

*R. meliloti* 425a способствує улучшенню состояния растений и ослабленню негативного влияния на них со стороны фитопатогенных молликутов.

*Ключові слова:* молікути, фітопатогенні ахолеплазми, ризобії, симбіоз

*K. S. Korobkova, T. V. Zatovska*

D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, Ukraine

#### EFFECT OF RHIZOBIA ON THE MANIFESTATION OF MYCOPLASMA INFECTION IN ALFALFA UNDER LABORATORY CONDITIONS

Since effective means to fight phytopathogenic mollicutes are almost non-existent, there is a growing need to identify new ways to minimize the harmful effects of these microorganisms on crops. Therefore, the present study aimed to examine the interaction of extracellular vesicles of mycoplasma *Acholeplasma laidlawii* PG-8 and *A. laidlawii* var. *granulum* 118 with alfalfa plants (*Medicago sativa*) inoculated by symbiotic microorganisms of *Rhizobium meliloti* 425a.

The influence of nitrogen-fixing bacteria on alfalfa plants infected by mollicutes has been studied under conditions of micro-vegetation. In particular, the morphological comparison of *M. sativa* plant samples infected by acholeplasmas and rhizobia in various combinations was carried out. It should be noted that in the early stages of infection by *Acholeplasma laidlawii* cells the plants not inoculated by rhizobia displayed growth. Thus, the plants of alfalfa showed such effects of mycoplasmosis as yellowing, growing new leaves and their reshaping. The study demonstrated that the symbiotic relationships between alfalfa and *R. meliloti* 425a contributes to the improvement of plant state and reduces the negative effects of plant pathogenic mollicutes. In addition, the research proved that the introduction of microbial cultures in the early stages does not affect the length and branching of roots.

*Keywords:* mollicutes, plant pathogenic acholeplasma, rhizobia, symbiosis

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 03.02.2017

УДК 574.2:579.64:632:633.3(2):632.935

<sup>1</sup>В. П. ПАТИКА, <sup>2</sup>Л. В. КИРИЛЕНКО, <sup>2</sup>О. О. АЛЕКСЄЄВ, <sup>1</sup>О. М. ЗАХАРОВА,  
<sup>1</sup>Т. Т. ГНАТЮК

<sup>1</sup>Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України  
вул. Заболотного, 154, Київ, 03143

<sup>2</sup>Вінницький національний аграрний університет  
вул. Сонячна, 3, Вінниця, 21008

### **ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ, ФІТОПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА МІКРОБІОМ ҐРУНТУ РИЗОСФЕРИ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ СИСТЕМИ БУЛЬБОЧКОВІ БАКТЕРІЇ – СОЯ, КОЗЛЯТНИК**

Козлятник східний та соя за вирощування без інокуляції ризобіофітом (препаратом бульбочкових бактерій) істотно впливають на формування ґрунтового мікробіому, при цьому у ґрунті відбувається зменшення його біомаси. Знижується чисельність спороутворюючих, олігонітрофільних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів та рівень біологічної активності ґрунту, зокрема, інтенсивності виділення CO<sub>2</sub> і поглинання O<sub>2</sub>, а також амоніфікуючої та нітрифікуючої активності. Певні зміни спостерігають і в динаміці чисельності мікроорганізмів,

що зумовлено своєрідністю перебігу процесів надходження і розкладання органічної речовини у варіантах з ризобіотом. Досліджено, що за умов жорсткого інфекційного навантаження окрім збільшення поширення та розвитку хвороби спостерігається зниження ефективності функціонування бобово-ризобіальної системи. Це призводить до пригнічення розвитку рослин, про що свідчить зниження надземної маси козлятнику східного та сої, їх якості, маси коренів порівняно з контрольним варіантом.

*Ключові слова:* козлятник, соя, мікробіом, біологічна активність ґрунту, бобово-ризобіальна система

Позитивна роль бобових культур у сільському господарстві тісно пов'язана з життєдіяльністю бульбочкових бактерій, з якими ці рослини знаходяться в тісних симбіотичних взаємовідносинах [4,5-7,9]. Можна вважати, що продуктивність зазначених культур, їх урожай, накопичення біологічного азоту і рослинного білка значною мірою залежать від того, який характер взаємовідносин цих двох організмів склався в кожному конкретному випадку [17, 18, 23-24]. За умови виникнення активного комплексу "бобова рослина – ризобії" утворюється корисне для обох організмів співіснування – симбіоз, в процесі якого енергія сонця використовується для зв'язування біологічним шляхом атмосферного азоту [30]. На рис.1 наведена відносна ефективність симбіозу в різних бобових культурах. Якщо говорити про козлятник східний, то його ефективність перевищує конюшину східну.

