

ВІДГУК

офіційного опонента Волкогона Віталія Васильовича на дисертаційну роботу Гудзя Сергія Олександровича «Особливості формування мікробіоценозу ґрунтів Лісостепу України за різного ступеня антропогенного навантаження короткоротаційних сівозмін», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.07 – мікробіологія.

Як відомо, технології вирощування сільськогосподарських культур повинні бути спрямовані на розв'язання таких різнопланових завдань, як одержання стабільних високих урожаїв з оптимальними показниками біологічної якості й гігієнічної чистоти, скорочення питомих витрат поживних речовин у продукційному процесі культурних рослин, мінімізацію навантаження засобів хімізації на ґрунт для збереження його родючості й екологічних функцій. Відповідно до цього, використання агроприймів повинно бути спланованим з урахуванням не лише поточної економічної доцільності, але й з точки зору їх впливу на довкілля. На це почали звертати увагу відносно недавно, з появою численних проблем стану ґрунтів, різкого зниження в них вмісту органічної речовини, забруднення водойм, атмосфери тощо.

Зазначений напрям активно досліджується в численних наукових центрах, проте слід констатувати, що до сьогодні не в повній мірі визначено комплексні закономірності та зв'язки між структурою мікробних угруповань і кількісними та якісними показниками стану ґрунтів, особливості формування в них метагеному та філотипової структури прокаріотних комплексів.

Дослідження дисертанта присвячені саме цим проблемам, тому безперечно є актуальними. Вони спрямовані на вивчення особливостей розвитку мікробіоценозів ґрунту та закономірностей їх впливу на середовище та рослини за різного ступеня антропогенного навантаження при вирощуванні сільськогосподарських культур за короткоротаційних сівозмін.

Дисертаційну роботу виконано в 2016–2019 рр. у Білоцерківській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН у рамках теми наукових досліджень цієї установи (№ держреєстрації 0116U003169) «Вивчити зміни родючості ґрунту в умовах Лісостепу залежно від антропогенних чинників і розробити способи його відтворення і збереження».

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні особливостей таксономічної структури еубактеріального комплексу ризосферного ґрунту культурних рослин за їх вирощування в умовах короткоротаційної сівозміни та різних систем удобрення. За біологічної та екологічної систем удобрення збільшується різноманіття мікробіоти ризосфери з підвищенням частки ризобактерій з рістстимулювальними (*Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Verrucomicrobia*) властивостями та здатністю посилювати стресостійкість рослин (представники *Proteobacteria*).

Доведено, що удобрення сільськогосподарських культур з мінімальним антропогенним навантаженням сприяє зростанню таксономічного різноманіття мікробних угруповань ґрунту зі збільшенням частки мікроорганізмів, задіяних у біосферному колообігу макро- та мікроелементів.

Розширено існуючі уявлення щодо впливу систем удобрення з різним антропогенним навантаженням на алелопатичну та ферментативну активності ґрунту. Встановлено, що застосування екологічної та біологічної систем удобрення супроводжується мінімізацією алелопатичної активності ґрунту та оптимізацією ґрунтових ферментативних процесів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і пропозицій, сформульованих у дисертації. Експериментальні результати, наукові положення і висновки роботи базуються на матеріалах власних досліджень. Їх достовірність визначається застосуванням сучасних мікробіологічних, біохімічних, агрохімічних, молекулярно-біологічних методів та підтверджено статистичною обробкою.

Наукові положення, висновки та рекомендації обговорені науковою спільнотою на відповідних зібраннях (міжнародні науково-практичні конференції).

Практична цінність роботи. Результати дисертаційного дослідження обґрунтовують доцільність використання екологічної та біологічної систем удобрення для підтримання видової та функціональної різноманітності еубактеріального комплексу мікробіоти ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах короткоротаційної сівозміни на чорноземі типовому глибокому малогумусному.

Висока біологічна та економічна оцінка ефективності застосування систем удобрення з низьким рівнем антропогенного навантаження підтверджує перспективність цього напрямку.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота викладена на 227 сторінках комп'ютерного тексту. Складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, обговорення, пропозицій виробництву, додатків та списку використаних джерел. Робота містить 66 таблиць, 9 рисунків. Список використаних джерел охоплює 224 найменувань, з яких 54 латиницею.

У **Вступі** окреслено актуальність роботи і доцільність дисертаційного дослідження. Сформульовано мету роботи, об'єкт та предмет дослідження, що корелюють з назвою роботи, та сформовано відповідні меті завдання.

