

Національна академія аграрних наук України
Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

ЦИГІЧКО ГАННА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 631.4 : 631.472.:631.461

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ Й ЗАКОНОМІРНОСТІ
ФУНКЦІОНУВАННЯ МІКРОБНИХ ЦЕНОЗІВ
ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ
УКРАЇНИ ЗА ОРГАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

03.00.18 – ґрунтознавство

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата
біологічних наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» Національної академії аграрних наук України

Науковий керівник

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Старченко Олена Іванівна, Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», завідувач лабораторії мікробіології ґрунтів

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, професор

Горін Микола Олександрович, Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва, завідувач кафедри садово-паркового господарства

кандидат біологічних наук, доцент

Лобова Оксана Володимирівна, Національний університет біоресурсів і природокористування України, доцент кафедри молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки

Захист відбудеться «24» квітня 2018 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.354.02 у Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» за адресою:
вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» за адресою:
вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024

Автореферат розісланий «23» березня 2018 р.

Т.в.о. ученого секретаря
спеціалізованої вченої ради



О.Є. Найдьонова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В наш час по всьому світу стрімко розвивається виробництво органічної продукції, і Україна не є винятком. Потенціал органічного виробництва в Україні є одним з найвищих у світі, зважаючи на великі площі родючих земель, сприятливі кліматичні умови та відносно невисокий рівень застосування агрохімікатів. Разом з тим, досвід органічного землеробства у європейських країнах потребує ретельного вивчення й адаптації до особливостей ґрунтово-кліматичних умов України. Згідно з Законом України № 191-VIII від 12.02.2015 р. «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» головним принципом ведення органічного землеробства є забезпечення та відтворення родючості ґрунтів методами, що оптимізують біологічну активність ґрунтів, забезпечують оптимальний поживний режим для рослин та збереження природних ресурсів. На сьогодні в Україні органічне землеробство знаходиться лише на початковому етапі свого розвитку та, здебільшого, обмежується практичними заходами, які застосовуються виробниками сільськогосподарської продукції без належного наукового обґрунтування та науково-методичного забезпечення.

На даний час вченими Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» (Балюк С.А. із співав., 2015) вперше розроблено Концепцію органічного землеробства, де викладено наукове обґрунтування розвитку органічного землеробства в Україні з урахуванням ґрунтово-агрохімічних та ґрунтово-екологічних умов як стратегічного напрямку становлення органічного виробництва та підготовлено Атлас придатності ґрунтів України для органічного землеробства (зональні аспекти).

Дослідження в галузі ґрунтової мікробіології (Патика В. П. із співав., 1993; Волкогон В.В., 2010, 2014; Курдиш І.К., 2009; Іутинська Г.О., 2006; Howard A., 1943) показали, що природний потенціал родючості ґрунту залежить від стану мікробного комплексу ґрунту та його біохімічної активності. Введення ґрунту в активне землекористування призводить до значних змін цих показників. За тривалого використання земель ці зміни накопичуються. Маловивченими залишаються структурно-функціональні характеристики мікробних ценозів чорноземних ґрунтів за умов довготривалого ведення органічного виробництва, особливості їх формування і шляхи підвищення продуктивності агроценозів за рахунок управління мікробіологічними процесами у ґрунті, які нададуть можливість покращити біологічну активність чорноземних ґрунтів та адаптувати різного роду агрозаходи до зони Лівобережного Лісостепу України. На вирішення цих завдань і були спрямовані дослідження за темою дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувались протягом 2010 – 2013 рр. згідно з тематичними планами ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського» в межах програм: НТП НААН 05 «Сільськогосподарська мікробіологія» (2006 – 2010 рр.) завдання 05.03-006 «Розробити теоретичні основи та технологію активізації мікробіологічних ресурсів ґрунтів агроecosистем для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур» (№ ДР 0106U004772); НТП НААН 01 «Родючість,

охорона і екологія ґрунтів» (2006 – 2010 рр.) завдання 01.02.02-035 «Розробити науково – інформативне забезпечення продуктивності мікробних ценозів як чинника формування родючості й ефективності використання ґрунтів в екологізованих системах землеробства» (№ ДР 0106U004785); ПНД НААН 07 «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» (2010 – 2015 рр.) завдання 07.01.03.02П «Встановити умови раціонального використання мікробіологічних ресурсів ґрунту в зонах органічного виробництва сільськогосподарської продукції» (№ ДР 0111U002983) та ПНД НААН 01 «Родючість, охорона і раціональне використання ґрунтів» (2011 – 2015 рр.) завдання 01.00.06.06.Ф «Науково-методичне забезпечення системи оцінювання біологічного стану ґрунту за умов застосування новітніх технологій» (№ ДР0111U002967).

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження – встановити особливості формування й закономірності функціонування мікробних ценозів чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу України за органічного виробництва та визначити шляхи інтенсифікації мікробіологічних процесів у ґрунтах для підтримки їхньої родючості і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Відповідно до мети вирішувались такі задачі:

- провести порівняльний аналіз структурних та функціональних характеристик мікробних ценозів чорноземних ґрунтів, які сформувалися за умов традиційної та органічної систем землеробства;
- визначити рівень біологічної активності чорнозему типового та чорнозему опідзоленого в органічній системі землеробства та встановити чинники, які вплинули на її формування;
- встановити структурно-функціональні особливості мікробних угруповань та дослідити напрям змін під впливом органічної системи землеробства;
- визначити ефективність агрозаходів, спрямованих на корегування ґрунтової мікрофлори в прикореневій зоні рослин з метою інтенсифікації її функціонування та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Об'єкт дослідження – структурні особливості та закономірності функціонування мікробних ценозів чорнозему типового та чорнозему опідзоленого за органічної систем землеробства в зоні Лівобережного Лісостепу України.

Предмет дослідження – мікробні ценози чорнозему типового та чорнозему опідзоленого, рівень їх функціональної активності та зміни, що відбуваються у ґрунтах за органічної та традиційної системами землеробства.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у дисертаційній роботі завдань застосовано лабораторно-аналітичний метод – для визначення агрохімічних показників, кількісних та якісних показників структури мікробних ценозів та функціональної активності мікрофлори чорнозему опідзоленого та типового; математично-статистичний – для дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів результатів дослідження; польовий, польовий дрібноділянковий та модельно-лабораторний досліди – для встановлення ефективності застосування агрозаходів з активізації мікробіологічного потенціалу ґрунту.

Наукова новизна результатів. Для умов Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому і чорноземі опідзоленому вперше:

- визначено закономірності функціонування мікробних ценозів за органічної системи землеробства;
- встановлено особливості формування мікробних угруповань у чорноземних ґрунтах на рівні різних типів в умовах довготривалого ведення органічної системи землеробства.

Дістали подальшого розвитку питання:

- щодо можливих ризиків зниження біологічної активності ґрунту за умов застосування органічної системи землеробства і запропоновано способи їх подолання;
- про значну роль вирощуваної сільськогосподарської культури та культури попередника у формуванні мікробіологічної активності ґрунтів в умовах органічної системи землеробства;
- удосконалення способів застосування бактеризації селекціонованими штамами бацил сумісно з органо-мінеральним гуміновим універсальним мікродобривом, що призводить до покращення якості зерна кукурудзи, соняшнику, пшениці озимої.

Практичне значення одержаних результатів. На основі отриманих результатів досліджень сформовано інформаційний блок оцінки біологічного стану чорноземних ґрунтів за органічного землеробства для залучення до реляційної бази даних біологічних властивостей ґрунтів України та запропоновано використання ізолятів № 531, № 235 з колекції чистих культур бактерій *Bacillus sp.* лабораторії мікробіології ґрунтів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», як перспективних агентів для отримання нових комплексних мікробних препаратів для органічного виробництва сільськогосподарської продукції.

Матеріали досліджень увійшли до «Рекомендацій щодо активізації мікробіологічного потенціалу ґрунту в технологіях органічного виробництва сільськогосподарської продукції», а також впроваджені у навчальний процес Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва за напрямом 201 Агрономія, освітніми програмами «Агрохімія і ґрунтознавство» і «Експертна оцінка ґрунтів» (довідка від 14.11.2017 № 1354/01-24).

Виробниче впровадження результатів досліджень проведено на площі 50 га у ФГ «Чередниченко В. Г.» Харківського району, Харківської області (довідка від 12.09.2013 р.).

