

- 2 т. – Т. 1: Екологія, режими і процеси, класифікація і генетико-производственні аспекти. – К.: Урожай, 1988. – С. 178–192.
8. *Канівець С.В.* Мобілізація фосфатів в оглеєних горизонтах чорноземних ґрунтів Опілля / С.В. Канівець // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 1. – С. 20–23.
9. *Чесняк О.А.* Изменение плодородия чернозема мощного Лесостепи УССР под влиянием сельскохозяйственной культуры: дис. ... канд. с.-х. наук / О.А. Чесняк. – Харьков, 1965. – 150 с.
10. *Дегтярьов В.В.* Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України: монографія / В.В. Дегтярьов. – Харків: Майдан, 2011. – 359 с.

УДК 631.442:631.582(477.8)

## ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

**В.І. Лопушняк**

*Львівський національний аграрний університет*

*Викладено особливості процесів динаміки біологічного стану темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом різних систем удобрення сільськогосподарських культур у короткочасній зернопроросній плодотвірній сівозміні Західного Лісостепу України. Встановлено, що різні системи удобрення неоднаково впливають на показники «здоров'я» ґрунту, що підтверджується зміною чисельності мікроорганізмів різних таксономічних і функціональних груп, динамікою мікробного біорізноманіття, станом ґрунтовтоми і токсикозу ґрунту. Мінеральна система удобрення посилює зростання ґрунтовтоми уже на початкових фазах вегетації буряків цукрових і від фази виходу у трубку пшениці озимої. Органо-мінеральна і органічна системи удобрення сприяють зниженню ґрунтовтоми і токсикозу ґрунту та зростанню його мікробного біорізноманіття, а також стабілізації агроекологічного стану темно-сірого опідзоленого ґрунту. Незважаючи на динамічні зміни чисельності мікроорганізмів під впливом удобрення, індекс Шеннона змінювався незначно, що відображає відносну стабільність мікробного пулу темно-сірого опідзоленого ґрунту. Визначено, що культура буряків цукрових посилює напружену фітопатогенну ситуацію в агроценозах зернопроросних сівозмін.*

**Ключові слова:** *система удобрення, темно-сірий опідзолений ґрунт, «здоров'я» ґрунту.*

Сучасною категорією, яка найповніше характеризує біологічний стан ґрунту, його зв'язок із неживою складовою та з біологічними системами, є «здоров'я» ґрунту [1].

Концепцію «здоров'я» ґрунту розроблено і запропоновано науковцями наприкінці ХХ ст. [2, 3], згідно з якою потенційна біопродуктивність якісного ґрунту визначається не лише його родючістю, але значною мірою і її «здоров'ям» – основним атрибутом екологічної стійкості агроценозу [3; 4]. Родючість, вміст елементів мінерального

живлення, різноманітні фізичні і хімічні характеристики не можуть слугувати вичерпними індикаторами якості ґрунту, а понад те показником його біологічного стану, тобто «здоров'я» [1; 3].

«Здоров'я» ґрунту – це його здатність невизначено довго функціонувати як компонент наземної екосистеми, забезпечуючи її біопродуктивність і підтримуючи якість води, повітря, а також фізичний стан рослин, тварин і здоров'я людини [4]. Проблемі якості і «здоров'я» ґрунту значною мірою зумовлено несприятливим станом сільськогосподарських угідь та агроцено-

зів [5]. Нездоровий ґрунт не може продукувати, якісну екологічно безпечну продукцію.

Поряд із тим оцінка якості і «здоров'я» ґрунту здійснюється не лише для визначення його придатності до господарського використання, але й для виявлення прихованих функціональних порушень. Вчасне реагування щодо останніх надасть можливість запобігати незворотним змінам деградації ґрунтового покриву. Визначення стану «здоров'я» ґрунту дає змогу здійснити вибір комплексу заходів з ефективного і раціонального його використання, а за необхідності і його ремедіації [4; 5].

Тому за екологічної оцінки агрохімічних заходів у тривалих дослідженнях доцільно вивчати ситуацію щодо «здоров'я» ґрунту та прогнозувати напрями імовірної біологічної його деградації.

Нині розробляються критерії екологічного моніторингу «здоров'я» ґрунту, які кількісно відображають показники генетичного і структурного біорізноманіття ґрунту, чисельність і стан його мікробної маси, ферментативну активність ґрунту та інтенсивність емісії  $\text{CO}_2$  і  $\text{N}_2\text{O}$  тощо [4].

