

ВПЛИВ ОСАДІВ СТИЧНИХ ВОД І ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ НА МІКРОБНЕ УГРУПОВАННЯ ТА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ РИЗОСФЕРНОГО ГРУНТУ РОСЛИН КУКУРУДЗИ

Дишлюк В.Є.

Національна академія аграрних наук України,
вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022
e-mail: Dishlyuk@yandex.ru

Вивчено вплив анаеробно зброджених осадів стічних вод станції аерації великого промцентру та продуктів їх переробки (нові органо-мінеральні добрива) на формування мікробоценозу ґрунту. З'ясовано, що застосування нетрадиційних органо-мінеральних добрив у помірних нормах, а також удобрювальних композитів на основі відходів у кількостях, на порядок менших від рекомендованих норм органічних добрив, виявляє помітний вплив на ґрунтовий мікробоценоз. При цьому відмічено збільшення чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп, що обумовлює високий рівень біогенності ризосферного ґрунту і кращі умови для розвитку рослин.

Ключові слова: осадки стічних вод і продукти їх переробки, ризосферна мікробіота, біологічна активність ґрунту, процеси мінералізації та іммобілізації.

Відомо, що мікроорганізми відіграють ключову роль у формуванні родючості ґрунту. Ґрунти містять велику кількість мікроорганізмів, реалізація корисних властивостей яких є значним, а іноді й визначальним, чинником підвищення продуктивності агрофітоценозів. Живлення рослин тісно пов'язане з діяльністю мікробіоти ризосфери, яка забезпечує рослини доступними сполуками азоту, фосфору, калію і фізіологічно активними речовинами. До агрозаходів, що мають важливе значення для оптимізації функціонування мікробних угруповань ґрунту в агроценозах відносять різні види добрив та їхні норми. Органічні добрива є носіями корисної мікробіоти і при внесенні до ґрунту значною мірою збагачують його мікроорганізмами, активізуючи тим самим його біологічну активність [1].

Свого часу рівень застосування органічних добрив у землеробстві України постійно зростав і в середньому за 1986-68

1990 рр. складав 267 млн т/рік. Проте в 2001-2005 рр. їх було внесено всього 19 млн т/рік, а в 2008 р. – 10,5 млн т [2]. Різке зниження обсягів виробництва органічних добрив і їх застосування в землеробстві призвело до від'ємного балансу гумусу в ґрунтах, погіршення їх родючості і зниження продуктивності землеробства. Для стабілізації процесів гумусоутворення щорічно потрібно вносити 186 і більше млн тонн органічних добрив (10 т/га посівної площі) [3]. Зазначена ситуація спонукає до пошуку нових видів удобрювальних ресурсів. З цієї причини виникає підвищена увага до органічних відходів суспільного виробництва. За науково обґрунтованого підходу тверді відходи (осади) комунальних підприємств з очистки стічних вод (міські станції аерації) можуть бути використані як нетрадиційні добрива та (або) як ґрунтополіпшувачі, або ж як вторинна сировина для виробництва удобрювальних композитів на їх основі (добрива нового покоління). В Україні щороку утворюється понад 45 млн м³ рідких (95-98 % вологи) осадів стічних вод, які містять (тис. тонн): азоту – 40, фосфору – 35, калію – 3 [4]. Крім того, з минулих років не утилізовано понад 50 млн тонн осадів стічних вод (суха речовина). Для облаштування сховищ з метою їх зберігання із господарського обігу виключено понад 10 тис. га сільськогосподарських земель. Своєчасне вилучення, ефективне знезараження і утилізація цих відходів є важливою екологічною і економічною проблемою захисту навколишнього середовища і охорони здоров'я населення.

Застосування осадів стічних вод як нетрадиційних органічно-мінеральних добрив і (або) ґрунтополіпшувачів можливе внаслідок підвищеного в них вмісту органічної речовини (до 60-70 %), наявності важливих для рослин мікроелементів (мідь, цинк, молібден, кобальт, марганець, бор). За вмістом доступного для рослин фосфору і азоту вони рівноцінні традиційним органічним добривам або перевищують їх; дію осадів стічних вод можна порівняти з дією гною за внесення в еквівалентній за азотом кількості [5, 6]. Натомість, осади стічних вод мають тривалішу післядію на другий і третій роки. В удобрених ними ґрунтах підвищується рівень забезпеченості основними елементами живлення рослин. У випадках їх тривалого внесення в ґрунті відбувається накопичення фосфору [7]. За внесення в ґрунт осадів стічних вод, які мають нейтральну або слаболужну реакцію, проявляється їхня піддуговуюча дія. Ця властивість осадів стічних вод має особливо важливе значення при застосуванні їх у меліораційних заходах з

відновлення родючості на землях, порушених гірничодобувними роботами, дрібнопорушених у результаті планування території і будівництва, спрацьованих торфовищ і неродючих піщаних ґрунтів тощо [5, 8, 9].