Особистий внесок здобувача полягає у формуванні мети та завдань дослідження, опрацюванні літературних джерел за темою дисертаційної роботи, плануванні та проведенні польових дослідів і спостережень, відбиранні зразків ґрунту та рослин і проведенні аналітичних робіт, узагальненні експериментальних даних та їх статистичній обробці. Основні положення, висновки та рекомендації виробництву сформульовано автором особисто. Публікації за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві. Зі спільних наукових публікацій у дисертаційній роботі автором використано тільки власні ідеї та отримані результати наукових досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні результати та положення дисертаційного дослідження доповідались та обговорювались на науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів Соколовські читання «Ґрунти як базис продовольчої, економічної та екологічної безпеки країни» (Харків, 2011 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасна методологія ґрунтово-агрохімічних обстежень, картографування та класифікації ґрунтів в контексті реформування земельних відносин», присвяченій 55-річчю заснування ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (Харків, 2011 р.), науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Перспективні напрями ґрунтово-агрохімічних досліджень в умовах земельної реформи» (Харків, 2012 р.), VIII-й науковій конференції молодих вчених «Мікробіологія у сучасному сільськогосподарському виробництві» (Чернігів, 2012 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегия использования природных и биологических ресурсов в сельском хозяйстве» (Ялта, 2013 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Современное состояние черноземов» (Ростов-на-Дону, 2013 р.), Міжнародній науково-практичній конференції Ростмістровські читання на тему: «Органічне землеробство як основа стабілізації та підвищення продуктивності ріллі» (Одеса, 2014 р.), IX з'їзді Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків (Миколаїв, 2014 р.), Всеукраїнському науково-практичному семінарі молодих учених і спеціалістів, присвяченому 130-річчю з дня народження академіка О.Н. Соколовського «Сучасні напрями та перспективи розвитку української школи агрономічного ґрунтознавства» (Харків, 2014 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та спеціалістів «Сучасні напрями міжнародної інтеграції ґрунтово-агрохімічних досліджень» (Харків, 2016 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 17 наукових праць, у тому числі 10 наукових праць, що відображають основні результати дисертації, 4 праці апробаційного характеру, 3 праці, які додатково відображають наукові результати дисертації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків та списку використаних джерел, який включає 262 найменування, в тому числі латиницею 50. Повний обсяг дисертації становить 218 сторінок комп'ютерного тексту, зокрема основна частина - 113 сторінок. Робота містить 36 рисунків та 50 таблиць, з яких 29 винесено в додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО ЯК ЦІЛІСНА СИСТЕМА ГОСПОДАРЮВАННЯ (огляд літератури)

В розділі узагальнено та проаналізовано наукові досягнення вітчизняних та зарубіжних вчених щодо вивчення ролі ґрунтових мікроорганізмів в формуванні біологічно активних ґрунтів. Висвітлено сучасні підходи до способів інтенсифікації мікробіологічних процесів у ґрунтах. Відмічено недостатню увагу фахівців до вивчення закономірностей формування мікробних угруповань і їх функціонування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, визначення можливостей підвищення

продуктивності сільськогосподарських культур шляхом регулювання мікробіологічних процесів у ґрунті за технологій органічного землеробства. Обґрунтовано актуальність і перспективність проведення досліджень за темою дисертації.

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження впливу системи землеробства на особливості формування і закономірності функціонування мікробних ценозів чорноземних ґрунтів вивчали у:

- стаціонарному польовому досліді з вивчення біологізованих систем землеробства у ДП ДГ «Граківське» ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського» (Харківський район, Харківська область), який закладено у 1989 році. Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі, в орному шарі якого міститься 4,1 % гумусу, загального азоту – 0,21 %, рухомих сполук фосфору – 138 мг/кг ґрунту; обмінного калію – 90 мг/кг ґрунту, рН сольовий – 6,0. У досліді обрано варіант 1 з традиційною системою землеробства і варіант 3 – з органічною. Традиційна система передбачала внесення мінеральних добрив (суперфосфат, аміачна селітра, калімагnezія) та застосування хімічних засобів захисту рослин (гербицид Раундап). Органічна система виключала застосування гербицидів та мінеральних добрив, а удобрювальну дію виконували агрозаходи з внесенням соломи та гною. Дослідження проводили у трьох польових сівоzmінах: вико-вівсяна суміш – жито озиме – кукурудза на силос – ячмінь ярий (перша сівоzmіна); пшениця озима – гречка – соняшник – чистий пар (друга сівоzmіна); люцерна 1 р. к. – жито озиме – кукурудза на зерно – кукурудза на силос (третья сівоzmіна). Сівоzmіни мали в натурі три клини, входження до кожного з них відбувалося послідовно одним полем.

- ФГ «Чередниченко» на площі 50 га (Харківський район, Харківська область), яке сертифіковано як господарство з органічного виробництва сільськогосподарської продукції з 2007 року. Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий (легкоглинистий) на лесі. В орному шарі ґрунту міститься: гумусу – 5,6-5,8 %, загального азоту 0,30-0,34 %, азоту, що легко гідролізується – 120-140 мг/кг ґрунту, валового фосфору 0,19 %, валового калію – 2,2 %, рухомого фосфору 80-100 мг/кг ґрунту і калію 90-110 мг/кг, рН сольовий – 6,19-6,68. Традиційна система землеробства передбачала внесення мінеральних добрив (нітроамофоска, суперфосфат, калімагnezія) та застосування хімічних засобів захисту рослин (гербицид Раундап). Органічна система виключала застосування гербицидів та мінеральних добрив, а удобрювальну дію виконували агрозаходи із заорюванням стерні.

Для встановлення ефективності агрозаходів, спрямованих на активізацію ґрунтової мікрофлори, в модельно-лабораторному досліді вивчено два способи корекції мікрофлори: внесення органо-мінерального гумінового універсального мікродобрива для активізації аборигенних мікробних угруповань та інтродукція чистих культур бактерії р. *Bacillus sp.*, виділених в попередні роки із ценозів варіанту з органічним землеробством стаціонарного польового досліді.

Антагоністичну та рiстстимулюючу дію бактеріальних культур № 235 і № 531, обраних з колекції, підтверджено під час їх біотестування на насінні кукурудзи та пшениці озимої. Дослідження антагоністичної активності штамів щодо фітопатогенних грибів проводили за допомогою зараженого насіння вищезазначених

культур штамом гриба *Fuzarium oxysporum var orthoceras* 400 колекції лабораторії рослинно-мікробних взаємодій Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН.

Для перевірки ефективності використання орґано-мінерального гумінового універсального мікродобрива та чистої культури бактерії *Bacillus sp.* № 531 в польових умовах за їх впливом на урожай сільськогосподарських культур і якість продукції закладено дрібноділянковий польовий дослід на варіантах з орґанічною системою землеробства стаціонарного польового дослідження стаціонарного польового дослідження з вивчення біологізованих систем землеробства ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». Закладення і проведення дрібноділянкового дослідження проводили за відповідними методиками. Облік і збирання врожаю проводили вручну.

Відбирання ґрунтових зразків та їх мікробіологічний аналіз проведено згідно загальноприйнятих у ґрунтовій мікробіології методик (Звягінцев Д. Г. та ін., 1980; ДСТУ 7847:2015). Зразки ґрунту відбирали у прикореневій зоні рослин у період вегетації рослин та під час збору врожаю, глибина відбору 0-30 см. Повторність у мікробіологічному аналізі для кожного ґрунтового зразка на твердому агаризованому живильному середовищі – 4-кратна.

Активність ґрунтових ферментів визначали в повітряно-сухих зразках ґрунту: поліфенолоксидази – за Карягіною Л. А., Михайловською Н. А. та діючим ДСТУ 7928:2015, дегідрогенази – методом А.Ш. Галстяна та діючим ДСТУ 7929:2015, інвертази – за методикою, викладеною Звягінцевим Д. Г. зі співавторами (Звягінцев Д. Г. та ін., 1980), вміст нітратного та амонійного азоту - за ДСТУ 4729:2007, вуглецю орґанічної речовини - за ДСТУ 4289:2004, вуглецю лабільної орґанічної речовини - за ДСТУ 4732:2007, повторність 2-кратна.

Целюлозолітичну активність ґрунту визначали в лабораторних умовах аплікаційним методом за втратою маси бавовняних пластин (повторність 2-кратна).

У рослинних зразках вміст загальних форм азоту, фосфору, калію визначали за МВВ 31-497058-019-2005, показники якості зерна пшениці озимої, жита озимого, кукурудзи на зерно – на інфрачервоному спектрофотометрі ІЧС-4250 (ДСТУ 3768:2009; ДСТУ 4117:2007; ДСТУ 4525:2006; ГОСТ 10846-91; ГОСТ 13586.1 - 68).

Визначення показників, прийнятих у насінництві (схожість, енергія проростання, дружність проростання, швидкість проростання), проводили на насінні кукурудзи та жита озимого методом пророщування зерна на ґрунтових пластинах за методикою Берестецького О. О.

Інтегровані біологічні показники розраховували методом відносних величин за Дж. Ацці (1959).

Економічну ефективність вирощування сільськогосподарських культур розраховували за технологічними картами за цінами 2010-2013 рр. та за загальноприйнятими методиками.

Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили методами дисперсійного й кореляційного аналізів з використанням програмних засобів Microsoft Excel і Statistica 6.0.

ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОБНИХ ЦЕНОЗІВ ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ, СФОРМОВАНИХ ЗА УМОВ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ОРГАНІЧНОЇ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Родючість ґрунту формується під впливом складної системи екологічних факторів, серед яких провідна роль належить біохімічній діяльності мікроорганізмів.

Для регулювання мікробіологічних процесів у ґрунті й одержання прогнозованих результатів їх впливу на підвищення родючості та продуктивності агробіоценозів чорноземних ґрунтів необхідні системні дослідження щодо визначення специфічності формування мікробних угруповань сівозмін за різних систем землеробства.

