

reached 62.0-73.0% for 10 days and was maximum (82%) when using association strains. In the process of biodegradation of oil hydrocarbons by the association of strains of *P. cepacia* ONU-327 and *P. fluorescens* ONU-328 (1: 1 by volume), the concentration of oil hydrocarbons over the entire exposure time (30 days) decreased by 10-11 times compared to the initial concentration - 500 mg/l. Less noticeable synergism of the destructive properties of the association of the studied strains of microorganisms was observed during the destruction of the "biologically rigid" surfactant of the cationic type, N-cetylpyridinium bromide. The degree of purification of water from N-cetylpyridinium bromide on day 7 was 60% (from its initial concentration of 20 mg/l) with a single injection of strains *P. cepacia* ONU-327 and *P. fluorescens* ONU-328 in an amount (10.0×10^4 - 5.0×10^4) CFU/ml. Both strains of bacteria of the genus *Pseudomonas* showed resistance against highly toxic ions Pb(II), Zn(II), Cr(VI). In the detoxification of Pb(II) and Zn(II) ions with their initial concentration in solutions of 60 mg/l and 20 mg/l, the degree of water purification by free cells of bacteria *P. cepacia* ONU-327 reached 99.6% and 84.0% respectively; free cells of bacteria *P. fluorescens* ONU-328 - 93.2% and 53.5%, respectively. The efficiency of the process of water purification from heavy metal ions was increased by using immobilized cells of *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 and their associations (1: 1 by volume) in the bioflocula. This increase was especially noticeable for Cr(VI), from 42.4% (using free bacterial cells) to 93.0-99.9% (using bacterial cells immobilized in the biofloculum) at the initial "threshold" concentration of Cr(VI) in aqueous solutions 70 mg/l. The polyfunctionality of biotechnological properties inherent in the strains of *P. cepacia* ONU-327, *P. fluorescens* ONU-328 makes it possible to recommend them for widespread use in biotechnology of purification of multi-component wastewater containing ions of heavy metals, difficult to oxidize cyclic aromatic xenobiotics.

Key words: *Pseudomonas cepacia* ONU-327, *Pseudomonas fluorescens* ONU-328, destructors of cyclic aromatic xenobiotics, sorbents of heavy metal ions

Рекомендує до друку
Н. М. Дробик

Надійшла 24.01.2018

УДК 579.84:631.427.2:631.461:632:35:633/635

В. П. ПАТИКА

Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, 03143

МІКРОБІОМ РОСЛИН У БІОКОНТРОЛІ ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ

Наведено результати дослідження кількісного та якісного складу мікробних угруповань ризосфери пшениці, сої, козлятника, люпину, ріпаку, перцю пряного. Дослідження амоніфікуючої та нітрифікуючої здатності ґрунту при вирощуванні досліджуваних рослин показали, що використання мінеральних добрив, а особливо біопрепаратів позитивно впливає на ці показники. Показано, що вирощування рослин без добрив порівняно з використанням мінеральних добрив і біопрепаратів сприяє збільшенню виділення CO₂ у 2 рази. Такі самі закономірності спостерігали і за визначення поглинання O₂. Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* рв. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* рв. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* рв. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріозу), *Ascochyta sojaecola* Abramov

(аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку спостерігається зниження ефективності функціонування бобово-ризобіальної системи.

Ключові слова: соя, козлятник, пшениця, жито, ріпак, перець, мікробіом, фітопатогенні мікроорганізми

Вступ. Важливою функціональною ланкою системи ґрунт – мікроорганізм рослина є мікробіоценоз 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 (ризоплани) є рослина [5,14-16]. Завдяки біологічним особливостям, що зумовлюють формування рослинно-мікробних систем у ризосфері, з'являється можливість використовувати мікробні агенти біоконтролю для управління поширення хвороб, зокрема фітопатогенних бактерій, що, соєю чергою, створює умови для підтримки ефективності управління за участю природних біологічних механізмів [6]. Проте, мікробне угруповання є сприйнятливим щодо дії будь-яких чинників навколишнього середовища [5,6]. Для мікробного ценозу ризосфери характерна здатність стабілізувати рівновагу. Дія ж абіотичних і біотичних чинників порушує цю рівновагу [5,6,11].