У літературі є повідомлення про значне бактеріальне заселення осади стічних вод. Так, в 1 см³ сирого первинного осаду (вологістю 94,3 %) міститься близько 42 млн бактерій, а в 1 г сухої речовини – від 740 тис. до 1 млн бактерій. Якщо прийняти в середньому діаметр бактеріальної клітини рівним 0,001 мм, то сумарний об'єм 100 млн бактерій, що вміщуються в 1 см³ осади стічних вод, складе біля 0,4 см³ з масою приблизно 400 мг. При вмісті води в бактеріях, рівному 80-85 %, суха речовина складе 60-80 мг/см³ осади стічних вод [10]. Іншими словами, осади стічних вод міських станцій аерації мають значний ступінь біогенності, що слід враховувати при оцінці їхніх перспектив у сільськогосподарському виробництві. Осади стічних вод знайшли широке застосування у землеробстві окремих країн (Чехії, Словаччині, Польщі, Угорщині, Швейцарії, Англії) як стимулятори найрізноманітніших ферментативних і мікробіологічних процесів у ґрунті [8]. Застосовувати самостійно осади стічних вод доцільно в нормах 250-500 т/га. Внесені в невеликих нормах, це, передусім, – стимулятори і підсилювачі агрономічно цінних ґрунтових процесів. Внесення осади стічних вод збільшує загальну кількість мікроорганізмів, підвищує ферментативну активність і створює сприятливі умови для розвитку окремих фізіологічних груп мікроорганізмів, що обумовлює високий рівень біологічної активності ґрунту. Органічна речовина осади стічних вод є енергетичним джерелом для розвитку ґрунтової мікробіоти, від якої залежать основні властивості ґрунту та його родючість. Проте, залежно від характеру очищуваних стічних вод, їхні осади можуть містити різні токсичні речовини (важкі метали, органічні сполуки тощо), які за певних концентрацій можуть негативно впливати на ґрунтові мікроорганізми і якість вирощуваних культур [9]. Повідомляється [11], що залежно від типу походження осади стічних вод здатні виявляти різні результати щодо впливу на ґрунтовий мікробіоценоз. Так, уведення до ґрунту не оброблених осади стічних вод (сирі осади) в нормі 10 т/га (суха речовина) чинить слабкий пригнічувальний ефект на ґрунтовий мікробіоценоз. Внесення анаеробно зброджених (у нормі 10 т/га в сухій речовині)

та компостованих осадів стічних вод (співвідношення осадів до наповнювачів у вигляді торфу і деревних відходів 1:2) у нормі 30 т/га (суха речовина) виявляло найбільший стимулювальний ефект на синтез біомаси, дихальну і азотфіксувальну здатність ґрунту, що характеризує їх як найбільш привабливі субстрати для використання на добриво та (або) ґрунтополіпшення.

Встановлено [12], що анаеробно зброжені та природно зневоднені (60-70 % вологи) осади стічних вод Бортницької станції аерації ВАТ АК “Київводоканал” цілком придатні для розвитку корисної мікробіоти. За параметрами чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп вони дещо поступаються традиційному органічному добриву, проте значно переважають його за чисельністю азотобактера і характеризуються меншою (в середньому в 2,7 рази) чисельністю мікроміцетів. Щодо продуктів переробки (органо-мінеральні суміші – ОМС), то особливості їх виготовлення позначаються на мікробіологічній характеристиці кінцевого продукту: уведення до їх складу в певному співвідношенні адсорбентів неорганічного походження спричиняє ефект “розбавлення” чисельності мікроорганізмів (суміші другого типу ОМС № 3-4). Додавання до їх складу, крім вищезазначених адсорбентів, ще й штучних мінеральних добрив змінює співвідношення чисельності низки досліджуваних еколого-трофічних груп мікроорганізмів: зменшується чисельність азотобактера, амоніфікувальних і азотфіксувальних мікроорганізмів (суміші першого типу ОМС № 1-2). Продукти переробки відходів відрізняються від традиційного органічного добрива меншою (ОМС № 3-4 в середньому в 4,5 рази) і значно меншою (ОМС № 1-2 в середньому у 111 раз) чисельністю мікроміцетів. У популяціях мікробіоти осадів стічних вод і продуктів їхньої переробки (ОМС № 1-4) серед окремих груп мікроорганізмів (бактерії, мікроміцети) присутні продуценти фітотоксинів, проте параметри їх вмісту значно нижчі, ніж у традиційному органічному добриві [13].

Виходячи із вищезазначеної мікробіологічної характеристики осадів стічних вод і продуктів їх переробки, можна припустити, що мікробна активність ґрунту повинна підвищуватися за внесення додаткового органічного субстрату. Проте підвищений вміст у осадах стічних вод Бортницької станції аерації ВАТ АК “Київводоканал” окремих хімементів [14] і, відповідно,

можливий прояв їхнього негативного ефекту на мікробіоту ґрунту і якість рослинної продукції обумовлюють необхідність оптимізації їх складу через переробку відходів на добрива нового покоління (ОМС). Тому для наукового обґрунтування екологічно збалансованих систем землеробства і окремих агрозаходів, які передбачатимуть застосування нетрадиційних органо-мінеральних добрив у вигляді твердих відходів міських станцій аерації та удобрювальних композитів на їх основі, важливим напрямом досліджень є вивчення їхнього впливу на мікробні угруповання ґрунту, оскільки саме вони відповідальні за функціонування циклів органогенних елементів і, в кінцевому результаті, за рівень родючості ґрунтів.

Метою наших досліджень стало вивчення впливу анаеробно зброджених осадів стічних вод Бортницької станції аерації ВАТ АК “Київводоканал” і продуктів їх переробки на стан мікробіоти ґрунту, інтенсивність життєдіяльності мікроорганізмів та функціональну спрямованість мікробоценозу.

Матеріали і методи. Дослідження складу мікробного угруповання ґрунту і функціонального спрямування ґрунтової мікробіоти при застосуванні на добриво нетрадиційних органо-мінеральних добрив у вигляді відходів органогенного походження (осади стічних вод міської станції аерації великого промцентру) та продуктів їх переробки проведено нами в 1997-1999 рр. у тимчасовому польовому досліді, розміщеному на дослідній ділянці Державної установи “Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів” Інституту гідротехніки і меліорації НААН, в умовах північного Лісостепу України.

