зазнати відхилень від природної програми внаслідок дії різних факторів. Зокрема на нього може впливати реакція ґрунтового розчину, нестача елементів живлення чи вологи, життєдіяльності патогенів в рослині [4, 5, 6].

Деякі дослідники вказують на можливість продовження періоду симбіозу за умови вапнування ґрунту та позакоренових підживлень мікроелементами [7, 8].

Аскохітоз проявляється у вигляді плям на листі, черешках, стеблах, бобах та насінні. За ураження гороху блідо-плямистим аскохітозом (збудник *Ascyta Pisi*) на уражених листках з'являються округлі плями жовтого або блідо-коричневого кольору з темно-бурою облямівкою. Перші ознаки ураження хворобою можуть з'являтися у фазу сходів. Темний аскохітоз (грибкова виразка мікосферелла *Ascyta pinodes* Jones.) може спричинити значні втрати урожаю культури. На уражених листках гороху з'являються темно-коричневі плями різної величини. Найбільше шкодить аскохітоз у період появи сходів і утворення молодих бобів гороху [9]. Та шкода від хвороби проявляється впродовж всього вегетаційного періоду: від випадання сходів до уповільнення розвитку рослин; відбувається передчасне всихання та опадання листя, а також знижується якість насіння [10].

Постанова завдання. Метою досліджень було вивчення впливу аскохітозу на симбіотичну активність та урожайність двох сортів гороху овочевого: Авола та Джессіка, що різняться за тривалістю вегетації.

Матеріали й методика досліджень. Згідно робочої гіпотези та завдань досліджень було розроблено в триразовому повторенні двофакторний дослід. Фактор А – сорти гороху різних груп стиглості: ранньостиглий Авола та

середньостиглий Джессіка. Фактор В – ступінь ураження гороху аскохітозом: слабкий, середній та сильний. Посівна площа ділянок дослідних складала 36 м², облікова площа – 30 м². Використовували інокулянт для передпосівної обробки насіння гороху Ризоактив Бобові, що містить селекційний штам бактерій *Rhizobium leguminosarum* bv *Pisum* – азотфіксувальні мікроорганізми, що є симбіонтами гороху. Норма витрати препарату із розрахунку 2 л/т. Бактеризацію насіння проводили в день посіву. Контролем виступав варіант, де була обробка насіння гороху Триходерміном для захисту від комплексу хвороб. Норма витрати препарату – 20 г на 5 л води. На дослідних варіантах фунгіцидний захист був відсутнім, щоб оцінити вплив хвороби аскохітоз на симбіотичну діяльність гороху з бульбочковими бактеріями та його урожайність. Для захисту від бур'янів виконували боронування посівів ротаційними бородами після появи сходів гороху. Рослини для захисту від шкідників у фазі бутонізації обприскали препаратом Карате (150 г/га). Інтенсивність ураження гороху аскохітозом виражають у балах згідно 4-бальної шкали:

0 балів – ураження відсутнє;

1 бал – слабкий ступінь, уражені поодинокі листки або боби;

2 бали – середній ступінь, уражено до 1/3 листків або бобів;

3 бали – сильний ступінь, уражено до 2/3 та більше листків і бобів.

Виклад основного матеріалу. Симбіотичні відносини рослин з мікроорганізмами відіграють важливу роль у їхньому житті. Зокрема, ризосферні бактерії здатні синтезувати різні фітогормони та ферменти, що покращують ріст рослин й зменшують стресовий вплив несприятливих умов середовища. Крім того, виявляється бульбочкові бактерії також мають здатність переводити важкорозчинні сполуки фосфору у доступні форми для гороху. Тобто поліпшується живлення рослин не лише азотом, а й фосфором також [3].

Формування кореневих вузликів як нових морфологічних структур є результатом взаємодії двох метаболічних систем: рослини-господаря із відповідним штамом мікроорганізмів. Саме ці бактерії перетворюють азот, що міститься в повітрі в доступну для рослин форму. Така трансформація є досить складною, тому що вимагає глибоких метаболічних та фізіологічних змін в обох учасників. Ріст та розвиток рослин, їх стійкість до стресів та забезпеченість азотом та фосфором, а також врожайність зернобобових культур будуть залежати від успішності цього симбіозу.

Патогенна мікрофлора погіршуючи фізіологічні функції рослин може мати певну дію і на симбіотичну активність гороху. Проте природа передбачила і захисні механізми від хвороб всередині рослин. Стійкість їх до негативної дії збудників хвороби визначається швидкістю накопичення в ураженій ділянці рослини спеціальних речовин: фітоалексинів. Чим швидше вони там накопичуються, то і відповідно, стійкішою стає рослина до даного патогену. Але, хворі рослини формуючи антибіотичні речовини – можуть завадити симбіотичній діяльності з бульбочковими бактеріями.