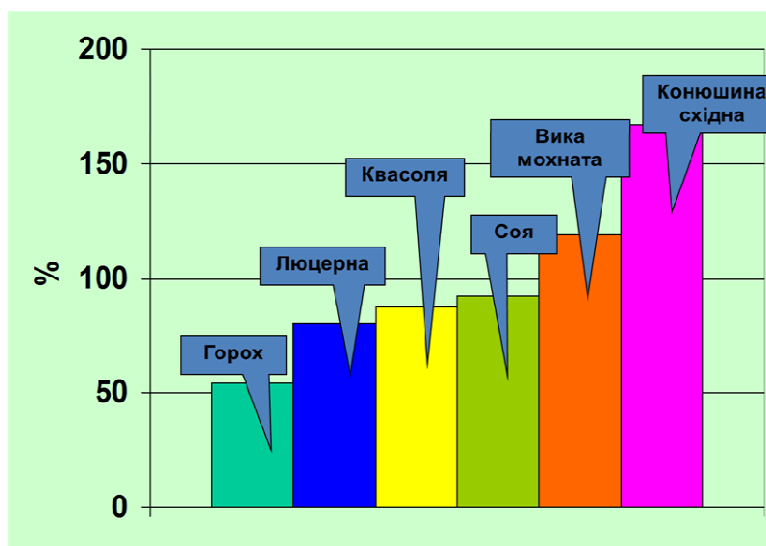


Рис. 1. Відносна ефективність симбіозу в різних бобових культурах [5]

Завдяки симбіотичній азотфіксації бобові культури, зокрема, соя, козлятник (табл. 1) формують високі урожаї дешевого рослинного білка без застосування дорогих, енергоємних і екологічно небезпечних мінеральних азотних добрив. Після збирання урожаю більше 30% біологічно фіксованого азоту залишається в післяжнивних і кореневих залишках та використовується наступними культурами [1, 15, 16].

Таблиця 1

Розміри симбіотичної фіксації азоту і надходження біологічного азоту в ґрунти України [7]

Культури	Розміри азотфіксації, кг азоту/га/рік	Залишається азоту в ґрунті, кг/га	Еквівалентно нормі азотних добрив, кг/га
Зернобобові (горох, соя, вика тощо)	50–90	10–20	25–35
Багаторічні бобові трави (люцерна, конюшина, еспарцет, буркун, козлятник тощо)	90–380 і більше	60–120	120–250

Інокуляція насіння високоефективними штамами бульбочкових бактерій, одержаними в процесі селекційного відбору, дозволяє реалізувати до 15-50% симбіотичного азотфіксуючого потенціалу, а решта резерву може бути використана при оптимізації умов функціонування симбіозу.

Козлятник східний, як багаторічна бобова культура, здатний покращити екологічний стан екосистеми країни завдяки збагаченню ґрунту біологічним азотом, який засвоюється з атмосфери бульбочковими бактеріями у симбіозі з козлятником, нагромаджуючи понад 300 кг/га його в орному шарі за вегетаційний період [13, 14, 29]. Саме тому, для підвищення ефективності рослинно-мікробної взаємодії і урожайності бобових культур слід проводити аналітичну селекцію бульбочкових бактерій та бобових рослин [4, 5, 9, 10, 17, 22, 28].

Розв'язанню проблеми ефективності функціонування бобово-ризобіальної системи у різний час було приділено багато уваги [5, 10, 28, 31, 32]. На формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу величезний вплив мають абіотичні, біотичні та антропогенні фактори зовнішнього середовища. Серед біотичних особливу роль відіграють ґрунтові мікроорганізми, зокрема, фітопатогенні гриби, бактерії, які є збудниками хвороб козлятнику. Нагромаджуючись у ґрунті, вони спричиняють пригнічення росту рослин і знижують урожайність сільськогосподарських культур [3, 11, 20, 21, 25]. Проте, вплив фітопатогенних мікроорганізмів на азотфіксуючий потенціал козлятнику досліджено недостатньо.

Щоб підвищити резистентність рослин до впливу фітопатогенних мікроорганізмів, потрібно досконало вивчити і зрозуміти механізм взаємодії в системі бобові рослини – бульбочкові бактерії – фітопатогенні мікроорганізми, що дасть змогу навіть впливати на ці процеси, регулюючи їх, що значно покращить функціонування цієї системи.

Нині світова і вітчизняна тенденція ведення землеробства зорієнтована в основному на екологічний напрям, який передбачає зменшення хімічного навантаження на агросферу. Тому, застосування нових бактеріальних препаратів на основі бульбочкових бактерій є обов'язковим і економічно й екологічно доцільнішим елементом технології вирощування бобових культур. Важливою функціональною ланкою системи ґрунт – мікроорганізм – рослина є мікробіом ризосфери, що являє собою складне угруповання різноманітних мікроорганізмів, які взаємодіють на основі екологічних і трофічних потреб і зв'язків. Відомо, що визначальним фактором мікробного ценозу ризосфери є рослина [2]. Проте, мікробне угруповання є сприйнятливим щодо дії будь-яких чинників навколишнього середовища [3, 5, 6]. Для мікробного ценозу ризосфери характерна здатність стабілізувати рівновагу. Дія ж абіотичних і біотичних чинників порушує цю рівновагу [2, 12].