У досліді вивчали ефективність прямої дії нетрадиційних органо-мінеральних добрив у вигляді осадів стічних вод за різних норм їх внесення на одиницю площі ріллі (в дозі за $N_{\text{заг.}^2}$ еквівалентній 220 і 300 кг/га), вищезазначених добрив сумісно із штучними мінеральними добривами (відповідно в дозі за $N_{\text{заг.}^2}$ еквівалентній 150 кг/га + $P_{90}K_{90}$) для збалансування співвідношення основних поживних речовин у ґрунті, продуктів переробки осадів стічних вод – 4 видів експериментальних удобрювальних композитів (органо-мінеральні суміші – ОМС), зокрема, сумішей першого типу, в основу яких покладено органічну речовину антропогенного походження (осади стічних вод) і мінеральні добрива та добавки (штучні мінеральні добрива, адсорбенти) (ОМС № 1-2 в дозі, еквівалентній $N_{150}P_{90}K_{90}$) і, відповідно, другого типу, в основу

яких покладено осади стічних вод і лише мінеральні добавки (адсорбенти) (ОМС № 3-4 в дозі за $N_{\text{заг}}$, еквівалентній 150 кг/га). Норми внесення досліджуваних субстратів у ґрунт встановлювали, виходячи із вмісту в них загального азоту. За контрольні варіанти були прийняті наступні ділянки досліду: без удобрення (контроль 1), з внесенням традиційного органічного добрива – напівперепрілого гною ВРХ (в дозі за $N_{\text{заг}}$, еквівалентній 150 кг/га) (контроль 2) і повного мінерального добрива (в дозі $N_{150}P_{90}K_{90}$) (контроль 3).

Схема досліду: 1 – без удобрення (контроль 1); 2 – осади стічних вод у дозі за $N_{\text{заг}}$ 300 кг/га; 3 – осади стічних вод у дозі за $N_{\text{заг}}$ 150 кг/га + мінеральні добрива в дозі $P_{90}K_{90}$; 4 – гній ВРХ в дозі за $N_{\text{заг}}$ 150 кг/га (контроль 2); 5 – повне мінеральне добриво в дозі $N_{150}P_{90}K_{90}$ (контроль 3); 6 – осади стічних вод у дозі за $N_{\text{заг}}$ 220 кг/га; 7 – ОМС № 1 у дозі, еквівалентній $N_{150}P_{90}K_{90}$; 8 – ОМС № 2 у дозі, еквівалентній $N_{150}P_{90}K_{90}$; 9 – ОМС № 3 у дозі за $N_{\text{заг}}$ 150 кг/га; 10 – ОМС № 4 в дозі за $N_{\text{заг}}$ 150 кг/га.

У досліді застосовували підготовлені до використання на добриво (зnezаражені, znezводнені) осади стічних вод Бортницької станції аерації ВАТ АК “Київводоканал”. Їхнє оброблення здійснювалося за сучасною технологічною схемою: анаеробне термофільне зброджування (при 53-55 °С), реагентне підготування, природне підсушування (до 60-70 % вологи) на мулових майданчиках. Продукти їхньої переробки (ОМС № 1-4) створені методом моделювання складу органічно-мінеральних сумішей на основі вищезазначених відходів (органічний компонент), штучних мінеральних добрив та адсорбентів неорганічного походження. Основою сумішей першого типу стали осади стічних вод (органічний компонент), мінеральні добрива (азотні, фосфорні, калійні) і адсорбенти: в одному випадку – це перліт, в іншому – вермикуліт (відповідно, ОМС № 1 і 2). Основу добрив другого типу становлять осади стічних вод (органічний компонент) і вищезазначені адсорбенти (відповідно, ОМС № 3 і 4) [15].

Дослідження ефективності прямої дії різних видів добрив і норм їх внесення проведено в ланці кормової сівоzmіни: кукурудза на силос – пшениця озима – трави однорічні (злаково-бобова сумішка). Площа посівної ділянки – 10,8 м² (3,6 × 3 м), облікової – 5,2 м² (2,6 × 2 м), повторність варіантів у досліді чотириразова з рендомізованим розміщенням ділянок. Агротехніка вирощування культур – зональна, за винятком досліджуваних факторів. Добрива

вносили під основний обробіток ґрунту врозкид по ділянках під першу культуру ланки сівозміни – кукурудзу на силос. Вирощували кукурудзу на силос (гібрид Колективний 205). У даному повідомленні викладено результати мікробіологічних досліджень, які отримано в рік прямої дії різних видів і доз добрив у полі кукурудзи на силос.

Ґрунт дослідної ділянки: сірий лісовий легкосуглинковий, ґрунтотворна порода – карбонатний лесоподібний суглинок. Агрохімічна характеристика орного шару: вміст загального гумусу – 1,36 %, загального азоту – 0,040 %, гідролітична кислотність – 2,95 мг-екв/100 г, рухомого фосфору і калію, відповідно, – 34,9 і 7,3 мг/100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 76-78 %, рН водний і сольовий, відповідно, 5,3-5,6 та 4,78-4,80. З агрономічних позицій сірий лісовий ґрунт характеризується низькою природною родючістю, безструктурністю, низькою вбирною здатністю, схильністю до запливання і утворення кірки після поливу та атмосферних опадів. Для покращання властивостей ґрунту необхідне його окультурення через внесення підвищених норм добрив, вапнування, поглиблення орного шару тощо.

Для вивчення впливу застосування нетрадиційних органіно-мінеральних добрив у вигляді осадів стічних вод і продуктів їхньої переробки (удобрювальні композити) на мікробне угруповання ґрунту і функціональне спрямування мікробіоти проведено дослідження чисельності представників окремих таксономічних та еколого-трофічних груп мікроорганізмів, рівня загальної біологічної активності, інтенсивності мінералізаційних процесів тощо. Зразки ризосферного ґрунту відбирали з орного шару (0-20 см) у фазу молочно-воскової стиглості силосної кукурудзи. Чисельність мікроорганізмів визначали в лабораторії біофосфору Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН за загальноприйнятими методиками [16, 17]. Визначали чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів на МПА, бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту – на КАА, мікроскопічних грибів – на середовищі Чапека-Докса; вільноіснуючих азотфіксувальних бактерій (азотобактер) – методом обростання грудочок ґрунту на середовищі Федорова. Розрахунок кількісного складу мікроорганізмів проводили на 1 г сухого ґрунту з врахуванням вологості відповідних зразків, визначених водночас із мікробіологічним посівом.

