

УДК 579.64:631.461(047.31)

**ШЛЯХИ РЕГУЛЮВАННЯ ФУНКЦІЙ МІКРОБНИХ
УГРУПОВАНЬ ҐРУНТУ В АСПЕКТІ БІОЛОГІЗАЦІЇ
ЗЕМЛЕРОБСТВА І СТІЙКОГО РОЗВИТКУ
АГРОЕКОСИСТЕМ**

Іутинська Г.О.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України
вул. академіка Заболотного, 154, Київ, 03143, Україна

Наведено дані, що стосуються заходів керованого впливу на такі важливі функції мікробних угруповань ґрунту, як фіксування азоту, мобілізація фосфору, біологічний захист рослин від шкідників шляхом застосування біологічно активних сполук, що мають фітогормональні або антибіотичні властивості.

Ключові слова: ризобії, фосфатмобілізувальні бактерії, стрептоміцети, регулятори росту рослин, флавоноїди, авермектини

Основними постулатами концепції стійкого розвитку, затвердженої у 1992 р. в Ріо-де-Жанейро на Міжнародному форумі з проблем довкілля, є розумне використання екосистем (спрямоване на їх збереження і відновлення), а також впровадження ефективної екологічної економіки (використання енергоощадних технологій і збереження природних ресурсів).

Україна заявила про свою підтримку ідеї охорони довкілля та впровадження моделі стійкого розвитку екосистем, проте до цього часу концепція стійкого розвитку на державному рівні не затверджена, сформульована лише її основна мета [1]. Виходячи з основних принципів стійкого розвитку екосистем, можна зробити висновок, що біологізація землеробства в нашій країні є актуальною. Оскільки підтримання стабільності агроєкосистем потребує великих витрат коштів та енергії, доцільно розробити технології вирощування сільськогосподарських культур, що базуються на досягненнях біології [2,3].

Для впровадження системи біологізації землеробства необхідні заходи, спрямовані на максимальне використання природних компонентів агроєкосистем, зокрема ґрунтових мікроорганізмів. Експериментально і практично підтвердженими напрямками використання потенціалу ґрунтових мікроорганізмів є:

- активізація використання біологічної фіксації атмосферного азоту як екологічно безпечного і ресурсоощадного процесу;
- оптимізація мікробного перетворення фосфору для збалансованого використання його запасів у ґрунті;
- використання біологічних засобів захисту рослин від хвороб і шкідників – альтернативи хімічно синтезованим пестицидам.

Проведені у відділі загальної і ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ дослідження з вище зазначених напрямів дають можливість визначити наукові підходи для розробки способів впливу на окремі функції мікробних угруповань ґрунту.

Як відомо, значна кількість представників прокариот мають здатність до біологічного зв'язування молекулярного азоту повітря завдяки наявності у них специфічного ферменту – нітрогенази. Біологічна азотфіксація є головним джерелом азоту у природних біоценозах. Потенціал азотфіксації в агробіоценозах повністю не реалізується і залежить від багатьох чинників.

Ефективність функціонування симбіотичних систем бульбочкових бактерій з бобовими рослинами залежить від активності як нітрогеназного комплексу певних штамів ризобій, так і фізіологічних процесів у рослині. Ці процеси регулюються фітогормонами ендогенного й екзогенного походження (та їхніми хімічними аналогами). Ми досліджували вплив регуляторів росту рослин та флавоноїдів як на чисті культури бульбочкових бактерій, так і на симбіотичну систему ризобії-бобова рослина. Використовували флавоноїди (дайдзеїн і кверцетин), а також регулятори росту рослин (PPP), розроблені в Інституті біоорганічної хімії і нафтохімії НАНУ: івін (N-оксид-2,6-диметілпіридину), емістим С, емістим СМ та еней (комплекс біологічно активних речовин, які синтезуються грибом *Cylindrocarpum magnusianum*), а також агростимулін (комплексний препарат, який складається з 97% емістиму С та 3% івіну). Досліди проводили з високоефективним штамом бульбочкових бактерій сої *Bradyrhizobium japonicum* 71т (УКМ В-6035) і неефективном штамом *B. japonicum* 21110.

