

УДК 332.33:332.64:167.22

© 2013

В.П. Пати́ка,

академік НААН

Інститут

мікробіології і вірусології

імені Д.К. Заболотного

НАН України

С.В. Тараненко,

кандидат сільсько-  
господарських наук

А.О. Тараненко

Полтавська державна  
аграрна академія

## БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ РІЗНОМАНІТНОСТІ ҐРУНТОВОЇ БІОТИ В УМОВАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Здійснено аналіз біорізноманітності в умовах східної лісостепової ґрунтово-кліматичної зони Полтавської області. Обґрунтовано залежність індикаторів біологічної різноманітності ґрунту від виду використання земель та способу ведення землеробства. Визначено індикатори стану різноманітності ґрунтової біоти: чисельність дощових черв'яків (*Lumbricina*), чисельність ногохвісток (*Collembola*); ґрунтової мікрофлори; біологічну активність ґрунту.*

**Ключові слова:** оцінка стану ґрунтів, біоіндикатори, біологічна різноманітність ґрунту, ґрунтова біота, біологічна активність ґрунту.

Ґрунт як складова біогеоценозу перебуває під впливом різного за часом, інтенсивністю масштабу антропогенного навантаження, яке порушує нормальний перебіг ґрунтових процесів, що призводить до значних змін у функціонуванні мікробного угруповання [15, 16]. Кількісний та якісний склад ґрунтової мікробіоти адекватно відображає ступінь антропогенного навантаження, тому використовується як діагностичний показник в оцінці екологічного стану ґрунту трансформованих біогеоценозів [2, 5, 8]. В Україні близько 60% земельного фонду становлять землі сільськогосподарського призначення. Активне використання інтенсивних агротехнологій з метою одержання високих урожаїв часто призводить до надмірного забруднення ґрунту агроекосистем ксенобіотиками [13, 16, 21]. Відповідно до Концепції сталого розвитку агроекосистем в Україні на період до 2025 року, яка спрямована на забезпечення ідей і принципів, декларованих конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро 1992 р.) та Всесвітнім саммітом із збалансованого розвитку (Йоханнесбург 2002 р.), передбачено організацію науково-методичного забезпечення комплексного агроекологічного моніторингу агроекосистем України, до біотичної складової якого належить мікробіологічний моніторинг [15, 16]. Мікробіологічний моніторинг — це регулярна система спостережень і діагностики за станом ґрунту екосистем із використанням показників, що характеризують функціональний стан ґрунтової мікробіоти [10, 14–16].

Моніторинг функціональної структури мікробних ценозів ґрунту різних агроекосистем здійснюють з метою опису і діагностики їх ни-

шнього стану; прогнозування стратегічної спрямованості мікробіологічних процесів у ризосфері рослин, які зумовлюють деградацію, відновлення або ступінь стійкості ґрунтового комплексу під час застосування різних агрозаходів; визначення мікробіологічних показників для конструювання моделей збалансованих агроекосистем та формування їх сталого розвитку [1, 6, 8, 9, 16, 22].

Мікробіологічна і біохімічна характеристики ґрунтів — найскладніші розділи ґрунтової біодіагностики. Мікроорганізми — дуже сенсабільні індикатори, які різко реагують на різні зміни в середовищі. Звідси надзвичайна динамічність мікробіологічних показників. Уже в перших роботах діагностичного напрямку в ґрунтовій мікробіології, проведених С.П. Костичевим в 20-х роках минулого століття, було поставлено завдання — дослідити біодинаміку ґрунтів, тобто облік показників не лише в просторі, а й у часі. Складність досліджень мікробіологічних показників ґрунту полягає в строкатості значень чисельності мікроорганізмів у зв'язку з їх нерівномірністю розподілу в ґрунтовій товщі, слабкій розробленості мікробної систематики та ідентифікації видів, без чого екологічні дослідження багато втрачають [5, 8, 15].

**Мета досліджень** — дослідити біорізноманітність ґрунту за різних видів використання земель в умовах ґрунтово-кліматичних зон Полтавської області.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження біорізноманітності ґрунту здійснювали в стаціонарах, розміщених у східній лісостеповій ґрунтово-кліматичній зоні Полтавської області в басейнах річок Хорол, Псьол, Говтва, Ворскла, рельєф якої досить розчленований.

