УДК 579.663:631.427.4:619

МІКРОБІОЛОГІЯ У СУЧАСНОМУ АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Волкогон В.В.

Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, Україна, 14027

У статті окреслено актуальні питання сільськогосподарської мікробіології, які потребують вирішення, зокрема і створення сучасних мікробних препаратів, визначення фізіологічно доцільних доз добрив у агроценозах, збільшення коефіцієнтів використання добрив при застосуванні мікробних препаратів, перспективи біологічного та екологічного землеробства, захист рослин від патогенів, використання пробіотичних препаратів та ін. Викладено міркування автора щодо методичних засад та способів розв'язання піднятих питань.

Ключові слова: *сільськогосподарська мікробіологія, мікробні препарати, екологічне землеробство, фізіологічно прийнятні дози добрив, захист рослин від патогенів, пробіотичні препарати.*

Мікробіології належить особлива роль у пізнанні живої природи. Саме дослідження особливостей метаболічних шляхів мікроорганізмів, біохімічних та генетичних аспектів їх життєдіяльності дозволили зрозуміти закономірності, властиві всьому живому. Використання досягнень мікробіології відкривають широкі можливості для розвитку низки наукових напрямів, важливих для розвитку людства.

З часу закладення у XIX ст. основ мікробіології, відділилось кілька самостійних напрямів науки, серед яких чільне місце займає сільськогосподарська мікробіологія. До неї, насамперед, слід віднести ґрунтову мікробіологію, мікробіологію кормів, ветеринарну медицину в частині досліджень перебігу та лікування інфекційних захворювань сільськогосподарських тварин, а також захист рослин від бактеріальних, грибних та вірусних хвороб. Результати досліджень науковців, що працюють над вирішенням проблем в окреслених напрямах мікробіології (одержані в т.ч. і вітчизняними мікробіологами), без перебільшення, заклали основи найповнішої реалізації потенціалу аграрного виробництва. Проте багато питань як наукового, так і організаційного характеру постає сьогодні перед мікробіологами України. В рамках вступної статті неможливо висвітлити всі нинішні проблеми сільськогосподарської мікробіології, але на деяких з них (на наш погляд, найактуальніших), слід зупинитись. Особливо на тих, вирішення яких, як ми вважаємо, може бути надзвичайно ефективним в економічному, екологічному та соціальному аспектах.

1. Ґрунтова мікробіологія. Не можна не погодитися з думкою В.В.Докучаєва: "Стан ґрунтів – це дзеркало, в якому відбивається матеріальний і духовний світ людини". Немає також сумніву в тому, що сучасний стан ґрунтів нашої країни можна визначити словами "сильна деградація".

В існуючих системах землеробства біологічна суть виникнення родючості ґрунтів, на жаль, практично не береться до уваги, оскільки вже понад століття беззастережно панує теорія мінерального живлення рослин Ю.Лібіха. Не критикуючи цю теорію, зазначимо, що прихильники і послідовники сприйняли її надто буквально і це значною мірою призвело до ігнорування біологічних аспектів ґрунтотворного процесу. Між тим, класичні роботи В.В.Докучаєва і П.А.Костичева [1,2] свідчать, що утворення родючого шару ґрунту є процесом комплексним – одночасно геологічним і біологічним. П.А.Костичев, крім того, показав, яке значення мають ґрунтові мікроорганізми у формуванні біологічно активних ґрунтів, довівши, що мікроорганізми не тільки розкладають органічні рештки, а й постійно синтезують складні органічні сполуки, в тому числі й біологічно активні речовини, які забезпечують активний розвиток рослин.

Ю.Лібіх, як відомо, став засновником агрохімії – нового напряму науки і промисловості. Однак з появою мінеральної теорії живлення, як ми вже можемо констатувати, бурхливо розвивалось не землеробство, а агрохімія. Наслідком глобальної хімізації є деградовані ґрунти, які не можуть забезпечити високі урожаї сільськогосподарських культур і якісну продукцію.

Зазначимо, що деградацію ґрунтів, згідно із сучасними уявленями, слід розглядати не тільки як наслідок дії факторів, що ведуть до зниження вмісту гумусу та погіршення водно-фізичних властивостей, а і як наслідок процесів, за яких у ґрунтах зникають необхідні для гармонійного розвитку рослин мікроорганізми. Коріння рослин, як відомо, знаходиться в оточенні ґрунтових мікроорганізмів, які утворюють своєрідний „чохол" – ризосферу, і є трофічними посередниками між ґрунтом і рослиною. Саме мікроорганізми перетворюють недоступні для рослин сполуки в мобільні, оптимальні для метаболізму. За образним висловлюванням М.О.Красильникова, роль організмів, що заселяють ризосферу, нагадує функції органів травлення тварин. Отже, в системі грунт – мікроорганізми – рослина ґрунтові бактерії є незамінною і невід'ємною складовою. Саме тому рослина, забезпечена повноцінним комплексом мікроорганізмів, одержує повноцінне живлення і, як наслідок, реалізує свій потенціал щодо врожайності. Сьогодні, на жаль, у більшості ґрунтів уже відсутні деякі

види мікроорганізмів, які завжди вважалися індикаторами родючості. Їх місце зайняли нетипові для ґрунтотворного процесу бактерії. При цьому молоде коріння рослин заселяють неспецифічні мікроорганізми, які, звичайно, виконують і нетипові функції – вони займаються не „годівлею" рослин елементами мінерального живлення та забезпеченням біологічно активними сполуками, а паразитують на рослинному організмі. Наслідки відомі: навіть за достатнього мінерального живлення сільськогосподарські культури не забезпечують повноцінного урожаю. Тому виникає необхідність застосовувати агроприйоми, спрямовані на збільшення кількості агрономічно цінних мікроорганізмів, або ж штучно забезпечувати агроценози необхідними бактеріями. Цього потребують практично всі сучасні агроценози, оскільки ґрунти, як уже зазначалось, є біологічно деградованими.

Користь від таких агроприйомів, як бактеризація або ініціація розвитку наявних (спонтанних) ґрунтових мікроорганізмів, величезна і в умовах нормального ґрунтотворного процесу. Саме тому економічно розвинені країни, які в принципі мають можливість виготовляти і застосовувати будь-які добрива, особливо азотні (зважаючи на невичерпність сировини для їх виробництва), сьогодні проявляють зацікавленість у мікробіологічних засобах інтенсифікації виробництва. Це обумовлено як суто економічними міркуваннями, так і вимогами щодо збереження довкілля.

В останні роки в США, Ізраїлі, Індії, Бразилії та інших країнах досить інтенсивно застосовують біологічні препарати на основі відселекціонованих мікроорганізмів, інтродукція яких у кореневу зону рослин протягом певного вегетаційного періоду забезпечує більш комфортний розвиток сільськогосподарських культур. В нашій країні також зареєстровано декілька вітчизняних препаратів: ризобофіт (на основі *Rhizobium spp.*, для бобових культур), клепс (на основі *Klebsiella spp.*) для кукурудзи і гречки, поліміксобактерин (на основі *Paenobacillus polymyxa*) та альбобактерин (на основі *Achromobacter album*) для цукрового буряка. Крім того, на стадії завершення перебуває розробка з десятка інших мікробних препаратів для низки сільськогосподарських культур.