Важливими є питання формування мікробного оточення, яке сприяє реалізації ефективної взаємодії рослин з асоціативними мікроорганізмами. Досліджуючи кількісний та якісний склад мікробних угруповань ризосфери пшениці, сої, козлятника, люпину, ріпаку, перцю пряного, властивості домінуючих видів, можна зрозуміти процеси, які відбуваються у ґрунті ризосфери [18,23].

Метою проведених досліджень було визначення різноманітності мікробіому рослин у біоконтролі фітопатогенних бактерій.

Матеріал і методи досліджень

Мікробіологічні аналізи проводили за допомогою методики розведення ґрунтових суспензій з використанням живильних селективних середовищ [4,9,10]. Враховувалась загальна чисельність амоніфікуючих бактерій на м'ясопептонному агарі (МПА), спороутворюючі бактерії – м'ясо-сусловому агарі (МПА+СА), стрептоміцети і бактерії, що засвоюють мінеральний азот – крохмало-аміачному агарі (КАА), олігонітрофільні мікроорганізми на середовищі Ешбі, целюлозоруйнуючі на середовищі Гетчінсона, мікроскопічні гриби - сусло-агарі (СА), крім того, враховувались бактерії, що ростуть на агаризованій ґрунтовій витяжці (ГА).

Розміри продуктивності бактеріальних клітин і продукцію біомаси бактерій визначали, сумуючи всі достовірні підйоми чисельності або, відповідно, біомаси бактерій за період спостережень [1,2].

Мікробний пейзаж вивчали методом капілярної педоскопії [17] у модифікації Т.В. Аристовської [1].

Амоніфікуючу активність ґрунту визначали за інтенсивністю мінералізації пептону, нітрифікуючу – при компостуванні ґрунту з додаванням розчину $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ [3,10]. Інтенсивність «дихання» ґрунту визначали по виділенню CO_2 і поглинанню O_2 манометричним методом на апараті Варбурга [13].

Математична обробка експериментальних даних проводилась у відповідності з методикою Б.А. Доспехова [8].

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження мікрофлори ризосфери ґрунту під посівами сільськогосподарських рослин, 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 еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів змінюється залежно від рослини [19-23,25]. Дані наведені в табл. 1.

Чисельність ґрунтових мікроорганізмів під посівами сільськогосподарських культур

Культура	Чисельність ґрунтових мікроорганізмів (КУО на 1 г абс. сухого ґрунту)					%
	Мікроміцети •10 ³	Амоніфікатори •10 ⁶	Оліготрофи •10 ⁶	Педотрофи •10 ⁶	Бактерії, що асимілюють мінеральний азот, •10 ⁶	<i>Azotobacter</i>
Пшениця	30	8,6	6,3	7,0	9,1	60
Жито	24	12,1	8,7	6,8	8,9	71
Соя	21	18,7	14,4	11,8	6,2	120
Люпин	28	13,5	12,1	9,4	6,5	101
Козлятник	19	16,5	12,8	10,2	7,6	98
Ріпак	31	4,3	3,1	4,0	9,4	51
Перець пряний	28	12,9	13,0	7,8	8,6	89
НР ₀₅	11	2,7	2,0	1,6	1,6	21

Як видно з табл.1, для бобових вміст амоніфікаторів був у – 1,5 і більше разів вищим, ніж при вирощуванні злакових, 3,5 і більше хрестоцвітої культури ріпаку, що свідчить про значне збагачення ґрунту органічною речовиною рослинного походження та забезпечення амонійним азотом за рахунок його фіксації з повітря. Відповідні зміни чисельності спостерігались у випадку з бактеріями, що використовують для свого живлення мінеральний азот. Максимальна чисельність цих мікроорганізмів у ґрунті була відзначена при вирощуванні ріпаку, пшениці, жита, перцю і становила відповідно – 9,4; 9,1; 8,9; 8,6 млн. КУО / г абс. сухого ґрунту. Це свідчить про значне використання цими культурами мінерального азоту. Позитивний баланс спостерігали і для азотобактера. Що стосується мікроміцетів, то слід зазначити, що коливання їх чисельності не було таким значним, як бактеріальної флори, але в агроценозах пшениці, люпину, ріпаку, перцю вона була вищою, ніж у ґрунті під соєю, козлятником, житом.

