**РЕФЕРАТ**

циклу робіт ***«Оптимізація біологічних процесів в агроекосистемах для підвищення їх продуктивності і стабільного функціонування»*** виконаного авторським колективом у складі: В.В. Волкогона, І.К. Курдиша, О.В. Надкерничної, Л.М. Токмакової, О.М.Берднікова, С.Ф. Козара, А.М. Москаленка, Я.В. Чабанюка, О.В. Шерстобоєвої.

**2015**

Реалізація потенціалу виробництва сільськогосподарської продукції з високим рівнем якості та мінімальними ризиками негативного впливу на довкілля цілком можлива в Україні в найближчі роки. Проте для досягнення цієї мети недостатньо використовувати лише традиційні підходи, що базуються на застосуванні агрохімікатів (добрив і пестицидів), упровадженні нових сортів інтенсивного типу та сучасної сільськогосподарської техніки. Традиційні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні доповнюватися агроприйомами, орієнтованими на оптимізацію біологічних процесів у ґрунтах агроценозів, що дозволить стабілізувати виробництво, зберегти родючість ґрунтів і в цілому поліпшити екологічний стан довкілля. Ці вимоги диктуються вимогами сьогодення, оскільки деградація ґрунтів і забруднення агроекосистем може мати вже в недалекому майбутньому негативні для цивілізації наслідки.

Як відомо, обов'язковими і найактивнішими учасниками численних біологічних процесів у ґрунті (у т. ч. трансформації сполук біогенних елементів, участі в транспорті поживних речовин до рослини, синтезу гумусу та ін.) є мікроорганізми. Проте біологічний стан переважної більшості ґрунтів, які використовуються в сільськогосподарському виробництві країни, сьогодні слід визнати деградаційним. За відсутності надходження органічної речовини та незбалансованого застосування мінеральних добрив, ігнорування сівозмін, зведення до мінімуму площ вирощування бобових трав, спалювання соломи тощо наступають глибокі зміни в угрупованнях ґрунтових мікроорганізмів. При цьому спотворюється перебіг процесів біологічної трансформації сполук біогенних елементів, особливо азоту, набуває активного розвитку дегуміфікація ґрунтів. Унаслідок збіднення складу ґрунтових біоценозів спостерігається зведення до мінімуму кількості окремих видів корисних мікроорганізмів. Їх місце займають інші бактерії та мікроскопічні гриби, у т.ч. й патогенні. Багато агроценозів перетворилися в резерватори збудників хвороб. Поширення таких явищ викликає серйозну стурбованість.

У зв’язку з вищезазначеним **метою** даної роботи є пошук шляхів оптимізації формування мікробних угруповань в агроценозах для забезпечення гармонійного перебігу біологічних процесів у ґрунті, в т.ч. біологічної трансформації сполук біогенних елементів і покращення кореневого живлення рослин, та формування повноцінних рослинно-мікробних асоціацій, що дозволяє контролювати розвиток і поширення патогенних організмів, впливати на продуктивність агроценозів та їх стабільне функціонування.

У своїх дослідженнях ми прийшли висновку про можливість зменшення агрохімічного пресингу на ґрунти агроценозів. Передусім це стосується азотних добрив. Нами обґрунтовано методологічні принципи і розроблено методику визначення фізіологічно доцільних для сільськогосподарських культур доз мінерального азоту. Методика апробована при вирощуванні пшениці озимої, жита, кукурудзи, ячменю, картоплі, гороху, однорічних і багаторічних злакових трав.