У **розділі 1** («Огляд літератури») представлено аналіз існуючих досліджень щодо ролі мікроорганізмів у функціонуванні ґрунту, показано, що структура і різноманіття їх у значній мірі залежать від удобрення сільськогосподарських культур. Визначено необхідність пошуку агроприйомів, спрямованих на оптимізацію складу та активності мікроорганізмів ґрунту. Це здатне забезпечити відтворення і зростання родючості ґрунту за отримання стабільно високої продуктивності агроценозів. Виявлено розбіжності в поглядах науковців щодо діяльності ґрунтових мікроорганізмів під впливом удобрення. Зроблено висновок, що детальне вивчення закономірностей розвитку мікробного біому чорноземних

ґрунтів та його внеску у формування родючості ґрунту може бути основою раціонального використання мікробіоти у сучасному рослинництві.

У другому розділі («Матеріали і методи дослідження») автором наведено описання використаних для вирішення поставлених завдань мікробіологічних, біохімічних, молекулярно-біологічних, агрохімічних, статистичних методів, умови постановки дослідів.

У розділі 3 «Таксономічний склад основних груп прокаріот ґрунту в умовах різних систем антропогенного навантаження» наведено результати дослідження еубактеріального комплексу ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур за різних систем удобрення.

Встановлено, що основу бактеріальних угруповань ґрунту при вирощуванні пшениці озимої складали представники філ *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Armatimonadetes*, *Bacteroidetes*, *Chlamydiae*, *Chlorobi*, *Chloroflexi*, *Cyanobacteria*, *Elusimicrobia*, *Fibrobacteres*, *Firmicutes*, *Gemmatimonadetes*, *Nitrospirae*, *Planctomycetes*, *Proteobacteria*, *Thermi*, *Verrucomicrobia*, а також архейних філ: *Euryarchaeota* та *Crenarchaeota*. При цьому домінантами були представники бактеріальних філ *Proteobacteria* – 79,1 % та *Actinobacteria* – 14,0 %. Переважне поширення за різних систем удобрення мали представники родин *Alcaligenaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Comamonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Gaiellaceae*, *Geodermatophilaceae*, *Intrasporangiaceae*, *Micrococcaceae*, *Nitrososphaeraceae*, *Nocardiodaceae*, *Rhodobiaceae*, *Solimonadaceae*, *Solirubrobacteraceae*, *Streptomycetaceae*, *Xanthomonadaceae*. У той же час за біологічної системи удобрення збільшується видове різноманіття мікробіоти ґрунту за рахунок філ *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Verrucomicrobia*, а за екологічної системи удобрення – за рахунок таких філ як *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* та *Proteobacteria*.

Еубактеріальний комплекс ризосферного ґрунту рослин сої в середньому по досліді представлений такими філами: *Proteobacteria* – 82,0 %, *Actinobacteria* – 12,1 %, *Acidobacteria* – 0,9 %, *Gemmatimonadetes* –

0,7 %, *Chloroflexi* – 0,5 %, *Firmicutes* – 0,5 %, *Verrucomicrobia* – 0,4 %, *Bacteroidetes* – 0,2 %, *Planctomycetes* – 0,1 %, а частка інших філ становила 2,6 %.

Встановлено, що основу еубактеріального комплексу ризосферного ґрунту рослин буряків цукрових складали представники філ *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Gemmatimonadetes*, *Chloroflexi*, *Acidobacteria*, *Firmicutes*, *Planctomycetes*, *Verrucomicrobia*, *Bacteroidetes*. Домінантами є представники бактеріальних філ *Proteobacteria*– 76,9 %, *Actinobacteria* –13,4 %. В агроценозі буряків цукрових за різних систем удобрення переважне поширення мали представники родин *Alcaligenaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Nitrososphaeraceae*, *Gaiellaceae*, *Micrococcaceae*, *Solirubrobacteraceae*, *Streptomycetaceae*, *Intrasporangiaceae*, *Solimonadaceae*, *Syntrophobacteraceae*, *Xanthomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Nocardoidaceae*, *Hyphomicrobiaceae*, *Comamonadaceae*. За біологічної системи удобрення видового різноманіття мікробіоти ґрунту збільшується за рахунок філ *Alcaligenaceae*, *Gaiellaceae*, *Solirubrobacteraceae*, *Streptomycetaceae*, *Solimonadaceae*, *Syntrophobacteraceae*, *Xanthomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Nocardoidaceae*, *Hyphomicrobiaceae*, *Hyphomicrobiaceae*, за екологічної системи удобрення - за рахунок таких філ як *Alcaligenaceae*, *Micrococcaceae*, *Streptomycetaceae*, *Intrasporangiaceae*, *Nocardoidaceae*, *Hyphomicrobiaceae* та *Hyphomicrobiaceae*.