Досліджуючи кількісний та якісний склад мікробних угруповань ризосфери козлятнику східного, властивості домінуючих видів, можна зрозуміти процеси, які відбуваються у ґрунті ризосфери. Наприклад, розповсюдження в ґрунті видів, які засвоюють мінеральні форми азоту, свідчить про активний перебіг процесів мінералізації органічних речовин. Показником родючості ґрунту може бути превалювання ферментативно активних видів, які розріджують желатин, пептонізують молоко, гідролізують крохмаль тощо. Домінування у ґрунті факультативно-анаеробних видів може вказувати на погіршення умов аерації ґрунту. Про посилення фунгістатичного потенціалу ґрунту свідчить наявність сприятливих умов для розмноження бактеріальної мікробіоти. Наявність спорових бактерій свідчить про забезпеченість ґрунту органічним джерелом азоту та про активність мінералізаційних процесів [2, 7, 10].

Важливими є питання формування мікробного оточення, яке сприяє реалізації ефективної взаємодії козлятнику східного, сої з асоціативними мікроорганізмами. Такі дослідження впливу інтродукованих мікроорганізмів на кількісний і якісний склад мікробіому ризосфери рослин та його активність мають сприяти ширшому застосуванню біопрепаратів при вирощуванні однорічних і багаторічних бобових культур.

У наших дослідженнях ґрунту ризосфери козлятника східного показано, що біомаса бактерій при застосуванні мінеральних добрив збільшувалася порівняно з варіантом без добрив у понад 1,42 рази, при застосуванні ризобофіту та ризобофіту з  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – в 1,84 і 1,78 рази відповідно. Зростала також чисельність олігонітрофільних бактерій, що беруть участь у

трансформуванні рештків органічної речовини в 1,56 раза, а стрептоміцетів – у 2,9 раза. Показником мобілізаційних процесів у ґрунті є також целюлозоруйнівні мікроорганізми. Вміст цих мікроорганізмів у 8,5 і 8,7 раза вищий за внесення різних добрив і норм порівняно з контролем. Внесення різних норм мінеральних добрив значно поступається за кількістю целюлозоруйнівних мікроорганізмів варіантам з використанням ризобіфіту. Вміст мікроскопічних грибів мав тенденцію до збільшення від контролю до мінерального фону і до варіантів із застосуванням ризобіфіту (табл. 2).

Підвищення чисельності бацил і стрептоміцетів у ґрунті ризосфери козлятника східного із застосуванням ризобіфіту і мінеральних добрив свідчить про глибшу деструкцію органічної речовини. Ці групи мікроорганізмів засвоюють сполуки, які часто недоступні для неспорівих бактерій, а розвиваються на субстраті бідному на доступні сполуки [2]. Якщо порівнювати з контролем варіанти із застосуванням ризобіфіту і мінеральних добрив за різних норм, то вони поступаються зазначеним варіантам.

Дослідження мікрофлори ґрунту під посівами сої і попередників, які реагують на вплив зовнішніх чинників та слугують індикаторами стану екосистеми і сукцесійних процесів, що в ній відбуваються, є надзвичайно актуальним. Показано, що співвідношення різних екологічно-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів змінюється залежно від рослини. Так, чисельність амоніфікаторів зі зміною культури (соя ► люпин ► пшениця ► ріпак) зменшувалась з  $18,7 \cdot 10^6$  до  $4,3 \cdot 10^6$ , аналогічна закономірність спостерігалася для оліготрофів і педотрофів (табл. 3).

Таблиця 2

Кількість і біомаса мікроорганізмів у сірому лісовому середньосуглинковому ґрунті при вирощуванні *Galega oritntalis* L. за різних видів добрив і норм їх унесення (середні дані за 2012–2014 рр.)

Варіант	Біомаса бактерій, т/га	Бактерії				Мікроскопічні гриби	Стрептоміцети	Целюлозоруй-нівні
		амоніфікуючі	Споро утворюючі	педотрофні	Оліготрофільні			
		МПА	МПА + СА	ГА	Середовище Ешбі			
10 <sup>6</sup> КУО/г сухого ґрунту							тис/г сухого ґрунту	
Контроль – без добрив	5,0	12	4,2	92	223	3,9	52	4,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	6,2	21	8,1	168	288	4,8	85	12,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,1	30	8,2	180	302	4,9	102	25,3
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	7,4	34	8,9	184	299	4,1	116	26,9
ризобіфіт	9,2	48	10,2	242	341	4,7	143	40,8
Ризобіфіт + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,9	51	10,9	253	350	5,1	151	41,7
НІР <sub>0,5</sub>	1,0	3,5	1,5	17	25	0,5	21	2,1

Примітка. МПА – м'ясопептонний агар; СА – сусло-агар; КАА - крохмаль-аміачний агар; ГА - агаризована ґрунтова витяжка.