Основні положення методології зводяться до наступного. Оскільки основним вектором біохімічної активності в ґрунтах є рослини з комплексом типових для них мікроорганізмів, саме в межах просторово-функціональної активності системи ґрунт-мікроорганізми-рослина найбільшою мірою знижується концентрація зв’язаного азоту в ґрунті. На це чітко реагують не лише рослини, але й мікроорганізми. Відслідкувавши у динаміці реакцію ризосферних мікроорганізмів на ту чи іншу концентрацію азотних сполук, можна встановити фізіологічні потреби системи в азоті. Найкраще для цього підходять азотфіксувальні бактерії. Їх вибір пояснюється здатністю до здійснення кількох етапів колообігу азоту. Так, за достатнього забезпечення вуглецем і дефіциті азоту в середовищі, вони можуть здійснювати процес азотфіксації; у той же час, поява надлишкової кількості сполук азоту репресує синтез нітрогенази (ферментного комплексу, відповідального за фіксацію азоту) і мікроорганізми переходять до засвоєння зв’язаних сполук азоту, здійснюючи в т.ч. й процес біологічної денітрифікації. Зважаючи на те, що ризосферні бактерії відображають практично реакцію самої рослини щодо концентрацій сполук азоту, оскільки знаходяться з нею в тісній просторовій і функціональній взаємодії, визначивши реакцію мікроорганізмів можна відслідкувати й реакцію рослини на вміст азоту в ґрунті.

Визначення газохроматографічним методом продуктивності азотфіксації в кореневій зоні культурних рослин за вегетаційний період залежно від доз внесених азотних добрив дозволяє вважати фізіологічно доцільними ті дози, за внесення яких показники є вищими ніж у контролі.

Додатковим, крім визначення активності азотфіксації, тестом з’ясування доцільності застосування певних доз азотних добрив у технологіях вирощування сільськогосподарських культур є газохроматографічне визначення активності емісії N2O в кореневій зоні рослин. При цьому надлишкові кількості азотних добрив забезпечать найбільші втрати газоподібних сполук азоту. Порівнявши в динаміці показники перебігу емісії закису азоту і зіставивши їх з результатами визначення активності азотфіксації, можна безпомилково вибрати фізіологічно допустимі норми азотних добрив. При цьому фізіологічний оптимум в азотному удобренні можна ототожнювати з екологічним.

Дотримання у виробництві практики використання мінерального азоту в дозах, що не перевищує фізіологічних потреб рослин, сприяє суттєвому зростанню коефіцієнтів засвоєння діючої речовини з добрив. Це забезпечує реалізацію принципу: «годувати не ґрунт, а рослину» і значною мірою убезпечує ґрунт і атмосферу від забруднення сполуками азоту. Це також дозволяє отримати й найвищі показники економічної ефективності.

Необхідні дози фосфорних і калійних добрив розраховуються традиційно - у збалансованій до азотних добрив кількості.

Крім необхідності застосування у технологіях вирощування сільськогосподарських культур мінеральних добрив у фізіологічно прийнятних дозах, важливим для підвищення коефіцієнтів засвоєння рослинами діючої речовини з добрив є формування повноцінного комплексу мікроорганізмів у кореневих сферах рослин.

За оптимального формування рослинно-бактеріальних асоціацій та симбіозів рослина підтримує в ризосфері високий рівень мікробіологічної активності, значною мірою координує направленість процесів циклу азоту, фосфору тощо, і забезпечує надходження і засвоєння біогенних елементів, трансформованих у легкодоступні мінеральні сполуки. Крім впливу ризосферних мікроорганізмів на трансформацію сполук біогенних елементів, надзвичайно важливою є їх роль у формуванні поглинальної здатності кореневої системи рослин. Ланцюжки бактеріальних клітин, гіфи і міцелій мікроскопічних грибів є своєрідним подовженням коренів рослин, унаслідок чого поглинальна здатність добре сформованої рослинно-мікробної асоціації суттєво відрізняється від такої, що не забезпечена відповідними мікроорганізмами. Оскільки мікробні угруповання ґрунтів агроценозів значною мірою спотворені, про що йшла мова вище, значну частину кореневих ексудатів рослин можуть засвоювати не агрономічно корисні мікроорганізми, а нетипові для рослин бактерії і мікроміцети, в т.ч. й патогенні. У зв'язку з цим виникає необхідність корекції складу мікробних угруповань у кореневій зоні рослин, що можна забезпечити шляхом передпосівної бактеризації насіння сільськогосподарських культур за використання спеціально створених мікробних препаратів.