Розрахунковими методами визначали коефіцієнти мінера-

лізації та іммобілізації азоту в ґрунті під впливом досліджуваних чинників (відношення чисельності бактерій, що засвоюють мінеральний азот, до кількості амоніфікаторів) [1]. Загальну біологічну активність ризосферного ґрунту (0-20 см) визначали методом аплікацій за Мішустінім і Востровим [18] у найбільш активний період росту і розвитку рослин кукурудзи: від 9-11 листків – до молочно-воскової стиглості зерна. Інтенсивність перебігу біологічних процесів у ґрунті оцінювали за ступенем розкладу лляної тканини (експозиція 30 діб) у результаті руйнування її мікроорганізмами (4-х кратне визначення).

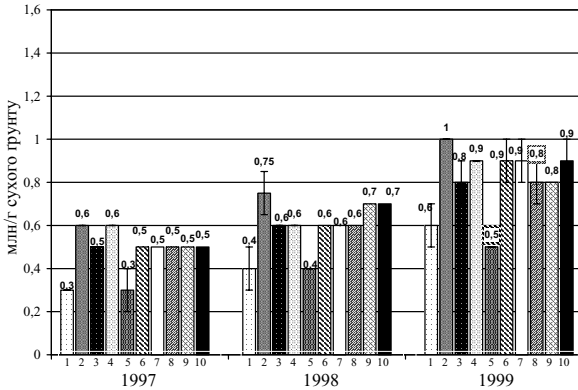
Польовий дослід та математичну обробку результатів проводили згідно загальноприйнятих методик [19].

Автор висловлює вдячність кандидатам с.-г. наук Л.М. Токмаковій і І.М. Піщуру, мікробіологу Л.О. Осаулко за допомогу при проведенні мікробіологічних досліджень.

Результати та їх обговорення. Проведені дослідження свідчать про те, що застосування в основному удобренні кукурудзи на силос різних видів і доз добрив має істотний вплив на чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп.

Внесення нетрадиційних добрив у вигляді осадів стічних вод у дозі, еквівалентній 300 кг/га $N_{\text{зар}}$, позитивно позначилося на чисельності окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосферному ґрунті рослин кукурудзи. Так, у середньому за роки досліджень зростає чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів (рис. 1). Меншою мірою збільшується кількість бактерій, які мінералізують мінеральний азот (рис. 2), що, вочевидь, пояснюється наявністю в ґрунті додаткової органічної речовини і невеликим вмістом мінеральних сполук азоту. Під впливом внесення осадів стічних вод у зазначеній дозі в ризосферному ґрунті збільшується кількість азотобактера (рис. 3). Застосування осадів стічних вод у дозі, еквівалентній за азотом 150 кг/га + мінеральні добрива в дозі $P_{90}K_{90}$ (вар. 3) сприяє формуванню подібних вищеописаним закономірностей, хоча абсолютні показники чисельності мікроорганізмів дещо нижчі. Слід відмітити, що мікробіологічна характеристика ґрунту в ризосфері рослин кукурудзи в цьому випадку практично ідентична з показниками варіанту з внесенням гною ВРХ (вар. 4), а за чисельністю азотобактера – навіть дещо краща. З огляду на відомі пропозиції Л.Й. Рубенчика [20] щодо використання наявності представників даного роду мікроорганізмів у певних

екологічних нішах як тесту на оптимальність їх екологічного стану, можемо вважати, що застосування в землеробстві нетрадиційних добрив у вигляді анаеробно термофільно зброджених і зневоднених осадів стічних вод є екологічно доцільним.



Примітка: тут і далі: 1 – без добрив (контроль); 2 – осаді стічних вод у дозі за $N_{\text{заг.}} 300 \text{ кг/га}$; 3 – осаді стічних вод у дозі за $N_{\text{заг.}} 150 \text{ кг/га}$ + мінеральні добрива у дозі $P_{90} K_{90}$; 4 – гній ВРХ у дозі за $N_{\text{заг.}} 150 \text{ кг/га}$; 5 – мінеральні добрива у дозі $N_{150} P_{90} K_{90}$; 6 – осаді стічних вод у дозі за $N_{\text{заг.}} 220 \text{ кг/га}$; 7 – ОМС № 1 у дозі $N_{150} P_{90} K_{90}$; 8 – ОМС № 2 у дозі $N_{150} P_{90} K_{90}$; 9 – ОМС № 3 у дозі за $N_{\text{заг.}} 150 \text{ кг/га}$; 10 – ОМС № 4 у дозі за $N_{\text{заг.}} 150 \text{ кг/га}$.

Рис. 1. Чисельність мікроорганізмів на МПА в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи залежно від видів і доз добрив у рік їх прямої дії

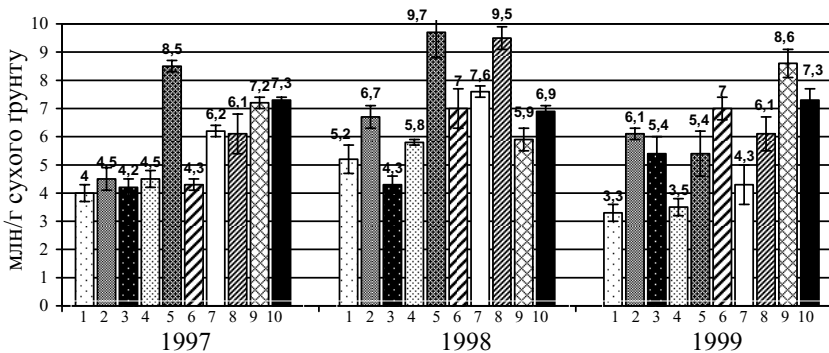


Рис. 2. Динаміка чисельності мікроорганізмів на КАА в ґрунті ризосфери рослин кукурудзи залежно від використання різних видів і доз добрив у рік їх прямої дії

У ризосферному ґрунті на варіанті з внесенням повного мінерального добрива (вар. 5) встановлено цілком природне зменшення чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів і збільшення чисельності бактерій, що засвоюють мінеральний азот (рис. 1 і 2, відповідно). Чисельність азотобактера в ризосферному ґрунті при цьому різко зменшується (рис. 3).