В результаті біологічної азотфіксації рослини забезпечуються дешевим і екологічно безпечним азотом за рахунок того, що його фіксують бактерії з повітря. Для того, щоб сформувалася азотфіксувальна (бобово-ризобіальна) система, необхідно провести процес нітрагінізації – передпосівної обробки насіння біопрепаратом селекційного штаму бульбочкових бактерій. В результаті ця системи забезпечить живлення культурних рослин молекулярним азотом із повітря, що дозволить отримати вищий рівень урожайності гороху овочевого. Кількість та маса вузликів

у симбіотичній діяльності залежить від багатьох чинників. В наших дослідженнях ми детально розглянули вплив збудників *Ascochyta fabiei* на симбіотичну ефективність та продуктивність гороху овочевого.

На розвиток та діяльність симбіотичного апарату гороху овочевого патогенна мікрофлора мала істотний вплив. Хворі рослини відставали в рості, мали меншу кількість та масу вузликів. Враховуючи те, що симбіотична фіксація азоту бобовими розпочинається через півтори декади вегетації культури то грибкова інфекція на той час вже має видимі ознаки ураження рослини.

Для утворення бульбочок і активної азотфіксації важливими умовами є: здоров'я рослин, оптимальна вологість та щільність ґрунту, сприятливий температурний режим у першій половині літа. Збільшення чисельності ризобій у присутності рослини може бути зумовлено як специфічною, так і неспецифічною стимуляцією розвитку мікробних популяцій кореневими ексудатами. Так як у хворих рослин відбуваються зміни в метаболічних процесах, то і відповідно хімічний склад та надходження у ґрунт їхніх корневих виділень теж змінюється. А це в свою чергу відобразиться на симбіотичній діяльності бобової рослини та бульбочкових бактерій. Рясні опади та помірний температурний режим створюють сприятливі умови для розвитку аскохітозу. Висока температура повітря запобігає прогресуванню хвороби.

Бульбочки захищають бактерії від дії зовнішніх несприятливих факторів та забезпечують їх поживними речовинами у вигляді рослинних фотоасимілятів. Бактерії, в свою чергу, надають рослинам продукти біологічної фіксації азоту, необхідні для побудови рослинного організму. Якщо людина може забезпечити максимально сприятливі умови для такої співпраці між рослинами гороху та бульбочковими бактеріями, то це забезпечить формування високого урожаю зерна.

Спостереження показали, що формування бульбочок на коренях рослин гороху розпочалося через 1,5 декади після появи сходів. При цьому кількість і маса бульбочок поступово збільшувались, а після проходження фази наливу насіння ці показники дещо зменшувалися до фази досягання зерна. Фіксація бульбочковими бактеріями атмосферного азоту традиційно розпочинається одразу після утворення бульбочок, проте на початку вегетації азотфіксація відбувається повільно. Цей процес продовжується до старіння рослин, та найвищу його активність спостерігають у період від цвітіння до формування бобів. Бульбочки підраховували лише ті, які мали світло-рожеве забарвлення, тому що саме вони мають високий ступінь азотфіксувальної активності.

Хворі рослини мали на уражених стеблах, листках та черешках невеличкі некротичні крапки, які надалі збільшувалися у розмірах. На листках вони були більш округлими та з часом зливалися між собою. На стеблах плями були видовженої форми та досягали у довжину декількох сантиметрів. Вони мали сіро-буре забарвлення й були оточені бурою облямівкою.

Кількість та маса бульбочок на коренях гороху відіграє основну роль у забезпеченні рослин біологічним азотом. За оглядом літературних даних встановлено, що максимальна кількість бульбочок фіксується у гороху в період від бутонізації до закінчення цвітіння, а максимальна їх маса – від початку цвітіння до наливу зерна. Під час підрахунку у рослин гороху кількості бульбочок (Табл. 1) та проведення аналізу їхньої маси (Табл. 2) нами було встановлено, що ці показники варіювали у досліджуваних сортів залежно від фази розвитку культури та ступеня ураження аскохітозом.