Серед найпоширеніших характеристик «здоров'я» ґрунту є загальна чисельність мікроорганізмів певних таксономічних та функціональних груп, мікробне різноманіття (індекс Шеннона), чисельність деяких груп шкідливих мікроорганізмів, які спричиняють ґрунтовому [2; 6; 7]; чим ширше біорізноманіття мікробіоти ґрунту, тим він «здоровіший» [4].

Метою наших досліджень було виявлення закономірностей впливу різних систем удобрення сільськогосподарських культур у зернопросапній плодозмінній сівоzmіні на «здоров'я» темно-сірого опідзоленого ґрунту у Західному Лісостепі України.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в умовах стаціонарного досліді кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії Львівського національного аграрного університету (2001–2012 рр.) на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Схема досліді передбачала контроль, мінеральну, органічну та органо-мінеральну системи удобрення з різним насиченням органічними добривами.

Як мінеральні добрива у досліді використовували суперфосфат простий гранульований, калійну сіль, що вносили під час основного удобрення. Азотні (аміачну селітру) вносили під час передпосівного обробітку і в період підживлення. Як органічні добрива для буряків цукрових під час основного удобрення використовували напівперепрілий солоmistий гній великої рогатої худоби, редьку олійну на сидерат і солому пшениці озимої.

Чергування культур у короткоротаційній зерно-просапній плодозмінній сівоzmіні було таким: пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – конюшина лучна.

Загальна і облікова площі дослідних ділянок – 400 і 374 м<sup>2</sup> відповідно, повторність досліді – триразова, розміщення ділянок – систематичне.

Оцінку мікробіологічного стану темно-сірого опідзоленого ґрунту здійснювали впродовж 2008–2010 рр. у полі з пшеницею озимою і буряками цукровими.

Різні групи ґрунтових мікроорганізмів визначали у спосіб їх висівання на відповідних елективних середовищах, зокрема, гриби – на середовищі Чапека, актиноміцети – на крохмально-аміачному агарі (КАА), гриби роду *Penicillium* – на картопляно-сахарозному 2%-му живильному середовищі. Мікробіологічні посіви інкубували в термостатах при температурі +37°C (для актиноміцетів) і +24°C (для інших). Облік окремих груп колонієутворювальних мікроорганізмів здійснювали через 3–5 діб. Індекс різноманіття мікробіоти ґрунту розраховували за формулою Шеннона ( $H = -\sum p_i \ln p_i$ ) [7]. Показник ґрунтового визначали як співвідношення чисельності «актиноміцети : гриби» [8].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз чисельності різних функціональних і таксономічних груп мікроорганізмів засвідчив, що органо-мінеральна та органічна системи удобрення сприяють збільшен-

ню загальної чисельності мікроорганізмів та посиленню мікробіологічних процесів у темно-сірому опідзоленому ґрунті [9].

Крім оцінки загального стану мікробного пулу ґрунту під впливом динамічних змін умов живлення за різних систем удобрення, у наших дослідженнях було проведено оцінку ґрунтовтоми під впливом довготривалого застосування різних систем удобрення.

Під впливом агрохімічних чинників показник ґрунтовтоми під різними сільськогосподарськими культурами змінювався у широких межах (таблиця).

Так, у фазу виходу у трубку рослин пшениці озимої на контролі й у варіанті з внесенням мінеральних добрив співвідношення загальної чисельності амоніфікаторів до грибів становило 2,92–2,86, що відображало середній рівень ґрунтовтоми. У варіантах з внесенням органо-мінеральних добрив показник ґрунтовтоми різко змістився за позначку 5, тобто явище ґрунтовтоми було відсутнє, а агроекологічний стан відзначався як оптимальний.

Із збільшенням норм органічних добрив показник співвідношення загальної чисельності амоніфікаторів до загальної чисель-

**Динаміка показників «здоров'я» темно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від різних систем удобрення\*, середнє за 2008–2010 рр.**

