

МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ

А. Ю. Масікевич,

Буковинський державний медичний університет

пл. Театральна, 2, м. Чернівці, 58000, Україна. E-mail: masikevich.a@gmail.com,

М. П. Колотило, В. М. Яремчук

Національний природний парк «Вижницький»

вул. Центральна 27а, смт. Берегомет, Чернівецька область, Вижницький район, 59233, Україна.

E-mail: vyzhnpark@ukrpost.ua

Представлені результати досліджень загального мікробного числа, кількості основних індикаторних мікроорганізмів (санітарно-показових бактерій), а також ферментативної активності ґрунтів різних функціональних зон об'єкту природно-заповідного фонду. Серед досліджених санітарно-показових бактерій ґрунту: кишкова паличка та ентерокок. В якості інтегрального показника біологічної активності ґрунтів досліджено показники уреазної ферментативної активності проб ґрунту відібраних у восьми пунктах заповідної, рекреаційної та господарської зон національного природного парку «Вижницький» впродовж 2014-2017 років. Встановлено, що кількість досліджуваних мікроорганізмів та біологічна активність ґрунтів залежить від рівня антропогенного навантаження на території природоохоронного об'єкту. Для ґрунтів відібраних в господарській зоні характерним є зростання рівня оліготрофності та суттєвого зниження рівня мікробіологічної активності в усіх досліджуваних трансформованих екосистемах.

Ключові слова: ґрунт, мікробіологічна активність, заповідні території, екологічна безпека.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА

А. Ю. Масікевич,

Буковинский государственный медицинский университет

Театральная пл. 2, м. Черновцы, 58000, Украина. E-mail: masikevich.a@gmail.com,

М. П. Колотило, В. М. Яремчук

Национальный природный парк «Вижницкий»

ул. Центральная 27а, пгт. Берегомет, Черновицкая область, Вижницкий район, 59233, Украина.

E-mail: vyzhnpark@ukrpost.ua

Представлены результаты исследований общего микробного числа, количества основных индикаторных микроорганизмов (санитарно-показательных бактерий), а также ферментативной активности почв различных функциональных зон объекта природно-заповедного фонда. Среди исследованных санитарно-показательных бактерий почв: кишечная палочка и энтерокок. В качестве интегрального показателя биологической активности почв исследовано уреазную ферментативную активность проб почв отобранных у восьми пунктах заповедной, рекреационной и хозяйственной зон национального природного парка «Вижницкий» на протяжении 2014-2017 годов. Установлено, что количество исследованных микроорганизмов и биологическая активность почв зависит от уровня антропогенного воздействия на территории природоохранный объекта. Для почв отобранных у хозяйственной зоне свойственно возрастание уровня олиготрофности и существенного уменьшения уровня микробиологической активности у всех исследованных трансформированных экосистемах.

Ключевые слова: почва, микробиологическая активность, заповедные территории, экологическая безопасность.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Формування екологічної небезпеки в Україні характеризується багатопрофільністю її складових (наявність небезпечних виробництв, неефективне використання природних ресурсів, трансформація ландшафтів та інші), що справляє негативний вплив на компоненти довкілля [1]. Відповідно до існуючого статусу заповідних територій одним із основних завдань, що покладені на них, є збереження ландшафтного та біотичного різноманіття [2]. Надмірний антропогенний вплив призводить до виснаження ґрунтів, змінює активність ферментативного комплексу ґрунтів, склад та чисельність мікроорганізмів, призводить до їх деградації та порушує екологічну безпеку природних та напівприродних комплексів. Існуюча

система моніторингу за станом об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ), управління та менеджмент природоохоронними територіями не в змозі забезпечити їх сталого безпечного розвитку. В останні роки, в якості індикаторів забруднення навколишнього середовища, а також з метою моніторингу за станом екосистем, прогнозуванням і моделюванням їх розвитку, особлива увага приділяється використанню санітарно-мікробіологічних показників [3, 4, 5, 6]. Особливо цінним даний підхід може слугувати для заповідних територій. Наділені відповідним природоохоронним статусом та зонуванням, землі заповідних територій є свого роду еталонами для моніторингових досліджень змін екосистем під дією антропогенної діяльності. Вивчення їх стану

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

дає можливість прогнозувати зміни у навколишньому середовищі на віддалену перспективу.