Структурно-функціональна характеристика мікробного ценозу чорнозему опідзоленого за різних систем землеробства. Через виникнення ризику формування від'ємного балансу азоту у ґрунтах, що пов'язане з відмовою від застосування мінеральних азотних добрив, нами акцентовано увагу на характеристиці структури мікробних угруповань, які беруть участь у трансформації сполук азоту у чорноземі опідзоленому.

За результатами мікробіологічних досліджень чисельності різних груп мікроорганізмів азотного циклу в чорноземі опідзоленому за традиційної системи землеробства у першій сівозміні за вегетаційний період протягом чотирьох років виявлено значні коливання чисельності мікроорганізмів, що засвоюють органічні форми азоту - від 10,4 до 37,1 млн колонієутворюючих одиниць (КУО)/ г ґрунту та мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту – від 23,9 до 44,6 млн КУО / г ґрунту, які відбулися через різні погодні умови за роками досліджень. Чисельність цих груп була вищою на більшості варіантів традиційної системи, що пояснюється стимулюючою дією внесених мінеральних добрив ($N_{40-90}P_{40-60}K_{40-60}$). Так, кількість органотрофів у чорноземі опідзоленому становила в середньому 25,1 млн КУО /г ґрунту, що на 13,1 % більше за відповідний показник в органічній системі; чисельність мікроорганізмів, які засвоюють мінеральні форми азоту, становила в середньому 32,2 млн КУО/ г ґрунту, що на 11,3 % більше за показник в органічній системі. Такі результати вказують на необхідність посилення азотного забезпечення чорнозему опідзоленого за органічної системи землеробства.

За органічної системи значних коливань чисельності всіх досліджуваних груп ґрунтових мікроорганізмів не виявлено. У ході досліджень відмічено домінування азотфіксаторів у структурі мікробних угруповань азотного циклу чорнозему опідзоленого (21,3 – 36,3 млн КУО/ г ґрунту), чисельність яких перевищувала аналогічний показник в традиційній системі в середньому на 6,0 %.

Для чорнозему опідзоленого у другій сівозміні (клин А) протягом вегетації культур за роками досліджень підтверджено аналогічну тенденцію змін чисельності ґрунтових мікроорганізмів азотного циклу за традиційної системи, а саме: органотрофів – від 12,6 до 20,9 млн КУО/ г ґрунту, мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту – від 16,7 до 47,1 млн КУО/ г ґрунту, актиноміцетів – від 8,7 до 21,3 млн КУО/ г ґрунту, азотфіксаторів – від 15,1 до 47,5 млн КУО/ г ґрунту. Але, на відміну від першої сівозміни, спостерігалось зменшення чисельності органотрофів в середньому до рівня 15,8 млн КУО/ г ґрунту, що на 31,7 % нижче порівняно з аналогічним показником в органічній системі землеробства.

Такі відмінності у структурі мікробних угруповань, які належать до азотного циклу, за органічної системи на різних сівозмінах пов'язані з впливом вирощуваних сільськогосподарських культур. Пшениця озима (друга сівозміна), як і жито озиме (перша сівозміна) є сприятливими культурами для розвитку органотрофів. Проте посушливі погодні умови 2011 року вплинули на чисельність органотрофів у чорноземі опідзоленому. Так, на варіанті з традиційною системою у першій сівозміні чисельність цієї групи знизилась у 3,3 рази (до рівня 10,4 млн КУО/г ґрунту) порівняно з 2010 роком. У той же час, чисельність органотрофів у чорноземі опідзоленому за органічної системи залишилась на рівні попереднього року – 20,5 млн КУО/г ґрунту.

У другій сівозміні за органічної системи землеробства підтверджено збільшення частки азотфіксаторів в мікробному ценозі чорнозему опідзоленого порівняно з варіантами традиційної системи землеробства.

Чисельність мікроорганізмів, що належать до азотного циклу, в чорноземі опідзоленому у третій сівозміні за органічної системи землеробства (Клин А) майже не відрізнялась за традиційної, але помітним було домінування групи азотфіксаторів. Їх чисельність протягом років досліджень трималась на рівні 19,4-56,1 млн КУО/г ґрунту, що в середньому складало 31,7 млн КУО/г ґрунту (на 9 % вище аналогічного показника за традиційної системи землеробства). На варіанті з люцерною за органічної системи землеробства встановлено підвищення майже у 1,5 рази чисельності азотфіксаторів порівняно з традиційною системою землеробства.

Для оцінки відмінностей у чисельності ґрунтових мікроорганізмів за органічної та традиційної систем землеробства розраховано інтегрований показник біогенності (ІПБ), який включає показники чисельності всіх досліджуваних еколого-трофічних груп мікроорганізмів: органотрофних бактерій, мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук і актиноміцетів, азотфіксаторів, олігонітрофілів, мікроскопічних грибів та оліготрофних мікроорганізмів. Встановлено, що за традиційної системи землеробства біогенність чорнозему опідзоленого вища порівняно з органічною системою в середньому на 7 – 9 % за рахунок зростання чисельності мікроорганізмів, які засвоюють органічний та мінеральний азот, і стимулюються внесенням мінеральних добрив у дозах $N_{30-90}P_{30-60}K_{30-60}$. За відсутності внесення мінеральних добрив в органічній системі їх чисельність знижується.

У той же час, за органічної системи у структурі комплексу мікроорганізмів, що належать до азотного циклу, азотфіксатори мали стійке домінування і перевищували чисельність цієї групи у чорноземі опідзоленому за традиційної системи землеробства.

Біохімічну активність чорнозему опідзоленого досліджено за визначенням ферментативної активності, амоніфікаційної і нітрифікаційної здатності та оцінено за інтегрованим показником ІПБА.

За роками досліджень протягом вегетації сільськогосподарських культур встановлено покращення загальної біологічної активності чорнозему опідзоленого в умовах ведення органічної системи землеробства порівняно з варіантами традиційної системи за рахунок зростання ферментативної активності (особливо інвертази, в середньому на 22-31,1 %); амоніфікаційної і нітрифікаційної здатності.

Встановлено, що для чорнозему опідзоленого за використання органічної системи на початку вегетації сільськогосподарських культур для більшості варіантів характерна тенденція підвищення амоніфікаційної здатності ґрунту: для першої сівозміни від 2,9 до 5,2 мг N-NH₃ /100 г ґрунту, що в середньому на 27 % вище за традиційну систему землеробства на аналогічних варіантах; для другої сівозміни цей показник був у межах від 2,3 до 5,2 мг N-NH₃ /100 г ґрунту, що на 16 % вище ніж у традиційній системі; для третьої – коливання від 2,9 до 5,2 мг N-NH₃ /100 г ґрунту, що на 38 % вище за традиційну систему землеробства.

Відомо, що поживний режим знаходиться у прямій залежності від інтенсивності процесу нітрифікації. Чим більшу кількість азоту здатні накопичувати ґрунти, тим більш вони родючі. Нітрифікаційна здатність ґрунту на початку вегетації рослин в органічній системі землеробства була вищою, ніж в традиційній на 19 % для першої сівозміни, на 18 % – для другої і на 11 % – для третьої сівозміни порівняно з варіантами традиційної системи.

Структурно-функціональна характеристика мікробного ценозу чорнозему типового за різних систем землеробства. Для структури мікробних угруповань азотного циклу чорнозему типового в традиційній системі землеробства у вегетаційний період за роки досліджень (2010 – 2013 рр.) характерно коливання чисельності мікроорганізмів, що засвоюють органічні форми азоту – від 13,2 до 31,4 млн КУО / г ґрунту, мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту – від 15,4 до 34,0 млн КУО / г ґрунту. Проте за середнім значенням чисельність цих угруповань не відрізнялась від відповідних показників ґрунту на варіантах з органічною системою землеробства. Кількість мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот в чорноземі типовому за традиційної системи становила в середньому 22,9 млн КУО / г ґрунту, а за органічної системи – 22,3 млн КУО / г ґрунту. Встановлено, що внесення мінеральних добрив (N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀) істотно не вплинуло на біогенність чорнозему типового на відміну від чорнозему опідзоленого.

Протягом усіх років досліджень у чорноземі типовому за органічної системи спостерігалось коливання чисельності азотфіксаторів від 19,9 до 39,8 млн КУО / г ґрунту, що перевищувало цей показник на деяких варіантах традиційної системи у 2 рази. Чисельна перевага азотфіксаторів у складі мікроорганізмів азотного циклу за органічної системи землеробства як у чорноземі опідзоленому, так і чорноземі типовому вказують на можливість підтримки азотного забезпечення ґрунту і рослин шляхом інтенсифікації азотфіксуючих процесів.

За чотирирічний період спостережень інтегрований показник біогенності чорнозему типового тримався в середньому на рівні 65% – за органічної системи і 61% – за традиційної системи землеробства. Проте відмічено підвищення біогенності ґрунту на 11 % у сприятливі за погодними умовами 2010 та 2013 роки на варіантах органічної системи порівняно з традиційною системою землеробства.

Разом з цим, рівень біохімічної активності чорнозему типового на варіантах з органічною системою був вищим: показники дегідрогеназної і поліфенолоксидазної активності в середньому перевищували аналогічні показники за традиційної системи землеробства відповідно на 5,5 % і 15,5 %; інвертазної активності – на 10-32 % протягом чотирьох років спостереження.