Середня кількість опадів за рік становить 480–500 мм. Залежно від виду використання земель досліджувані ділянки були розташовані на природних кормових угіддях (с. Куйбишеве Шишацького р-ну. Ґрунт — лучно-чорноземний); сільськогосподарських угіддях (с. Великий перевіз Шишацького району. Ґрунт — чорнозем глибокий малогумусний слабоструктурний); сільськогосподарських угіддях в умовах ведення екологічного землеробства (с. Арсенівка Шишацького району. Ґрунт — чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий на лесі).

Для визначення стану біорізноманітності ґрунту було використано такі індикатори: чисельність дощових черв'яків (*Lumbricina*), ногохвісток (*Collembola*), ґрунтової мікрофлори, біологічну активність ґрунту (активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів).

Біологічне різноманіття ґрунту досліджували у верхньому шарі ґрунту 10–20 см. Чисельність дощових черв'яків визначали загальноприйнятим методом відбирання вручну за Гіляровим [7]. Згідно з аналізом літературних джерел [7, 19] було вибрано оптимальний розмір ділянки для відбирання проби 50×50 см. У визначенні чисельності ногохвісток (*Collembola*) керувалися методом гептанової флотації, описаним у ДСТУ ISO 23611–2:2007. Якість ґрунту. Відбирання проб ґрунтових безхребетних. Частина 2. Відбирання проб та вилучення мікрочленистоногих (*Collembola* та *Acarina*) [20]. Ґрунтову пробу відбирали ґрунтовим буром діаметром 5 см на глибину 10 см. Мікробіологічні аналізи ґрунту здійснювали за загальноприйнятими методиками [4, 11]. Біологічну активність ґрунту визначали методом В. Штатного [18], спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті — за К. Андреюк [2] та методиками, описаними В. Волгоном зі співавторами [4], вологість ґрунту — ваговим методом [5].

**Результати досліджень.** У результаті досліджень східної лісостепової ґрунтово-кліматичної зони Полтавської області визначено індикатори біологічної різноманітності ґрунту та супутні показники — вологість та температуру ґрунту (таблиця). Значення показників біологічного різноманіття ґрунту виражене в частинах одиниці.

Чисельність дощових черв'яків (*Lumbricina*), що представляють макрофауну ґрунту, на всіх досліджуваних ділянках становила 6–92 шт./м<sup>2</sup>. Найменша кількість дощових черв'яків спостерігалася на сільськогосподарських угіддях із

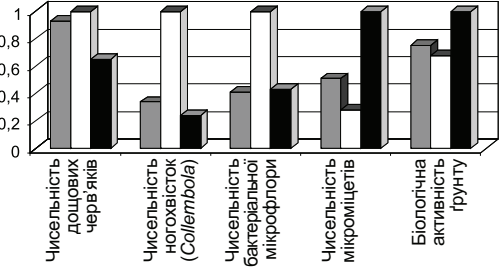
традиційним веденням землеробства — 6 шт./м<sup>2</sup>. Найбільшу їх кількість (92 шт./м<sup>2</sup>) відзначено на ділянці під природними кормовими угіддями. На моніторинговій ділянці під сільськогосподарськими угіддями з веденням органічного землеробства кількість представників ґрунтової макрофауни була дещо меншою, ніж на природних кормових угіддях, і становила 86 шт./м<sup>2</sup>. Отже, чисельність дощових черв'яків як індикатора ґрунтової біорізноманітності є вищою на природних територіях порівняно із сільськогосподарськими угіддями органічного та традиційного способів землеробства. На нашу думку, такий стан розподілу чисельності представників макрофауни є логічним, адже природні території мають менший антропогенний вплив та більшу вологість ґрунту. Остання на досліджуваних ділянках дещо різнилася: на сільськогосподарських угіддях вона становила 14,5 та 14,2% з органічним та традиційним веденням землеробства відповідно, на природних кормових угіддях була дещо вищою — 20,5%. У цьому випадку простежується залежність чисельності дощових черв'яків від вологості ґрунту, виду використання земель та способу ведення землеробства.

У результаті визначення чисельності ногохвісток (*Collembola*) на моніторингових ділянках східної лісостепової ґрунтово-кліматичної зони простежується аналогічна ситуація порівняно з аналізом чисельності дощових черв'яків. Так, найбільш заселеними ногохвістками були природні угіддя — 188,05 шт./м<sup>2</sup>. Найменша їх заселеність спостерігалася на сільськогосподарських угіддях із традиційним способом землеробства — 45,75 шт./м<sup>2</sup>. Чисельність ногохвісток на сільськогосподарських угіддях із веденням органічного землеробства була майже вдвічі меншою порівняно з їх чисельністю на природних кормових угіддях. Коливання в значеннях індикатора є значними — 45,75–188,05 шт./м<sup>2</sup>. Отже, чисельність ногохвісток переважала на природних кормових угіддях, адже основними з визначальних факторів, що впливають на їх чисельність, є вологість, температура ґрунту та запаси їжі, які були дещо більшими на природних, ніж на аграрних ценозах.