Чисельність різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ґрунті під посівами сої та інших сільськогосподарських культур

Культура	Чисельність ґрунтових мікроорганізмів (КУО на 1 г абс. сухого ґрунту)					%
	Мікроміцети • 10 <sup>3</sup>	Амоніфікатори • 10 <sup>6</sup>	Оліготрофи • 10 <sup>6</sup>	Педотрофи • 10 <sup>6</sup>	Бактерії, що асимілюють мінеральний азот, • 10 <sup>6</sup>	
Соя	21	18,7	14,4	11,8	6,2	120
Люпин	28	13,5	12,1	9,4	8,5	101
Пшениця	30	8,6	6,3	7,0	9,1	60
Ріпак	31	4,3	3,1	4,0	9,4	51
НІР <sub>05</sub>	1,5	1,6	1,9	1,5	1,0	10

Примітка: середні значення за роки досліджень

Аналогічні зміни виявлено і в динаміці чисельності мікрофлори, що, вочевидь, зумовлено певними процесами надходження і розкладання органічної речовини. Найчисленніша група сапрофітних мікроорганізмів – бацили переважають у ґрунті за сумісного застосування мінеральних добрив і ризобіофіту у фазі цвітіння козлятнику на 2-й та 3-й рік вирощування, проте кількість олігонітрофільних бактерій водночас зменшується. Для мікроскопічних грибів різниця у варіантах дослідіу незначна.

Показано, що показники оліготрофності та педотрофності ґрунту зростали зі зміною культури у такому порядку (соя ► люпин ► пшениця ► ріпак) і свого максимального значення сягали при вирощуванні ріпаку та становили відповідно 1,20 і 2,40. Підвищення показника педотрофності свідчить про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту, зокрема гумусових сполук, а збільшення оліготрофності ґрунту вказує на зниження вмісту в ґрунті поживних речовин, зокрема доступного азоту (табл. 4).

Таблиця 4

Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті під посівами сої та інших сільськогосподарських культур

Варіант (культура)	Коефіцієнт оліготрофності	Коефіцієнт педотрофності	Коефіцієнт мінералізації-імобілізації
Соя	0,30	0,45	0,60
Люпин	0,41	0,56	0,84
Пшениця	0,94	1,27	1,07
Ріпак	1,20	2,40	1,42

Мінімальними ці показники були при вирощуванні сої і становили: коефіцієнт оліготрофності – 0,30, коефіцієнт педотрофності – 0,45, що в 4 та в 5,3 разів менше порівняно до максимальних значень цих показників при вирощуванні ріпаку. Напруженість мінералізаційних процесів у ґрунті теж збільшувалася пропорційно, від сої до ріпаку, і

максимального значення сягала для ріпаку, коефіцієнт мінералізації-імобілізації складав 1,42, що в 2,4 раза вище, ніж при вирощуванні сої.

У наших дослідженнях біомаса бактерій при застосуванні мінеральних добрив збільшувалася порівняно з варіантом без добрив у понад 1,2 раза, при застосуванні *Bradyrhizobium japonicum* M8 (ризобіфіту) і сумісному застосуванні з N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – в 1,7 і 1,4 раза відповідно. Тобто, застосування мінеральних азотних добрив знижувала азотфіксуючий потенціал сої. Чисельність олігонітрофільних бактерій, що беруть участь у трансформуванні залишкових кількостей органічної речовини в 1,77 раза, а стрептоміцетів – у 2,15 раза. необхідно також зазначити, що ґрунт варіанта з ризобіфітом і сумісно з мінеральним удобренням характеризувався максимальним вмістом целюлозоруйнівних мікроорганізмів у 11,0 і 9,5 раза вищим, порівняно з контролем. Вміст мікроскопічних грибів мав тенденцію до збільшення від контролю до мінерального фону і до варіантів з застосуванням ризобіфіту.

Отримані результати досліджень підтверджують, що мобілізаційні процеси у ґрунті з застосуванням добрив та ризобіфіту позитивно впливають на життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів [5,6].

Нами встановлено, що основним збудником бактеріозу козлятнику є *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, що уражує усі наземні частини рослини. Збудником є поліфаг, що, зазвичай, спричинює чорно-коричневі некротичні плями, тому назва хвороби має такі синоніми: бактеріальна плямистість, чорна плямистість, коричнева дрібна плямистість [8, 24, 25].

Встановлено, охарактеризовано і проілюстровано найрозповсюдженіші грибні хвороби козлятнику східного (рис. 2), якими виявилися іржа, бура плямистість, рамуляріоз, церкоспороз, хоча козлятник вважають достатньо резистентною рослиною [20].