У дослідах з чистими культурами бульбочкових бактерій серед флавоноїдних сполук дайдзеїн, ізофлавоноїд з коренів сої, стимулював накопичення біомаси ризобій у 3-4 рази, незалежно від їх симбіотичних властивостей, тоді як кверцетин – еуфлавоноїд, що синтезується переважно наземними органами рослин, сприяв

накопиченню біомаси (на 129-338% порівняно з контролем) тільки неефективного штаму *B. japonicum* 21110 [4].

Різні за симбіотичними властивостями штами ризобій по-різному реагували на присутність у поживному середовищі РРР. Найбільший приріст біомаси (у 2,5 рази порівняно з контролем) спостерігався у високоефективного штаму *Bradyrhizobium japonicum* 71т (УКМ В-6035) у варіанті з використанням синтетичного препарату івіну. За присутності агростимуліну та енею накопичення біомаси зростало на 57-90%, в той же час емістим С не мав статистично достовірного впливу на цей штам.

Приріст біомаси у неефективного штаму *B. japonicum* 21110 на 22-68% порівняно з контролем спостерігали у варіантах з івіном, емістимом С та агростимуліном. Отже, з випробуваних РРР івін та агростимулін сприяли збільшенню виходу біомаси обох бактеріальних культур, що може бути пов'язаним зі здатністю івіну, який входить також до складу агростимуліну, впливати на якісний склад мембран і стимулювати активний та пасивний транспорт іонів [5].

Зважаючи на те, що глікополімери бульбочкових бактерій відіграють важливу роль у формуванні симбіотичних взаємовідносин з рослинами, було доцільно дослідити вплив флавоноїдів та РРР на продукування екзополісахаридів досліджуваними культурами.

Вивчення процесів продукування глікополімерів ризобіями за дії флавоноїдів показало, що найбільшу їх кількість синтезують обидва штами бульбочкових бактерій за умови присутності в поживному середовищі дайдзеїну (в концентрації $1 \cdot 10^{-10}$ М). Причому продуктивність високоефективного штаму *B. japonicum* 71т (УКМ В-6035) порівняно з неефективним *B. japonicum* 21110 була у 2,6 рази вищою. За дії кверцетину тільки ефективний штам спричиняв значне збільшення синтезу глікополімерів (на 83-509 % порівняно з контролем, залежно від концентрації).

Серед РРР івін та емістим С сприяли збільшенню (порівняно з контролем) питомої продукції глікополімерів неефективним штамом і гальмували продукцію глікополімерів ефективним штамом. Порівняння цих даних з показниками накопичення біомаси обома штамми показало, що продукування глікополімерів та синтез біомаси у більшості варіантів для обох штамів бульбочкових бактерій мали протилежну спрямованість. Слід зазначити, що за своїми фізіологічними особливостями неефективний штам

B. japonicum 21110 на відміну від ефективного штаму *B. japonicum* 71т (УКМ В-6035) мав значно вищу здатність синтезувати екзополімери.

Досліджували також можливість впливу PPP на формування і функціонування симбіотичних систем бульбочкових бактерій з бобовими рослинами. Визначено науково обгрунтовані дози їх застосування та ефективні варіанти поєднання зі штамми бульбочкових бактерій.

Польові досліди дозволили виявити у макросимбіонта наявність сортових відмінностей щодо його чутливості до PPP і до інокуляції ризобіями [6]. Насіння сої сортів Київська 98 і Київська 27 обробляли перед посівом PPP у дозах, рекомендованих виробництву [7]. На фоні спонтанної інокуляції у рослин сої сорту Київська 98 утворення бульбочок і функціонування симбіотичного апарату спостерігали лише у варіанті з енеєм. У рослин сої сорту Київська 27 бульбочки формувалися у всіх варіантах досліджу, проте івін сприяв збільшенню середньої маси бульбочок у 6,3 раза, а нітрогеназної активності – у 5,8 раза порівняно з контролем.