Разом з тим впровадження біопрепаратів у виробництво стримується. Причин цьому – організаційних, технологічних, технічних та інших, – досить багато, але в цій публікації обмежимося причинами суто науковими. Мікробні препарати при незаперечній екологічній доцільності їх застосування мають такий недолік, як нестабільність їх дій. Достовірний господарчий ефект вони забезпечують лише на 60-70% [3]. На ефективність бактеріальних препаратів може негативно вплинути вологість та

температура ґрунту. Наприклад, висівання бактеризованого насіння у сухий чи холодний грунт не дасть позитивного ефекту від інокуляції. Тому вкрай необхідно розробити біопрепарат або способи їх використання, які б забезпечували високу і стабільну їх ефективність. Одним з перспективних шляхів вирішення цього завдання, на наш погляд, є створення препаратів комплексної дії, зокрема таких, які б поєднували в собі азотфіксуючу дію та рістстимулюючий ефект. Як відомо, вплив інокуляції на рослину є комплексним, незалежно від виду застосовуваного препарату. Серед складових, що впливають на ріст і розвиток макросимбіонта, крім активного зв'язування атмосферного азоту (або іншої функції), є здатність мікроорганізмів до продукування речовин ауксинової та цитокінінової природи, вітамінів тощо. Але донедавна вплив ростових речовин бактеріального інокулюму якщо і враховували, то вважали побічним і несуттєвим. Між тим, накопичено достатньо експериментальних даних, які свідчать, що стимулятори росту займають особливе місце у регуляції взаємовідносин між рослинами та бактеріями: вони можуть брати безпосередню участь в інокуляційному процесі, в генезі бульбочок на корінні бобових рослин, в регуляції рівня азотофіксування [4–7]. Тому оптимізація вмісту фітогормонів у біопрепаратах зможе суттєво підсилити їх ефективність за наявності сприятливих для інокуляційного процесу екологічних умов, або ж компенсувати відсутність впливу бактеріального компонента позитивною дією регуляторів росту рослин за несприятливих погодних умов. З врахуванням цих вихідних нами запропоновано нові способи створення біодобрив – за участю мікроорганізмів та фізіологічно активних речовин біологічного походження [8,9]. Проте ці дослідження перебувають на початковому етапі. Невирішеними залишаються питання оптимальної кількості бактерій-інокулянтів у біопрепараті (твердження "чим більше – тим краще" не витримують жодної критики). У всіх наявних регламентах виробництва біопрепаратів у пункті щодо їх якості зазначено: титр клітин повинен бути "не менше ...". Між тим, вимоги до титру повинні бути чітко регламентованими, адже інокулюм завжди містить фізіологічно активні сполуки, дія яких на рослину має параболічний характер: за умови надлишку вони вже не сприяють розвиткові рослинного організму, а мають гербіцидний ефект. Саме тому, на наш погляд, якість біопрепаратів повинна оцінюватись, як мінімум, за двома показниками – титром мікроорганізмів та вмістом основних класів фітогормонів. При цьому кількість ростових індукторів повинна бути оптимальною і науково обґрунтованою. Це проблема складна, зважаючи на відсутність експрес-методів визначення вмісту представників основних класів регуляторів росту, але її вирішення

є цілком реальним. Досліджувати її необхідно разом з фізіологами рослин. І в першу чергу, очевидно, слід звернути увагу на розробку імунологічних методів, зокрема імуноферментних.

Розробка якісних та ефективних біопрепаратів, звичайно ж, не обмежується вищезазначеним. Надзвичайно перспективним є створення штучних азотфіксуючих симбіозів бактерій з небобовими культурами за використання принципів паранодуляції [10,11]. Залишаються актуальними питання селекції активних штамів азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів, адже заміною штаму можна значною мірою вирішити проблеми кількості та якості білків у рослині або фосфорного живлення сільськогосподарських культур. Перспективним напрямом прикладної мікробіології, на нашу думку, є створення зручних форм біодобрив, розробка оптимальних технологій їх застосування. Нове завдання для мікробіологів – розробити біопрепарати на основі декількох мікроорганізмів, які б доповнювали один одного, а то й надавали їм нової якості. Але тут також не все однозначно. Якщо використовується консорціум мікроорганізмів, виділений з природного середовища, із стабільним співвідношенням компонентів, створення комплексного біопрепарату є цілком реальним. При розробці ж штучної асоціації може виникнути безліч проблем. Механістичний підхід, який нерідко використовується при цьому (про що свідчать окремі публікації), на наш погляд, мало прийнятний, оскільки необхідно довести, що просте змішування компонентів, по-перше, буде ефективним, по-друге, при цьому необхідно вирішити не тільки проблему взаємовідносин між мікроорганізмами і рослиною, а й між складовими препарату; по-третє, треба буде вирішити питання стандартизації виробництва, адже випадкова зміна співвідношення бактеріальних компонентів може призвести до небажаного результату. *(Саме зважаючи на останнє, автор досить скептично ставиться до появи публікацій і рекламних заяв щодо біопрепарату з більш ніж 80-а видами мікроорганізмів (т.з. ЕМ-технології). Штучне створення такого препарату просто неможливе через проблеми стандартизації виробництва. До того ж існує специфіка взаємин мікроорганізму з вищою рослиною, що закріплено еволюційно на адаптивному, а то й генетичному рівнях. Зважаючи на це, не може існувати універсального бактеріального препарату, як це стверджує реклама ЕМ-технологій. Подібний препарат можна створити лише на одній основі – шляхом вилучення (наприклад, водної витяжки) бактеріальної маси з якогось біологічно активного субстрату, наприклад, силосу, компосту і т.д. Але це вже буде зовсім інший продукт і дієвими інгредієнтами його, швидше за все, будуть не власне мікроор-*

ганізми, а їх метаболіти. Переоцінювати ефективність цих препаратів, на нашу думку, також не варто.). Звичайно ж, вищезазначене зовсім не означає, що дослідження, які проводяться з метою розробки комплексних мікробних препаратів, слід припинити. Більш того, ми вважаємо – вони повинні розвиватися, але з певними застереженнями.

Наступним питанням, яке чекає мікробіологічних підходів у його вирішенні, є рекультивація забруднених територій та земель, які зазнали техногенних навантажень, і залучення їх до сільськогосподарського використання. В нашій країні, як і на всій земній кулі, є дуже багато ґрунтів, що підлягають рекультивації. Це і відвали гірсько-рудних розробок, і території, забруднені нафтопродуктами і т.п. Але, на жаль, питання їх рекультивації вирішуються практично без участі мікробіологів, і, відповідно, без врахування мікробіологічних аспектів формування родючості ґрунтів. А це ставить проблему в ряд важкорозв'язуваних. Як уже зазначалось вище з посиланням на класиків ґрунтознавства, формування ґрунту є одночасно і геологічним, і біологічним процесом. Біологічна ж частина значною мірою залежить від розробок мікробіологів. На сьогодні існує принаймні два підходи щодо мікробної рекультивації забруднених територій: внесення в грунт бактеріальних культур, активних у трофічному відношенні щодо забруднювача, і проведення на забрудненій території компостування органічної маси впродовж певного періоду (як правило, декількох місяців). Щодо можливості здійснення першого способу є серйозні застереження, які ґрунтуються на закономірностях розвитку популяцій у грунті і неможливості домінування інтродукованих мікроорганізмів у такій гетерогенній системі, як грунт [12]. Другий спосіб [13] видається більш надійним, проте для його здійснення не вистачає такої органічної речовини, як гній. Слід зазначити, що в нинішніх складних умовах, які супроводжуються зниженням інтенсивності сільськогосподарського виробництва, проблема забезпечення полів органічною речовиною є важливою не тільки для рекультивації порушених земель, а й для традиційного землеробства. Ще донедавна тваринницькі ферми слугували не тільки постачальниками молока і м'яса, а й виконували важливу функцію фабрик добрив. Сьогодні ж ґрунти втрачають свою родючість значною мірою через неможливість забезпечити їх органічними добривами. Як відомо, ці добрива не тільки надають рослинам необхідні елементи живлення, а й значно покращують фізичні та хімічні характеристики ґрунтів. Це вказує на те, що мінеральні добрива не можуть повністю замінити органічні.