Для того, щоб оцінити спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті під посівами сої та інших сільськогосподарських культур здійснювався розрахунок коефіцієнтів оліготрофності, педотрофності та коефіцієнта мінералізації-імобілізації (табл. 2).

Таблиця 2

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

Варіант (культура)	Коефіцієнт оліготрофності	Коефіцієнт педотрофності	Коефіцієнт мінералізації-імобілізації
Пшениця	0,94	1,27	1,07
Жито	0,79	0,98	0,94
Соя	0,30	0,45	0,60
Люпин	0,41	0,56	0,84
Козлятник	0,42	0,40	0,59
Ріпак	1,20	2,40	1,42
Перець пряний	0,84	0,91	1,03

Як видно з табл. 2, показники оліготрофності та педотрофності ґрунту зростали зі зміною культури у такому порядку (соя → люпин → козлятник → жито → перець → 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.

Мінімальними ці показники були при вирощуванні сої і становили: коефіцієнт оліготрофності – 0,30; коефіцієнт педотрофності – 0,45, що в 4 та в 5,3 рази 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 рази вище, ніж при вирощуванні сої. Сукцесійно-динамічні зміни мікробного угруповання ґрунту пов'язані, в першу чергу, з впливом на біоценоз вирощуваних культур та абіотичних чинників, таких як температура та вологість.

У дослідженнях біомаса бактерій при застосуванні мінеральних добрив збільшувалася порівняно з варіантом без добрив у понад – 1,2 і більше разів, при застосуванні біопрепаратів (ризобіфіт, діазофіт) в 1,8 і більше разів. Тобто застосування мінеральних азотних добрив знижувало азотфіксувальний потенціал бобових культур. Чисельність олігонітрофільних бактерій, що беруть участь у трансформуванні залишкових кількостей органічної речовини в 1,6 разів, а стрептоміцетів – у 2,1 разів.

Дослідження амоніфікуючої та нітрифікуючої здатності ґрунту при вирощуванні досліджуваних рослин показали, що використання мінеральних добрив, а особливо біопрепаратів позитивно впливає на ці показники.

Результати досліджень показали, що вирощуванні рослин без добрив порівняно з використанням мінеральних добрив і біопрепаратів сприяє збільшенню виділення CO₂ у 2 рази (табл. 3).

Таблиця 3

Інтенсивність виділення CO₂ і поглинання O₂ ґрунтом при вирощуванні досліджуваних рослин за різних видів добрив

Варіант	Інтенсивність виділення CO ₂ і поглинання O ₂ , мкг/г	
	CO ₂	O ₂
Контроль – без добрив:		
соя	2,8	2,3
козлятник	3,2	2,8
пшениця	2,4	2,1
ріпак	3,0	2,8
перець	1,9	2,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ :		
соя	5,4	5,1
козлятник	4,1	4,5
пшениця	4,3	5,0
ріпак	4,9	4,8
перець	4,8	5,3

Примітка: $x/P = 0,05$; $t_{st} = 3,31$

Такі самі закономірності спостерігали і за визначення поглинання O₂. При вирощуванні сільськогосподарських культур без добрив у ґрунті складаються менш сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів, у результаті чого знижується його біологічна активність.

Важливе значення для уявлення про характер і функції мікроорганізмів, що населяють ґрунт, має вивчення мікробного пейзажу [18].