Інокуляція виробничим штамом бульбочкових бактерій *B. japonicum* 71т спричиняла збільшення азотофіксувальної активності у рослин сої сортів Київська 98 і Київська 27 у 20 та 4,5 раза, відповідно. При використанні PPP на фоні інокуляції у дослідках із соєю Київська 98 органогенез бульбочок підсилював тільки емістим С, при цьому азотофіксувальна активність не збільшувалась. Що стосується сої сорту Київська 27, то ефект інокуляції виробничим штамом ризобій також підсилювався внаслідок обробки насіння енеєм, при цьому маса бульбочок збільшувалась у 2,7 раза, азотофіксувальна активність – у 1,5 раза порівняно з інокульованим контролем.

Остаточну оцінку впливу досліджуваних заходів на продуктивність рослин сої було зроблено на етапі збирання урожаю. Встановлено, що підвищенню урожаю зерна сої обох сортів сприяли івін та емістим С. При цьому за умов спонтанної інокуляції рослин сої сорту Київська 98 прибавки урожаю зерна становили від 4,1 до 6,7 ц/га, а за бактеризації виробничим штамом бульбочкових бактерій – від 1,0 до 1,8 ц/га. Достовірну прибавку урожаю зерна сої сорту Київська 98 на фоні інокуляції забезпечувало застосування композиційного препарату агростимуліну. Проте, порівняно з дією PPP (за умов спонтанної інокуляції), бактеризація

виробничим штамом забезпечувала найвищий вміст білка в зерні сої (26,3%).

Слід відмітити також, що у визначенні шляхів регулювання мікробних процесів у ґрунті важливою є виявлена нами здатність PPP та ризобій підвищувати стійкість рослин до дії фітопатогенних бактерій [8].

Залишається актуальним питання оптимізації фосфорного живлення рослин з використанням мікроорганізмів. В Україні в ряді наукових центрів селекціоновано активні штами фосфат-мобілізувальних мікроорганізмів, які є основою бактеріальних добрив: фосфобактерину, альбобактерину, поліміксобактерину та ін. [9, 10]. В технології виробництва бактеріальних добрив на основі фосфатмобілізувальних мікроорганізмів важливою задачею є підвищення виходу біомаси та активізація фосфатазної активності культур. До цього часу вона вирішувалась шляхом оптимізації умов культивування мікроорганізмів. Можливості ж використання PPP в біотехнологічних процесах виробництва бактеріальних добрив досліджені недостатньо. У зв'язку з цим нами проведено досліди з вивчення дії PPP на *B. megaterium* 5, яка є основою фосфобактерину [11]. Перш за все визначали вплив PPP на ріст *B. megaterium* 5. У контрольному середовищі без PPP питома швидкість росту *B. megaterium* 5 становила 0,47 год⁻¹. Високі концентрації PPP дещо зменшували швидкість росту культури. Так, за розведення емістиму СМ $1 \cdot 10^{-5}$ мл/л вона становила 0,39 год⁻¹, за розведення енею $1 \cdot 10^{-5}$ мл/л – 0,45 год⁻¹. Оптимальними для росту культури були розведення емістиму СМ від $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ мл/л, а енею – $1 \cdot 10^{-9}$ мл/л, за наявності яких у поживному середовищі питома швидкість росту зростала до 0,51-0,54 год⁻¹.

Відповідно до питомої швидкості змінювались і інші параметри росту. Число поколінь за 3 год. росту найвищим було при застосуванні енею у розведенні $1 \cdot 10^{-9}$ мл/л і становило 2,45, тоді як в контрольному середовищі дорівнювало 2,03.

За наявності в поживному середовищі оптимальних концентрацій PPP збільшувалось накопичення біомаси: найвищим воно було при використанні емістиму СМ та енею у розведеннях $1 \cdot 10^{-9}$ мл/л. За цих умов накопичення біомаси *B. megaterium* 5 зростало на 20-34,8% порівняно з контролем без PPP.

Отримані дані свідчать про те, що застосування оптимальних концентрацій PPP підвищує питому швидкість росту досліджуваної

культури, сприяє збільшенню кількості генерацій клітин, скороченню періоду подвоєння їх чисельності, внаслідок чого зростає накопичення біомаси.