Чи свідчить це про безвихідну ситуацію? Напевне, що ні. Проблему забезпечення ґрунтів органічною речовиною, принаймні частково, мож-

на вирішити шляхом біокомпостування міських відходів, осаду стічних вод тощо [14]. Є багато способів одержання цінної органічної речовини з комунальних відходів, проте ми вважаємо, вони мають один істотний недолік, оскільки не розв'язані мікробіологічні проблеми компостування. Навіть такий широковідомий спосіб компостування, як використання вермикультури (за допомогою гібриду червоного каліфорнійського черв'яка *Eisenia foetida*) недостатньо досліджений за мікробіологічними параметрами, а також фізіологічними показниками одержуваного продукту. Це питання здебільшого вирішується агрохіміками, а не мікробіологами. Тому сьогодні ми ще не знаємо основних біологічних закономірностей формування біокомпостів (особливо сукцесій мікроорганізмів у процесі компостування). Одже дослідження у цьому напряму – справа більш ніж актуальна.

Наступним надзвичайно важливим питанням, яке здатна вирішити ґрунтова мікробіологія вже сьогодні, є встановлення фізіологічно оптимальних доз добрив, у першу чергу азотних.

Сьогодні ми можемо констатувати, що не зважаючи на найширше застосування біологічних препаратів у майбутньому, сільське господарство не зможе повністю відмовитись від застосування мінеральних добрив (*та це, на нашу думку, і не потрібно*). Але кількість добрив повинна бути обґрунтованою не тільки з економічних міркувань, а й екологічної та фізіологічної доцільності їх застосування, адже надлишкові азотні добрива забруднюють навколишнє середовище, сприяють погіршенню фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів тощо. Недоцільність подібного використання мінеральних добрив очевидна і з економічних причин.

Але які саме дози є фізіологічно оптимальними для конкретних умов вирощування культур? Існують різні способи визначення фізіологічно прийнятних доз добрив. Наприклад, щодо азоту можна прослідкувати динаміку накопичення нітратів у продукції, проводити дослідження у лізиметрах і з урахуванням показників урожайності та якості продукції приблизно встановити оптимум. Проте є мікробіологічні методи, зокрема високочутливий метод визначення нітрогеназної активності ґрунту, який дає можливість проводити дослідження швидко, точно (точність визначення наближається до 10^{-9} моля N_2), в динаміці. *(Суть методу полягає у визначенні в динаміці активності асоціативної азотфіксації залежно від доз добрив. Як відомо, процес азотфіксації є надзвичайно раціональним з точки зору енергетики. І як тільки в грунт надходить надлишкова кількість мінерального азоту, активність асоціативної азотфіксації знижується пропорційно внесеним дозам, і азотфіксуючі*

бактерії переключаються вже на денітрифікацію. Природа "боїться" надлишку азоту, вона його "скидає" в повітря. Активність азотфіксації буде зниженою протягом певного часу, поки не зніметься репресуюча дія азотних добрив. Визначивши активність азотфіксації в кореневій зоні сільськогосподарської культури під впливом різних доз мінерального азоту в динаміці і розрахувавши продуктивність азотфіксації за вегетаційний період, ми можемо вибрати екологічно і фізіологічно оптимальну дозу).

Мікробіологи також мають арсенал методів щодо оптимізації доз фосфорних добрив. Щоправда, при цьому може виникнути закономірне питання: як можна забезпечити фізіологічно оптимальні дози фосфору за відсутності сировинної бази для їх виробництва? Фосфор, безумовно, є багато дефіцитнішим біогенним елементом у порівнянні з іншими, особливо в Україні. Вивчення запасів сировини свідчить, що в нашій країні наявні родовища фосфатних руд [15]. Але, зважаючи на невисокий вміст P_2O_5, доцільність їх транспортування в інші регіони досить сумнівна з економічних міркувань. З іншого боку, невисокий ступінь розчинності сполук фосфору підсилює цей недолік. Певним виходом з цієї ситуації є "збагачення" місцевих фосфоритів розчинними формами фосфорних сполук шляхом добавляння їх до компостів. При цьому, додаючи в компости мікроорганізми, що продукують фосфатази, або впливають на розчинність сполук своїми кислими метаболітами, напевне можна значно підвищити рівень доступного для рослин фосфору.

Тісно пов'язане з попереднім питання збільшення коефіцієнтів використання добрив рослинами. Відомо, що засвоєння азотних добрив рослинами не перевищує 45-50%, фосфорних – 20%, калійних – 25-60%, залежно від культури і типу ґрунту. При розрахунках необхідної кількості мінеральних добрив (наприклад, за виносом NPK) враховуються відповідні показники ступеня засвоєння біогенних елементів. Переважна кількість добрив при цьому "планується" не для живлення рослин, а (свідомо!) для забруднення довкілля. Отже збільшення коефіцієнтів засвоєння добрив є велінням часу і диктується вже не тільки економічними, а й екологічними вимогами. Чи є можливість реалізувати цей задум? Як відомо, існує декілька науково обґрунтованих шляхів підвищення коефіцієнтів використання добрив. Це і збалансованість елементів мінерального живлення, і використання добрив пролонгованої дії, і локальне внесення гранульованих добрив, застосування мікроелементів тощо. Проте є ще один шлях вирішення даної проблеми, який зовсім не виключає вищеперелічені, – мікробіологічний. На наш погляд, саме недостатня увага до мікробіологічного фактора трансформації основних елементів

живлення рослин значною мірою призвела до низької ефективності використання добрив та забруднення довкілля. Традиційно проблеми мінерального живлення рослин розглядались виключно як проблеми агрохімії та фізіології рослин. Сьогодні вони повинні розглядатись комплексно і обов'язково за участю мікробіологів.

В Інституті с.-г. мікробіології УААН та в мікробіологічних підрозділах окремих установ створено відповідну методичну, експериментальну та інформаційну базу для вирішення проблеми підвищення коефіцієнтів використання добрив. Для їх вирішення вже чимало зроблено. Так, встановлено, що окремі мікробні препарати позитивно впливають на процеси біологічної трансформації азоту і мобілізації фосфору. В серії дослідів, проведених із використанням методу ізотопного (^{15}N) розбавлення, показано, що їх застосування на 20-30% підвищує засвоєння азотних добрив рослинами [16-18]. Досліджено механізм цього феномену: засвоєння добрив збільшується внаслідок зростання об'ємів кореневої зони інокульованих рослин та активної абсорбційної поверхні коріння, а також активізації рослинних ферментних систем.

Може виникнути питання: чи здатні мікроорганізми забезпечити таке суттєве підвищення засвоєння поживних речовин? Відповідь є ствердною. В середині 80-х років серією досліджень різних наукових шкіл з використанням сучасних методів було показано, що об'єм кореневих виділень (за вуглецем) може досягати 35-45% від усієї кількості вуглецю, асимільованого в процесі фотосинтезу [19-21]. Таке масоване відторгнення енергетичного матеріалу в навколишнє середовище потребувало свого пояснення. І воно було знайдене. Екологічний сенс "перекачки" вуглецю в зону коріння полягає в підтримці життєдіяльності ризосферної мікрофлори, яка в свою чергу оптимізує кореневе живлення рослини, будучи своєрідним посередником між ґрунтом і рослинним організмом. Інтродукуючи ж агрономічно цінні мікроорганізми з підвищеною специфічною активністю, зокрема фітостимулювальною, ми можемо істотно збільшити коефіцієнти використання добрив за рахунок надходження до рослини фітогормонів бактеріального походження в оптимальній кількості і в збалансованому вигляді, та їх впливу на ризогенез, абсорбційну здатність коріння та додатковий синтез окремих ферментів.