Нами протягом останніх десяти років розроблено низку мікробних препаратів на основі селекціонованих бактерій для різних сільськогосподарських культур (Азогран, АБТ і Комплегран для овочевих культур; Альбобактерин для ріпаку; Біогран для картоплі; Діазобактерин для гречки, жита озимого, пажитниці однорічної; Мікрогумін для ячменю ярого; Поліміксобактерин для цукрового буряка, кукурудзи, пшениці, льону; Ризобофіт та Ризогумін для бобових культур). Розроблені мікробні препарати не поступаються зарубіжним аналогам. Окремі розробки є піонерськими, оригінальними як у фундаментальному відношенні, так і за можливостями їх практичного використання.

Агрономічно цінні мікроорганізми, інтродуковані в кореневу зону культурних рослин, здатні забезпечувати рослини біологічним азотом; розчиняти фосфати, підсилювати розвиток кореневої системи і поліпшувати живлення рослин завдяки підвищенню ступеня використання поживних речовин ґрунту і, в тому числі, з мінеральних добрив; продукувати біологічно активні речовини, що стимулює ріст і розвиток рослин; сприяти збільшенню вмісту білка в продукції через активізацію діяльності рослинних ферментних систем; підвищувати стійкість рослин до дії патогенів унаслідок як прямого впливу на обмеження розвитку збудників хвороб, так і здатності впливати на підвищення імунного статусу інокульованих рослин.

Ефективність біопрепаратів досліджено в 540 польових дослідах, проведених у різних наукових установах та численних виробничих випробуваннях.

У ході досліджень з’ясовано, що iнокуляцiя рослин є ефективним агроприйомом для однорiчних рослин. Застосування біопрепаратів сприяє зростанню урожайності сільськогосподарських культур та покращенню якості продукції. Бактеризацiя багаторiчних рослин є ефективною лише в перший рік їх вирощування.

Встановлено, що ефективність мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур найбільша по фону фізіологічно доцільних доз мінеральних добрив. При цьому зростає ступінь колонізації інтродукованими бактеріями кореневих сфер рослини-живителя і активізація функціональної діяльності мікроорганізмів. Внаслідок впливу фізіологічно активних речовин бактерій на розміри кореневої системи та її поглинальну здатність збільшується також і ступінь засвоєння рослинами діючої речовини з добрив. Так, згідно даних п’яти дослідів з різними культурами за використання важкого стабільного ізотопу азоту 15N, використання мінерального азоту інокульованими рослинами зростає на
19-25%. Враховуючи, що засвоєння небактеризованими культурними рослинами азоту з добрив не перевищує 35-50% (згідно наших досліджень та численних даних агрохімічних дослідів), і більша частина туків спрямовується на забруднення довкілля, зростання коефіцієнтів використання діючої речовини з добрив є необхідним як з екологічної, так і з економічної точок зору.

Отримані результати підтверджено в умовах лізиметричної установки Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН при вирощуванні бактеризованих і не бактеризованих рослин жита озимого, ячменю ярого, картоплі, кукурудзи на різних агрофонах. Згідно отриманих даних, передпосівна бактеризація обмежує вимивання з ґрунту за межі кореневмісного шару нітратів, сполук калію, кальцію і магнію. На 22-30% обмежується вимивання водорозчинних гумусних сполук. Одержані дані свідчать про значно краще засвоєння поживних речовин інокульованими рослинами.

Слід зазначити, що не дивлячись на зростання засвоєння азоту, передпосівна бактеризація сприяє зниженню вмісту нітратів у рослинах і в продукції. До певної міри це обумовлено “розбавленням” концентрації нітратів у рослинному організмі за рахунок формування збільшеної біомаси. Але основним чинником впливу на зниження вмісту цієї форми азоту, як свідчать наші дослідження, є активізація азотасиміляторних ферментів рослин за рахунок впливу фізіологічно активних речовин інокулюму. При цьому нітрати із запасного фонду залучаються до метаболічних шляхів, що забезпечує активізацію синтезу амінокислот і білків у продукції. Сьогодні можна стверджувати, що застосування мікробних препаратів є надійним чинником впливу на зменшення в рослинах концентрації нітратів унаслідок їх залучення до синтезу амінокислот і білків.