Важливою ознакою штаму *Bacillus megaterium* 5 є його фосфатазна активність, яка безпосередньо впливає на здатність розкласти органофосфати ґрунту і поліпшувати фосфорне живлення сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим ми вивчали вплив PPP на фосфатазну активність *B. megaterium*. Під впливом енею у розведеннях $1 \cdot 10^{-8}$ та $1 \cdot 10^{-9}$ мл/л фосфатазна активність досягала найвищих показників і становила 340,0-461,58 мкМоль NaФФФ/г біомаси за 1 год., що перевищувало показники контролю у 1,7-2,4 рази. Фосфатазна активність культури підвищувалась також під впливом емістиму СМ ($1 \cdot 10^{-7}$ та $1 \cdot 10^{-8}$ мл/л). Таким чином, додавання в поживне середовище для культивування *B. megaterium* 5 енею може бути новим біотехнологічним прийомом підвищення промислово важливих функцій цього мікроорганізму [12].

Зважаючи на те, що у ґрунті виникають вкрай несприятливі для мікроорганізмів умови, важливо було з'ясувати, як за цих умов впливають PPP на *B. megaterium* 5. Відомо, що в стресових ситуаціях в клітинах мікроорганізмів посилюється вільнорадикальне окиснення. Цей процес ініціює супероксид-аніон O_2^- . Токсичною похідною кисню є також його активна форма – перекис водню. Накопичення токсичних перекисних сполук може зумовити різні пошкодження в клітинах: перекисне окиснення ДНК, ненасичених жирних кислот, окиснення SH-груп білків та інше. До групи ферментів антиоксидантного захисту належить супероксид-дисмутаза, що здійснює перетворення супероксидного аніону в перекис водню, який далі розкладається за допомогою каталази і пероксидази.

У зв'язку з вище зазначеним постало питання, чи впливають PPP на механізми антирадикального захисту. За умов штучного пероксидного стресу вивчали накопичення біомаси і каталазну активність культури, вирощеної за присутності PPP і без них. Отримані результати свідчать про те, що створення умов пероксидного стресу при додаванні у поживне середовище 0,01 і 0,1% H_2O_2 спричиняло пригнічення росту культури, внаслідок чого вихід мікробної біомаси зменшувався проти показників контролю відповідно на 20 і 27,5%. В умовах пероксидного стресу накопичення

біомаси у варіантах з додаванням PPP також зменшувалось, проте залишалось вищим, ніж у відповідних варіантах без стимуляторів. Так, у середовищі з 0,01% H_2O_2 максимальний вихід біомаси становив 109,2 мг/л, а за такої ж концентрації H_2O_2 у присутності PPP мікробна біомаса була більшою на 46,5% (у варіанті з енеєм) і на 37,4% (у варіанті з емістимом СМ). Така ж закономірність спостерігалась і в жорсткіших умовах пероксидного стресу при концентрації H_2O_2 0,1%.

Інтенсивність розкладу перекису водню інтактними клітинами (з розрахунку на 1 мг клітин) в умовах стресу, навпаки, зростала на 6,8% (за 0,01%-ної концентрації H_2O_2) і на 35% (за 0,1%-ної концентрації H_2O_2). Ймовірно, що підвищений вміст пероксиду водню в середовищі активізував синтез каталази – ферменту, що каталізує його розклад. Найвища каталазна активність відмічена у варіантах з емістимом С та енеєм на середовищі з 0,1% H_2O_2 ; вона становила 95,0-103,8 мл H_2O_2 /год, що в 1,6-1,7 раза вище, ніж у варіанті без PPP.

Таким чином, результати досліджень показали, що за умов штучного пероксидного стресу емістим СМ та еней проявляють властивості ефективних адаптогенів, що сприяє виживанню мікробної популяції за несприятливих умов існування [13].