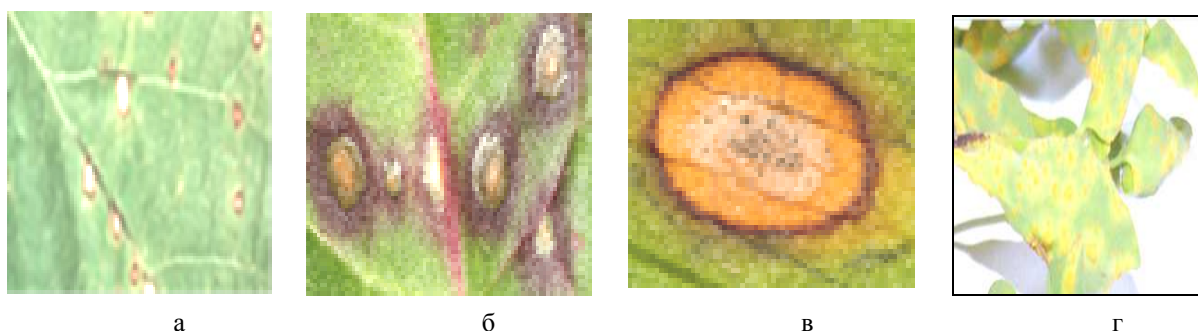


Рис. 2. Грибні хвороби козлятнику східного: а) церкоспороз; б) рамуляріоз; в) бура плямистість (філостикоз); г) іржа

Бактеріальні хвороби сої зареєстровані усюди, де її вирощують. Найбільш поширеними і шкодочинними бактеріозами сої є *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість) та *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз). Крім цих збудників на сої паразитують: *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Ralstonia solanacearum*, *Pantoea agglomerans*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* та бактерії, які виявлено у поодиноких випадках – *Pseudomonas viridiflava*, *Bacterium tatonense*, *Xanthomonas heterocea*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (рис.3) [14, 19, 21, 33].

Хвороби сої за штучного зараження можуть спричинювати також *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas fabae*, *Xanthomonas campestris* pv. *cannabis*, *Xanthomonas campestris* pv. *alfalfae* [21].

Встановлено, що найпоширенішими грибними хворобами є аскохітоз, фузаріоз, іржа, церкоспороз, септоріоз, борошниста роса, пероноспороз (несправжня борошниста роса (рис. 4) [3, 21].

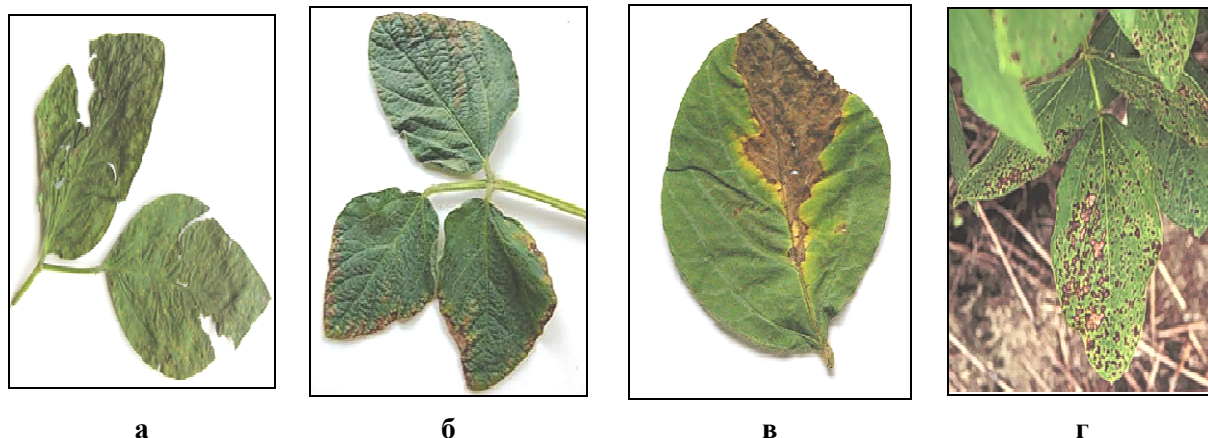


Рис. 3. Бактеріальні хвороби сої: а) кутаста плямистість (збудник *Pseudomonas savastanoi* рв. *glycinea*; б) пустульний бактеріоз (збудник – *Xanthomonas axonopodis* рв. *glycines*); в) дикий опік (збудник – *Pseudomonas syringae* рв. *tabaci*); г) іржаво-бура плямистість (збудник – *Curtobacterium flaccumfaciens* рв. *flaccumfaciens*)

Основною функцією бобово-ризобіальної системи є процес азотфіксації [5, 6, 26, 27], тому важливо було з'ясувати вплив бактеріальних й грибних метаболітів на нітрогеназну активність бульбочок (табл. 5).

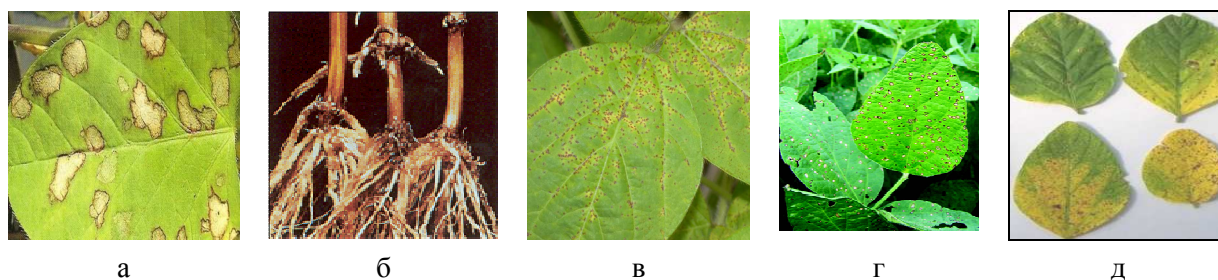


Рис. 4. Грибні хвороби сої: а – аскохітоз (збудник – *Ascochyta sojaecola*); б – фузаріоз (збудник – *Fusarium gibbosum* App. Et Wr.; *F. oxysporum* Schl.; *F. oxysporum*); в – іржа (збудник – *Uromyces sojae* Syd); г – церкоспороз (збудник – *Cercospora kikuchii*); д – септоріоз ((збудник – *Septoria glycines* T.)