Узагальнення отриманих нами результатів польових досліджень свідчить, що при бактеризації кількість азотних мінеральних добрив може бути зменшеною на 30-50%, фосфорних – на 20-30% залежно від виду культури та ґрунтово-кліматичних умов без зниження урожайності.

Враховуючи одержані результати, ми запропонували змінити стратегію застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві. Вона повинна передбачати обґрунтування фізіологічно допустимих доз добрив та використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур як активного чинника впливу на засвоєння рослинами сполук біогенних елементів.

**Наукова новизна** представленого циклу робіт. Вперше обґрунтовано методологічні принципи та розроблено методику визначення фізіологічно доцільних доз мінеральних добрив для сільськогосподарських культур; досліджено структуру угруповань мікроорганізмів кореневої зони рослин гречки, жита озимого, картоплі, пшениці озимої, ячменю ярого та інших видів культурних рослин; розроблено принципи створення мікробних препаратів, які враховують специфічність взаємодії бактерій та домінування їх у кореневій зоні рослин; селекціоновано активні штами азотфіксувальних та фосформобілізівних бактерій; на їх основі створено мікробні препарати для підвищення урожайності культур та покращення якості продукції; досліджено їх вплив на перебіг низки біологічних процесів у ґрунтах агроценозів; визначено умови ефективної взаємодії інтродукованих мікроорганізмів з рослинами, що значною мірою забезпечує корегування складу угруповань мікроорганізмів, активне функціонування рослинно-бактеріальних асоціацій і симбіозів і стабільність агроекосистем.

**Практична значимість.** Розроблено мікробні препарати Азогран, АБТ, Альбобактерин, Біогран, Діазобактерин, Мікрогумін, Поліміксобактерин, Ризобофіт, Ризогумін, Фосфогран та технології їх застосування. Використання препаратів сприяє активізації процесу азотфіксації, обмеженню біологічної денітрифікації, забезпечує розчинення важкорозчинних фосфатів ґрунту, підвищує коефіцієнти засвоєння рослинами діючої речовини з добрив, продуктивність агроценозів. Поєднане застосування добрив та біопрепаратів забезпечує економію 30-60кг / га мінерального азоту та 30-40 кг / га фосфору.

Впровадження мікробних препаратів у сільськогосподарське виробництво з року в рік зростає. Так, зокрема, Інститутом сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН у 2007 р. виготовлено і реалізовано 48 тис. га/порцій, у 2010 р. – 89 тис. га/порцій, у 2014 р. - 125 тис. га/порцій. Виготовлення мікробних препаратів за ліцензійними угодами розпочато в окремих приватних структурах.

Результати економічних розрахунків за підсумками аналізу багаторічних дослідів та виробничих перевірок ефективності мікробних препаратів свідчать про високу економічну ефективність новостворених засобів біологізації сільськогосподарського виробництва. Так, зокрема, додатковий прибуток від бактеризації гороху сягає 2771 грн. / га, сої – 2178  грн. / га, соняшнику – 4509 грн. / га, картоплі – 13936 грн. / га, злакових колосових культур – від 794 до 2019 грн. / га.

Таким чином, у ході проведених досліджень виконано наукове і практичне завдання щодо оптимізації біологічних процесів в агроекосистемах. Одержано наступні результати.