Встановлено, що за використання промислової системи удобрення кукурудзи у структурі ґрунтової мікробіоти зростала частка представників порядків *Acidimicrobiales* та *Clostridiales* порівняно з біологічною та екологічними системами. Застосування екологічної та біологічної систем удобрення сприяло зростанню чисельності представників порядку *Gaiellales*, *Actinomycetales*, *Solirubrobacterales*, *Xanthomonadales*, *Mycococcales*, *Rhizobiales*, *Bacillales*, *Sphingomonadales* та *Gemmatimonadetes*.

Розділ 4 «Чисельність мікроорганізмів та спрямованість мікробних процесів за різних систем удобрення» демонструє результати досліджень

чисельності представників окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів та особливостей перебігу мікробіологічних процесів у ґрунті при вирощуванні досліджуваних культур за різних систем удобрення. Встановлено, що найвища кількість мікроорганізмів, що використовують переважно органічний азот, формується за обмеження або ж за відмови від застосування засобів хімізації, що характерно для екологічної та біологічної систем удобрення. Застосування мінеральних добрив суттєво посилювало розвиток мікроорганізмів, які використовують переважно азот мінеральних сполук. Відповідно, за біологічної системи удобрення мікробний ценоз ґрунту збагачений видами, здатними утилізувати мінеральні сполуки азоту. Також встановлено, що більша чисельність педотрофних мікроорганізмів розвивалася за достатньої кількості застосованих органічних добрив, відповідно, за екологічної та біологічної систем. У той же час, чисельність оліготрофів була вищою за промислової системи удобрення. Також, за екологічної та біологічної систем удобрення культур чисельність мікроскопічних грибів була максимальною порівняно з промисловою, що пояснюється достатнім вмістом клітковини в ґрунті.

Дисертантом встановлено, що за біологічної системи удобрення показники коефіцієнту мінералізації-іммобілізації азоту в ґрунті були найнижчими, що свідчить про врівноваження процесів мінералізації та іммобілізації, на відміну від ситуації, що складається за промислової системи. Підвищення показників коефіцієнту педотрофності за промислової системи удобрення може свідчити про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту, у т. ч. й гумусових сполук. Також, встановлено, що показники коефіцієнту оліготрофності за екологічної та біологічної систем удобрення свідчать про забезпеченість ґрунтової мікробіоти легкозасвоюваними органічними речовинами, та формування оптимальних умов для функціонування ґрунтового мікробного комплексу.

У розділі 5 («Фітотоксичність та ферментативна активність ґрунту за різних систем удобрення культур сівозміни») показано, що вміст токсинів у ґрунті зазнає постійних змін і наприкінці вегетації фітотоксична активність

грунту за промислової системи удобрення є максимальною порівняно з іншими системами удобрення.

За результатами досліджень показано, що за біологічної системи удобрення сільськогосподарських культур сівозміни створюються оптимальні умови для перебігу мікробіологічних та ферментативних процесів.

У розділі 6 («Особливості формування поживного режиму ґрунту») наведено результати досліджень вмісту неорганічних сполук азоту, фосфору і калію у ґрунті залежно від досліджуваних систем удобрення, а також розрахунки виносу елементів з урожаєм.

Встановлено, що за промислової системи на початку вегетаційного періоду всіх досліджуваних культур формувалися кращі умови поживного режиму ґрунту порівняно з іншими системами удобрення. У той же час, незначні потреби ювенільних рослин у біогенних елементах в цей період нівелюють зазначену перевагу.

Показано, що з початком активних мікробіологічних процесів у ґрунті доступність елементів живлення за біологічної системи удобрення зростала порівняно з промисловою і до часу активного споживання рослинами елементів живлення, особливо азоту, їх концентрація в ґрунті сягала оптимальних рівнів.

Дисертантом відмічено, що впродовж вегетації культур сівозміни запаси елементів живлення в ґрунті виснажувались і на час передзбиральної стиглості вони були мінімальними порівняно з показниками, отриманими в інші фази росту та розвитку культур. Найбільшу інтенсивність засвоєння елементів живлення з ґрунту спостерігали у період інтенсивного наростання вегетативної маси рослин, передусім для азоту, і його вміст у ґрунті за промислової системи удобрення на кінець вегетації сягав критично низьких рівнів забезпечення. У той же час, засвоюваність фосфору та калію з мінеральних добрив є відносно низькою, тому за цієї системи удобрення

після вегетації культур відмічено максимальні значення вмісту цих елементів у ґрунті.

Зазначено, що динаміка формування поживного режиму ґрунту за екологічної та біологічної систем удобрення була кращою з точки зору фізіологічного забезпечення культур макроелементами.

У розділі 7 («Біологічна та економічна ефективність вирощування культур агроценозу») наведено результати досліджень впливу систем удобрення сільськогосподарських культур на ростові параметри, урожайність, якість продукції.