	<p>Рис. 1. Мікробний пейзаж дерново-підзолистого ґрунту при вирощуванні <i>Capsicum annum L.</i> без добрив. Зб. х 1000 1,2,3,4 – бактерії; 5,6 – гриби зі спороношенням; 7,8 – грибне спороношення; 9 – депресивний міцелій мікроскопічного гриба; 10 – стрептоміцет; 11 – проростаюча спора актиноміцету; 12 – амеба; 13 – нематода</p>
	<p>Рис. 2. Мікробний пейзаж дерново-підзолистого ґрунту при вирощуванні <i>Capsicum annum L.</i> з $N_{60}P_{60}K_{60}$ Зб. х 1000 1,2,3,4 – бактерії; 5 – бактерії на поверхні актиноміцету; 6 – мікроскопічні гриби; 7,8 – спороношення мікроскопічного гриба; 9 – скупчення бактерій на місці мацерованої грибної гіфи; 10 – спороношення актиноміцета; 11 – обростання актиноміцетом органічної частини; 12 – водорості; 13 – нематода.</p>
	<p>Рис. 3. Мікробний пейзаж дерново-підзолистого ґрунту при вирощуванні <i>Capsicum annum L.</i> з внесенням діазофіту Зб. х 1000; 1-8 – різноманітні форми бактерій; 9 – двохкомпонентний ценоз, що складається з мікроскопічного гриба і бактеріальної колонії; 10 – обростання грибної гіфи бактеріями; 11 – ланцюжок спороносних бактерій; 12 – плодоношення мікроскопічного гриба; 13 – актиноміцети; 14 – амеба; 15 – діатомові водорості.</p>

Нами на прикладі перцю встановлено, що вирощування *Capsicum annuum L.* із застосуванням мінеральних і бактеріального препарату діазофіту у порівнянні з варіантами без добрив підвищує густину мікробних обростань каналів капілярів і сприяє збільшенню якісної різноманітності складу мікроорганізмів, що їх заселяють. Серед мікроорганізмів домінуюче становище займають бактерії, які утворюють короткі ланцюжки клітин, мікроколонії і безформні скупчення (рис. 2 - (1-4), рис. 1 – (1-8)). По всьому полю зору розсіяні одинокі клітини спороутворюючих бактерій або їх невеличкі групки. Досить представницькими є мікроскопічні гриби (рис. 1 - (5-9), рис. 2 – (6-8), рис. 3 – (9,12)).

Із водоростей найбільше представницькою є група ціанобактерій, а з найпростіших – амеби. Привертає увагу, домінуюча присутність у ґрунті без добрив при вирощуванні *Capsicum annuum L.* нематод (рис. 1 - (13)), спостерігаються анастомози гриба. При внесенні мінеральних добрив також спостерігається присутність нематод (рис. 2.-(13)). Нематоди відсутні у варіанті з застосуванням діазофіту. Наявність нематод може слугувати показником несприятливого фітосанітарного стану ґрунту.

Якщо порівняти мікробні пейзажі дерново-підзолистого ґрунту за різних систем удобрення, то мікробні пейзажі ґрунту при використанні діазофіту характеризується найбільшою бактеріальною різноманітністю у порівнянні з варіантами удобрення (рис. 3.-(1-8)). Розташування бактеріальних асоціацій здебільшого хаотичне, групове.

Сукупність відносин, які складаються у біотичній спільноті, дуже складні, різноманітні і відповідають вище переліченим варіаціям залежно від того, стимулюється чи обмежується життєдіяльність кожного з них, і часто до кінця не вивчені. Це стосується перш за все відносин між ризобіями та фітопатогенними бактеріями [7, 24].

Нами на прикладі сої проведення вивчення впливу бактеріальних, грибних метаболітів та вірусної інфекції на нітрогеназну активність бульбочок. Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріоз), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку на симбіотичну систему соя – бульбочкові бактерії показали, що під їх дією змінюється азотфіксувальна активність бульбочок сої. При замочуванні бульбочок в культуральних рідинах та водному екстракті зазначених фітопатогенних мікроорганізмів значно знижувалась їх нітрогеназна активність у порівнянні з контрольним варіантом (табл. 5) [7, 19].