За умов ведення органічної системи спостерігалось підтримання амоніфікаційної здатності на тому ж рівні, що й за традиційної системи землеробства. Проте на варіанті з чистим паром у 2013 році амоніфікаційна здатність підвищилась на 34,0 % порівняно з традиційною системою землеробства. Це дає нам підстави вважати, що за органічної системи висока амоніфікаційна здатність сприяє накопиченню достатньої кількості амонійного азоту для росту й розвитку рослин.

Також за всі роки спостережень зафіксовано тенденцію підвищення нітрифікаційної здатності на початку вегетації рослин як за традиційної, так і за органічної системи землеробства. Так, на варіантах з органічною системою цей процес проходив інтенсивно і зростав майже у 2 рази в окремі роки порівняно з традиційною системою. Проте для підтримки такої високої активності трансформації сполук азоту за умов ведення органічної системи землеробства необхідно забезпечити ґрунт достатнім рівнем вмісту органічної речовини.

У середньому, інтегрований показник біологічної активності чорнозему типового протягом періоду вегетації досліджуваних сільськогосподарських культур за органічної системи був вищим на 17,2 % порівняно з традиційною системою.

ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ ЗА ТРИВАЛОГО ВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА У ЗОНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Відомо, що кожна природна зона, в якій формується певний тип ґрунту, характеризується властивим їй рослинним ценозом, кліматичними умовами, зокрема вологістю, температурним режимом, інтенсивністю сонячної радіації, певним діапазоном значень рН ґрунту тощо. Всі ці чинники відповідно впливають й на склад ґрунтових мікроорганізмів, тобто поширення їх в ґрунтах підлягає загальному закону зональності.

Аналіз особливостей біогенності чорнозему типового і чорнозему опідзоленого за органічної системи землеробства. Для встановлення особливостей формування й функціонування мікробних ценозів за органічної системи землеробства та виявлення можливих відмінностей у різних типах чорноземних ґрунтів проведено детальний порівняльний аналіз мікробіологічних характеристик протягом чотирьох років досліджень за весь період вегетації сільськогосподарських культур на варіантах з паровим полем на чорноземі опідзоленому (клин А, друга сівозміна) – 2013 р. (попередники: пшениця озима – 2010 р., гречка – 2011 р., соняшник – 2012 р.) і на варіантах з паровим полем на чорноземі типовому (попередники: пшениця озима – 2010 р., нут – 2011 р., сафлор – 2012 р.). Протягом всіх років досліджень у мікробних ценозах чорнозему опідзоленого у більшості випадків домінуючою групою серед мікроорганізмів, що приймають участь у трансформації азоту ґрунту, стають азотфіксуючі бактерії (в середньому цей показник становив 35,0 % від загальної чисельності досліджуваних угруповань), друге місце за чисельністю поділяли між собою органотрофи (23,2 %) та мікроорганізми, що засвоюють мінеральні форми азоту (29,0 %). Вирощувані сільськогосподарські культури мали вплив на коливання цих показників, але суттєво тенденцію не змінювали (рис. 1).

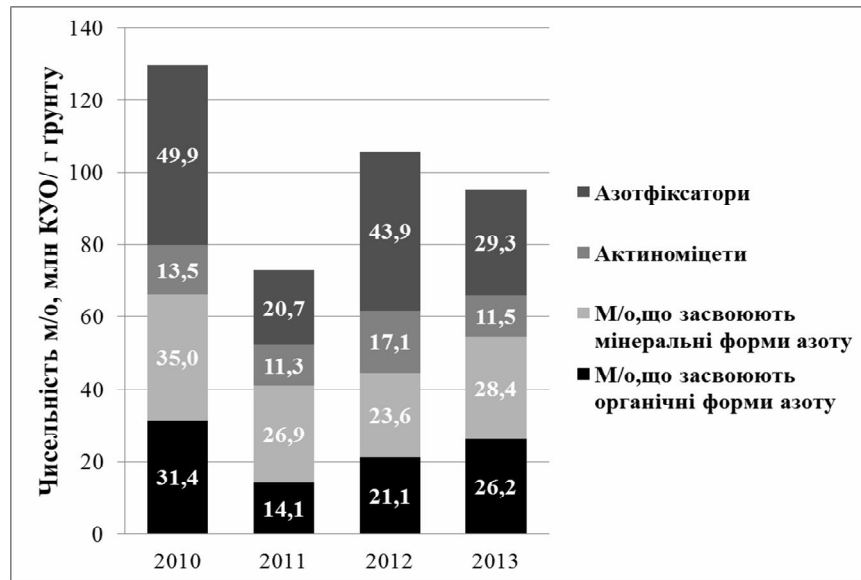


Рис. 1 Динаміка чисельності мікробних угруповань азотного циклу чорнозему опідзоленого за органічної системи землеробства за період вегетації сільськогосподарських культур

Характеристика чисельності різних груп мікроорганізмів азотного циклу чорнозему типового за визначених умов виявила дещо іншу тенденцію порівняно з чорноземом опідзоленим, а саме у структурі мікроорганізмів азотного циклу домінуючими були два ґрунтових угруповання – мікроорганізми, що засвоюють мінеральний азот (що становить 33 % від загальної чисельності досліджуваних угруповань) та азотфіксатори (31 %). Дещо меншою за чисельністю була група органотрофів (26 %) (рис. 2).

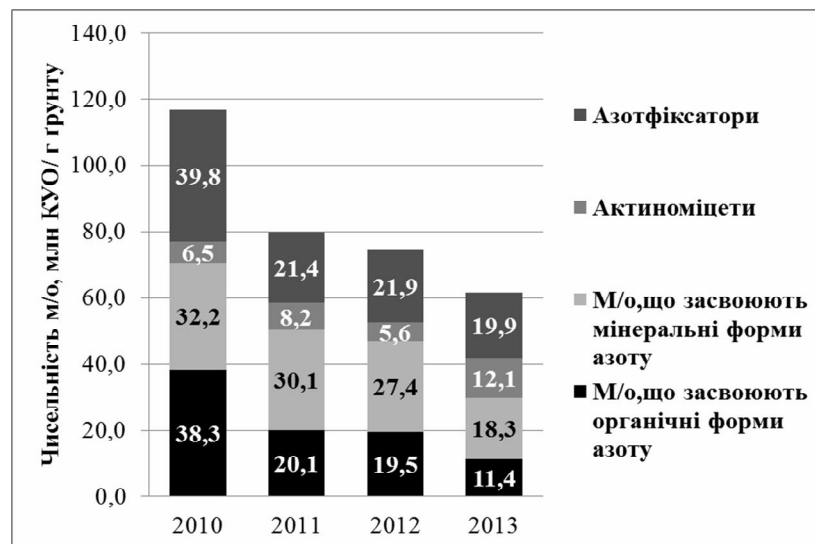
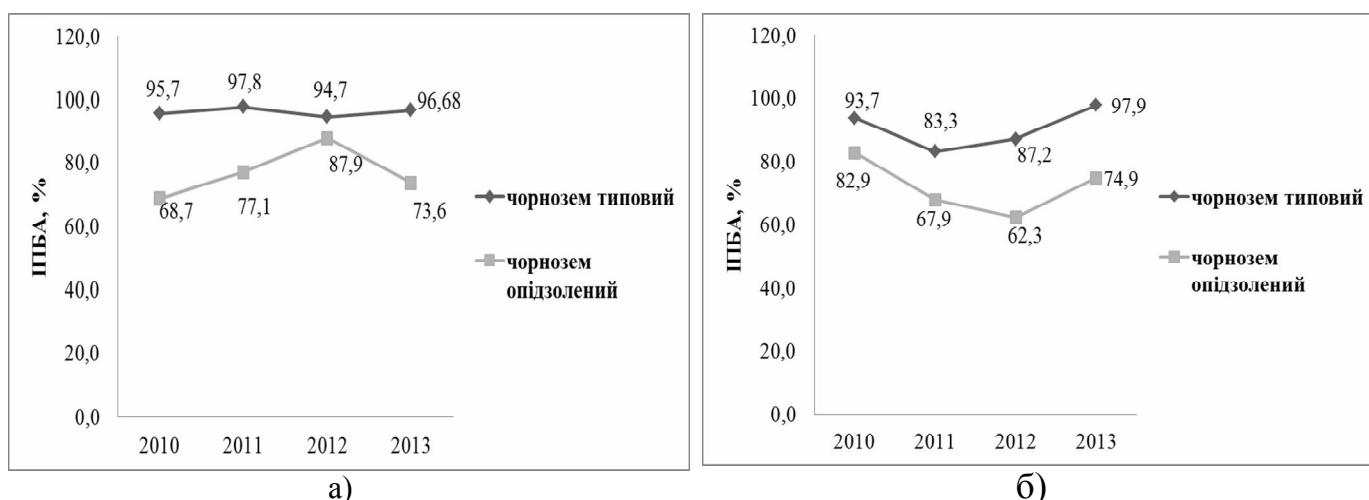


Рис. 2 Динаміка чисельності мікробних угруповань азотного циклу чорнозему типового за органічної системи землеробства у середньому за період вегетації сільськогосподарських культур

Слід зазначити, що саме за використання органічної системи землеробства склалися сприятливі умови для життєдіяльності азотфіксуючих мікроорганізмів, які є чутливими до антропогенного втручання, зокрема внесення синтетичних мінеральних добрив.