При відповідному розвитку цих досліджень є перспектива втілення в сільськогосподарське виробництво нової стратегії застосування добрив – разом з біопрепаратами і в рекомендованих дозах. Безумовно, ця робота потребує комплексного підходу, створення відповідної державної програми і обов'язкової участі в ній агрохіміків і фізіологів.

На нашу думку, визначення фізіологічно оптимальних доз добрив та застосування біологічних препаратів у землеробстві дозволило б говорити і про нову фазу екологічного землеробства – фазу прагматичного використання наукових розробок, в тому числі розробок ґрунтової мікробіології. Екологічне землеробство досить часто сприймається як синонім "біологічного", "біодинамічного", "альтернативного", "природного". Вважаємо цілком обґрунтованим відокремити поняття "біологічне землеробство" від "екологічного". Біологічне землеробство дійсно набуває розвитку, особливо в європейських країнах. Проте, ознайомлення зі способами ведення його на місцях вражає обмеженістю агрозаходів. Вважається, що ведення біологічного землеробства означає відмову від більшості сучасних прийомів землеробства, а заклик "Назад, до природи!" демонструє, на жаль, лише повернення до дідівських методів господарювання. Прихильники біологічного землеробства могли б протиставити скептикам щось на зразок "свідомої відмови від максимального урожаю", але ж сьогодні мусимо вирішувати не тільки гігієнічні та екологічні питання, але й споживчі. Такими "природними" засобами можна задовольнити потреби невеликого відсотка суспільства, але їх тиражування у великих масштабах не зміцнить національну продовольчу безпеку, не забезпечить реалізації експортного потенціалу сільськогосподарської продукції. Якщо такі способи ведення господарювання серед інших займають не більше 5-10%, з цим можна погодитись. Якщо ж їх масштаби перетнуть зазначену межу, це призведе до помітного зниження обсягів сільськогосподарського виробництва і викличе появу не тільки економічних проблем, але й соціальних.

Важливо зазначити, що в землеробстві необхідно забезпечити збалансованість надходження і витрачання поживних речовин в агроценозі з метою призупинення деградації ґрунтів і хоча б простого відтворення їх родючості. Біологічна система землеробства це передбачає, але потребує підвищення продуктивності. Значущими елементами інтенсифікації біологічного землеробства можуть бути розширення площ посівів бобових культур, травосіяння взагалі, внесення органічних речовин, застосування мікробних препаратів для поліпшення живлення та біологічних засобів захисту рослин. Резерв тут є значний, але навіть за його використання існує певна межа, зумовлена раціональним землекористуванням та кількістю худоби на одиницю сільськогосподарських угідь. *(Внесення гною, до речі, зовсім не виключає забруднення довкілля. При цьому, зважаючи на необхідну для забезпечення відповідної продуктивності агроценозів кількість органіки, неодмінно виникнуть санітарні та інші проблеми охорони*

довкілля як поблизу тваринницьких ферм, так і на полях при внесенні свіжого гною у великій кількості. Ці проблеми можна буде вирішити шляхом створення у майбутньому системи компостування всієї органіки, але сьогодні, навіть за умови різкого збільшення поголів'я худоби, питання не можна вирішити з причин, перш за все, високої вартості таких систем). Тому заклики до ведення біологічного землеробства передусім повинні бути обґрунтованими і прагматичними.

Екологічне ж землеробство, на наш погляд, – це спосіб ведення господарства, який передбачає не просто відмову від всього синтетичного, це – зважений, науково обґрунтований підхід, який би виключав можливість будь якого забруднення продукції і довкілля. Оскільки альтернатива мінеральним добривам у вигляді відходів тваринництва є примарною як з точки зору необхідних об'ємів органіки, так і з причин екологічної недоцільності застосування великих об'ємів гною, слід визнати, що проста відмова від застосування мінеральних добрив не може бути оптимальним-вирішенням всіх питань. Як не можна відмовитись від органічних добрив, так не можна ігнорувати необхідність використання добрив мінеральних. Чи не доцільніше було б у системі землеробства застосовувати дози мінеральних добрив, які б забезпечували гармонійний розвиток агроценозів і не забруднювали продукцію і довкілля? Наприклад, вище згадуваних доз фізіологічного оптимуму, або поєднаного внесення мінеральних та органічних добрив за умови підтримки оптимального співвідношення C/N та ін. Головне при цьому, щоб біологічні чинники не протиставлялись небіологічним і не розглядались як альтернатива останнім. Вони повинні бути раціонально поєднаними, використовуватись максимальною мірою для підвищення ефективності антропогенних факторів при дотриманні бездефіцитного балансу поживних речовин в агроценозах та сучасних вимог щодо оптимізації живлення рослин, якості продукції та охорони довкілля.

У створенні таких умов повинні взяти активну участь мікробіологи. Розглянемо, наприклад, розрахунки фізіологічно оптимальних доз мінерального азоту. Відомо, що біологічне землеробство не заперечує активізації окремих ґрунтових процесів, які сприяють покращенню родючості ґрунту. Одним з таких процесів є фіксація атмосферного азоту ґрунтовими мікроорганізмами. І одним із постулатів асоціативної азотфіксації є наступний: дози мінерального азоту, що не перевищують фізіологічного оптимуму для рослин, сприяють підвищенню активності азотфіксації [22]. За нашими даними [23], застосування мінеральних азотних добрив (на фоні фосфорно-калійного удобрення) роздрібним

способом для злакового травостою на дерново-підзолистому грунті забезпечувало активізацію процесу азотфіксації у порівнянні з контролем (безазотним варіантом) наступним чином: при N_{10} – в 1,85 ; N_{20} – в 3,75 ; N_{40} – в 2,45 ; N_{80} – в 1,96 ; N_{120} – в 1,14 раза. Внесення N_{160} вже приводило до невеликого зниження показників активності процесу в порівнянні з контролем. Подальше підвищення дози мінерального азоту забезпечувало різке зниження активності азотфіксації. Отже, екологічно пороговою для даного агроценозу можна вважати дозу N_{160}. Доза N_{120} (при роздрібному внесенні) є ще екологічно прийнятною. Ця ж доза задовольняла вимоги щодо вмісту нітратів у продукції. Застосування менших доз добрива є, звичайно, ще доцільнішим в екологічному відношенні, але компромісною між екологічними та економічними вимогами можна вважати дозу азотного добрива на рівні 120 кг/га. Отже певні дози азотних добрив, збільшуючи урожайність, сприяють надходженню в грунт додаткового атмосферного азоту, що забезпечує чистоту агроценозу відносно цього елемента. Таким чином, характеристика окремих мікробіологічних процесів, на які впливають антропогенні чинники, може бути об'єктивним тестом доцільності застосування цих чинників. Важливим доповненням вищенаведених результатів досліджень може бути визначення активності денітрифікації в динаміці. В арсеналі мікробіологів є чутливий газохроматографічний метод визначення активності цього процесу [24, 25]. Зіставлення активності двох статей (привхідної та витратної) кругообігу азоту на прикладі конкретного агроценозу може дати абсолютно надійні критерії для розрахунків оптимальних доз добрив для екологічного землеробства.

Говорячи в цілому про цю проблему, зазначимо, що в нашій країні нею, на жаль, займаються нечисленні наукові сили. Що ж до мікробіологічного забезпечення цих досліджень, то воно зовсім незначне і потребує покращення.