Застосування нових органо-мінеральних сумішей на основі осадів стічних вод (ОМС № 1-4) забезпечує проміжне становище (між впливом органічних і мінеральних добрив) за впливом на розвиток ґрунтових мікроорганізмів азотного циклу. Проте слід відмітити, що за впливом на розвиток азотобактера нові ОМС суттєво переважають відповідні показники в ризосферному ґрунті на варіанті із застосуванням лише одних мінеральних добрив (рис. 3).

При визначенні напруженості процесів мінералізації-імобілізації азоту в ґрунті за дії різних чинників удобрення (відношення чисельності бактерій на КАА до кількості мікроорганізмів на МПА) встановлено доволі високі показники у всіх варіантах, що цілком природно, зважаючи на те, що в дослідженнях використано пропашну культуру, яка вимагає для розвитку інтенсивного типу кореневого живлення. Найменші значення коефіцієнта мінералізації відмічено у варіантах із застосуванням гною ВРХ та осадів стічних вод (табл.).

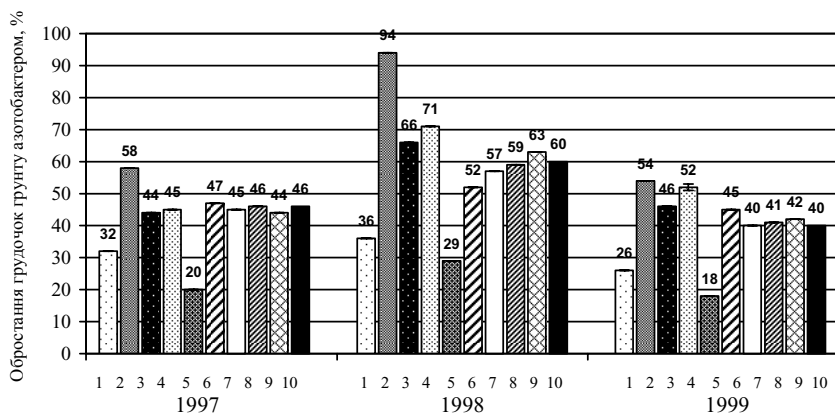


Рис. 3. Чисельність азотобактера в ґрунті ризосфери рослин кукурудзи залежно від використання різних видів і доз добрив у рік їх прямої дії

Таблиця. Інтенсивність мінералізаційних процесів у ризосферному ґрунті рослин кукурудзи залежно від видів і доз добрив

Варіанти досліджу	Коефіцієнти мінералізації та іммобілізації азоту ґрунту			
	1997 р.	1998 р.	1999 р.	середнє
Без удобрення (контроль 1)	13,33	13,00	5,50	10,61
Осади стічних вод у дозі за N _{заг.} 300 кг/га	7,50	8,93	6,10	7,51
Осади стічних вод в дозі за N _{заг.} 150 кг/га + мінеральне добриво у дозі P ₉₀ K ₉₀	8,40	7,17	6,75	7,44
Гній ВРХ у дозі за N _{заг.} 150 кг/га (контроль 2)	7,50	9,67	3,89	7,02
Мінеральне добриво в дозі N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀ (контроль 3)	28,33	24,25	10,80	21,13
Осади стічних вод у дозі за N _{заг.} 220 кг/га;	8,60	11,96	7,78	9,45
ОМС №1 у дозі, еквівалентній N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	12,40	12,67	4,78	9,95
ОМС №2 у дозі, еквівалентній N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	12,20	15,83	7,62	11,83
ОМС №3 у дозі за N _{заг.} 150 кг/га	14,40	8,43	10,75	11,19
ОМС №4 у дозі за N _{заг.} 150 кг/га	14,60	9,86	8,11	10,86

У ґрунті, на варіантах із застосуванням продуктів переробки осадів стічних вод (ОМС № 1-4) інтенсивність мінералізаційних процесів проходить на рівні, близькому до значень контрольного варіанту (вар. 1). У всі роки спостережень найвищі абсолютні значення коефіцієнта мінералізації азоту ґрунту відмічено при застосуванні повного мінерального добрива. Отже, за впливом на інтенсивність мінералізаційних процесів у ґрунті при вирощуванні кукурудзи на силос осаді стічних вод рівноцінні традиційному органічному добриву. Застосування нових органо-мінеральних добрив на їх основі обумовлює дещо підвищену напруженість процесів мінералізації органічної речовини ґрунту, проте показники досліджуваного процесу в ґрунті на цих варіантах приблизно вдвічі нижчі за відповідні значення у ґрунті на варіанті із застосуванням

розрахункової норми внесення мінеральних добрив.

Визначення в ризосфері рослин кукурудзи чисельності мікроскопічних грибів під впливом традиційних і нових видів добрив (ОМС № 1-4) демонструє, що у всі роки досліджень їхні показники суттєво не відрізнялися за варіантами. У той же час, слід відмітити стабільну за роками тенденцію до збільшення чисельності мікроміцетів за внесення нетрадиційних добрив у вигляді осадів стічних вод порівняно з контрольним варіантом, що, безперечно, пояснюється надходженням додаткової органічної речовини (рис. 4). Використання в досліді для удобрення кукурудзи на силос нових органо-мінеральних добрив, як правило, демонструє тенденцію до зростання вмісту мікроміцетів у ризосферному ґрунті рослин порівняно з контролем. Внесення у ґрунт гною забезпечує розвиток мікроміцетів на тому ж рівні, що й ОМС. Отже, за показниками розвитку мікроскопічних грибів у ризосфері рослин кукурудзи застосування нових видів добрив не викликає застережень.