Інтегрований показник біогенності чорнозему типового у середньому за вегетаційний період на більшості варіантів перевищував аналогічний показник чорнозему опідзоленого. Протягом усіх років досліджень ця тенденція була стабільною (за винятком 2012 року). Між тим, виявлено значні коливання показника біогенності чорнозему опідзоленого під впливом сільськогосподарської культури та погодних умов року. Проте за умов використання чистого пару (2013 р.), тобто, за відсутності кореневих виділень рослин, які суттєво впливають на склад мікрофлори у ґрунтах, біогенність чорнозему типового і чорнозему опідзоленого були на високому рівні і значно не відрізнялись один від одного за органічної системи землеробства.

Інтегрована оцінка рівня біохімічної активності чорноземних ґрунтів. Аналіз отриманих даних показав, що за органічної системи на досліджуваних варіантах спостерігалися відмінності на рівні типів чорноземів, а саме: незважаючи на більш високу біогенність чорнозему опідзоленого, його біохімічна активність поступалася все ж таки чорнозему типовому. Біохімічна активність чорнозему типового на початку вегетації становила – 94,7-97,8 %, що в середньому на 19,4 % вище порівняно з біохімічною активністю чорнозему опідзоленого (рис. 3 а), а під час збору урожаю – 83,4-97,9 %, що в середньому на 18,5 % вище показника чорнозему опідзоленого (рис. 3 б). До того ж, висока біохімічна активність чорнозему типового не змінювалася як за посушливих умов, так і під впливом біологічних особливостей вирощуваних сільськогосподарських культур.



Примітка: чорнозем опідзолений (клин А, друга сівозміна) – пшениця озима (2010 р.), гречка (2011 р.), соняшник (2012 р.), чистий пар (2013 р.); чорнозем типовий – пшениця озима (2010 р.), нут (2011 р.), сафлор (2012 р.), чистий пар (2013 р.)

Рис. 3 Рівень біохімічної активності (ПБА) чорнозему опідзоленого і чорнозему типового:

- а) на початку вегетації сільськогосподарських культур;
- б) під час збору урожаю сільськогосподарських культур

Целюлозолітична активність чорнозему типового та чорнозему опідзоленого за умов ведення органічної системи землеробства. Показник целюлозолітичної активності ґрунту є одним із визначальних факторів для характеристики трансформації органічної речовини, продуктивності біоти та, в цілому, рівня родючості ґрунтів (Іутинська Г.О., 2006; Макарова Г.А., Глущенко Ю.В., Вакуленко М.К., 2008; Коваленко О.А., 2003). Особливого значення набуває

цей показник за органічної системи землеробства, де запроваджуються агротехнології з альтернативними джерелами поповнення ґрунту органічною речовиною шляхом сидерації, використання післяжнивних решток тощо. Встановлено, що за умов ведення органічної системи землеробства на целюлозолітичну активність чорноземів, що досліджувалися, суттєво впливали вологозабезпеченість і вирощувана сільськогосподарська культура. У відносно сприятливих погодних умовах протягом вегетаційного періоду целюлозолітична активність чорнозему типового була дещо вищою порівняно з цим показником для чорнозему опідзоленого. Найбільш високою целюлозолітична активність – 38 % була під час вирощування гречки, а нижчою – 23 % за вирощування соняшнику на чорноземі опідзоленому.

Вміст загальної і лабільної органічної речовини в чорноземі типовому і чорноземі опідзоленому за органічної системи землеробства.

Одним із найбільш важливих факторів, що визначає рівень ґрунтової родючості, є вміст органічної речовини ґрунту, головним чином гумусу. Для повного аналізу особливостей біологічного стану чорноземних ґрунтів різних типів проведено визначення вмісту загального і лабільного вуглецю за весь період вегетації сільськогосподарських культур.

Встановлено, що за період вегетації сільськогосподарських культур за органічної системи землеробства вміст вуглецю загальної органічної речовини дещо збільшувався – на 5,3 % від показника традиційної системи. В свою чергу, вирощувані сільськогосподарські культури не впливали на вміст загальної органічної речовини чорнозему типового і чорнозему опідзоленого за органічної системи землеробства. Максимальне збільшення вмісту лабільного вуглецю (на 71,1%) за органічної системи відмічено у чорноземі типовому (рис. 4).

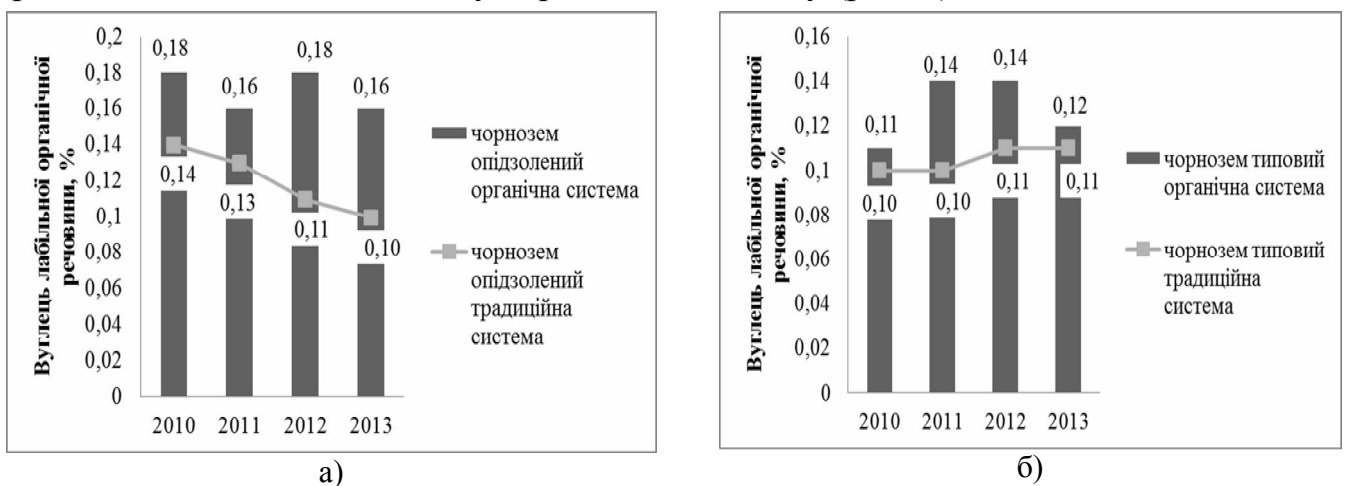


Рис. 4 Динаміка вмісту вуглецю лабільної органічної речовини чорнозему опідзоленого і чорнозему типового за вегетаційний період сільськогосподарських культур за органічної системи землеробства:

а) чорнозем опідзолений, органічна система землеробства (клин А, друга сівозміна): пшениця озима (2010 р.), гречка (2011 р.), соняшник (2012 р.), чистий пар (2013 р.);

б) чорнозем типовий, органічна система землеробства: пшениця озима (2010 р.), нут (2011 р.), сафлор (2012 р.), чистий пар (2013 р.)

При цьому слід відзначити, що отримані величини вимірювань за органічної системи землеробства досить низькі, тому таке збільшення може вказувати на недостатній рівень забезпеченості загальним і лабільним вуглецем. У зв'язку з цим, для підтримки високої інтенсивності процесів трансформації азотвмісних сполук у ґрунтах необхідне додаткове внесення органічних добрив за органічної системи землеробства.

Роль сільськогосподарської культури у формуванні активного мікробного пулу ґрунту. Важливим чинником впливу на біорізноманіття мікрофлори ґрунту за органічної системи землеробства є сівозмінна. Високу нітрогеназну активність формує агроценоз пшениці озимої за рахунок високого вмісту азотфіксуючих угруповань. Так, у 2011 році зафіксовано максимальну чисельність азотфіксуючих мікроорганізмів у мікробіоценозі за всі роки досліджень для чорнозему опідзоленого і для чорнозему типового - 49,9 і 39,8 млн КУО/г ґрунту відповідно. Але вирощування гречки сприяло покращенню мікробіологічних характеристик чорнозему опідзоленого на наступний рік (за вирощування соняшнику після гречки чисельність азотфіксаторів зроста майже у 2,4 рази), а вирощування нуту сприяло підтримці високої мікробіологічної активності за посушливих погодних умов на чорноземних ґрунтах. Включення у сівозміну парового поля підтримує високу біогенність ґрунту і тому є бажаним агрозаходом за ведення органічного землеробства.

ВСТАНОВЛЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОЗАХОДІВ, ЯКІ СПРЯМОВАНІ НА ІНТЕНСИФІКАЦІЮ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Перехід на органічне землеробство в Україні на сьогодні супроводжується певними ризиками та необхідністю вирішення низки проблем. Однією з головних є підвищення родючості ґрунтів. Тому постає провідна задача: за відмови від використання мінеральних добрив і дефіциту якісних органічних добрив, що відповідають вимогам органічного виробництва, розробити високоефективні агрозаходи, які можуть запобігти зниженню родючості і забезпечити одержання високих сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

Застосування органо-мінерального гумінового універсального мікродобрива та інтродукції чистих культур бактерій роду *Bacillus sp.* у прикореневу зону рослин як біологічного засобу для стимуляції росту і розвитку сільськогосподарських культур на перших етапах онтогенезу.