Показники чисельності бактеріальної мікрофлори виявилися більшими на природних кормових угіддях — 17,8·10<sup>6</sup> КУО/1 г ґрунту. Майже однаковими вони були на сільськогосподарських угіддях — 7,33 та 7,8 КУО/1 г ґрунту (з органічним та традиційним веденням землеробства відповідно). За порівняння показників

1. Біологічна різноманітність ґрунту в умовах східної лісостепової ґрунтово-кліматичної зони Полтавської області

Номер ділянки	Опис ділянки	Тип ґрунту	Використання земель	Вологість, %	Температура ґрунту, °С	шт./м <sup>2</sup>		Біологічна активність ґрунту: інтенсивність розкладання ліляної тканини, % розкладання від загальної маси		
						чисельність черев'яків хиваючих (Lumbricina)	чисельність ногохвістків (Collembola)			
						Бактеріальна (microflora)	мікроміцетів (grubiv)			
1	с. Арсенівка Шишацького району	Чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий на лесі	Сільськогосподарські угіддя, органічне землеробство	14,5	16	86	65,5	7,33	15,6	9,645
2	с. Куйбишеве Шишацького району	Лучночорноземний	Природні кормові угіддя	20,5	13	92	188,05	17,8	8,78	8,655
3	с. Великий перевіз Шишацького району	Чорнозем глибокий малогумусний слабоструктурний	Сільськогосподарські угіддя, традиційне ведення землеробства	14,2	20,5	6	45,75	7,8	30,34	12,64



**Біологічна різноманітність ґрунту залежно від виду використання земель в умовах східної лісостепової ґрунтово-кліматичної зони Полтавської області:** ■ – сільськогосподарські угіддя, органічне землеробство; □ – природні кормові угіддя; ■ – сільськогосподарські угіддя, традиційне ведення землеробства

чисельності бактеріальної мікрофлори та мікроміцетів залежно від виду використання земель нами спостерігалася обернена залежність чисельності зазначених вище показників. Отже, найменша кількість мікроміцетів була на природних територіях —  $8,78 \cdot 10^3$  КУО/1 г ґрунту, найбільша — на сільськогосподарських угіддях традиційного способу ведення землеробства ( $30,34 \cdot 10^3$  КУО/1 г ґрунту). На сільськогосподарських угіддях з органічним способом ведення землеробства показник чисельності мікроміцетів був майже вдвічі більшим, ніж на природних кормових угіддях, —  $15,6 \cdot 10^3$  КУО/1 г ґрунту.

Максимальне значення мікроміцетів на сільськогосподарських угіддях за традиційного способу ведення землеробства можна пояснити високою біологічною активністю та більш економічним обміном речовин, ніж у бактерій, що робить їх конкурентоспроможнішими в слабозабезпечених поживними речовинами ґрунтах. Поширення та значна чисельність грибів зумовлені також високою стійкістю до факторів навколишнього середовища, зокрема гідротермічного режиму ґрунту. Вони не віддають перевагу вологому середовищу, а аерація сприяє їхньому росту [6].

За результатами дослідження біологічної активності ґрунту, значення показника інтенсивності розкладання лляної тканини мало різнилося на моніторингових ділянках і варіювало в межах 8,65–12,64%. Варто зазначити, що такий відсоток розкладання лляної тканини свідчить про досить низьку біологічну активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, що може бути пов'язано з кліматичними умовами років дослідження, зокрема — високою температурою повітря та зниженою вологістю ґрунту.

## Висновки

За результатами досліджень біологічної різноманітності ґрунту, в умовах східної лісостепової зони Полтавської області природні кормові угіддя порівняно із сільськогосподарськими переважали за чисельністю дощових черв'яків (*Lumbricina*), ногохвісток (*Collembola*) та бактеріальної мікрофлори. Лише значення індикаторів чисельності мікроміцетів та біологічної активності ґрунту були більшими на сільськогосподарських землях за ведення традиційного землеробства, водночас на природних територіях вони були мінімальними. Отже, природні та сільськогосподарські угіддя з традиційним веденням землеробства були абсолютно протилежними за станом різноманітності ґрунтової біоти.