1. Обґрунтовано методологічні принципи і розроблено спосіб інструментального визначення фізіологічно (екологічно) доцільних доз мінерального азоту для сільськогосподарських культур. За їх застосування в ґрунтах агроценозів оптимізуються біологічні процеси, виробництво рослинницької продукції стає енергоощадним.
2. Створено і зареєстровано в Україні мікробні препарати Діазобактерин для жита озимого, гречки, пажитниці однорічної (*посвідчення про державну реєстрацію А 01555*), Поліміксобактерин для цукрових буряків, пшениці озимої, льону-довгунцю, соняшнику (*посвідчення про державну реєстрацію А 01582*), Альбобактерин для ріпаку (*посвідчення про державну реєстрацію А 01581*), Азогран для помідорів, огірків (*посвідчення про державну реєстрацію А 02518*), Ризобофіт для бобових культур (*посвідчення про державну реєстрацію А 01663*), Ризоактив (*посвідчення про державну реєстрацію* *А 04049*) та Ризогумін для зернобобових культур (*посвідчення про державну реєстрацію А 01863*), Біополіцид для захисту рослин від захворювань (*посвідчення про державну реєстрацію Б № 03237*); препарати Мікрогумін (для ячменю ярого), Біогран (для картоплі), АБТ та Комплегран (для овочевих культур) передано в Міністерство охорони навколишнього природного середовища України для реєстрації.
3. Для сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур розроблено прийоми застосування комплексу біопрепаратів, який виконує функції поліпшення азотного і фосфорного живлення, стимуляції росту і розвитку рослин, захисту від хвороб.
4. Найбільший ефект біологічні препарати забезпечують при вирощуванні сільськогосподарських культур по фізіологічно оптимальних агрофонах. За цих умов взаємодія інтродукованих бактерій з рослиною максимальна, що сприяє активному формуванню кореневої системи, зменшенню вимивання поживних речовин по ґрунтовому профілю за межі кореневмісного шару ґрунту, зростанню коефіцієнтів засвоєння рослинами діючої речовини з добрив, підвищенню урожайності культур і покращенню якісних параметрів продукції.
5. Дія мікробних препаратів на формування урожайності сільськогосподарських культур при їх застосуванні по оптимальних агрофонах еквівалентна впливу 40-60 кг / га мінерального азоту та 30-40 кг/га фосфору.
6. Інтродукція в агроценози агрономічно цінних бактерій сприяє активізації діяльності рослинних азотасиміляторних ферментів, наслідком чого є залучення нітратів до синтезу складних органічних речовин; при цьому вміст нітратів у рослинах знижується, натомість амінокислот та білків зростає.
7. Запропоновано змінити стратегію застосування мінеральних добрив у землеробстві. Невід'ємною її частиною повинні бути фізіологічно допустимий рівень сполук біогенних елементів та використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур як активного чинника впливу на коефіцієнти засвоєння рослинами діючої речовини з добрив.

Проведені дослідження особливостей біологічних процесів у ґрунтах агроценозів за дії біотичних та абіогенних чинників, розроблені принципи корекції мікробних угруповань в агроценозах для забезпечення оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських культур є фундаментальними і практично спрямованими.

На підставі проведених досліджень розроблено нормативні документи (чотири СОУ, вісім ТУ У), результати опубліковано у 7 монографіях і провідних вітчизняних та зарубіжних журналах (163 публікацій), отримано 29 патентів України на винаходи. Кількість реферованих публікацій у міжнародних журналах, що містяться в базі даних SCOPUS, складає 69. Роботи авторів процитовано в 46 публікаціях (за базою даних SCOPUS) Сумарний h-індекс - 5. У ході виконання досліджень захищено 3 докторських і 12 кандидатських дисертацій.

Представлені наукові розробки сприяють подальшому розвитку землеробства та біотехнології, позитивно впливають на суспільний прогрес. Окремі з них є пріоритетними не лише в Україні, а і для світової науки. Їх результати доповідались на міжнародних з’їздах, конференціях, симпозіумах, де отримали високу оцінку.

Волкогон В.В.

Курдиш І.К.

Надкернична О.В.

Токмакова Л.М.

Бердніков О.М.

Козар С.Ф.

Москаленко А.М.

Чабанюк Я.В.

Шерстобоєва О.В.