Проведено модельно-лабораторний дослід на житі озимому для вивчення оптимальних способів застосування органо-мінерального гумінового універсального мікродобрива та штамів бацил № 531 і № 235, а саме: передпосівна інокуляція штамами; передпосівна обробка насіння та полив ґрунту мікродобривом; сумісне використання мікробного препарату та органо-мінерального гумінового універсального мікродобрива.

Дослідженнями виявлено позитивний вплив від сумісного використання на перших етапах онтогенезу рослин органо-мінерального гумінового універсального мікродобрива та інтродукції штамів, як біологічного засобу стимуляції росту і розвитку рослин сільськогосподарських культур в органічній системі землеробства (рис. 5).



1. Контроль;
2. ОММД + штамм № 235



1. Контроль;
2. Штам № 531;
3. ОММД + штам № 531

Рис. 5 Вплив сумісної обробки органо-мінеральним гуміновим універсальним мікродобривом (ОММД) і бактеріальною культурою на підвищення стійкості зерна жита озимого до фітопатогенів

Найбільш ефективним виявився полив добривом з додаванням активного рістстимулюючого штаму № 531, а саме: показник швидкості проростання був вищим на 21,2 % порівняно з контролем. Це доводить перспективність застосування поливу комплексним препаратом, що містить гуматний компонент із одночасним додаванням суспензії селекціонованих мікробних культур з агрономічно важливими властивостями (див. рис. 5).

Ефективність агрозаходів у дрібноділянковому польовому досліді за вирощування основних сільськогосподарських культур (гречки, соняшника, кукурудзи на зерно). Польові дослідження показали, що вживання агрозаходів з активізації мікробіологічного потенціалу ґрунту в органічному землеробстві позначилося на урожаї сільськогосподарських культур. Урожай сухої маси рослин соняшника з обробкою органо-мінеральним гуміновим універсальним мікродобривом був вищим за контрольний у 2,4 рази, кошиків – на 2,2 % відповідно, з інокуляцією бактеріями – на 23 і 45 %. Урожаї зерна гречки збільшились при обробці органо-мінеральним гуміновим універсальним мікродобривом на 64 %, обробка насіння бактеріями забезпечила прибавку на 60 %. Відповідно використання бактеріальної суспензії штаму № 531 підвищило вміст протеїну у зерні кукурудзи на – 10,7 %; жиру – на 24,3 %, клітковини – на 30,5 % порівняно з контрольним варіантом. Ці дані вказують на можливий синергетичний ефект застосування біологічних препаратів в умовах ведення органічної системи землеробства.

УРОЖАЙНІСТЬ, ЯКІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТАХ В ОРГАНІЧНІЙ СИСТЕМІ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Урожайність сільськогосподарських культур за органічної та традиційної системами землеробства. Встановлено, що на чорноземі опідзоленому за органічної системи землеробства протягом років дослідження (2010 – 2013 рр.) спостерігалися дещо нижчі урожаї сільськогосподарських культур, ніж за традиційної: у 2010 р. - вівсяної суміші – на 4,7 %; пшениці озимої – на 5,0 %; люцерни 1 р. к. – на 4,7 %; у 2011 р. – жита озимого у першій та третій ротації сівозміни на 5,8 % і 13,5 % відповідно; у 2012 р. – кукурудзи на силос – на 12,5 % та кукурудзи на зерно – на 2,4 %;

у 2013 р. – ячменю ярового – на 40 % та кукурудзи на силос – на 10,5 % порівняно з традиційною системою землеробства. За органічної системи землеробства зафіксовано достовірно вищий урожай гречки (на 17,5 %) та соняшнику (попередник гречка) (на 13,1 %) порівняно з традиційною системою землеробства, що узгоджується з показником біогенності, значення якого було більш високим на варіантах, що досліджувалися.

На чорноземі типовому у 2010 році урожаї пшениці озимої за органічної системи землеробства були меншими на 5 % урожайності за традиційної системи.

Слід зазначити, що внесенням лише мінеральних добрив важко істотно покращити якість сільськогосподарської продукції. Та за умов ведення органічного землеробства ця характеристика урожаю набуває першочергового значення. За результатами досліджень встановлено покращення якості зерна сільськогосподарських культур за органічної системи землеробства: вміст білку зерна пшениці озимої збільшився на 1 і 1,2 % на чорноземі опідзоленому і чорноземі типовому відповідно, сирі клітковини – на 1,4 і 6,8 %; в зерні жита озимого зростає вміст крохмалю на 0,9 – 1,2 %; спостерігається тенденція до зростання вмісту жирів, азоту, фосфору, калію в зерні кукурудзи.

Зв'язок біологічних показників з урожайністю та якістю сільськогосподарської продукції. Для встановлення зв'язку між біологічними показниками ґрунту та показниками урожайності і якості пшениці озимої, жита озимого (перша і третя сівозміна), кукурудзи на зерно на чорноземі опідзоленому та пшениці озимої на чорноземі типовому за органічної системи землеробства проведено кореляційний аналіз. Виявлено тісний кореляційний зв'язок біологічних показників ґрунту з агрохімічними показниками, урожайністю і якістю одержаної продукції. На прикладі пшениці озимої підтверджено тісний кореляційний зв'язок (коефіцієнт кореляції (r) становив 0,82) між чисельністю азотфіксаторів та вмістом білка в зерні, який описується такими рівняннями регресії:

на чорноземі опідзоленому:

$$Y = -26,5464 + 0,7857X$$

на чорноземі типовому:

$$Y = 9,2825 + 0,1038X,$$

де Y – вміст білка в зерні пшениці озимої, %;

X – чисельність азотфіксаторів у ґрунті, млн КУО /г ґрунту.

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур на чорноземних ґрунтах за традиційної та органічної системами землеробства. Розрахунки економічної ефективності здійснено на основі використання таких показників як вихід продукції з одиниці площі, витрати на добрива і їх внесення, ціна реалізації продукції, умовного доходу та сукупного економічного ефекту від використання відповідної системи землеробства.

Визначено, що навіть зі зменшенням загальної врожайності за органічної системи землеробства, вирощування досліджуваних сільськогосподарських культур не є збитковим через отримання прибутку від реалізації продукції, яка є на 30 % дорожчою порівняно з продукцією, отриманою за традиційною системою.

Сукупний економічний ефект від використання органічної системи землеробства на чорноземі опідзоленому при вирощуванні озимої пшениці становив – 1178,4 грн/га, гречки – 4423,7 грн/га, соняшнику – 5620,8 грн/га, ячменю ярого – 1390,0 грн/га та на чорноземі типовому у ФГ «Чередниченко» за вирощування пшениці озимої – 1853,08 грн/га.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі встановлено особливості формування й закономірності функціонування мікробних ценозів чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу України, що формуються за органічної системи землеробства, та науково обґрунтовано шляхи інтенсифікації мікробіологічних процесів у ґрунтах для підтримки його родючості та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. Доведено, що структурно-функціональні характеристики мікробних ценозів чорноземних ґрунтів, сформованих за традиційної та органічної систем землеробства суттєво відрізняються між собою. Біогенність ґрунтів за умов традиційної системи землеробства вища, ніж за умов органічної системи у чорноземі опідзоленому в середньому на 7–9 % і у чорноземі типовому – на 3,9 % за рахунок підвищення чисельності груп мікроорганізмів, які засвоюють органічний та мінеральний азот і стимулюються внесенням мінеральних добрив у дозах $N_{30-90} P_{30-60} K_{30-60}$, але за відсутності мінеральних добрив їх чисельність знижується.

2. Встановлено, що за умов органічного землеробства серед мікроорганізмів азотного циклу чорноземних ґрунтів азотфіксуючі мікроорганізми мають стійке домінування і їх чисельність перевищує чисельність угруповання за традиційної системи у чорноземі опідзоленому: першої і другої сівозміни в середньому на 12 і 42,8 % відповідно, для третьої сівозміни цей показник знижено до 5,6 % вирощуванням кукурудзи на зерно і кукурудзи на силос. Для чорнозему типового чисельність азотфіксуючих мікроорганізмів становила в середньому 16,8 %, що вказує на потенційне джерело поповнення ґрунту азотом за рахунок інтенсифікації процесу азотфіксації.

3. Виявлено зростання біохімічної активності чорноземних ґрунтів в умовах ведення органічної системи землеробства порівняно з традиційною за рахунок підвищення ферментативної активності, особливо інвертази на 22 - 31,1 % відповідно до сівозмін на чорноземі опідзоленому і на 10 - 32% – на чорноземі типовому; амоніфікаційної здатності чорнозему опідзоленого в середньому на 16 - 38 % і чорнозему типового – на 21 - 34 %; нітрифікаційної здатності чорнозему опідзоленого в середньому на 11 - 19 % і чорнозему типового – на 32 % в період вегетації сільськогосподарських культур.