Таблиця 5

Вплив культуральної рідини фітопатогенних бактерій, грибів та ВМС на нітрогеназну активність бульбочок сортів сої [33]

Варіант	Нітрогеназна активність, мкмоль C ₂ H ₄			
	на 1 рослину за годину		на 1г бульбочок за годину	
	Горлиця	КиВін	Горлиця	КиВін
Контроль (поживне середовище для бактерій)	5,87 ± 0,29	4,88 ± 0,17	6,03 ± 0,38	5,23 ± 0,24
Контроль (поживне середовище для грибів)	4,53 ± 0,32	4,76 ± 0,21	4,35 ± 0,21	5,05 ± 0,18
Культуральна рідина <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,02	відсутня	відсутня
Культуральна рідина <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>	0,31 ± 0,09	0,20 ± 0,05	0,12 ± 0,01	відсутня
Культуральна рідина <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	0,24 ± 0,07	відсутня	0,09 ± 0,01	відсутня
Культуральна рідина <i>Fusarium oxysporum</i>	0,27 ± 0,06	відсутня	відсутня	відсутня
Культуральна рідина <i>Ascochyta sojaecola</i> Abramov	0,30 ± 0,12	0,14 ± 0,02	0,09 ± 0,01	Відсутня
Водний екстракт хворих рослин сої на вірусну мозаїку	5,33 ± 0,44	відсутня	5,76 ± 0,32	відсутня

Проте, при дії вірусу мозаїки сої (ВМС) зниження азотфіксувального потенціалу бульбочкових бактерій сої сорту Горлиця не виявлено. Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріозу), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку та симбіотичну систему соя сорту КиВін – бульбочкові бактерії показали, що під їх дією змінюється азотфіксувальна активність бульбочок сої. Це дає змогу зробити висновок, що дія фітопатогенних бактерій, грибів та вірусів (ВМС) на симбіотичний апарат сої залежала від сорту, виду та агресивності штаму.

Висновки

У наших дослідженнях для бобових вміст амоніфікатрів був у – 1,5 і більше разів вищим, ніж при вирощуванні злакових, 3,5 і більше хрестоцвітої культури ріпаку, що свідчить про значне збагачення ґрунту органічною речовиною рослинного походження та забезпечення амонійним азотом за рахунок його фіксації з повітря. Відповідні зміни чисельності спостерігались у випадку з бактеріями, що використовують для свого живлення мінеральний азот. Максимальна чисельність цих мікроорганізмів у ґрунті була відзначена при вирощуванні ріпаку, пшениці, жита, перцю і становила відповідно – 9,4; 9,1; 8,9; 8,6 млн. КУО / г абс. сухого ґрунту. Це свідчить про значне використання цими культурами мінерального азоту. Позитивний баланс спостерігали і для азотобактера.

Дослідження амоніфікуючої та нітрифікуючої здатності ґрунту при вирощуванні досліджуваних рослин показали, що використання мінеральних добрив, а особливо біопрепаратів позитивно впливає на ці показники.

Результати досліджень показали, що вирощуванні рослин без добрив порівняно з використанням мінеральних добрив і біопрепаратів сприяє збільшенню виділення CO₂ у 2 рази. Такі самі закономірності спостерігали і за визначення поглинання O₂.

Дослідження безпосереднього впливу фільтратів культуральних рідин *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (кутаста плямистість), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульний бактеріоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий опік), – *Fusarium oxysporum* (фузаріозу), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохітозу) та водного екстракту хворих рослин сої на вірусну мозаїку та симбіотичну систему соя сорту КиВін – бульбочкові бактерії показали, що під їх дією змінюється азотфіксувальна активність бульбочок сої.

1. Аристовская Т.В. Микробиология подзолистых почв. — М.-Л.: Наука, 1965. — 187 с.
2. Аристовская Т.В. Теоретические аспекты проблемы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. — Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. — Л.: 1972. — С.7—20.
3. Болотина Н.И. О методике определения нитрификационной активности почв / Болотина Н.И., Абрамова К.А. — Агрехимия. — 1964.- №3.- С.110-117.
4. Возняковская Ю.М. Питательные среды для изучения корневых микроорганизмов / Возняковская Ю.М., Широков О.Г. — Труды Всесоюзного НИИ с.-х. микробиологии. — 1958. -15. — С.156—163.
5. Гадзало Я.М. Агробиология ризосферы растений: монография /Гадзало Я.М., Патыка Н.В., Заришняк А.С. — К. — Аграрна наука, 2015.— 386 с.
6. Гадзало Я.М. Агроекологічна інженерія в біоконтролю ризосфери рослин та формуванні здоров'я ґрунту: науково-методичні рекомендації /Гадзало Я.М., Патыка Н.В., Заришняк А.С. — К.: Аграрна наука, 2017. — 44 с.
7. Гвоздяк Р.І. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин: [монографія: в 3-х т.] / Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М. та ін. — Т. 1. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. — 444 с.
8. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов. — М.: Колос, 1973. — 336 с.
9. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. — 286 с.
10. Експериментальна ґрунтова мікробиологія: монографія /[В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Л. М. Токмакова та ін.]; за наук. ред. В. В. Волкогона. — К.: Аграр. наук., 2010. — С. 154—156.