Варіант досліджу	Пшениця озима						Буряки цукрові					
	вихід у трубку		коłosіння		повна стиглість		сходи		змикання рядків		перед збиранням врожаю	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Контроль (без добрив)	2,92	0,59	3,51	0,61	2,68	0,66	2,61	0,74	2,22	0,87	1,72	1,01
2. N <sub>390</sub> P <sub>210</sub> K <sub>430</sub>	2,86	0,62	3,67	0,67	2,61	0,72	2,47	0,82	2,25	0,93	1,73	1,05
3. 20 т/га гною + 5 т/га соломи + N <sub>270</sub> P <sub>153</sub> K <sub>260</sub>	5,32	0,38	5,71	0,40	3,91	0,43	2,79	0,71	2,66	0,78	1,98	0,96
4. 30 т/га гною + 15 т/га сидерата + 5 т/га соломи + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>173</sub>	6,14	0,37	6,35	0,38	4,19	0,41	3,47	0,62	3,18	0,71	2,14	0,94
5. 40 т/га гною + 15 т/га сидерата + 5 т/га соломи + N <sub>50</sub> P <sub>85</sub> K <sub>113</sub>	6,83	0,34	7,61	0,36	4,74	0,39	4,03	0,55	3,46	0,67	2,29	0,91
6. 50 т/га гною + 15 т/га сидерата + 5 т/га соломи + N <sub>25</sub> (сумісно із соломною) + P <sub>60</sub> K <sub>50</sub>	7,18	0,32	8,37	0,35	5,09	0,37	4,44	0,53	3,81	0,62	2,52	0,86
НІР <sub>05</sub>	0,02		0,01		0,02		0,02		0,03		0,03	

Примітка: \*1 – показник ґрунтовтоми; 2 – чисельність грибів (*Penicillium*), млн КУО/г ґрунту.

ності грибів зростав. Найвищим (7,2) він був у варіанті з органічною системою удобрення.

У фазі колосіння, за певної активізації мікробіологічних процесів, на контролі й у варіанті з внесенням мінеральних добрив показник ґрунтовтоми переважав позначку 3, тобто мав низький рівень ґрунтовтоми та допустимий агроекологічний стан.

У фазі повної стиглості пшениці озимої посилювалися процеси росту і розвитку грибів, тому проявлялися ознаки ґрунтовтоми. Лише у варіанті із органічною системою удобрення співвідношення «актиноміцети : гриби» переважало позначку 5. У варіанті 5 (таблиця) цей показник був близьким до оптимального.

Значним чинником ґрунтовтоми у сівозміні є культура буряків цукрових, яка істотно підкислює ґрунтове середовище, спричиняє розвиток патогенної мікрофлори та зміщує співвідношення корисної і шкідливої мікрофлори у бік останньої. Вже на початкових фазах вегетації цієї культури у всіх варіантах дослідів нами відзначався доволі високий рівень ґрунтовтоми, який був більшим у варіантах без добрив та за використання мінеральних добрив. Слід наголосити, навіть високі норми органічних добрив не забезпечували істотного поліпшення агроекологічного стану ґрунту. У пізніші фази вегетації рослин ґрунтовтома тільки зростала. Тобто культура буряків цукрових посилює напружену фітопатогенну ситуацію в агроценозах зернопрорісних сівозмін.

Переважає більшість авторів вважає, що репрезентативним показником токсикозу ґрунту є токсиноутворювальні види грибів роду *Penicillium* – *P. funiculosum*, *P. vermiculitum*, питома частка яких у мікробному амілолітичному угрупованні сягає 90% [10].

У наших дослідженнях залежно від вирощуваної культури, фази вегетації і системи удобрення показники чисельності грибів роду *Penicillium* різнилися у значних межах (від 320 до 1010 тис. КУО/г ґрунту). Так, у фазу виходу в трубку рослин пшениці озимої у контрольному варіанті

чисельність грибів роду *Penicillium* була в межах 600 тис. КУО/г ґрунту. За мінеральної системи удобрення чисельність грибів зросла на 30 тис. КУО/г ґрунту, а за органо-мінеральної – цей показник істотно зменшувався (майже на 250 тис. КУО/г ґрунту) порівняно з мінеральною системою. Із зростанням частки органічних добрив знижувалась мікробіологічна активність грибів, і їх чисельність зменшувалась до показника 320 тис. КУО/г ґрунту у варіанті з органічною системою удобрення. У фазу колосіння рослин чисельність грибів зростала на 20 тис. КУО/г ґрунту у контрольному варіанті порівняно з контролем у фазу виходу в трубку. За мінеральної системи цей показник зростав на 50 тис. КУО/г ґрунту порівняно із фазою виходу в трубку, а за органо-мінеральної – чисельність грибів зросла менше, ніж за мінеральної (в межах 20 тис. КУО/г ґрунту) порівняно із попередньою фазою і на 210–250 тис. КУО/г ґрунту менше, ніж на контролі.