Виходячи з вищевикладеного, мікробіологи, розроблюючи науково обґрунтовані підходи до біологічного землеробства, мають дослідити екологічні аспекти застосування мінеральних та органічних добрив з врахуванням особливостей біологічної трансформації біогенних елементів у системі грунт – мікроорганізми – рослина, обґрунтувати фізіологічно (отже й екологічно) доцільні дози добрив та заходи, спрямовані на підвищення коефіцієнтів використання добрив і виключення при цьому можливості забруднення сільськогосподарської продукції та довкілля.

Дещо окремо від вищерозглянутих питань, але як таким, що має безпосереднє відношення до сільськогосподарської мікробіології та еко-

логічного землеробства, стоїть питання селекції сортів культур, які мають підвищений потенціал азотфіксації в кореневій зоні рослин. На сьогодні доведено, що активність азотфіксуючих мікроорганізмів залежить від сортових особливостей рослин [26-29]. Розвиток кореневої системи, обсяг та якісний склад кореневих ексудатів, які є основним джерелом енергії та вуглецю для ризосферної мікрофлори, залежить від генотипу рослини. Це може мати чи не основне значення для формування таксономічної структури угруповання азотфіксуючих бактерій та специфічного характеру симбіозів і асоціацій і, нарешті, інтенсифікації процесів симбіотичної та асоціативної азотфіксації. Згідно з літературними даними, сорти окремих культур відрізняються за показниками стимулювання процесу азотфіксації в 150 разів [29]. Така ситуація склалася внаслідок проведення інтенсивної селекції на високих агрофонах без врахування показників активності процесу азотфіксації в кореневій зоні рослин (тобто проводилась негативна селекція за цим показником). Навіть за умови тільки проведення скринінгу сортів з високою мікробною активністю в ризосфері і наступним впровадженням їх у виробництво можна було б забезпечити додаткове надходження в агроценози 10-15 кг/га біологічного азоту [27]. Але крім цього існує реальна можливість селекції сортів окремих сільськогосподарських культур з високим потенціалом азотфіксації. На сьогодні генетичні аспекти симбіотичної та асоціативної азотфіксації активно досліджуються в наукових центрах окремих країн. Їх результати свідчать, що варіабельність потенціалу рослини – макросимбіонту є передумовою успішної селекції високопродуктивних сортів як бобових, так і небобових рослин з високим рівнем азотфіксації в зоні коріння. Реалізація цього потенціалу могла б сприяти істотному зниженню рівня застосування азотних добрив під сільськогосподарські культури та поліпшенню стану довкілля.

Можливість реалізації азотфіксуючого потенціалу рослин підтверджується також дослідженнями щодо скоординованої селекції макро- і мікросимбіонтів [31, 32].

Крім сортів, що мають високий потенціал азотфіксації, цілком реальним є створення генотипів, які можуть сприяти розвитку інших функціональних груп мікроорганізмів у ризосфері, наприклад фосформобілізуючих, і тим самим забезпечувати більш комфортний розвиток рослин.

2. Біологічний захист рослин від хвороб і шкідників.

Проблема кореневого живлення рослин біогенними елементами за участю мікроорганізмів стоїть поряд з проблемою захисту рослин від хвороб. Як уже відмічалось, відсутність у кореневій зоні сільськогосподарських культур корисної специфічної мікрофлори провокує за-

хоплення цієї екологічної ніші іншими, нетиповими мікроорганізмами, в т.ч. патогенними. З огляду на це екологічна (як і економічна) доцільність бактеризації сільськогосподарських культур не викликає сумніву. Корисні ґрунтові мікроорганізми, заселивши ризосферу рослин, тривалий час не допускають патогенні мікроорганізми до інфікування рослин. За нашими спостереженнями, навіть у роки епіфітотій деяких захворювань, передпосівна інокуляція насіння біопрепаратами сприяла затримці розвитку хвороби на 2-3 тижні, що суттєво позначалось на урожайності культур. Слід також сказати, що насіння, одержане з бактеризованих рослин, є менш зараженим збудниками хвороб, особливо грибних, що дуже важливо як при зберіганні зерна та застосуванні в насінництві, так і у випадку використання його на харчові потреби.

Відомо, що найбільшу шкоду сільськогосподарському виробництву завдають фітопатогенні гриби (збудники аскохітозу, фузаріозу, антракнозу, гнилей, альтернаріозу тощо), бактерії (що викликають м'які гнилі, опіки, "чорну ніжку", рак), нематоди, а також листогризучі комахи, що призводить до значних втрат урожаю (вони можуть досягати 50-70%). Тому створення екологічно безпечних засобів захисту рослин і впровадження їх у виробництво є надзвичайно важливим завданням сьогодення. Чому так гостро ставиться питання? Не секрет, що інтенсивне застосування у сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин призвело не тільки до забруднення довкілля, а й до появи нових стійких до хімічних препаратів форм патогенів. У зв'язку з цим актуальність питання щодо необхідності розвитку біологічних методів захисту рослин, які базуються на використанні природних агентів біологічної регуляції шкідливих видів, не викликає сумніву.

Дане питання сьогодні активно розробляється в окремих країнах. Так, у країнах Західної Європи і США створено державні програми, які передбачають зменшення об'ємів застосування хімічних препаратів удвічі за рахунок впровадження біологічних препаратів. У Росії також на державному рівні вирішується проблема розробки біопестицидів, оскільки, не зважаючи на значне зменшення об'ємів застосування хімічних препаратів, вони залишаються серйозним антропогенним чинником забруднення довкілля. Завдяки державній підтримці за кордоном розроблено низку біопрепаратів, таких як біо-фунгус (на основі *Trichoderma spp.*, Бельгія), бінаб-Т (*T.harzianum і T.polysporum,* Швеція), біо-трек (*T.harzianum,* США), серенада, кодіак (*B.subtilis,* США), ризо-плюс (*B.subtilis,* Німеччина), бактофіт (*B.subtilis,* Росія), які рекомендовано для використання в інтегрованих системах захисту рослин [33]. В

Україні також розроблено ефективні препарати для боротьби з грибними захворюваннями рослин [34,35], проте внаслідок складної процедури держреєстрації їх впровадження обмежене.

Біофунгіциди на основі живих культур мікроорганізмів характеризуються низкою переваг, до яких можна віднести безпеку для людини і тварин, відсутність фітотоксичності, мутагенної та онкогенної активності, а також широкий спектр дії на різні патогени. Суттєвою перевагою цих препаратів є також можливість практично безперервного їх вдосконалення шляхом генетичної та генно-інженерної модифікації мікроорганізмів, що входять до їх складу, а також проста технологія їх виробництва і, як результат цього, невисока собівартість. Необхідно також відмітити нешкідливість біопрепаратів для навколишнього середовища і відсутність загрози забруднення агробіоценозів.

Реальним також є розширення спектра біологічних інсектицидів. На сьогодні в арсеналі мікробіологів є відомий препарат бітоксибацилін, а також його покращені аналоги (на основі *Bacillus thuringiensis*) [36]. Розширення їх виробництва могло б кардинально поліпшити ситуацію з таким шкідником, як колорадський жук. Якщо в країнах західної Європи не існує проблеми з боротьбою з цим шкідником внаслідок запровадження науково обґрунтованих сівозмін і територіального віддалення полів картоплі, то в Україні через концентрацію вирощування культури у приватному секторі (до 96%) ця проблема є надзвичайно гострою. Причому вона стає дедалі гострішою, оскільки внаслідок адаптації комах до отрутохімікатів для їх знищення потрібні як нові хімікати, так і збільшення кратності обробок. Очевидно, що успіх у вирішенні цієї проблеми значною мірою залежить від праці мікробіологів.

Малодослідженим, проте вражаючим щодо перспектив питанням біологічного захисту рослин від широкого спектра шкодочинних комах є антипаразитарний вплив продуцентів *Streptomyces avermitilis*, т.з. авермектинів [37].