Таблиця 5

Вплив культуральної рідини фітопатогенних бактерій і грибів на нітрогеназну активність бульбочок козлятнику східного сорту Кавказький бранець та сої сорту Горлиця

Варіант	Нітрогеназна активність, мкмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / год	
	на 1 рослину за годину	на 1г бульбочок за годину
Контроль (поживне середовище для бактерій)	4,45 ± 0,39	5,03 ± 0,43
Контроль (поживне середовище для грибів)	3,14 ± 0,28	3,57 ± 0,15
Культуральна рідина <i>Pseudomonas syringae</i> рв. <i>syringae</i> ,	0,09 ± 0,04	відсутня
Культуральна рідина <i>Xanthomonas</i> sp. P14	0,29 ± 0,10	0,12 ± 0,01
Культуральна рідина <i>Uromyces galegae</i> P15	0,04 ± 0,01	відсутня
Культуральна рідина <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> рв. <i>flaccumfaciens</i>	відсутня	відсутня
Культуральна рідина <i>Fusarium gibbosum</i> App.	відсутня	відсутня



Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Xanthomonas* sp. P14 та *Uromyces galegae* P15 на симбіотичну систему козлятник східний – бульбочкові бактерії показали, що під їхньою дією знижувалась нітрогеназна активність бульбочок порівняно з контрольним варіантом, а при замочуванні бульбочок у культуральній рідині *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* і *Uromyces galegae* P15 азотфіксація взагалі була відсутня.

Аналогічні результати були отримані і для сої.

Інокуляція насіння козлятнику східного і сої активними штамми бульбочкових бактерій *Rhizobium galegae* Л2 й *Bradyrhizobium japonicum* М8 пом'якшувала негативний вплив фітопатогенів на рослини козлятнику та сої.

### Висновки

Вирощування козлятнику східного й сої з використанням ризобіофіту, виготовленого на основі бульбочкових бактерій *Rh. galegae* Л2 й *Bradyrhizobium japonicum* М8 істотно впливає на формування ґрунтової мікробіоти, при цьому у ґрунті відбувається збільшення її біомаси. Зростає чисельність спороутворюючих, олігонітрофільних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів. Підвищується рівень біологічної активності ґрунту, зокрема інтенсивності виділення CO<sub>2</sub> і поглинання O<sub>2</sub>, а також амоніфікуючої та нітрифікуючої активності. Певні зміни спостерігали і в динаміці чисельності мікроорганізмів, що зумовлено своєрідністю перебігу процесів надходження і розкладання органічної речовини у варіантах з ризобіофітом. Отримані дані свідчать, що мобілізаційні процеси у ґрунті з ризобіофітом відбуваються інтенсивніше, ніж за вирощування козлятнику східного без добрив.

Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Xanthomonas* sp. P14 та *Uromyces galegae* P15 на симбіотичну систему козлятник східний – бульбочкові бактерії показали, що під їхньою дією знижувалась нітрогеназна активність бульбочок порівняно з контрольним варіантом, а при замочуванні бульбочок у культуральній рідині *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* і *Uromyces galegae* P15 азотфіксація взагалі була відсутня.