Фаза повної стиглості відзначалась зростанням показників чисельності грибів до 660 тис. КУО/г ґрунту, що на 50 тис. більше порівняно із попередньою фазою.

Ґрунт у полі буряків цукрових характеризувався зростанням чисельності грибів роду *Penicillium* із збереженням загальної тенденції до впливу різних систем удобрення на життєдіяльність мікроорганізмів цієї таксономічної групи.

Як вважає низка дослідників [3, 5, 7], чим «здоровіший» ґрунт, тим вищі показники його біорізноманіття. Мікробне біорізноманіття у екологічно якісних ґрунтах слугує передумовою пригнічення фітопатогенних мікроорганізмів і забезпечується завдяки інтенсивній циркуляції поживних речовин у ґрунтовому середовищі.

Для оцінки біорізноманіття нами проведено розрахунки індексу Шеннона, який відображає загальний стан мікробних популяцій у ґрунті [3]. Чим вищий індекс Шеннона, тим більше видове різноманіття.

Незважаючи на велику різницю між варіантами дослідів у показниках чисельності мікроорганізмів різних функціональних

груп, індекс Шеннона змінювався у невеликому діапазоні значень, що свідчить, на нашу думку, про відносну стабільність мікробного пулу ґрунту.

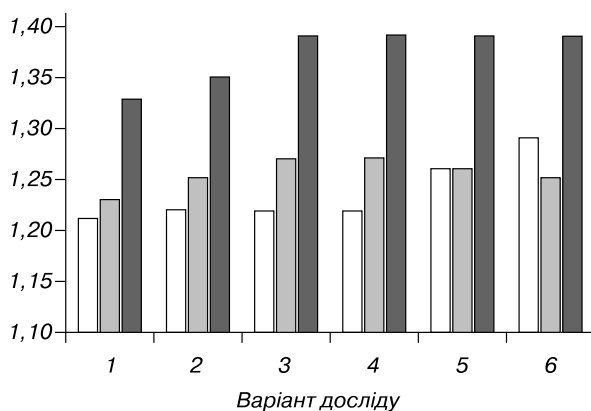
Поряд із тим за варіантами дослідів нами встановлено певні відмінності значень цього показника. У всі фази вегетації пшениці озимої індекс Шеннона змінювався незначно – в межах 1,21–1,29. Лише наприкінці вегетації цього періоду відзначалося певне його зростання до 1,33–1,39 (рисунок).

Зважаючи на загальне пригнічення мікробіологічної діяльності, вирощування буряків цукрових у сівозміні сприяло зменшенню загальної чисельності найбільшої групи мікроорганізмів – амоніфікаторів. Це позитивно впливало на розвиток антагоністичних груп мікроорганізмів та покращення стану біорізноманіття мікробного ценозу, що вказує на певну його біологічну стійкість – на фоні загального пригнічення мікробіологічної активності ґрунту розвиваються інші групи організмів, для яких такі умови є оптимальними.

Індекс Шеннона ґрунту на полі буряків цукрових у фазу сходів був у межах 1,12–1,36. Під час змикання рядків цей показник зростає, проте змінювався за варіантами дослідів незначно. Перед збиранням врожаю, коли загальна мікробіологічна активність поступово сповільнюється, зменшувалися і показники індексу Шеннона до 1,16–1,34. Визначення індексу Шеннона вказує на порівняно невисокий рівень «здоров'я» темно-сірого опідзоленого ґрунту за інтенсивного сільськогосподарського використання, що підтверджується показниками ґрунтовтоми. Під впливом удобрення індекс Шеннона зростає, особливо у варіантах із внесенням органічних і органіно-мінеральних добрив, як у ґрунті поля пшениці озимої, так і буряків цукрових.

У зернопросапній плодозмінній сівозміні буряки цукрові є несприятливим чинником ґрунтовтоми – навіть за високих норм внесення органічних добрив спричиняють незадовільний агроекологічний стан

Показник індексу



Динаміка показника індексу Шеннона за фазами вегетації пшениці озимої під впливом різних систем удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту (середнє за 2008–2010 рр.): □ – вихід у трубку; ■ – колонія; ■ – повна стиглість.

темно-сірого опідзоленого ґрунту. Тобто культура буряків цукрових посилює напружену фітопатогенну ситуацію в агроценозах зерно-просапних сівозмін. Мінеральна система удобрення забезпечувала зростання ґрунтовтоми уже на початкових фазах вегетації буряків цукрових і від фази виходу у трубку пшениці озимої.