Сільськогосподарські землі органічного землеробства мали децю вищі показники в

значеннях індикаторів чисельності дощових черв'яків (*Lumbricina*), ногохвісток (*Collembola*) та бактеріальної мікрофлори і відповідно нижчі за чисельністю мікроміцетів та біологічної активності ґрунту порівняно із сільськогосподарськими землями за традиційного землеробства. Стан біологічного різноманіття ґрунту за органічного землеробства займав проміжне місце між природними кормовими угіддями та сільськогосподарськими за традиційного ведення землеробства. За результатами досліджень стану представників ґрунтової біоти простежується залежність індикаторів біологічної різноманітності ґрунту від виду використання земель та способу ведення землеробства (рисунок). У деяких випадках ця залежність є прямою, інших — оберненою.

## Бібліографія

1. Андреев К.И. Методологические аспекты изучения микробных сообществ почвы//Микробные сообщества и их функционирование в почве. — К.: Наук. думка, 1981. — С. 13–23.
2. Андреев К.И., Валагурова Е.В. Основы экологии почвенных микроорганизмов. — К.: Наук. думка, 1992. — 224 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1985. — 351 с.
4. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія/[Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М., Мельничук Т.М., Чайковська Л.О. та ін.]; за ред. В.В. Волгонона. — К.: Аграр. наука, 2010. — 464 с.
5. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 235 с.
6. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. — Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. — 350 с.
7. Количественные методы в почвенной зоологии/[Бывзова Ю. Б., Гиляров М. С., Дунгер В. и др.] — М.: Наука, 1987. — 287 с.
8. Кудярова Е.И. Разнообразии микробных сообществ при различных антропогенных нагрузках. — Кишинев: Высш. шк., 1999. — 273 с.
9. Марфенина О.Е. Микробиологические аспекты почв. — М.: Изд-во Московского ун-та, 1991. — 118 с.
10. Мелехова О.П., Сарапульцева Е.И., Евсеева Т.И., Глазер В.М., Гераськин С.А. и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. уч. заведений; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. — 3-е изд., стер. — М.: Изд. центр «Академия», 2010. — 288 с.
11. Методы почвенной микробиологии и биохимии; под ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 308 с.
12. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. — М.: Изд-во МГУ, 1988. — 219 с.
13. Патица В.П., Макаренко Н.А., Моклячук Л.Л., Середа Л.П., Шкатула Ю.М., Гриник І.В. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. — К.: Основа, 2004. — 300 с.
14. Патица В.П., Омелянець Т.Г., Гриник І.В., Петриченко В.Ф. Екологія мікроорганізмів: посібник; за ред. В.П. Патики. — К.: Основа, 2007. — 192 с.
15. Патыка В.П., Шкатула Ю.Н., Симочко Л.Ю. Биоиндикация и биотестирование в системе органического земледелия//Основы биологического растениеводства в современном земледелии: сб. науч. праць Уманського нац. ун-ту садівництва, 2011. — С. 88–93.
16. Патица В.П., Симочко Л.Ю. Мікробіологічний моніторинг ґрунту природних та трансформованих екосистем Закарпаття України//Мікробіолог. журнал. — 2013. — 75, № 2. — С. 21–31.
17. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. — М.: Наука, 1990. — 189 с.
18. Штатнов В.И. К методике определения биологической активности почвы//Доклады ВАСХНИЛ. — 1952. — Вып. 6. — С. 27–33.
19. Якість ґрунту. Відбирання проб ґрунтових безхребетних. Ч. 1. Відбирання вручну та вилучення земляних черв'яків формаліном: ДСТУ ISO 23611 1:2009. — [Чинний від 2009.10.01].
20. Якість ґрунту. Відбирання проб ґрунтових безхребетних. Ч. 2. Відбирання проб та вилучення мікрочленистоногих (*Collembola* та *Acarina*): ДСТУ ISO 23611 — 2:2007. — [Чинний від 2009.10.01].
21. Badreiner M.R., Talak V.B. Structure and organization of soil microorganisms in different ecological systems//Biofutur. — 1998. — № 180. — P. 19–22.
22. Gregory E., Antony V., Nowak G. Managing Soil Microorganisms to Improve Productivity of Agro-Ecosystems//Plant Science. — Issue 2. — March. — 2004. — P. 175–193.

Надійшла 29.10.2013.