4. Встановлено відмінності у формуванні структури та функціонуванні мікробних ценозів за органічної системи землеробства для різних типів чорноземних ґрунтів. Для чорнозему типового значних коливань інтегрованого показника біогенності не виявлено – від 67,7 % до 86,7 %, для чорнозему опідзоленого більш істотні коливання відбулися під впливом вирощуваної сільськогосподарської культури – від 53,4 до 84,7 %.

5. Показано, що на відміну від чорнозему опідзоленого, стабільно високу біологічну активність за органічної системи землеробства мав чорнозем типовий на початку вегетації – 94,7-97,8 %, що в середньому на 19,4 % вище порівняно з біохімічною активністю чорнозему опідзоленого і під час збору урожаю відповідно – 83,4-97,9 %, що в середньому на 18,5 % вище за біологічну активність чорнозему опідзоленого.

6. Доведено, що важливим фактором формування біологічної активності чорноземних ґрунтів за органічної системи землеробства є сівозміна: високу нітрогеназну активність формує агроценоз пшениці озимої за рахунок високого вмісту азотфіксуючих мікроорганізмів – 49,9 млн КУО/г ґрунту у чорноземі опідзоленому та 39,8 млн КУО/г ґрунту у чорноземі типовому, що у 1,5 – 2 рази вище за цей показник у мікробіоценозах ґрунту інших сільськогосподарських культур. Такий ефект спостерігався за вирощування бобових культур (вико-вівсяна суміш та люцерна), де чисельність азотфіксаторів у чорноземі опідзоленого була на рівні 36,3 і 56,1 млн КУО/г ґрунту відповідно.

7. Показано, що вирощування у сівозміні гречки сприяло покращенню мікробіологічних характеристик чорнозему опідзоленого на наступний рік – зростання загальної чисельності мікроорганізмів азотного циклу з 73,0 до 105,7 млн КУО/г ґрунту, а вирощування нуту формує сприятливі умови для підтримки високого рівня мікробіологічної активності за посушливих погодних умов. У свою чергу, включення у сівозміну чистого пару підтримує високу (86,7 % і 83,4 %) біогенність чорнозему типового і чорнозему опідзоленого і є бажаним агрозаходом у сівозмінах за ведення органічного землеробства.

8. Встановлено, що целюлозолітична активність чорнозему типового за органічної системи землеробства не знижується від посушливих погодних умов і в середньому тримається на рівні 32 %, що вказує на достатній рівень стійкості мікрофлори цього типу ґрунту до вологозабезпеченості. Виявлено більше коливання показника целюлозорозкладання – від 23 до 38 % у чорноземі опідзоленому.

9. Встановлено, що вміст вуглецю загальної органічної речовини в чорноземних ґрунтах не істотно відрізняється (максимально більше на 5,3 %) для традиційної і органічної систем землеробства у період вегетації сільськогосподарських культур. Вміст був стабільним за органічної системи незалежно від вирощуваної культури та культури попередника. Для чорноземних ґрунтів показник вмісту лабільного вуглецю залишається стабільним як за органічної системи землеробства, так і за традиційної.

10. Визначено ефективність інтродукції чистих культур бактерій роду *Bacillus* sp. – № 531 та № 235 у чорнозем опідзолений шляхом передпосівної бактеризації насіння кукурудзи і полив ґрунту в період вегетації рослин як біологічного способу стимуляції росту і розвитку рослин на перших етапах онтогенезу та захисту їх від фузаріозу в органічній системі землеробства.

11. Встановлено, що найбільш ефективним є полив органо-мінеральним гуміновим універсальним мікродобривом сумісно з селекціонованою бактеріальною культурою: швидкість проростання вище на 21,2 % порівняно з контролем. Це доводить перспективність застосування комплексних препаратів, що містять гуматний компонент, сумісно з селекціонованими мікробними культурами.

12. Визначено, що в цілому, за органічної системи землеробства покращується якість зерна сільськогосподарських культур: вміст білку зерна пшениці озимої зростає на 1 % і 1,2 % на чорноземі опідзоленому і чорноземі типовому відповідно, сирій клітковини – на 1,4 % і 6,8 %; в зерні жита озимого зростає вміст крохмалю на 0,9–1,2 %; спостерігається тенденція до зростання вмісту жирів, азоту, фосфору, калію в зерні кукурудзи.

13. Встановлено ефективність передпосівної інокуляції штамом бактерій роду *Bacillus sp.* № 531 насіння кукурудзи на зерно, що сприяло зростанню показників якості зерна: вмісту протеїну – на 10,7 %; жиру – на 24,3 %, клітковини – на 30,5 % порівняно з контрольним варіантом.

14. Виявлено прямий тісний достовірний кореляційний зв'язок між вмістом гумусу і мікробіологічними показниками, а саме: чисельністю мікрофлори, ферментативною активністю ґрунту, амоніфікаційною і нітрифікаційною здатностями ґрунту, що впливає на якість отриманої сільськогосподарської продукції.

15. Встановлено, що за умов органічного землеробства на чорноземних ґрунтах Лівобережного Лісостепу спостерігалася тенденція до зниження урожайності сільськогосподарських культур порівняно з традиційною системою. Проте вирощування сільськогосподарських культур за органічної системи землеробства не є збитковим через отримання прибутку від реалізації продукції, яка є на 30 % дорожчою порівняно з продукцією, отриманою за традиційної системи.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Установам, які проводять моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення в умовах ведення органічного виробництва (Міністерство аграрної політики та продовольства України у взаємодії з Міністерством екології та природних ресурсів України, Державною службою України з питань геодезії, картографії та кадастру, обласними філіями ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», науково-дослідними установами Національної академії аграрних наук України), для контролю змін якісного стану ґрунтів рекомендується залучати такі біодіагностичні показники як чисельність азотфіксаторів у ґрунті та інвертазна активність ґрунту.

Виробникам біопрепаратів запропоновано використовувати ізоляти № 531, № 235 бактерій роду *Bacillus sp.* (мікроорганізми колекції культур лабораторії мікробіології ґрунтів ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського») в якості перспективних агентів для отримання нових комплексних мікробних препаратів для органічного виробництва сільськогосподарської продукції.

Спеціалістам сільськогосподарських підприємств і фермерських господарств в зоні Лівобережного Лісостепу України, що практикують органічне виробництво рослинницької продукції, для підвищення урожайності та покращення якості зерна сільськогосподарських культур (гречки, соняшника, кукурудзи на зерно) рекомендується застосовувати такі агрозаходи як: передпосівна інокуляція штамом бактерій роду *Bacillus sp.* № 531; обприскування рослин на початку вегетації органо-мінеральним гуміновим універсальним мікродобривом.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ***Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації***

1. Цигічко Г. О., Маклюк О. І. Ферментативна активність чорнозему опідзоленого за умов ведення органічної системи землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2011. Вип. 74. С. 115-119 (*Аналіз стану проблеми, польові і лабораторні дослідження, узагальнення результатів, підготовка до друку*).
2. Цигічко Г. О. Зміни функціональної структури мікробних угруповань чорнозему типового залежно від системи удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2013. Вип. 79. С. 102-106.
3. Найдьонова О. Є., Цигічко Г. О., Шедей Л. О., Акімова Р. В., Гвоздік В. Б. Вплив тривалого застосування органічної системи землеробства на стан мікробних угруповань чорнозему опідзоленого в зерно-кормових сівозмінах. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2013. Вип. 80. С. 89-92 (*Проведення польових і лабораторних досліджень, аналіз та узагальнення результатів, участь у написанні статті*).
4. Цигічко Г. О., Маклюк О. І. Зміни біохімічної активності ґрунту, що відбуваються під впливом органічної та традиційної системи землеробства в чорноземі опідзоленому Лісостепу України. *Біологічні системи*. 2013. Вип. 4, т. 5. С. 583-587 (*Аналіз літературних джерел, узагальнення експериментальних даних та їх статистична обробка, підготовка матеріалів до друку*).
5. Цигічко Г. О., Маклюк О. І. Ефективність застосування біодобрив, як стимулюючого фактору розвитку сільськогосподарських культур на перших етапах онтогенезу. *Вісник аграрної науки України*. 2015. Вип. 3. С. 12-17 (*Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, написання статті – спільно, підготовка до друку*).
6. Цигічко Г. О., Маклюк О. І. Динаміка біохімічної активності чорнозему типового за органічної та традиційної систем землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 82. С. 91-97 (*Проведення польових досліджень, аналіз експериментальних даних, формулювання висновків*).
7. Цигічко Г. О., Сябрук О. П. Вплив традиційної та органічної систем землеробства на динаміку емісії вуглекислого газу та ферментативну активність чорнозему опідзоленого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. Вип. 85. С. 82-87 (*Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, участь у написанні статті*).
8. Цигічко Г. О., Маклюк О. І. Формування мікробних угруповань азотного циклу в чорноземі опідзоленому за органічної системи землеробства та їх вплив на показники якості зерна озимої пшениці. *Агроекологічний журнал*. 2017. Вип. 3. С. 103-109 (*Проведення польового дослідження, експериментальних та аналітичних досліджень, написання статті – спільно, підготовка до друку*).
9. Цигічко А. А., Маклюк Е. И. Использование почвенных микроорганизмов в поддержании продуктивности и качества сельскохозяйственной продукции в органическом земледелии. *Почвоведение и агрохимия*. 2014. Вип. 2 (53). С. 186-192 (*Отримання експериментальних даних, їх узагальнення та аналіз, оформлення статті*).