Перспективним також вважається і такий шлях боротьби з шкодочинними комахами, як використання вірусних препаратів, що викликають у них епізоотії. Але при цьому головним і найбільш складним є питання накопичення вірусів.

Сьогодні при застосуванні біопестицидів не вирішеною може залишатись проблема боротьби з окремими захворюваннями сільськогосподарських культур, наприклад сажкою. Але й для розв'язання цього завдання можна розробити агрозаходи без застосування агрохімікатів. Надзвичайно перспективним може бути знезараження

насіннєвого матеріалу методами на основі електронопроменевої та мікрохвильової обробки, які нині привертають значний інтерес дослідників. Проте, на наш погляд, використання зазначених фізичних методів повинно поєднуватись із наступним застосуванням біопрепаратів, у т.ч. землеудобрювальної дії. Такий підхід здається цілком виправданим з таких міркувань. Обробка насіння одним з вищезазначених методів може призвести до повної поверхневої стерилізації, коли будуть знищені як патогенні, так і корисні мікроорганізми. Між тим саме насіння еволюційно пристосоване для передачі наступному поколінню рослин необхідної для нормального функціонування мікрофлори [38]. Оскільки внаслідок променевої обробки може бути розірваним один з ланцюгів забезпечення рослин корисними мікроорганізмами, необхідне штучне забезпечення ними посівного матеріалу. Крім того, повне звільнення поверхні насіння від мікроорганізмів залишає незаповненою екологічну нішу, і важливо, щоб її зайняли саме корисні мікроорганізми.

Отже мікробіологічні методи боротьби з хворобами та шкідниками сільськогосподарських культур, особливо у поєднанні із сучасними фізичними способами знезараження посівного матеріалу, можуть значною мірою сприяти вирішенню низки екологічних проблем та покращенню якості продуктів харчування.

Чи зможемо ми повністю відмовитись від хімічних засобів захисту рослин від хвороб і шкідників? Напевне що ні, особливо зважаючи на різноманіття збудників захворювань та шкідників. Але за нормальних умов функціонування агроценозів та високої культури землеробства можна суттєво обмежити використання агрохімікатів, або застосовувати їх лише у випадку виникнення надзвичайної, некерованої ситуації. У поєднанні ж з іншими методами захисту рослин – механізацією, науково обґрунтованими сівозмінами, селекцією стійких до захворювань та шкідників сортів – можна звести застосування фунгіцидів та інсектицидів до мінімальних об'ємів.

Як відомо, ідеальна комбінація вищезазначених способів одержала назву "інтегрований захист рослин" [39] і доцільність такого підходу не викликає сумніву. На нашу думку, в цій комбінації агрозаходів повинна набути більшого значення така складова, як біологічний захист. Зрозуміло, що для цього необхідні ефективні наукові розробки, які могли б реально зацікавити виробника сільськогосподарської продукції.

Ще одне складне питання в рослинництві – це захист рослин від вірусних хвороб. На сьогодні втрати від вірусних хвороб складають від 30 до 80%. І це надто високі показники, щоб не звертати на них увагу. Із

зазначеними питаннями тісно пов'язані проблеми насінництва. В окремих країнах це не є складним питанням, оскільки насінництво базується виключно на безвірусній основі. Наприклад, в Нідерландах, Німеччині, Великобританії, Данії без проблем отримують 400 ц/га і більше картоплі. І зрозуміло, що для отримання таких урожаїв застосовується оздоровлений садивний матеріал. Стосовно картоплі відомо, що врожайність цієї культури можна подвоїти за рахунок застосування високоякісного насіннєвого матеріалу (при дотриманні, звичайно ж, технології вирощування). Для України, внаслідок концентрації виробництва картоплі в приватному секторі, зазначене питання є дуже актуальним.

Крім проблеми безвірусного насінництва, виникає також низка проблем, пов'язаних з повторним інфікуванням рослин вірусами. На жаль, сьогодні майже відсутня система заходів, які б дали можливість припинити розповсюдження шкодочинних вірусів. Безумовно, це вимагає від мікробіологів невідкладної розробки заходів організаційного і наукового характеру. Серед наукових проблем слід виділити необхідність проведення моніторингу природного інфекційного фону та формування колекції фітопатогенних вірусів для створення тест-систем фітопатогенів [40]. Необхідність цього також пояснюється виявленням неідентифікованих вірусів у агроценозах України та неодмінною вимогою сертифікувати насіннєвий матеріал [41].

Як показує світовий досвід, ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від розв'язання означених питань фітовірусологічних досліджень і використання результатів у практичній роботі.

3. Створення пробіотичних препаратів. Мікробіологія кормів. У результаті різнобічної діяльності людини досить часто зміщується екологічна рівновага і в першу чергу це стосується мікробного складу навколишнього середовища: окремі мікроорганізми зникають з типових для них екологічних ніш, інші змінюють свої властивості (набувають вірулентності, стійкості до антибіотиків, змінюються їх антигенні властивості та ін.). Результати такого впливу на мікроорганізми проявляються не тільки у зміні мікробного ценозу ґрунтів, що вже обговорювалося вище, а й у виникненні нових захворювань людей і тварин. Особливо непередбачувано антропогенні фактори впливають на організми теплокровних через продукти харчування та в процесі лікування. Одним із таких чинників є антибіотики.

При ліквідації за участю антибіотиків "класичних" інфекцій звільняються екологічні ніші для нових збудників хвороб. Крім того, дія анти-

біотиків у інфікованому макроорганізмі не обмежується пригніченням життєдіяльності лише збудників інфекції, вона одночасно поширюється на нормальну мікрофлору, внаслідок чого можуть виникати дисбактеріози. Застосування антибіотиків з метою профілактики та лікування інфекційних захворювань призводить до їх накопичення в органах і тканинах тварини, що погіршує якість продукції тваринництва, а іноді робить її небезпечною для вживання. До того ж, довгострокове застосування антибіотиків сприяє формуванню популяцій мікроорганізмів, стійких до лікарських препаратів, що позначається на ефективності лікування. Зважаючи на ту обставину, що окремі захворювання людини і тварини викликаються одними й тими ж збудниками, проблема заходить у глухий кут. Вихід з цієї ситуації все ж є, і полягає він у застосуванні бактеріальних препаратів на основі живих мікробних культур – пробіотиків. Їх лікувальний та профілактичний ефект зумовлений антагоністичною активністю проти патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, здатністю активізувати макрофаги та індукцію інтерферонів, а також позитивним впливом на стан антиоксидантної системи організмів теплокровних [42-45]. Застосування пробіотиків з лікувально-профілактичною метою, на відміну від антибіотиків, стимулює імунну відповідь організму тварин, відновлює нормальний мікробний ценоз, при цьому продукція тваринництва залишається екологічно безпечною. Пробіотичні препарати не мають протипоказань до застосування і в комплексі з ветеринарно-санітарними заходами можуть позитивно впливати не тільки на мікробний ценоз шлунково-кишкового тракту, а й тваринницьких приміщень, що має важливе епізоотологічне значення.

В останні роки пробіотики широко застосовуються не тільки для лікування, а й для підвищення продуктивності тварин і птиці. Відомо, що в їх раціон для покращення білково-вітамінного живлення та підвищення ефективності засвоєння кормів включають біологічно активні речовини: вітаміни, амінокислоти і ін. Однак, ці та інші сполуки частково або повністю руйнуються ферментами шлунково-кишкового тракту тварин, тобто їх дія короткочасна. При застосуванні пробіотиків з метою підвищення продуктивності тварин мікроорганізми, приживаючись в шлунково-кишковому тракті, активізують процеси травлення за рахунок їх високої ферментативної активності та доповнюють раціон незамінними амінокислотами і вітамінами, що синтезуються в процесі травлення за участю інтродукованих бактерій.