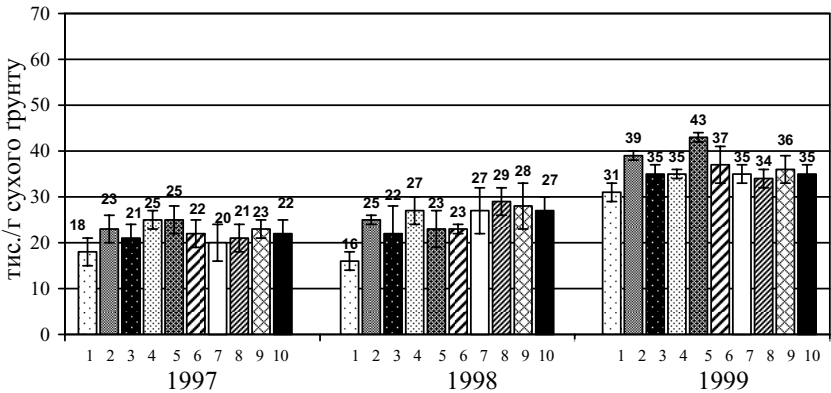


Рис. 4. Чисельність мікроміцетів у ґрунті ризосфери рослин кукурудзи залежно від використання різних видів і доз добрив у рік їх прямої дії

Дослідження стану біологічної активності ґрунту агроценозів кукурудзи за впливу різних видів добрив та їх доз свідчить про суттєве зростання показників інтенсивності розкладу лляної тканини при застосуванні на добриво осадів стічних вод у найбільшій нормі (в дозі за $N_{\text{зар}}$ еквівалентній 300 кг/га) (рис. 5). Внесення осадів стічних вод у кількості, еквівалентній за азотом дозі застосованого гною ВРХ, сприяє прояву біологічної активності практично одна-

кової інтенсивності порівняно з впливом традиційного органічного добрива. Подібні закономірності щодо інтенсивності розкладу лляної тканини в ґрунті нами виявлено раніше за внесення в ґрунт рідких (97-98 % вологи) анаеробно термофільно зброджених осадів стічних вод цієї станції аерації в ідентичних дозах за азотом [21]. Слід відмітити, що застосування ОМС № 1 і № 2 також сприяє суттєвому зростанню відсотка розкладеної мікроорганізмами лляної тканини, що свідчить про високу інтенсивність мікробіологічних процесів у ґрунті цих варіантів. Внесення ОМС № 3 і № 4 хоча й стимулює прояв біологічної активності ґрунту порівняно з контрольним варіантом, але найменшою мірою серед досліджуваних видів і доз добрив. З врахуванням рівня забезпечення ґрунту органічною речовиною, мінеральними сполуками азоту, фосфору і калію та впливом на загальну біологічну активність у ґрунті, ОМС № 1 і 2, вірогідно, слід виділити, як найперспективніші серед досліджених видів добрив.

Вищезазначене значною мірою підтверджується результатами обліку урожайності кукурудзи на силос, що представлені на рис. 6. Так, продуктивність культури суттєво зростає при застосуванні всіх видів і норм добрив, що досліджувались у досліді. Вищі рівні урожайності культури, порівняно із традиційним органічним добривом, забезпечило внесення нетрадиційних органічних добрив у вигляді зневоднених (до 60-70 % вологи) осадів стічних вод (вар. 2 і 6), і виявлена залежність узгоджується з результатами досліджень ефективності застосування на добриво цих відходів у рідкому вигляді (97-98 % вологи) в умовах зрошення [22-23]. Проте найбільший приріст зеленої маси кукурудзи протягом всіх років дослідження забезпечило саме застосування ОМС № 1 і 2 (у середньому за три роки на 95 % і 104 %, відповідно). Застосування ОМС № 3-4 обумовило практично таку ж урожайність культури, що й за внесення традиційного органічного добрива (вар. 4) та осадів стічних вод з донесенням штучних мінеральних добрив (вар. 3).

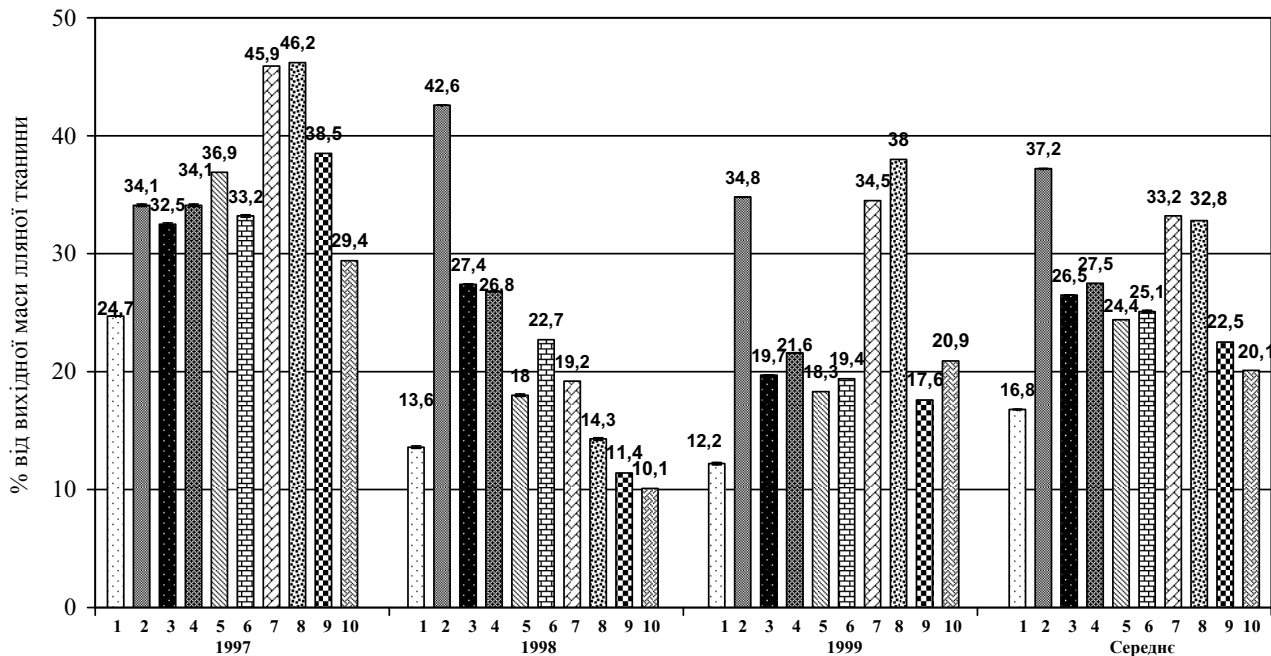


Рис. 5. Інтенсивність розкладання клітковини в ґрунті при вирощуванні кукурудзи на силос у рік прямої дії різних видів і доз добрив (експозиція – 30 діб за період 9-11 листків до цвітіння волотей кукурудзи)