10. Цигичко А. А. Влияние длительного использования органической ситемы земледелия на структурно-функциональное состояние чернозема оподзоленного Левовережной Лесосеппи Украины. *Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Сер. Естественные науки*. 2017. № 69 (105). С. 61-68.

Праці апробаційного характеру

11. Цигичко Г. О. Структурно-функціональні особливості мікробних ценозів чорнозему опідзоленого Лісостепу України за умов ведення органічного землеробства : зб. тез до VIII наук. конф. молодих вчених, 25-27 вересня 2012 р. Чернігів. 2012. С. 26-28.

12. Цигичко А. А. Структурные и функциональные изменения микробного ценоза чернозема оподзоленного под влиянием гречки как основной культуры, так и культуры предшественника в условиях ведения традиционной и органической систем земледелия. *Современное состояние черноземов* : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 24-26 сентября 2013 р. Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2013. С. 339-342.

13. Цигичко Г. О., Маклюк О. І. Особливості функціональної структури мікробних ценозів чорнозему типового та опідзоленого Лісостепу України за умов ведення органічної системи землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*: спецвипуск до ІХ з'їзду Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків, 30 червня – 4 липня 2014 р., Миколаїв. Харків : ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського», 2014. Кн. III. С. 322-324 (*Аналіз стану проблеми, написання тез – спільно, підготовка до друку*).

14. Цигичко Г. О. Зміни біохімічної активності чорнозему опідзоленого під впливом вирощування гречки в умовах ведення традиційної і органічної систем землеробства. *Traektoriâ Nauki = Path of Science*. 2017. Vol.3, №4. URL: <http://pathofscience.org/index.php/ps/article/view/315> (дата звернення 19.04.2017).

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

15. Найдьонова О. Є., Цигичко Г. О. Застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування зернобобових культур. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т 2. С. 77-78 (*Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, участь у написанні статті*).

16. Цигичко Г. О., Маклюк О. І. Вплив вирощуваної сільськогосподарської культури на функціональну структуру чорнозему опідзоленого Лісостепу України за органічної системи землеробства. *Аграрний вісник Півдня. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 1, т. 1. С. 56-60 (*Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, написання статті – спільно, підготовка до друку*).

17. Маклюк О. І., Найдьонова О. Є., Цигичко Г. О. Рекомендації щодо активізації мікробіологічного потенціалу в технологіях органічного виробництва сільськогосподарської продукції. Харків : Міськдрук, 2013. 46 с. (*Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, участь у написанні рекомендацій*).

АНОТАЦІЯ

Цигічко Г.О. Особливості формування й закономірності функціонування мікробних ценозів чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу України за органічної системи землеробства. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.18 – ґрунтознавство. – Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, 2018.

Дисертація присвячена дослідженню особливостей формування й закономірностей функціонування мікробних ценозів чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу України за органічного виробництва та визначення шляхів інтенсифікації мікробіологічних процесів у ґрунтах для підтримки його родючості і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Вперше встановлено особливості формування мікробних угруповань чорноземних ґрунтів різних типів за широким спектром мікробіологічних показників та запропоновано для моніторингу якості чорноземних ґрунтів в умовах ведення органічного землеробства використовувати як діагностичні такі мікробіологічні показники як «чисельність азотфіксуючих мікроорганізмів» і «інвертна активність ґрунту».

Розширено уявлення про значну роль вирощуваної сільськогосподарської культури та культури попередника у формуванні мікробіологічної активності ґрунтів за умов органічної системи землеробства.

Доведено, що провідним джерелом підтримки азотного балансу чорноземних ґрунтів за відмови від синтетичних азотних добрив є природний потенціал процесу азотфіксації (за органічної системи землеробства чисельність азотфіксуючих мікроорганізмів у ґрунті була більше, ніж за традиційної на 5,8 – 42,8 % і стала домінуючою).

Проведено аналіз можливих ризиків зниження біологічної активності ґрунту за умов застосування органічної системи землеробства і запропоновано способи їх подолання. Визначено оптимальні способи застосування бактеризації селекціонованими штамами бацил сумісно з органо-мінеральним гуміновим універсальним мікродобривом, що призводить до покращення якості зерна кукурудзи, соняшнику, пшениці озимої.

Ключові слова: чорнозем типовий, чорнозем опідзолений, органічна система землеробства, мікробний ценоз, біогенність ґрунту, біологічна активність ґрунту.

АННОТАЦИЯ

Цигичко А.А. Особенности формирования и закономерности функционирования микробных ценозов черноземных почв Левобережной Лесостепи Украины в органической системе земледелия. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.18 – почвоведение. – Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», Харьков, 2018.

Диссертация посвящена исследованию особенностей формирования и закономерностей функционирования микробных ценозов черноземных почв Левобережной Лесостепи Украины в органической земледелии и определению путей интенсификации микробиологических процессов в почвах для поддержания ее плодородия и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Установлено улучшение общей биологической активности черноземных почв в органической системе земледелия в период вегетации сельскохозяйственных культур за счет увеличения инвертазной активности чернозема оподзоленного на 22-31,1% и чернозема типичного на 10-32%; аммонификационной способности чернозема оподзоленного в среднем на 16-38% и чернозема типичного – на 21-34%; нитрификационной способности чернозема оподзоленного – на 11-19% и чернозема типичного – на 32% по сравнению с традиционной системой земледелия.

Доказано, что основным источником поддержания азотного баланса чернозема типичного и чернозема оподзоленного при отказе от синтетических азотных удобрений, является природный потенциал процесса азотфиксации (при использовании органической системы земледелия численность азотфиксирующих микроорганизмов почвы была выше, чем в традиционной системе на 5,8 – 42,8 % и стала доминирующей).

Впервые в органической земледелии на уровне типов черноземных почв установлены особенности формирования микробных сообществ по широкому спектру микробиологических показателей.

Доказано, что важным фактором формирования высокой биологической активности черноземных почв в органической системе земледелия является севооборот. За счет увеличения численности азотфиксирующих сообществ в агроценозах с пшеницей озимой (в черноземе оподзоленном – 49,9 млн КОЕ/г почвы и черноземе типичном – 39,8 млн КОЕ/г почвы), вико-овсяной смеси (36,6 млн КОЕ/г почвы) и люцерны (56,1 млн КОЕ/г почвы) формируется потенциально высокая нитрогеназная активность почвы. Показано, что использование гречки как предшественника способствовало улучшению микробиологических характеристик чернозема оподзоленного (увеличение общей численности микроорганизмов азотного цикла от 73,0 до 105,7 млн КОЕ/г почвы). Выращивание нута способствовало поддержанию высокой микробиологической активности чернозема типичного в засушливых погодных условиях года.

Проведен анализ возможных рисков снижения биологической активности почвы в условиях применения органической системы земледелия и предложены способы их преодоления. Определены оптимальные способы применения бактериализации селекционированными штаммами бацилл с агрономически полезными свойствами совместно с органо-минеральным гуминовым универсальным микроудобрением, что приводит к улучшению качества зерна кукурузы, подсолнечника, пшеницы озимой.

Ключевые слова: чернозем типичный, чернозем оподзоленный, органическая система земледелия, микробный ценоз, биогенность почвы, биологическая активность почвы

SUMMARY

Tsygichko G.O. Peculiarities of the functioning and regularity formation of microbial cenosis chernozem soils of the Ukraine Left Bank Forest-steppe in the organic farming system. – Manuscript.

Dissertation for candidate scientific degree of Biological Science on specialty 03.00.18 – Soil Science. - National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky”, Kharkiv, 2018.

Dissertation is devoted to the study of peculiarities of the functioning and regularity formation of microbial cenosis chernozem soils of the Ukraine Left Bank Forest-steppe in the organic farming system and determination of ways intensification of microbiological processes in the soils to support their fertility and increase productivity of crops.

At the first time were established peculiarities of microbial group's formation of chernozem soils on the levels of types on a wide spectrum of microbiological parameters and proposed in the monitoring quality of chernozems soils for the organic farming system using microbiological parameters - the number of nitrogen fixing microorganisms and invertase activity of soil, as a diagnostic.

The concept of a significant role of the cultivated agricultural culture and the precursor culture in the formation of soils microbiological activity under conditions of organic farming system was expanded.

It was proved, that the leading source of support for the nitrogen balance of chernozem soils, from the refusal of synthetic nitrogen fertilizers, it has natural potential of the nitrogen fixation process (with using of organic farming system, the number of soils nitrogen-fixing microorganisms was higher than in the traditional system by the 5.8 - 42.8% the group became dominant).

It was carried out analyzed of possible risks reducing the soil biological activity under the conditions of application of organic farming system and proposed ways to overcome them.

It was improved methods of bacterial application with using of bacilli selected strain with agronomical useful properties and organo-mineral humic universal microfertilizer, which are leads to improvement quality of the maize corn, sunflower, winter wheat.

Key words: typical chernozem, podzolized chernozem, organic farming system, microbial cenosis, biogenic of soil, biological activity of soil.