Отже, перспективність застосування пробіотичних препаратів у тваринницькій галузі не викликає сумніву. В Інституті мікробіології і

вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України та Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН розроблено низку пробіотичних препаратів, нешкідливість, висока ферментативна та антагоністична активність яких були підтверджені в ході виробничих випробувань [45, 46]. Зважаючи на те, що ефект досягається від застосування незначних доз препаратів, а їх собівартість невисока, використання пробіотиків у виробництві є надзвичайно вигідним і з економічної точки зору.

Перспективним є застосування пробіотиків і в кормовиробництві. Їх використовують для кращого зберігання сіна за умови високої вологості та для силосування кормів. При силосуванні пробіотики мають значні переваги над консервантами. Застосуванням останніх пригнічується нормальна мікрофлора, а передозування може призвести до отруєння тварин. Використання пробіотичних препаратів для силосування сприяє збереженню і покращенню якості кормів: підвищується вміст молочної та оцтової кислот, амілаз, редукуючих цукрів, вітамінів, пригнічується розвиток гнилісних та маслянокислих бактерій. При цьому силос набуває виразних пробіотичних властивостей: його згодовування сприяє народженню здорового приплоду, зниженню захворюваності молодняку шлунково-кишковими хворобами та підвищенню продуктивності тварин [47].

Є одна проблема, яку важко вирішити без створення і застосування пробіотичних препаратів. Силосовані корми найвищої якості швидко псуються за умови доступу кисню (як тільки відкрили бурти чи ями із силосом). Аеробні втрати за 15 днів досягають 30%. Проникнення кисню в силос сприяє швидкому розвиткові дріжджів, бактерій, мікроміцетів. При цьому утворюються мікотоксини, руйнується молочна кислота, вуглеводи, починається розпад білків [48]. Виправити ситуацію можна шляхом застосування хімічних консервантів. Але є кращий вихід: застосувати пробіотичні препарати ще при закладанні силосу. Завдяки цьому, не лише забезпечується збереження кормів, а й здійснюється неспецифічна профілактика деяких захворювань сільськогосподарських тварин.

Вищевикладене дає підставу вважати, що в найближчі роки пробіотичні препарати значною мірою витіснять традиційні і небезпечні кормові консерванти та хіміотерапевтичні препарати.

На жаль, формат публікації не дозволяє розглянути всі назрілі питання сільськогосподарської мікробіології. Їх, звичайно, набагато більше, ніж піднято в цій статті. Але актуальні проблеми постійно будуть розглядатись у подальшому в новоствореному збірнику "Сільськогосподарська мікробіологія". На сторінках видання ми плануємо публікувати як результати експериментальних робіт, так і статті дискусійного та оглядового

характеру. Передбачена також можливість опублікування статей молодих вчених. Від імені редколегії збірника запрошую Вас до співпраці.

1. Докучаев В.В. К вопросу об открытии при русских университетах кафедр почвоведения и учение о микроорганизмах // Избранные сочинения. – М.: Гос. ид. с-х. литературы, 1948. – Т. 2. – С. 290-318.

2. Костычев П.А. Состав органических веществ почвы в связи с низшими организмами // Тр. С.-Петербургского о-ва естествоиспытателей, отд. ботаники. – 1890. – Т. XXI. – С. 6-9.

3. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применения препаратов на их основе. – Ленинград, 1991. – 43 с.

4. Sinha B.K., Basu P.S. Indole-3-acetic acid and its metabolism in root nodule of Pongamia pinnata (L.) Pierre // Biochem. Physiol. Pflanzen. – 1981. – Bd 176, H3. – P. 218-227.

5. Badenoch-Jones J., Summons R.E., Rolfe B.G., Lethan D.S. Phytohormones, Rhizobium mutants and nodulation in legumes. 3. Auxin metabolism in effective and infective pea root nodules // Plant Physiol. – 1983. – Vol. 73, № 2. – P. 347-352.

6. Libbenga K.R., Torley J.G. Hormone-induced endoreduplication prior to mitosis in cultured pea nodule cortex cells // Amer. J. Bot. – 1973. – Vol. 60, № 4. – P. 293-299.

7. Bauer P., Coba De La Pena T., Frugier F. et. al. Role of plant hormones and carbon/nitrogen metabolism in controlling nodule initiation on alfalfa roots // Nitrogen Fixation: Fundamentals and Application. / Ed. I.A. Tichonovich et. al. – Kluwer Academic Publ., 1995. – P. 443-448.

8. Пат. 47304 Україна, C05F 11/08. Спосіб одержання бактеріальних препаратів / В.В.Волкогон, В.І.Лохова, К.І.Носовець. – Опубл. 17.06.02, Бюл. № 6.

9. Пат. 47303 Україна, C05F 11/08. Спосіб одержання гранульованих бактеріальних препаратів / В.В.Волкогон, В.І.Лохова, С.Б.Дімова. – Опубл. 17.06.02, Бюл. № 6.

10. Umarov M.M. Plant-microbe interactions and nitrogen transformation in biosphere // Molecular Plant-Microbe Interactions: New bridges Past and Future. 11-th Int. Congr. on Molecular Plant-Microbe Interactions (St.-Petersburg, July 18-26, 2003): Abstr. – St.-Petersburg, 2003. – P. 356.

11. Надкернична О.В. Штучне бульбочкоутворення на рослинах моркви // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 10. – С.15.

12. Звягинцев Д.Г. Управление микробными популяциями в почве // С.-х. биология. – 1983. – № 10. – С. 102-107.

13. Чичерин Г.М. Полевое круглогодичное вермикультивирование в условиях Западной Сибири // Торф и сельское хозяйство: Сб. научных тр. СибНИИТ СО РАСХН. – Томск, 1994. – С.141-150.

14. Городний Н.М., Быкин А.В., Пасичник Н.А., Мовчан Н.М. Промышленные технологии компостирования и вермикомпостирования органогенных отходов // Дождевые черви и плодородие почв: Мат. II междунар. конф. (Владимир, 17-19 марта 2004 г.): Тез. докл. – Владимир, 2004. - С.73-74.

15. Вешицький В.А. Ресурси українських родовищ фосфоритів в аспекті сталого розвитку в агроекосистемах // Фосфор і калій у землеробстві: проблеми мікробіологічної мобілізації: мат. міжнар. наук. – практичної конф. (Чернігів, 12-14 липня 2004 р.). – Чернігів-Харків, 2004. – С.10-20.

16. Волкогон В.В. Влияние инокуляции райграса пастбищного азоспириллами на режим азотного питання растений // Симбиотические азотфиксаторы и их использование в сельском хозяйстве. Респ. конф. (Чернигов, 1986г.): Тез. докл. – Киев, 1986. – С.77-78.

17. Сальник В.П., Волкогон В.В., Мальцева Н.М., Мамчур О.Я. Вплив інокуляції та стимулятора росту триман-1 на активність азотфіксації, розвиток та формування симбіозу люцерни з бульбочковими бактеріями // Физиология и биохимия культ. растений. – 2001. – Т. 33, № 6. – С. 529-534.

18. Волкогон В.В., Гусєв О.В., Давидова О.Є., Мальцева Н.М., Дульнєв П.Г. Вивчення особливостей азотного ($^{14}N/^{15}N$) живлення ячменю методом ізотопного розбавлення при застосуванні регулятора росту рослин, мінеральних добрив та інокуляції // Физиология и биохимия культ. растений. – 2004. – Т. 36, № 5. – С. 444-450.

19. Smith W. Release of organic materials from the roots of free seedling. // Ecology. – 1976. – № 57. – P.324-327.

20. Sauerbeck D., Johnen B. Root formation and decomposition during plant growth. – Soil Org. Matter Stud. – 1977. – № 1. – P. 141-147.