Слід також зазначити, що використання санітарно-мікробіологічних показників ґрунту для оцінки стану заповідних об'єктів, на сьогоднішній день, є епізодичним [7,8]. Не вивченим залишається питання оцінки санітарно-гігієнічної ґрунтів різних за призначенням та статусом функціональних зон природоохоронних територій. Саме тому, одним із ефективних критеріїв оцінки дотримання заповідного режиму природо-охоронних територій, є оцінка стану мікробіоценозу, зокрема визначення мікробіологічної якості та активності ґрунтів.

Метою роботи є дослідження загального мікробного числа, кількості основних індикаторних мікроорганізмів (санітарно-показових бактерій), та біологічної активності ґрунтів у восьми пунктах спостереження заповідної, рекреаційної та господарської зон національного природного парку «Вижицький».

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Об'єктом дослідження служили бурувато підзолисті оглеєні ґрунти передгірної частини Чернівецької області [9]. Схематичне розташування пунктів відбору представлено на рисунку 1, із детальним поясненням в таблиці 1.

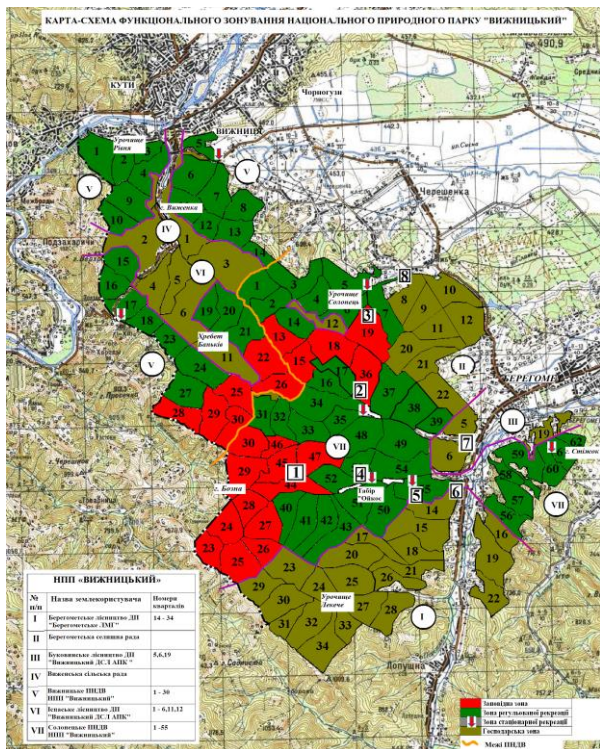


Рисунок 1 – Картосхема забору проб

Відбір проб ґрунту проводили методом «конверту» розміром 5 x 5 м в чотирьохкратній повторності. Об'єднану пробу складали шляхом змішування п'яти точкових проб, відібраних з одного майданчика на глибині 10-15 см на віддалі 5 м від доріг та лісових просіків відповідно до діючих стандартів [10,11]. Виділення мікроорганізмів з ґрунтових зразків, облік загальної чисельності

(ЗМЧ) проводилися за методиками описаними [12,13]. В подальшому проби змішували та готували суміш на стерильній воді. Суміш ретельно збовтували впродовж 8-10 хв., потім відстоювали для осідання грубих частинок. Посів на м'ясо-пептонний агар (1,5 % МПА) проводили з різних розведень ґрунтової суспензії. Серійні десятикратні розведення для висіву підбирали таким чином, щоб на чашці розвивалося від 50 до 150 колоній. З кожного зразка брали не менш 3-х повторних наважок і кожен висівали не менше, ніж на 3 чашки. Після застигання середовища чашки інкубували 48 год. при 28-30 °С.