Таблиця 1

**Динаміка кількості активних бульбочок залежно від стану рослин гороху
овочевого, шт./рослину (середнє за 2023–2024 рр.)**

Сорт	Ступінь ураження аскохітозом	Фази росту й розвитку гороху			
		Бутонізація	Цвітіння	Налив зерна	Технічна стиглість
Авола	0 балів (К)	25,7±0,92	28,3*±1,10	27,4±1,02	26,1±0,95
	1 бал	24,8±0,90	27,6±1,05	27,1±1,00	25,9±0,93
	2 бали	24,1±0,87	26,7±0,99	25,9±0,94	25,6±0,90
	3 бали	23,7±0,83	23,4**±0,94	23,2±0,87	23,1±0,84
Джессіка	0 балів (К)	25,8±0,93	28,1±1,11	27,5±1,01	26,2±0,93
	1 бал	24,8±0,87	27,7±1,01	27,2±0,97	25,7±0,91
	2 бали	24,0±0,81	26,6±0,98	25,7±0,95	24,4±0,88
	3 бали	22,5±0,79	23,2**±0,92	22,8±0,84	23,7±0,81

М±т-довірчий інтервал показників середньої арифметичної на 5%-му рівні значущості

Здорові рослини гороху мали найвищу симбіотичну активність бульбочкових бактерій. Найбільша кількість активних бульбочок відмічена у фазу цвітіння. Із зростанням ступеня ураження хворобою чисельність бульбочок на рослинах гороху обох сортів зменшувалася. Порівняльний аналіз результатів нашого досліджу показав, що рослини сорту Джессіка формували дещо більшу кількість бульбочок. Варто також враховувати те, що горох має відносно короткий вегетаційний період та порівняно з іншими культурами гірше розвинену кореневу систему.

Також істотним був вплив аскохітозу на масу активних бульбочок в другій половині вегетації (табл. 2).

Таблиця 2

**Динаміка маси активних бульбочок залежно від стану рослин гороху
овочевого, г/рослину (середнє за 2023–2024 рр.)**

Сорт	Ступінь ураження аскохітозом	Фази росту й розвитку рослин гороху			
		Бутонізація	Цвітіння	Налив зерна	Технічна стиглість
Авола	0 балів (К)	0,20±0,05	0,41±0,06	0,43*±0,05	0,29±0,05
	1 бал	0,19±0,04	0,35±0,05	0,39±0,05	0,26±0,05
	2 бали	0,17±0,04	0,27±0,05	0,32±0,05	0,19±0,04
	3 бали	0,15±0,03	0,25±0,04	0,29**±0,04	0,17±0,03
Джессіка	0 балів (К)	0,22±0,06	0,40±0,07	0,44*±0,05	0,36±0,06
	1 бал	0,20±0,05	0,36±0,06	0,38±0,05	0,31±0,05
	2 бали	0,18±0,05	0,29±0,05	0,32±0,05	0,26±0,06
	3 бали	0,14±0,04	0,26±0,05	0,30**±0,05	0,20±0,04

М±т-довірчий інтервал показників середньої арифметичної на 5%-му рівні значущості

За вищого ступеня ураження хворобою (3 бали) рослини обох сортів мали найменшу масу бульбочок. У фазу технічної стиглості гороху овочевого відбувалося зниження кількості та маси бульбочок, що пояснюється біологічним старінням рослин, а також і, ймовірно, з ущільненням ґрунту. Завдяки відносно високій стійкості дослідних сортів до інших хвороб поширеність аскохітозу складала 12% в 2023 р. та 13% в 2024 р. Розвиток хвороби на стеблах, черешках, листках та бобах за роками теж різнився. Посушлива погода в травні 2023 року та спекотна в червні 2024 року мали істотний вплив на всі органи гороху овочевого. При зараженні рослин гороху наприкінці вегетації типові плями аскохітозу не з'являлися, але на уражених ділянках добре помітними були пікніди гриба.

Так як агроном може змінювати частину чинників, що визначають рівень урожайності, то й частка їхнього впливу на цей процес теж може змінюватися. Зростання врожайності гороху забезпечується оптимальним поєднанням всіх елементів продуктивності. Рослини гороху максимально реалізують свій генетичний потенціал лише в умовах повного забезпечення своїх біологічних потреб. А це можливе за сприятливого сполучення ґрунтово-кліматичних і технологічних факторів. Урожайність гороху може змінюватися в широких межах залежно від умов вирощування (Табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність гороху овочевого залежно від стану рослин, т/га

Сорт	Ступінь ураження аскохітозом	Урожайність			
		2023 р.	2024 р.	Середнє	Відхилення, – / %
Авола	0 балів (К)	6,38	6,21	6,30	-
	1 бал	6,14	6,02	6,08	0,22/3,5
	2 бали	5,84	5,64	5,74	0,56/8,9
	3 бали	5,65	5,44	5,55	0,75/11,9
Джессіка	0 балів (К)	6,43	6,19	6,31	-
	1 бал	6,22	6,03	6,13	0,18/2,9
	2 бали	5,80	5,71	5,76	0,55/8,7
	3 бали	5,71	5,55	5,63	0,68/10,8
НІР ₀₅		0,11	0,09		