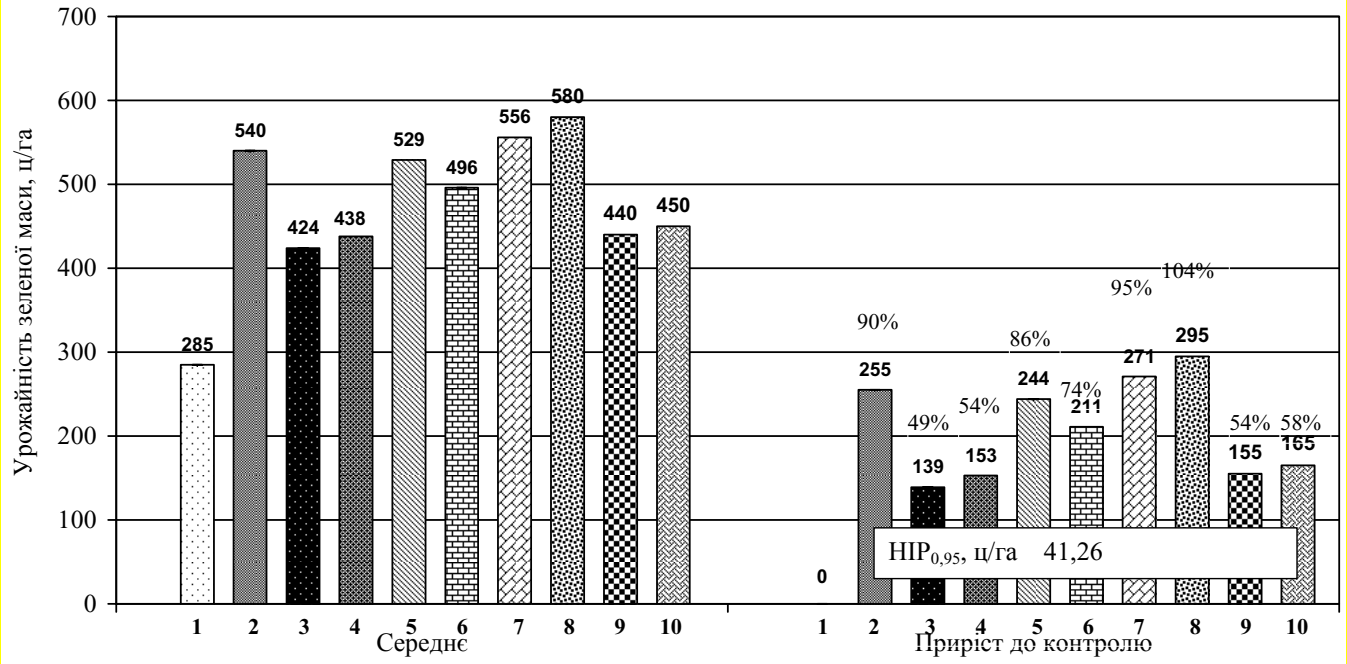


Рис. 6. Урожайність кукурудзи на силос залежно від прямої дії різних видів і доз добрив, ц/га (середнє за 1997-1999 рр.)

Таким чином, одержані дані чисельності мікроорганізмів, що належать до різних еколого-трофічних груп, свідчать, що удобрювальні композити на основі відходів (ОМС) позитивно позначаються на чисельності амоніфікаторів і бактерій, які утилізують мінеральний азот. Активізація розвитку зазначених мікроорганізмів перебуває на рівні показників, одержаних при застосуванні гною ВРХ (амоніфікатори) та інших, зокрема, отриманих за внесення НРК (мікроорганізми, які асимілюють мінеральний азот). Отже, ОМС у значній мірі поєднують у собі дію органічних і мінеральних добрив. Водночас, введення до складу ОМС № 1 і 2 штучних мінеральних добрив негативно впливає на чисельність у них азотобактера, який має високу чутливість до агрохімікатів. Проте показники розвитку азотобактера в ОМС № 1 і 2 перебувають на рівні відповідних показників абсолютного контролю, що дає підставу стверджувати, що агроценоз при цьому не зазнає суттєвого антропогенного тиску. Разом з тим, у ОМС відмічено посилений розвиток представників інших груп мікроорганізмів, що позитивно позначається на оптимізації мінерального живлення рослин і урожайності культури.

Виходячи із зазначеного та беручи до уваги, що осади стічних вод передбачається використовувати на полях у нормах, рекомендованих для традиційного органічного добрива, а органо-мінеральні суміші (ОМС), відповідно, в нормах, що на порядок менші від норм традиційного органічного добрива, можна вважати, що осади стічних вод і органо-мінеральні добрива на їх основі можна використовувати для удобрення (ОМС № 1-2) та ґрунтополіпшення (ОМС № 3-4) в сільськогосподарському виробництві.

1. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження /[К.І. Андреюк, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук та ін.]. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.

2. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року /За ред. С.А. Балюка, М.В. Лісового. – Харків: Мінагрополітики України, УААН, ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського”, 2009. – 37 с.

3. Демидов О.А. Родючість ґрунтів потребує охорони /Демидов О.А., Греков В.О., Дацько Л.В. //Аграрний тиждень. Україна. № 16(101). 11.05.09-17.05.09. – К.: ТОВ “АВД-АГРО”. – С. 10-11.