11. *Игнатов В. В.* Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / В. В. Игнатов. // М.: Наука. — 2005. — 262 с.
12. *Коць С. Я.* Биологическая фиксация азота: генетика азотфиксации, генетическая инженерия штаммов / [С. Я Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка, та ін.], монографія: в 4-х т. — Т. 3. — К.: Логос, 2011. — 404 с.
13. *Лыков А.М.* К методике манометрического определения биологической активности почвы с применением аппарата Варбурга / Лыков А.М., Вьюгин С.М. . — Известия ТСХА, 1973. — № 4. — С.196—199.
14. *Патыка Н.В.* Роль *Linum usitatissimum l.* в формировании микробных сообществ подзолистых почв / Круглов Ю.В., Бердников А.М., Патыка В.Ф. //Мікробіологічний ж-л. — 2008. — 70. — № 1. — С. 59—70.
15. *Патика М.В.* Сучасні проблеми біорізноманітності і зміни клімату / Патика М.В., Патыка В.П. //Вісник аграрної науки. — 2014. — № 6. — С. 5—10.
16. *Патика В.П.* Мікробний біом різних ґрунтів й ґрунтово-кліматичних зон Полтавської області / Патика В.П., Тараненко С.В., Тараненко А.О., Калініченко А.В. // Мікробіологічний ж-л. — 2014. — № 5. — С. 20—25.
17. *Перфильев Б.В.* Капиллярные методы изучения микроорганизмов / Перфильев Б.В., Габбе Д.Р. — М.- Л.: Изд. АН СССР, 1961. — 534 с.
18. *Симочко Л.Ю.* Роль *Capsicum annum L.* у формуванні мікробної спільності дерново-підзолистих ґрунтів Закарпаття /Симочко Л.Ю., Кормош С.М., Патика В.П. //Вісник Харківського Національного аграрного університету.Серія біологія. — 2011. — Вип. 2 (23) . — С.95—104.
19. *Aliksieiev O.O.* Influence of biological products of the microbiom soil in the rhizosphere of *Glicine max* (L) Merr / Aliksieiev O.O., Patyka V.F. //SCIENSE AND WORLD. International scientific journal. — 2016. — II. —№12 (40). — P. 54—58.
20. *Brozowska A.* Development of residential areas in harmony with nature //Transformation management of economic at rural areas: collective monograph /edited by A.Brzozowska, A. Kalinichenko Brozowska A., Kalinichenko A., Patyka V., Zacharova O /. — Poltava, 2015. — 267 p.
21. *Kirilenko L.* Influence of biological products of the microbiom soil in the rhizosphere of *Galega oritntalis* L. / Kirilenko L., Patyka V. //SCIENSE AND WORLD. International scientific journal. — 2016. — II. — №12 (40). — P. 61—64.
22. *Lyudmyla Kirilenko* 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.
23. *Lyudmyla Symochko* Soil Microbial Activity and Functional Diversity in Primeval Beech Forests / Lyudmyla Symochko, Volodymyr Patyka, Vitaly Symochko, Antonina Kalinichenko //Journal of Earth Science and Engineering. — 2015. — 5. — №6. — P. 363—371.
24. *Nutman P. S.* The influence of the legume in root—nodule symbiosis // Biol. Rev. — 1956. —Y. 31, № 2. — P. 109—151.
25. *Patyka V.P.* Phytopathogenic Bacteria in Contemporary Agriculture // Microbiologichny zhurnal. — 2016. — 78. — № 6. — P. 71—83.