Таблиця 1 – Точки відбору проб

Функціональні зони НПП «Вижицький»	Розташування пункту	Номер пункту
заповідна зона	верхня частина русла р. Стебник	1
	верхня частина русла Сухий струмок	2
	верхня частина русла р. Славець	3
зона стаціонарної рекреації	рекреаційна зона «ОЙКОС»	4
	рекреаційна зона «Мисливський будинок»	5
господарська зона	нижня частина русла р. Стебник	6
	нижня частина русла Сухий струмок	7
	середня частина русла р. Солонець	8

Із суми колоній, що вирости на двох чашках одного розведення, вираховували середнє арифметичне й визначали ЗМЧ (загальне мікробне число). Результати паралельних висівів із того самого розведення підсумовували і визначали середню кількість колоній. Результати аналізу виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту. Кількість клітин в 1 мл досліджуваного субстрату обчислювали за формулою:

$$M = V * A * 10n$$

де, М – кількість клітин в 1 мл суспензії; А – середня кількість колоній при висіві розведення, з якого зроблений висів; V – об'єм суспензії, узятий для посіву, мл; 10n – коефіцієнт розведень.

При визначенні титру БГКП (бактерії групи кишкової палички) по 1 см³ різних розведень ґрунту засівали у глюкозо-пептонне середовище. Титр ентерококів визначали шляхом посіву відповідних розведень на селективне молочне середовище Калини з поліміксином при температурі 37 °С, перфрінгенс-титр вираховували посівом розведень на середовище Вільсона-Блера. Для визначення титру термофільних бактерій розведення суспензії ґрунту заливали охолодженим МПА, ікубували 24 год при 60 °С та підраховували кількість колоній на 1 г ґрунту [12, 14].

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

Для підтвердження морфологічних та інших властивостей культури мікроорганізмів використовували метод мікроскопії з подальшою ідентифікацією відповідно до визначника Берджі [15].

Для оцінки біологічної активності ґрунтів визначалася уреазна (КФ 3.5.1.5) активність ґрунту загальноприйнятим у біохімії ґрунтів методами [16]. Нітроген загальний, амонійний, нітратний визначали згідно ДСТУ ISO 14255:2005 [17]. Результати дослідів опрацьовані статистично [18].

Проведені нами дослідження (таблиця 2) засвідчили високу активність уреазы в ґрунтах заповідної зони (пункти 1-3).

Підвищення антропогенного тиску на екосистему в зоні стаціонарної рекреації (пункти 4-5) супроводжується зростанням уреазної активності, що може бути пояснене як змінами фізичної структури ґрунту (його ущільненням) за рахунок зростання кількості відвідувачів, так і змінами в самому мікробіоценозі. Отримані нами результати узгоджуються із дослідженнями [19], які вказують на прямий зв'язок активності ферменту та стійкості ґрунтової екосистеми.

При переході до господарської зони (зони сільськогосподарських угідь) стабільність природних екосистем зазнає подальших змін за рахунок більш інтенсивного ведення тваринницького господарства та розвитку сільськогосподарських угідь. Дані зміни супроводжуються різким зростанням уреазної активності в трансформованих людиною екосистемах. Як відомо фермент уреазы відноситься до класу гідролаз, які відіграють значну роль у гідролітичному розщепленні органічних речовин та перетворення їх на доступні для рослин поживні елементи. Як наслідок в ґрунтах господарської зони (пункти 6-8) має місце зростання кількості нітратів та прогресивне зменшення їх родючості. На думку ряду авторів [20,21] інтенсивність уреазы діагностує інтенсивність та направленість ґрунтоутворних процесів, а також часто використовується для оцінки антропогенного впливу на екосистеми. Зростання уреазної активності при переході від заповідної до господарської зони свідчить про істотні зміни активності ґрунтового біоценозу за більш ніж два десятиліття з часу створення заповідного об'єкту.

В окультурених ґрунтах бактерії перевершують всі інші групи мікроорганізмів, як за чисельністю, так і за своєю різноманітністю. З метою оцінки ступеня забруднення ґрунту нами було проведено кількісний аналіз основних санітарно-показових бактерій ґрунту, що рекомендуються при загальній оцінці [12, 22]. Результати наведено в таблиці 3.