4. Чегринець Г.Я. Наукове обґрунтування гігієнічної регламентації застосування в сільськогосподарському виробництві органо-мінераль-

них добрив на основі осадів стічних вод: автореф. дис. ... д-ра мед. наук /Г.Я. Чегринець. – К., 1993. – 40 с.

5. Попов П.Д. Особенности использования удобрения на городских отходах /Попов П.Д., Касатиков В.А. //Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – № 12. – С. 8-10.

6. Самолов Л.Н. Отходы бытового и промышленного происхождения – резерв производства органических удобрений /Самолов Л.Н. //Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – № 1– С. 53-58.

7. Peterson A.E. Effects of 12 years of liquid digested sludge application on the soil phosphorus level /Peterson A.E., Speth P.E. //Aneer. Soc. Annu. Meet. – Minneapolis, 1992. – P. 53.

8. Калачиков В.А. Пути восстановления плодородия мелконарушенных земель /В.А. Калачиков. – К.: УкрНИИТИ, 1976. – 36 с.

9. Покровская С.Ф. Использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве /С.Ф. Покровская, Л.И. Гладкова. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1977. – 44 с.

10. Евилевич А.З. Утилизация осадка сточных вод /А.З. Евилевич, М.А. Евилевич. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 248 с.

11. Микробная биомасса и биологическая активность серых лесных почв при внесении осадков городских сточных вод /Селивановская С.Ю., Латыпова В.З., Киямова С.Н., Алимова Ф.К. //Почвоведение. – 2001. – № 2. – С. 227-233.

12. Дишлюк В.Є. Характеристика мікробного угруповання осадів стічних вод і продуктів їх переробки та оцінка функціональної спрямованості їх мікробіоти /Дишлюк В.Є. //С.-г. мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. – Чернівці: ЦНТЕІ, 2009. – Вип. 9. – С. 76-89.

13. Дишлюк В.Є. Оцінка фітотоксичності осадів стічних вод і продуктів їх переробки /Дишлюк В.Є. //Агроекол. журн. – 2010. – Спецвипуск. – С. 77-81.

14. Дишлюк В.Є. Мікроелементний склад та використання осадів стічних вод міських очисних споруд як органо-мінеральних добрив /Дишлюк В.Є. //Вісник Дніпропетровського держ. аграрного ун-ту. – 2000. – № 1-2. – С. 61-62.

15. Дишлюк В.Є. Нові органо-мінеральні добрива на основі осадів стічних вод міських очисних споруд для окультурення ґрунтів /Дишлюк В.Є. //Міжнар. н.-практ. конф. “Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку 21-го століття”: Тези доп. – Харків: ННЦ “ІГА ім. О.Н. Соколовського” УААН, 2006. – С. 210-211.

16. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы /Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.

17. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метабо-

литов /Под ред. Н.А. Красильникова. – М.: Изд-во МГУ, 1966. – С. 7-24.

18. Мишустин Е.М. Аппликационные методы почвенной микробиологии /Мишустин Е.М., Востров И.С. //Микробиологические исследования почв. – К.: Урожай, 1971. – С. 3-12.

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

20. Рубенчик Л.И. Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве /Л.И. Рубенчик. – К.: Изд. АН УССР, 1960. – 328 с.

21. Сало Т.Л. Биологическая активность орошаемой почвы при использовании в качестве удобрения осадков городских сточных вод /Сало Т.Л., Дышлюк В.Е. //Научно-производ. конф. стран СНГ “Экологические проблемы при водных мелиорациях”: Тез. докл. – К., 1995. – С. 117-119.

22. Сало Т.Л. Підвищення продуктивності зрошуваних земель при удобренні осадом стічних вод /Сало Т.Л., Дишлюк В.Є., Андріяко Г.І. //Матер. наук. конф. “Проблеми гідромеліорації в Україні”. – Дніпропетровськ, 1996. – С. 147-148.

23. Дишлюк В.Є. Родючість ґрунту та урожайність кормових культур при застосуванні на добриво осадів міських очисних споруд /Дишлюк В.Є. //Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. – К.: ІЗ УААН, 1997. – Вип. 1. – С. 65-67.

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ НА МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО И БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРНОЙ ПОЧВЫ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ

Дышлок В.Е.

Национальная академия аграрных наук Украины, г. Киев

Изучено влияние анаэробно сброженных осадков сточных вод станции аэрации крупного промцентра и продуктов их переработки (новые органико-минеральные удобрения) на формирование микробоценоза почвы. Установлено, что применение нетрадиционных органико-минеральных удобрений в умеренных нормах, а также удобрительных композитов на основе отходов в количествах, на порядок меньших от рекомендуемых норм органических удобрений, выявляет заметное влияние на почвенный микробоценоз. При этом отмечено увеличение численности микроорганизмов отдельных эколого-трофических групп, что обуславливает высокий уровень биогенности ризосферной почвы и лучшие условия для развития растений.

Ключевые слова: осадки сточных вод и продукты их переработки, ризосферная микробиота, биологическая активность почвы, процессы минерализации и иммобилизации.

INFLUENCE OF PRECIPITATIONS OF SEWAGE AND PRODUCTS OF THEIR PROCESSING ON THE MICROBIAL ASSOCIATIONS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF RHIZOSPHERE SOIL OF MAIZE

Dyshluyk V.E.

The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

The influence of anaerobic fermented sewage precipitations of aeration station of large industrial center and products of their processing (new organic and mineral fertilizers) on the forming of soil microbial cenosis was studied. It was established that using of alternative organic and mineral fertilizers in moderate norms and fertilizing composites on the base of waste products in amount much lesser than the recommended doses of organic fertilizers has a significant influence on the soil microbial cenosis. At the same time the rise of microorganisms quantity of certain ecotrophic groups was observed. This caused a higher level of biogenic of rhizosphere soil and better conditions for plants development.

Key words: precipitations of sewage and products of their processing, rhizosphere microbiota, biological activity of soil, processes of mineralization and immobilization.