Втрати урожаю зерна гороху від аскохітозу на момент збирання у фазу технічної стиглості в середньому за два роки досліджень коливалися в межах від 0,22 до 0,75 т/га у сорту Авола та від 0,18 до 0,68 т/га у сорту Джессіка. Відповідно вищим буде недобір зерна у фазу повної стиглості, коли хвороба завдасть ще більшої шкоди рослинам. Крім того, використовувати в якості посівного матеріалу зерно із дослідних варіантів не варто буде, тому що воно міститиме збудників аскохітозу.

Відхилення показників від контрольного варіанту є достовірними, оскільки вони перевищують найменшу істотну різницю дослідів. Зниження врожайності у хворих рослин обумовлювалося не лише погіршенням роботи фотосинтетичного апарату, але й симбіотичної активності гороху.

В середньому за два роки досліджень урожайність була 6,3 т/га в сорту Авола та 6,31 т/га в сорту Дінга. Рослини гороху, які мали слабкий ступінь ураження аскохітозом на момент збирання врожаю показали зниження врожайності на 3,5%

(сорт Авола) та 2,9% (сорт Джессіка). Середній ступінь ураження аскохітозом рослин гороху призвів до недобору врожаю, відповідно 8,9% та 8,7%. Найнижчу урожайність сформували ті рослини гороху, що мали сильний ступінь ураження аскохітозом. В них було пошкоджено близько 2/3 листків і бобів на час збирання врожаю. Сорт Авола середньому за два роки досліджень зменшив врожайність на 0,75 т/га, а сорт Джессіка – 0,68 на т/га.

Висновки. Кількість бульбочок на кореневій системі гороху була від бутонізації до технічної стиглості у хворих рослин нижчою ніж на контрольному варіанті. Найменша їх кількість відмічена за сильного ступеня (3 бали) ураження аскохітозом на обох дослідних сортах – 15 шт/рослину.

Аналізуючи динаміку маси активних бульбочок на рослинах гороху виявили, що на хворих рослинах цей показник відставав від контролю на 25% у фазу бутонізації та на 39% у фазу цвітіння в сорту Авола; на 36,4% та 35% – у сорту Джессіка.

Чим сильнішим був ступінь ураження гороху аскохітозом, тим нижчою була урожайність зерна. Рослини сорту Авола за інтенсивності ураження 3 бали на час збирання врожаю показали зниження врожайності на 11,9%, а сорту Джессіка – на 10,8%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Паламарчук І.І. Біологічні особливості та врожайність сортів гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 175-186.
2. Сокол Т. В., Василенко А. О., Безуглий І. М. Насіннева інфекція гороху в умовах східної частини лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2015. № 1-2. С. 146-150.
3. Капінос М.В. Продуктивність сортів гороху посівного залежно від біопрепаратів та регуляторів росту рослин в умовах півдня України. Дис. на здоб. наук. ступ. канд. с.-г. наук. 214 с.
4. Небаба К.С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Випуск 32. С. 54-58.
5. Joshi S., Pandey B. R., Rosewarne G. 2022. Characterization of field pea (*Pisum sativum*) resistance against *Peyronellaea pinodes* and *Didymella pinodella* that cause ascochyta blight. *Frontiers in Plant Science*. Vol.13:976375
6. Owati A., Agindotan B., Burrows M. 2020. Characterization of fungal species associated with Ascochyta Blight of dry pea in Montana and north America and development of a differential medium for their detection. *Plant Health Progress*. 21:4, 262-271.
7. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Динаміка кількості та маси бульбочок азотфіксуючих бактерій гороху овочевого. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 1 (20). С. 49-59. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4
8. Mostovenko V., Mazur O., Didur I., Kupchuk I., Voloshyna O., Mazur O. 2022. Garden pea yield and its quality indicators depending on the technological methods of growing in conditions of Vinnytsia region. *Acta fytotechnica et zootechnica*. Vol. 25 (3). P. 226-241.
9. Annan E.N., Nyamesorto B., Yan Q., McPhee K., Huang L. 2023. Optimized high throughput *Ascochyta blight* screening protocols and immunity to *A. pisi* in *Pea*. *Pathogens*. Mar 22;12(3):494.
10. Foresto E, Carezzano ME, Giordano W, Bogino P. Ascochyta blight in chickpea: an update. *Jornal of Fungi* (Basel). 2023. Feb 4;9(2):203.