Інтенсифікація землеробства спричинила забруднення ґрунтів пестицидами та проміжними продуктами їх трансформації, які часто є більш токсичними порівняно з вихідною сполукою. Ефективність бактеріального добрива фосфобактерину значною мірою залежатиме від здатності *B.megaterium* 5 функціонувати у ґрунті за умов забруднення його пестицидами. Одним з поширених сучасних пестицидів є ацетохлор.

Ми досліджували особливості росту *B.megaterium* 5 за присутності у середовищі ацетохлору в концентраціях, які перевищують дози, рекомендовані виробництву, у 10 разів (11,1 мкМ/л) і у 150 разів (163 мкМ). За таких високих концентрацій ацетохлору культура виявила здатність до росту, причому додавання емістиму С забезпечило збільшення накопичення біомаси у порівнянні з вихідною концентрацією відповідно у 5,9 і 4,1 раза. Тобто PPP підвищував стійкість *B.megaterium* 5 до несприятливого впливу ацетохлору.

Вміст ацетохлору в процесі культивування *B.megaterium* 5 суттєво зменшувався, тобто виявлено здатність штаму до деструкції

даного гербіциду. Активність деструкції пестициду зростала у тих варіантах дослідів, у яких до поживного середовища додавали емістим С. При початковому вмісті ацетохлору 11,1 мкМ на 16-у добу культивування вміст гербіциду зменшився у 10,0, а при вмісті 163 мкМ – у 36,2 раза. Отже, можна припустити, що *B.megaterium* 5 виявлятиме в ґрунті стійкість до пестициду, а PPP підвищуватимуть цю його здатність, що сприятиме очищенню кореневої зони культурних рослин від токсичної дії даного гербіциду.

Підвищення стабільності функціонування мікробного ценозу в значній мірі залежить від застосування найбільш безпечних засобів захисту рослин від хвороб і шкідників. Інтенсивне використання у сільськогосподарському виробництві хімічно синтезованих препаратів призвело не тільки до забруднення довкілля, але й сформувало у шкідників стійкість до них. Тому актуальним є створення біологічних препаратів для захисту рослин, зокрема таких, що мають нематоцидну дію. Нещодавно були відкриті полікетидні антибіотики родини авермектинів, які вважаються найбільш перспективними у боротьбі з нематодами. З чорноземного ґрунту Полтавської області був виділений вітчизняний продуцент авермектинів *Streptomyces avermitilis* УКМ Ас-2161 [14]. Популяція цього штаму виявилась досить гетерогенною і чутливою до дії мутагенних факторів. Шляхом багатоступеневої селекції за ознакою авермектиноутворення з використанням природної мінливості *S. avermitilis* УКМ Ас-2161 та мутагенезу ультрафіолетовим опроміненням і *N*-метил-*N'*-нітро-*N*-нітрозогуанідинном отримано перспективний варіант УКМ Ас 2177, який за продуктивністю перевищує вихідний штам майже у 27 разів [15, 16, 17].

Комплексний препарат авермектинів, синтезований *S. avermitilis* УКМ Ас-2177, містить такі фракції (%): B_1 – 40; B_2 – 20; A_1 – 3; A_2 – 37. Цей комплекс авермектинових сполук ми назвали “аверком”.

Екологічна роль авермектинів загалом ще досить мало вивчена, а щодо їхньої дії на мікробні угруповання ґрунту даних взагалі немає. Зважаючи на це нами були проведені вегетаційні досліді з вивчення дії аверкому на чисельність ґрунтових мікроорганізмів [18]. Внесення аверкому у чорноземний ґрунт сприяло підвищенню чисельності амілолітиків (утричі), фосфатмобілізувальних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів (у 1,3 раза). В

той же час кількість педотрофів була нижчою, ніж у контролі. За час досліду чисельність досліджуваних мікроорганізмів під дією аверкому поступово зростала. На п'яту добу після внесення було відмічено значне підвищення стимулюючої дії аверкому щодо педотрофів (майже удвічі порівняно з контролем) і деяке зниження по відношенню до фосфатмобілізаторів і амілолітиків. Відсутність негативної дії аверкому на ґрунтові мікроорганізми зберігалась до кінця досліду (протягом 60 діб).