## ВИСНОВКИ

Отже, системи удобрення здійснюють безпосередній вплив на «здоров'я» ґрунту. В умовах дослідів найкращі показники «здоров'я» ґрунту забезпечувала органіно-мінеральна система удобрення із найбільшим (15,0 т/га) насиченням органічними добривами та органічна система, за яких у всі фази вегетації пшениці озимої спостерігався незначний рівень ґрунтовтоми та стабільний агроекологічний стан темно-сірого опідзоленого ґрунту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Семенов А.М. Диагностика здоровья и качества почвы / А.М. Семенов, В.М. Семенов, А.Х.К. Ван Бругген // Агрохимия. – 2011. – № 12. – С. 4–20.
2. Soil health – a new challenge for microbiologists and chemists / M.E. Arias, J.A. Gonzalez-Perez, F.J. Gonzalez-Vila, A.S. Ball // Inter. Microbiol. – 2005. – Vol. 8, No. 1. – P. 13–21.

3. Здоровье почвы агроценозов как атрибут её качества и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам / М.С. Соколов, А.М. Марченко, С.С. Санин [и др.] // Известия ТСХА. – 2009. – Вып. 1. – С. 13–22.
4. Соколов М.С. Экологический мониторинг здоровья почвы в системе «ОВОС» (методология выбора критериев оценки) / М.С. Соколов, А.И. Марченко // Агрохимия. – 2013. – № 3. – С. 3–18.
5. Соколов М.С. Здоровая почва – основа нашего благополучия / М.С. Соколов, Ю.Л. Дородных // Защита и карантин растений. – 2009. – № 8. – С. 11–14.
6. Melsen M.N. Microorganisms as indicators of soil health / M.N. Melsen, A. Winding // Nat. Environ. Res. Institute. Denmark. Technical Rep. – 2002. – No. 88. – P. 85.
7. Кучерявий В.П. Екологія: підручник / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2001. – 500 с.
8. Бондар О.І. Мікробний ценоз і ферментний комплекс осушених ґрунтів Полісся / О.І. Бондар // Вісник аграрної науки. – 2000. – № 8. – С. 8–12.
9. Лопушняк В.І. Динаміка біологічних показників родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом різних систем удобрення / В.І. Лопушняк // Сучасні проблеми збалансованого природокористування: зб. наук. пр. Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2012. – С. 320–323.
10. Ефективні та екологічно безпечні системи удобрення в сівозінах Західного Полісся та Лісостепу України: рекомендації / [Б.Б. Котвицький, М.Д. Демчук, В.І. Дудченко та ін.]. – Луцьк, 2006. – 59 с.

УДК 631.417

## ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ БАЛАНСУ ГУМУСУ У ҐРУНТАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

С.А. Коваленко, Ю.Д. Матухно, М.П. Мукосій

*Чернігівська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»*

*Наведено результати розрахунків балансу гумусу в ґрунтах сільськогосподарських угідь Чернігівської області у 2001–2010 рр. Встановлено, що показник балансу поступово зростає, а з 2004 р. став позитивним. Узагальнено результати агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення щодо вмісту гумусу в ґрунтах за той самий період. Середньозважений вміст гумусу за 10 років зріс на 0,19%.*

**Ключові слова:** ґрунт, гумус, родючість, органічні добрива, рослинні рештки, сидерати.

Вступаючи у взаємодію із мінеральними колоїдами, гумус утворює ґрунтово-вбирний комплекс, який містить значну частину поживних речовин і визначає основні властивості ґрунту – поглинальну здатність, буферність, структурність тощо [1].

Для кожного типу ґрунту встановлено оптимальний вміст гумусу: для дерново-підзолистих супіщаних – 1,8–2,0%, сірих лісових супіщаних і легкосуглинкових – 2,0–2,5, темно-сірих лісових і чорноземів опідзолених легкосуглинкових – 2,8–3,3,

чорноземів типових легкосуглинкових – 3,7–4,2% [2]. Такий вміст гумусу забезпечує властивий певному типу ґрунту рівень родючості.

Для досягнення оптимального вмісту гумусу слід щорічно поповнювати ґрунти необхідною кількістю органічної речовини, а при вмісті близькому до оптимального забезпечувати його бездефіцитний баланс [3].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для розрахунку балансу гумусу використовували методику, розроблену в