Як свідчать дані таблиці 3 за показниками ЗМЧ та титру БГКП ґрунти відібрані в заповідній зоні НПП відповідають рівню «чистий» згідно шкали [14].

В той же час в даних ґрунтах не виявлено представників *Clostridium perfringens* та грам

позитивних коків про що свідчать відповідно показники перфрінгенс титру та титру ентерококів. Відомо, що наявність в ґрунтах вищевказаних мікроорганізмів є показником свіжого чи давнього фекального забруднення. А отже, можна стверджувати, що ґрунти заповідної зони природно-заповідного об'єкту є вільним від фекалій. За вмістом термофільних грам позитивних бактерій ґрунти заповідної зони характеризуються як чисті.

Таблиця 2 – Уреазна активність ґрунтів різних функціональних зон НПП «Вижницький»

Пункт відбору проб	Обмінний амоній (N-NH ₄), мг/кг	Нітроген нітратний (N-NO ₃), мг/кг	Уреазы, мкг N-NH ₃ , за год/г абс. сух. ґрунту
1	6,62±0,21	2,4±0,08	12,44±0,27
2	5,84±0,25	2,3±0,06	14,50±0,32
3	6,26±0,18	2,2±0,05	13,21±0,22
4	4,55±0,22	3,7±0,10	16,25±0,15
5	4,33±0,24	3,9±0,09	17,41±0,26
6	3,22±0,12	4,6±0,18	22,04±0,30
7	2,85±0,15	5,3±0,12	24,00±0,31
8	2,52±0,10	6,27±0,15	25,00±0,25

Примітка: нумерація пунктів відбору проб аналогічна зазначеній в таблиці 1

Оцінка мікробіологічного стану ґрунтів зони стаціонарної рекреації (пункти 4-5) свідчить про зростання в досліджених пробах майже на порядок показників ЗМЧ та відповідного зменшення величини титру БГКП. Показники перфрінгенс титру, титру ентерококів та кількості термофільних бактерій знаходяться в межах діапазону, що відповідає помірно-чистому стану ґрунту.

В міру переходу до господарської зони (пункти 6-9) має місце вагоме зростання (на два порядки) кількості термофільних бактерій. Підвищення кількості термофільних мікроорганізмів на думку [14] свідчить про внесення в ґрунти перегною чи компосту, а отже може бути результатом інтенсивного ведення землеробства та використання для цих цілей місцевих органічних добрив тваринницького походження.

Проведені дослідження дають підставу стверджувати, що кількість досліджуваних мікроорганізмів та біологічна активність ґрунтів різних функціональних зон територій природно-заповідного фонду залежить від рівня антропогенного навантаження. Діяльність ґрунтових мікроорганізмів виступає в якості високочутливих індикаторів біологічної активності ґрунтів, що набуває особливого значення для моніторингу за станом еталонних (заповідних) територій – центрів (ядер) екологічної мережі, осередків збереження, відтворення ландшафтно-біологічного різноманіття та підтримання екологічної безпеки даних територій.

Таблиця 3 – Санітарно-мікробіологічна оцінка ґрунтів різних функціональних зон НПП «Вишницький»

пункт відбору проб	ЗМЧ	титр БГКП	перфрінгенс титр	титр ентерококів	кількість термофільних бактерій в 1 г абс. сух. ґрунту
1	$4,62 \times 10^5$	1,60	не виявлено	не виявлено	$1,50 \times 10^2$
2	$4,84 \times 10^5$	2,25	не виявлено	не виявлено	$1,61 \times 10^2$
3	$4,55 \times 10^5$	1,52	не виявлено	не виявлено	$1,40 \times 10^2$
4	$3,51 \times 10^6$	0,53	$5,4 \times 10^{-4}$	4,5	$3,84 \times 10^4$
5	$4,20 \times 10^6$	0,05	$7,2 \times 10^{-4}$	6,2	$4,72 \times 10^4$
6	$5,73 \times 10^6$	0,08	$4,3 \times 10^{-5}$	10,5	$5,50 \times 10^6$
7	$5,25 \times 10^6$	0,07	$3,5 \times 10^{-5}$	9,0	$6,22 \times 10^6$
8	$4,9 \times 10^6$	0,09	$4,0 \times 10^{-5}$	8,2	$4,93 \times 10^6$