1. Артемов І. В. Козлятник восточный в Центральнoчерноземной зоне / І. В. Артемов, В. М. Первушин, Т. Г. Белоножкіна // Кормoпроизводство. — 1994. — № 4. — С. 7—12.
2. Гадзало Я. М. Агрoбіологія ризосфeры растений: монографія / Я. М. Гадзало, Н. В. Патыка, А. С. Зарішняк. — К. — Аграрна наука, 2015. — 386 с.
3. Гвоздяк Р. І. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин: [монографія: в 3-х т.] / [Р. І. Гвоздяк, Л. А. Пасічник, Л. М. Яковлева та ін.]. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс». Т. 1. — 2011. — 444 с.
4. Генетические основы селекции клубеньковых бактерий / [Б. В. Симаров, А. А. Аронштам, Н. И. Новикова и др.]. — Л.: Агрoпромиздат, 1990. — 192 с.
5. Коць С. Я. Біологіческая фіксація азота: бoбово-ризобіальний симбіоз / Коць С. Я., Моргун В. В., Патыка В. Ф., и др.: [монографія: в 4-х т.]. — К.: Логос, Т. 1. — 2010. — 508 с.
6. Коць С. Я. Біологіческая фіксація азота: бoбово-ризобіальний симбіоз: / С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка, С. М. Маличенко, П. Н. Маменко, Д. А. Киризий, Л. М. Михалків, С. К. Береговенко, Н. Н. Мельнікова [монографія: в 4-х т.]. — Т. 2. — К.: Логос, 2011. — 523 с.
7. Патыка В. П. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / В. П. Патыка, І. А. Тихонович., І. Д. Філіп'єв, В. В. Гамаюнова, І. І. Андрусенко // Київ: Урожай, 1993. — 176 с.
8. Патыка В. П. Діагностика фітопатогенних бактерій. Методичні рекомендації / В. П. Патыка, Л. А. Пасічник, Л. А. Данкевич та ін.; За ред. В. П. Патыки. — Київ, 2014. — 76 с.
9. Патыка В. П. Біологічний азот у системі землеробства / В. П. Патыка, Т. Т. Гнатюк, Н. М. Булеца, Л. В. Кириленко // Землеробство. — 2015. — № 2. — 89. — С. 12—20.
10. Патыка В. П. Роль біологічного азоту в системі збереження й відтворення родючості ґрунтів у сучасному землеробстві / В. П. Патыка // Шляхи підвищення ефективності використання землі в сучасних умовах / наукове видання за ред. В. Ф. Камінського. — 2016. — С. 52—74.
11. Пересыпкин В. Ф. Атлас болезней полевых культур / В. Ф. Пересыпкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Київ : Урожай, 1987. — 144 с.



12. *Петриченко В. Ф.* Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем / [В.Ф. Петриченко, І.А. Тихонович, С.Я. Коць та ін.] // Вісник аграрної науки. — 2012. — № 8. — С.5—11.
13. *Савенко В. С.* Вирощування козлятнику східного на корм та насіння в західному лісостепу України (рекомендації) / В.С. Савенко— Тернопіль, ТОВ «Поліграфіст», 1995. — 17 с.
14. *Савенко В. С.* Козлятник східний / В.С. Савенко. — Тернопіль: Економічна думка, 2000. — 292 с.
15. *Семенова Н. М.* Перспективы внедрения козлятника восточного в Зауралье / Н. М. Семенова // Козлятник восточный проблемы возделывания и использования: тез. докл. I Всесоюзного научно-производственного семинара. Челябинск. 1991. С. 24—26.
16. *Сергеева Н. А.* Формирование продуктивности козлятника восточного в зависимости от режима использования на выщелоченных черноземах юга лесостепи Нечерноземья: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.01. «Общее земледелие» / Сергеева Наталья Александровна. — Пенза, 2011. — 23 с.
17. *Сидорова К. К.* Симбиогенетика и селекция макросимбионта на повышение азотфиксации на примере гороха (*Pisum Sativum L.*) / К.К. Сидорова и др. // Вестн. ВОГиС. — 2010. — Т. 14. — № 2. — С. 357—374.
18. *Сидорова К. К.* Генетическая роль бобового растения в симбиотической азотфиксации (на примере *Pisum sativum*) / К.К. Сидорова, В.К. Шумный // Сибир. эколог. журн. — 1999. — № 3. — С. 281—288.
19. *Смирнов В. В.* Бактерии рода *Pseudomonas* / В.В. Смирнов, Е.А. Киприанова; [Отв. ред. Б.Е. Айзенман]. — К.: Наукова думка, 1990. — 264 с.
20. *Хвороби козлятника східного: моніторинг, діагностика, профілактика. Методичні рекомендації.* За редакцією академіків НААН В.П. Патики, В.Ф. Петриченка. — «Віндрук», 2016. — 48 с.
21. *Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист: [монографія]* / В.Ф. Петриченко, В.П. Патики, Л.А. Пасічник, та ін.; За ред. академіків НААН В.Ф. Петриченка, В.П. Патики. — Вінниця: «Віндрук», 2016. — 106 с.
22. *Черемисов Б. М.* Селекция бобовых растений и клубеньковых бактерий на интенсификацию их симбиоза / Б.М. Черемисов. — М., 1985. — 61 с.
23. *Andronov E. E.* Symbiotic and genetic diversity of *Rhizobium galegae* isolates Collected from the *Galega orientalis* Gene Center in the Caucasus / E.E. Andronov, Z. Terefework, M. L. Roumyantseva // J. Appl. Bacteriol. — 2003. — Vol. 69. — P. 1067—1074.
24. *Kirilenko L.* Influence of biological products on the microbiocenosis soil in the rhizosphere of *Galega oritntalis L* / Lyudmyla Kirilenko, Volodymyr Patyka // Science and World, International scientific journal. — Volgograd, 2016. — № 12 (40). — P. 61—64
25. *Kirilenko L.* Influence plant pathogenic bacteria and fungi on the efficiency of the symbiotic system *Rhizobium galegae* — *Galega oritntalis L* / Lyudmyla Kirilenko, Antonina Kalinichenko, Volodymyr Patyka // Wybrane zagadnienia Rolnictwa i ekologii: [monografia]. — Opole, 2016. — P. 51—64
26. *Lindström K.* Metabolic properties, maximum growth temperatures and phage-typing as a means of distinguishing *Rhizobium* sp. (*Galega*) from other fast growing rhizobia / K. Lindström, S. Lehtomäki // FEMS Microbiol. Lett. — 1988. — 50. — P. 277—287.
27. *Lipsanen P.* Specificity of *Rhizobium (Galega)* — *Galega* interaction / P. Lipsanen, K. Lindstrom // Recognition in microbe—plant symbiotic and pathogenic interactions. NATO ASI Series, 1986. — Vol. № 4. — P. 113—114.
28. *Newton W. E.* Nitrogen fixation: some perspectives and prospects W.E. Newton // Proc. 1st European nitrogen fixation conference. — Szeged, 1994. — P. 1—6.
29. *Rhizobiaceae.* Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / Под ред. Спайнка Г., Кондороши А., Хукаса П. Рус. перевод под ред. Тихоновича И. А., Проворова Н. А. — СПб., 2002. — 567 с.
30. *Singh G.* The Soybean. Botany, Production and Uses / Ed. by G. Singh. — Wallingford, UK: CABI, 2010. — 494 p.
31. *Symbiotic and Genetic Diversity of Rhizobium galegae* Isolates Collected from the *Galega orientalis* Gene Center in the Caucasus / [E.E. Andronov, Z. Terefework, M.L. Roumiantseva et al.] // Appl Environ Microbiol. — 2003. — 69(2). P. — 1067—1074.
32. *Virtanen A. I.* Biological nitrogen fixation / A.I. Virtanen, J.K. Miettinen // Plant Physiology — 1963. — P. 104—109.
33. *Webblock D. N.* DNA Homologies between *Rhizobium fredii*, *Rhizobia* that nodulate *Galega sp.*, and other *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species / D.N. Webblock, B.D.W. Jarvis // Int. J. Syst. Bacteriol. — 1986. — Vol. 36. — P. 550—558.