Показано, що найвища урожайність сої формується за промислової системи удобрення – 4,21 т/га, показники за біологічної системи удобрення мали тенденцію до зменшення (4,18 т/га). Проте за вмістом жиру та білка в зерні кращою виявилася біологічна система удобрення.

Урожайність пшениці озимої за промислової системи удобрення склала 7,9 т/га, а за біологічної - 7,7 т/га (відхилення в межах 0,3 т/га статистично недостовірні). Слід зазначити, що приріст біомаси рослин під час вегетації культури свідчить, що за промислової системи удобрення ресурси мінерального живлення витрачались не раціонально (приріст урожаю зерна складав лише 0,3 т/га, тоді як соломи було сформовано на 0,5 т/га більше).

Встановлено, що за біологічної системи удобрення знижується урожайність буряків цукрових порівняно до показників промислової та екологічної систем, проте зростає вміст цукру у коренеплодах. Якщо аналізувати вихід цукру, то в умовах дослідів найбільшу ефективність відмічено за біологічної системи землеробства.

Біологічна система удобрення забезпечувала якісні показники зерна кукурудзи за урожайності 11,5 т/га, що відповідало кращим параметрам отриманого рівня продуктивності в досліді.

Аналіз економічної ефективності технологій вирощування культур сівозміни свідчить про високі рівні окупності агроприйомів урожаєм за біологічної системи удобрення.

Автор логічно завершує отримані результати їх обговоренням (проте чомусь не позначає це як розділ роботи), що забезпечує цілісне сприйняття результатів проведених досліджень.

Завершують дисертаційну роботу достовірні та побудовані за змістом експериментальних розділів висновки та пропозиції виробництву, які науково-обґрунтовані, апробовані.

Автореферат відповідає змісту дисертації. Теоретичні та прикладні аспекти роботи опубліковані в 10 наукових працях.

Зауваження, недоліки, упущення.

1. Потребує пояснень, чому автор розраховував винос макроелементів лише з урожаєм основної продукції. Чи проводили відповідні обліки для побічної продукції?
2. На стор. 50 серед мікроорганізмів, здатних до фіксації атмосферного азоту, зазначено і мікроміцети. Це не так. Мікроміцети не фіксують N_2 з повітря.
3. Не доцільно відносити представників тих чи інших екологічних груп мікроорганізмів до таких, що здійснюють виключно одну функцію. Діяльність їх може значною мірою залежати від екологічних умов. Наприклад, за дефіциту азоту в середовищі (в т. ч. у ґрунті) азотфіксатори зв'язують азот атмосфери, проте за надлишку мінеральних сполук азоту ці бактерії здійснюють функції денітрифікаторів.
4. Твердження «Феномен екстра-азоту пов'язаний з мінералізуючою частиною біомаси ґрунтових мікроорганізмів і продуктів їх метаболізму та не є наслідком підсилення мінералізації гумусу під дією азотних добрив і вміст його не слід пов'язувати з дегуміфікацією ґрунту» є дискусійним, існують як мінімум три версії появи в ґрунті додаткової кількості азоту після застосування мінеральних добрив.
5. У тексті зустрічаються невдалі вирази; «ризосфера культур»

(потрібно «ризосфера рослин»), «грибна мікрофлора» (краще говорити «мікобіота»), «поганий вміст у ґрунті органічної речовини та гумусу» (мається на увазі «низький»), «ґрунтоживучі мікроорганізми» замість «мікроорганізми ґрунту» або «ґрунтові мікроорганізми», «в дослідженнях з вивчення», «різноякісний урожай незадовільної якості» і ін.

Проте зроблені зауваження не зменшують загальної високої оцінки дисертаційної роботи. Вона характеризується завершеністю, виконана в логічній послідовності, глибоко опрацьовує поставлену проблему. Підсумовуючи вище наведений аналіз дисертації вважаю, що робота Гудзя Сергія Олександровича «Особливості формування мікробіоценозу ґрунтів Лісостепу України за різного ступеня антропогенного навантаження короткоротаційних сівозмін» відповідає вимогам, п. 11 Порядку присудження наукових ступенів, що висувуються до кандидатських дисертацій, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 та паспорту спеціальності 03.00.07 – мікробіологія, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.07 – мікробіологія.

Офіційний опонент:

завідувач відділу

сільськогосподарської мікробіології

Інституту сільськогосподарської

мікробіології та агропромислового

виробництва НААН, доктор с.-г. наук,

професор, академік НААН

Підпис В.В. Волкогон посвідчую:

вчений секретар ІСМАВ НААН

В.В. Волкогон

В.П. Горбань

«12» квітня 2021р.