Примітка: нумерація пунктів відбору проб аналогічна зазначеній в таблиці 1

ЛІТЕРАТУРА

- Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е. Исследование проявлений экологической опасности на региональном уровне // Научно-практический журнал «Гигиена и санитария», М.: НИИ ЭЧигОС. – 2015. – №7. – С. 90-92.
- Закон України «Про природно-заповідний фонд України» / Масікевич Ю.Г., Мовчан Я.І., Цицима П.М. // Правове регулювання заповідної справи в Україні (спеціальне зібрання законодавчих документів). – Чернівці: Книги-XXI, 2007. – С. 87-109.
- Oksfiani Jufri Sumampouw, Yenny Risjani (2014) "Bacteria as Indicators of Environmental Pollution: Review.", *International Journal of Ecosystem.*, no 4(6), pp. 251–258.
- Syrie M. Hermans, Hannah L. Buckley, Bradley S. Case, Fiona Curran-Cournane, Matthew Taylor and Gavin Lear (2017) "Bacteria as Emerging Indicators of Soil Condition.", *Appl. Environ. Microbiol.* January, V.83. no 1. e02826-16, URL: <http://aem.asm.org/content/83/1/e02826-16.full.html>.
- Мекіч М.З., Джуря Н.М., Терек О.І. Функціональне і прикладне значення біологічної активності ґрунту // Біологічні Студії / *Studia Biologica.* – 2013. – Том 7, №3. – С. 247–258.
- Рильський О.Ф., Масікевич Ю.Г. Мікробіологічна біоіндикація довкілля забрудненого важкими металами та іншими ксенобіотиками // Вісник Запорізького національного ун-ту. – 2012. – № 3. – С. 139–147.
- Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: моногр. – Вінниця: Вид-во "СПД Главацька Р.В.", 2012. – 914 с.
- Патика В. П., Симочко Л. Ю. Мікробіологічний моніторинг ґрунту природних та трансформованих екосистем Закарпаття України // Мікробіол., журн. – 2013. – Т. 75, №2. – С. 21–31.
- Польчина С.М., Данчу О.А. Картошка ґрунтів Чернівецької області [Електронний ресурс]. – Доступ до ресурсу: <http://ibhb.chnu.edu.ua/dpt/soilscience/gruntovi-karti>.
- Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004 – ДСТУ 4287:2004. – [Чинний від 01.07.2005]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2004. – 10 с. – (Національні стандарти України).
- Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 2. Настанови з методів відбирання проб: ДСТУ ISO 10381-2:2004 – ISO 10381-2:2002, IDT. – [Чинний від 01.04.2006]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – 30 с. – (Національні стандарти України).
- Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – Москва: МГУ, 1991. – 304 с.
- Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / під ред. З. М. Грицаєнко. – К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2003. – 320 с.
- Головко А.М., Рублено І.О. Ветеринарна санітарна мікробіологія: навч. посіб. – Київ: Агро освіта, 2010. – 284 с.
- Хоулт Дж., Криг Н., Смит П., Стейли Дж., Уильямс С. Определитель бактерий Берджи. Девятое издание в 2-х томах.; Перевод с английского под редакцией акад. РАН Г.А. Заварзина. – Москва: Мир, 1997. – Т. 1, 2. – 800 с.
- Хазиев Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 204 с.
- Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування. ДСТУ ISO 14255:2005.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Liu W., Lu H.H., Wu W.X., Wei Q.K., Chen Y.X., Thies J.E. (2008) "Transgenic Bt rice does not affect enzyme activities and microbial composition in the rhizosphere during crop development", *Soil Biology and Biochemistry*, 40, pp. 475–486.
- Гришко В.М. Активність амідогідролітичних ферментів у ґрунтах, забруднених сполуками фтору // Ґрунтознавство. – 2009. – Т. 9, № 1,2. – С. 122–128.
- Iovieno P., Morra L., Leone A., Pagano L., Alfani A. (2009) "Effect of organic and mineral fertilizers on soil respiration and enzyme activities of

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

two Mesiterranean horticultural soils”, *Biology and Fertility of Soils*, 45, pp. 555–561.