*В. Ф. Патыка, Л. В. Кириленко, А. А. Алексеев, О. М. Захарова, Т. Т. Гнатюк*  
 Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАН Украины  
 Винницкий национальный аграрный университет

**ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ, ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ  
 НА МИКРОБИОМ ПОЧВЫ РИЗОСФЕРЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
 СИМБИОТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КЛУБЕНЬКОВЫЕ БАКТЕРИИ – СОЯ, КОЗЛЯТНИК**

Козлятник восточный и соя при выращивании без инокуляции ризобифитом (препаратом клубеньковых бактерий) существенно влияют на формирование почвенного микробиома, при этом в почве происходит уменьшение ее биомассы. Уменьшается численность спорообразующих, олигонитрофильных и целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Снижается уровень биологической активности почвы, в частности, интенсивности выделения CO<sub>2</sub> и поглощения O<sub>2</sub>, а также амонифицирующей и нитрифицирующей активности. Определенные изменения наблюдают и в динамике численности микроорганизмов, что обусловлено своеобразием течения процессов поступления и разложения органического вещества в вариантах с ризобифитом. Доказано, что в условиях жесткой инфекционной нагрузки кроме увеличения распространения и развития болезни наблюдается снижение эффективности функционирования бобово-ризобияльной системы. Это приводит к угнетению развития растений, о чем свидетельствует снижение надземной массы козлятника восточного и сои, их качества, массы корней по сравнению с контрольным вариантом.

*Ключевые слова: козлятник, соя, микробиом, биологическая активность почвы, бобово-ризобияльная система*

*V. P. Palyuka, L. V. Kyrylenko, O. O. Aliksieiev, O. M. Zakharova, T. T. Hnatiyk*  
 Institute of Microbiology and Virology NASU, Ukraine  
 Vinnytsia National Agrarian University, Soniachna, Ukraine

**INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS, PHYTOPATHOGENIC MICROORGANISM  
 ON THE MICROBIOM SOIL IN THE RHIZOSPHERE AND THE EFFICIENCY OF SYMBIOTIC  
 SYSTEM ROOT NODULE BACTERIA – SOYBEAN, GOAT'S-RUE**

The formation of soil microbiom is significantly affected by eastern galega and soybean for cultivation without rhizobofit inoculation (nodule bacteria specimen), thereby the soil is reducing its biomass. The number of spore-forming, oligonitrophile and cellulose-destructive microorganisms decreases. The level of biological activity of soil becomes lower, in particular, rate of evolution of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> absorption as well as amonification and nitrification activity. Some changes are observed in the abundance dynamics of microorganisms, which is based on the originality of flow and decomposition of organic matter processes in variant with rhizobofit. It is investigated that under strict infection pressure, aside from the spread and development of disease increasing, the legume-rhizobia system loss of efficiency is observed. This leads to the inhibition of plant growth as evidenced by the reduction in aboveground mass of eastern galega and soybean, their quality, mass of roots compared to a control variant.

*Keywords: goat's-rue, soybean, microbiom, biological activity of soil, legume-rhizobia system*

Рекомендує до друку  
 В. В. Грубінко

Надійшла 07.02.2017