В лабораторних умовах була досліджена дія аверкому на галову нематоду з *Meloidogyne incognita* [19]. Галові нематоди широко розповсюджені в природі. В умовах теплиць, потрапляючи туди разом з ґрунтом, вони викликають захворювання кореневої системи овочевих культур (мелоїдогноз), що призводить до втрат 30-50% урожаю ранньої продукції овочів, а в деяких випадках до повної загибелі рослин.

Досліджувався вплив на зазначені нематоди аверкому у концентраціях від 1 до 10 мкг авермектинів на 1 мл. За контроль брали препарат "івермектин" фірми Merck, який містить очищену фракцію B_1 у концентрації 2 мкг/мл. Повну загибель нематод спостерігали при дії аверкому в концентрації 2 мкг/мл протягом 4 год., що збігалось з дією івермектину за тих же умов. LD_{50} івермектину для рисових нематод *Aphelenchoides bessei* складає 1 мкг/мл за дії протягом 1 год. при рН 7,0, тоді як LD_{50} аверкому становить 1,25 мкг/мл за 0,5 год. при рН 7,0. Якщо взяти до уваги, що івермектин – це чистий препарат B_{1a} фракції, що відповідає за антипаразитарну активність, а комплексний препарат аверком містить 40% фракції B_1 , то останній наразі є перспективним препаратом антипаразитарної дії, в тому числі проти галової нематоди. Отже, селекціонований штам *S. avermitilis* УКМ Ас-2177 як перспективний продуцент авермектинового комплексу може бути рекомендований для застосування у рослинництві.

Таким чином, в аспекті вирішення проблем біологізації землеробства нами показана можливість регулювання агрономічно важливих функцій мікробних угруповань ґрунту шляхом застосування біологічно активних сполук з фітогормональними (івін, емістим С, агростимулін, еней) або антибіотичними (авермектини) властивостями.

1. Зубець М.В. Наукове обґрунтування сталого розвитку агроєкосистем // Сталий розвиток агроєкосистем. Матер. Міжнар. конф. (Вінниця, 2002). – Вінниця, 2002. – С.7-10.

2. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / Пати́ка В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін. – К.: Урожай, 1993. – 176 с.

3. Біологічний азот / Пати́ка В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. – К.: Світ, 2003. – 422 с.

4. Леонова Н.О., Титова Л.В., Танцюренко О.В., Антипчук А.Ф. Фізіологічна активність бульбочкових бактерій сої (*Bradyrhizobium japonicum*) за дії флавоноїдів // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Біологія. – 2005. – Вип.252. – С.132-139.

5. Леонова Н.О., Титова Л.В., Танцюренко О.В., Антипчук А.Ф. Фізіологічна активність бульбочкових бактерій сої (*Bradyrhizobium japonicum*) за дії регуляторів росту рослин // Мікробіол. журн. – 2005. – Т.67, № 4. – С.35-43.

6. Антипчук А.Ф., Іутинська Г.О., Леонова Н.О. та ін. Вплив регуляторів росту рослин та інокуляції на продуктивність сої // Агроєкологічний журн. – 2004. – № 1. – С. 62-65.

7. Технологии применения регуляторов роста растений в земледелии. Методическое пособие / Пономаренко С.П., Анишин Л.А., Жилкин В.А., Грицаенко З.М. – К.: Агробиотех, 2003. – 54 с.

8. Леонова Н.О., Титова Л.В., Танцюренко О.В., Антипчук А.Ф. Вплив різних агроприйомів на енергію проростання насіння сої, формування проростків та їх стійкість до фітопатогенів // Агроєкологічний журн. – 2005. – № 1. – С. 37-40.

9. Смірнов В.В., Пати́ка В.П., Підгорський В.С. та ін. Мікробні біотехнології в сільському господарстві // Агроєкологічний журн. – 2002. – № 3. – С. 3-9.

10. Волкогон В.В. Мікробіологія у сучасному аграрному виробництві // Сільськогосподарська мікробіологія: міжвідомчий темат. наук. зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2005. – Вип.1-2. – С. 6-29.