В. П. Патыка

Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАН Украины

МИКРОБИОМ РАСТЕНИЙ В БИОКОНТРОЛЕ ФИТОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

Приведены результаты исследования количественного и качественного состава микробных сообществ ризосферы пшеницы, сои, козлятника, люпина, рапса, перца пряного. Исследование аммонифицирующей и нитрифицирующей способности почвы при выращивании исследуемых растений показали, что использование минеральных удобрений, особенно биопрепаратов, положительно влияет на эти показатели. Показано, что выращивание растений без удобрений по сравнению с использованием минеральных удобрений и биопрепаратов способствует увеличению выделения CO₂ в 2 раза. Такие же закономерности наблюдали и за определение поглощения O₂. Исследование непосредственного влияния фильтратов культуральной жидкости *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (угловатая пятнистость), *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (пустульный бактериоз), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (дикий ожог) - *Fusarium oxysporum* (фузариоза), *Ascochyta sojaecola* Abramov (аскохитоза) и водного экстракта больных

растений сои на вирусную мозаику наблюдается снижение эффективности функционирования бобово-ризобияльной системы.

Ключевые слова: соя, козлятник, пшеница, рожь, рапс, перец, микробиом, биологическая активность почвы, фитопатогенные микроорганизмы

V. P. Palyuka

DK Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, Ukraine

MICROBIOME OF PLANTS OF PHYTOPATHOGENIC MICROORGANISMS

The results of quantitative and qualitative composition of the microbial groups in rhizosphere of wheat, soybean, galega, lupine, rapeseed, and spicy pepper are presented. For legumes, the ammonitic content was >1.5 times higher than for cereals, >3.5 times higher than for cruciferous rape crops, which indicates a significant enrichment of the soil with an organic substance of plant origin and the provision of ammonium nitrogen due to its fixation from the air. Corresponding changes in the quantity were observed in the case of bacteria using mineral nitrogen for their growth. The maximum number of these microorganisms in the soil was noted during the cultivation of rape, wheat, rye, pepper and was - 9.4, 9.1, 8.9, and 8.6 million CFUs/ g of abs. dry soil, respectively. For micromycetes, the fluctuations in their number were not as significant as that of the bacterial flora, but it was higher in agrocenoses of wheat, lupine, rapeseed, and pepper than in the soil under soy, galega, and rye. Indicators of oligotrophy and pedotropy of the soil increased with a change in culture in such order: soybean → lupine → galega → rye → pepper → wheat → rape, and their maximum value was reached when growing rape and was respectively 1.20 and 2.40. The increase of the pedotropy index indicates an increase in the intensity of the organic matter decomposition in the soil, in particular of humus compounds, while an increase in the oligotrophy of the soil indicates a decrease in the nutrient content of the soil, in particular, of the available nitrogen.

These indicators were minimal during the cultivation of soybeans: oligotrophic coefficient – 0.30; the pedotropy coefficient is 0.45, which are, respectively, 4 and 5.3 times lower than the maximum values of these indicators during the cultivation of rape. The intensity of mineralization processes in the soil also increased proportionally from soybean to rape, and the maximum value was reached for rape, where the mineralization-immobilization coefficient was 1.42, which is 2.4 times higher than that of soybean cultivation. The succession-dynamic changes of the microbial group of the soil are dependent on the impact of cultivated crops and abiotic factors on the biocenose.

It was shown that the cultivation of plants without fertilizers compared with the use of mineral fertilizers and biopreparations contributes to a 2 times increase in the release of CO₂ and the absorption of O₂. Investigation of direct influence of filtrate of culture liquids of *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Fusarium oxysporum*, *Ascochyta sojaecola* Abramov and of aqueous extract of soybean plants infected with viral mosaic have been shown to reduce the efficiency of the bean-rhizobial system functioning.

Key words: soybean, galega, wheat, rye, rapeseed, pepper, microbiome, biological activity of soil, phytopathogenic microorganisms

Рекомендує до друку

Н. М. Дробик

Надійшла 16.02.2018