21. Sauerbeck D., Helali H., Nonnen S. Consuption and turnover of photosythates in the rhizosphere depending of plant spesies and growth conditions. // 12 Intern. Congr. ISSS (New Delhi, 1982). – New Delhi, 1982. – P. 239-249.

22. Umarov M., Shabaev V., Smolin V. et al. Incorporation of „biological" nitrogen by nonlegumenous plants during associative N_2 –fixation // IX Int. Symp. Soil Biol. and Conservation of the Biosphere. – Pap. Sorpon. – 1985. – P.65.

23. Волкогон В.В. Влияние минерального азота на активность ассоциативной азотфиксации // Почвоведение. – 1997. – №5. – С.73-78.

24. Федорова Р.И., Милехина Е.И., Илюхина Н.И., Бражников В.В. К вопросу о применении ацетиленового метода для определения азотфиксирующей способности почв // Изв. АН СССР, сер. биол. – 1983. – № 1. – С. 106-114.

25. Гусев О.В., Волкогон В.В. Модификация ацетиленового метода определения полевой активности денитрификации // Агроекологічний журнал. – 2002. – № 3. – С. 57-61.

26. Dobereiner J. Genetic diversity in plants / Eds. A. Muhammed, R. Askel, von R.C. Borstel. – N.Y.: Plenum Press, 1977. – P. 325-341.

27. Садыков Б.Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах. – Уфа: БНЦ Ур. АН СССР, 1989. – 109 с.

28. Родынюк И.С. Влияние генотипа пшеницы на формирование эффективных ассоциаций с азотфиксирующими микроорганизмами // Бюл. ВНИИСХМ. – 1985. – № 42. – С. 59-66.

29. Rennie R.J., Larson R.I. Dinitrogen fixation associated with disonic chromosome substitution lines of spring wheat // Can. J. Bot. – 1979. – Vol. 57, № 24. – P. 2771-2775.

30. Патика В.П., Скорик В.В., Надкернична О.В. та ін. Кореляційні зв'язки між рівнем асоціативної азотфіксації і селекційними ознаками озимого жита // Зб. наук. праць Ін-ту землеробства УААН. – К., 1999. – С. 144-150.

31. Толкачов М.З. Селекція на підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації в гібридних популяціях сої // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, № 3. – С. 245-251.

32. Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. і ін. Біологічний азот. – К.: Світ, 2003. – 424 с.

33. Коломиец Э.И. Перспективы развития исследований в области биологического контроля патогенов и вредителей // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии. Междунар. конф. (Минск, 26-28 мая 2004 г.). – Минск: ГНУ "Ин-т микробиологии НАН Белоруссии", 2004. – С.368-369.

34. Смирнов В.В., Козачко И.А., Вьюницкая В.А. Эндофитные бактерии рода Bacillus – перспективные культуры для создания биологических средств защиты растений от болезней // Микробиол. журн. – 1995. – Т. 57, № 5. – С. 69-78.

35. Надкерничний С.П. Перспективи використання нових мікробних препаратів для захисту рослин від кореневих патогенів // Бюл. Ін-ту

с.-г. мікробіології. – 1997. – № 1. – С. 3-8.

36. Кузнецова Л.Н. Отечественные энтомопатогенные биопрепараты на основе Bacillus thuringiensis вместо химических инсектицидов // Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіології. – 1999. – № 4. –С. 22-25.

37. Ісаєнко В.М., Крамаренко Р.М., Чугуй О.В. і ін. Перспективи використання авермектинів для захисту рослин в Україні // Наук. вісник Нац. аграр. університету. – 2000. – Вип. 29. – С. 112-115.

38. Волкогон В.В. Азотфиксирующие микроорганизмы корневой зоны и семян злаковых трав // Бюл. Ін-ту. с.-г. мікробіології. – 1999. – № 4. – С. -11.

39. Лісовий М.П. Не заходи боротьби, а методи захисту // Захист рослин. – 2000. – № 1. – С. 2-5.

40. Зарицький М.М., Коломієць Л.П., Шевель М.Є. Фітовірусологічний моніторинг картопляного лану // Агроекологічний журнал. – 2002. – Спец. випуск. – С. 38-41.

41. Бойко А.Л., Патика В.П. Фітовіруси: екологія, діагностика, профілактика // Агроекологічний журнал. – 2002. – Спец. випуск. – С. 3-6.

42. Kishko Y.G., Vasylenko M.I., Kovalenko E.A., Podgorsky V.S. Influense of Bacillus subtilis lektin on functional activity of phagocytes // Microbiol. Zhurn. – 1998. – № 1. – P. 20-26.

43. Сорокулова И.Б. Влияние пробиотиков из бацилл на функциональную активность макрофагов // Антибиотики и химиотерапия. – 1998. – № 2. – С. 20-23.

44. Тараканов Б.В. Механизмы действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организм животного // Ветеринария. – 2000. – № 1. – С. 47-54.

45. Смольський О.С., Смольська Т.М.,Агеєв В.О., Дерев'янко С.В., Божок Л.В. Стан антиоксидантної системи організму коропа за дії пробіотика БПС-44 // Науковий вісник Львівської нац. академії вет. медицини. – 2004. – Т. 6, № 3. – Ч. 3. – С. 196-203.

46. Смірнов В.В., Патика В.П., Підгорський В.С. і ін. Мікробні біотехнології в сільському господарстві // Агроекологічний журнал. – 2002. – № 3. – С. 3-8.

47. Дерев'янко С.В., Божок Л.В., Прокопенко О.І. і ін. Застосування мікробних препаратів для підвищення терміну збереження та якості силосу // X з'їзд Товариства мікробіологів України (Одеса, 15-17 вересня 2004 р.): Тези доп. – Одеса, 2004. – С. 272.

48. Абраскова С.В., Буряко И.А., Стефанович Л.И., Астапович Н.И. Влияние препаратов на основе молочнокислых бактерий на аэробную ста-

бильность силосованных кормов // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии. Мат междунар. конф. (Минск, 26-28 мая 2004 г.). – Минск, 2004. – С. 356-357.

МИКРОБИОЛОГИЯ В СОВРЕМЕННОМ АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Волкогон В.В.

Інститут сельскохозяйственной микробиологии УААН, г. Чернигов

В статье обсуждаются актуальные вопросы сельскохозяйственной микробиологии, требующие разрешения, в частности: создание современных микробных препаратов, определение физиологически приемлемых доз удобрений в агроценозах, увеличение коэфициентов усвоения удобрений при использовании микробных препаратов, перспективы биологического и экологического земледелия, защита растений от патогенов, использование пробиотических препаратов и др. Изложены взгляды автора на отдельные методические подходы и способы решения поднятых вопросов.

Ключевые слова: *сельскохозяйственная микробиология, микробные препараты, экологическое земледелие, физиологически приемлемые дозы удобрений, защита растений от патогенов, пробиотические препараты.*

MICROBIOLOGY IN MODERN AGRICULTURE.

Volkogon V.V.

Institute of Agricultural Microbiology, UAAS, Chernihiv

Article underlines pressing questions of agricultural microbiology that have to be solved, including creation of new contemporary microbial preparations, determination of physiologically expedient fertilizers doses in agrocoenosis, increase of fertilizers utilization factors under the usage of microbial preparations, prospects of biological and ecological agriculture, plant protection from pathogens, using probiotical preparation etc. Author's opinion on individual technical approaches and solution trends of opened questions is stated.

Key words: *agricultural microbiology, microbial preparations, ecological agriculture, physiologically expedient fertilizers doses, plant protection from pathogens, probiotical preparation.*