11. Иутинский А.В., Леонова Н.О. Влияние регуляторов роста растений на формирование микробных сообществ и ростовую активность почвенных микроорганизмов // “Ломоносов-2004”. XI междунар. конф. студентов и аспирантов по фунда. наукам (Москва, 12-15 апреля 2004 г.): Тез.докл. – М.: МГУ, 2004. – С. 62.

12. Пономаренко С.П., Іутинський О.В. Вплив нових регуля-

торів росту рослин на *Bacillus megaterium* 5 – основу фосфобактерину // Наук. записки Тернопільського педун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. – 2003. – Вип.1(20). – С.41-45.

13. Іутинський ОВ., Піндрус А.А. Резистентність фосфатмобілізуючої бактерії *Bacillus megaterium* 5 до стресових факторів // Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації. Міжнар. наук.-практ. конф. (Чернігів, 12-14 липня 2004 р.): Наук. доп. – Чернігів, 2004. – С.-48-55.

14. Пат. 34390 А, Україна, С 12 Р 9/00 Штам актиноміцету *Streptomyces avermitilis* ІМV Ас 2161, який продукує авермектини / Ісаєнко В.М., Іутинська Г.О., Чугуй В.О. та ін. – № 99126577. – Заявл. 03.12.99; Опубл. 15.02.01, Бюл. №1.

15. Петрук Т.В., Белявская Л.А., Козырицкая В.Э. и др. Получение активных вариантов *Streptomyces avermitilis* – продуцентов авермектина // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии (Минск, 26-28 мая 2004г.): Тез. докл. – Минск, 2004. – С. 159-160.

16. Петрук Т.В., Білявська Л.О., Козирицька В.Є., Муквич М.С. Підвищення біосинтетичної активності *Streptomyces avermitilis* УКМ Ас-2161 під впливом *N*-метил-*N*-нітро-*N*-нітрозогуанідину // Мікробіол. журн. – 2004. – Т.66, № 6. – С. 24-30.

17. Пат. 69639 А, Україна, С 12 N 1/20. Штам *Streptomyces avermitilis* – продуцент авермектинів, речовин антипаразитарної дії / Іутинська Г.О., Козирицька В.Є., Валагурова О.В. та ін. – Заявл. 31.10.03; Опубл. 15.09.04, Бюл. № 9.

18. Петрук Т.В., Іутинська Г.О., Лінік В.В та ін. Вплив авермектинів на мікробні угруповання ґрунту та рослини // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія. – 2005. – Вип. 252. – С.193-199.

19. Петрук Т.В., Козирицька В.Є., Валагурова О.В. та ін. Нематоцидна активність *Streptomyces avermitilis* УКМ Ас-2161 // III (X) з'їзд Товариства мікробіологів України (Одеса, 15-17 вересня 2004 р.): Тез. доп. – Одеса, 2004. – С. 70.

ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЧВЫ В АСПЕКТЕ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМ

Иутинская Г.А.

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К.Заболотного НАН Украины,
г. Киев

Изложены данные, касающиеся мероприятий направленного влияния на такие важные функции микробных сообществ почвы, как фиксация азота, мобилизация фосфора, биологическая защита растений, путем применения биологически активных соединений с фитогормональными или антибиотическими свойствами.

Ключевые слова: ризобии, фосформобилизирующие бактерии, стрептомицеты, регуляторы роста растений, флавоноиды, авермектины

WAYS OF REGULATION OF SOME FUNCTIONS OF SOIL MICROBIAL COMMUNITIES TO ASPECT OF BIOLOGICAL AGRICULTURE AND STABLE DEVELOPMENT ECOSYSTEMS

Iutynska G.A.

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology NAS of Ukraine, Kyiv

The data, concerning arrangements of directional influence on such important functions of soil microbial communities as nitrogen fixation, phosphorus mobilization, plants biological protection by use of biologically active substances with phytohormonal or antibiotic properties are stated.

Key words: rhizobium, phosphorus mobilizing bacteria, streptomycetes, plants growth regulators, flavonoides, avermectines