22. Шеховцева О.Г. Еколого-біологічна оцінка едафотопів урбоєкосистем міста Маріуполь. –Дис.

на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук, 2016 (спеціальність 03.00.16 - екологія). - Мелітополь, 2016. – 385 с.

MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS AS AN ELEMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE TERRITORIES OF THE NATURAL RESERVOIR FUND

A. Yu. Masikevich

Bukovinian State Medical University

Theater Square 2, Chernivtsi, 58000, Ukraine. E-mail: masikevich.a@gmail.com

M. Kolotylo, V. Yaremchuk

National park «Vizhnitsky»

str. Central 27a, smt. Beregomet, Chernivtsi region, Vyzhnitsky district, 59233, Ukraine.

E-mail: vyzhnpark@ukrpost.ua

Purpose. Study of the possibility of using soil sanitary-microbiological indicators for monitoring the ecological status of territories of different functional zones of the object of the nature reserve fund. The work shows the study of the total microbial number, the number of sanitary-indicative bacteria and biological activity of soils in eight points of observation of the protected area, recreational and economic zones of the National park "Vyzhnitsky".

Methodology. Determination of microbiological parameters was carried out in selected samples of the soil, which were sown on a selective nutrient medium. The number of colony-forming units was counted on 1 g of completely dry soil. To study the biological activity, the activity of soil urease was studied. **Results.** By the indices of the total microbial number and the titre of *E. coli* bacteria, the soils of the protected area of the National Park correspond to the level of "pure". Representatives of *Clostridium perfringens* and grams of positive cocci were not found in the soil in this functional zone. In the economic zone of the protected facility, soils of anthropogenically altered landscapes are characterized by a high content of sanitary-indicative bacteria. In the transition to a economic zone, the stability of natural ecosystems undergoes further changes at the expense of more intensive livestock farming and development of agricultural land. At the same time, the soil decreases the ammonium content and increases the amount of nitrates. These changes are accompanied by a sharp increase in urease activity in soils transformed by man ecosystems. Thus, the urease activity of soil samples in the reserve zone was 12-15 µg of N-NH₃, whereas in the economic zones the activity of the enzyme was 22-25 µg of N-NH₃ in the dissolution per 1 g of absolutely dry soil. **Originality.** For the first time, a comparative evaluation of the biological activity of soils and the state of microbiocenosis of various functional zones of the object of the nature reserve fund was conducted. **Practical value.** The results obtained are the basis for the use of soil microorganisms for monitoring the ecological status and ecological safety of protected areas. *References 21, tables 3, figures 1.*

Key words: soil, microbiological indicators, biological activity, monitoring, nature reserve fund territory.

REFERENCES

1. Masikevych, Yu. H., Movchan, Ya. I., Tsytyma, P. M. (2007) *Pravove rehuliuвання zapovidnoi spravy v Ukraini (spetsialne zibranня zakonodavchyykh dokumentiv)*. Chernivtsi, Knyhy-XXI.
2. Sumampouw, Oksfrian, Jufri, Risjani, Yenny (2014) Bacteria as Indicators of Environmental Pollution: Review. *International Journal of Ecosystem.*, 4(6), 251–258.
3. Hermans, Syrie. M., Buckley, Hannah. L., Case, Bradley. S., Curran-Cournane, Fiona, Taylor, Matthew and Lear, Gavin (2017) Bacteria as Emerging Indicators of Soil Condition. *Appl. Environ. Microbiol. January*, [Online] 83 (1), Available from: e02826-16, URL: <http://aem.asm.org/content/83/1/e02826-16.full.html> [Accessed 03 th Juny 2018].
4. Mekich, M. Z., Dzhura, N. M., Terek, O. I. (2013) Funktsionalne i prykladne znachennia biolohichnoi aktyvnosti hruntu. *Biolohichni Studii / Studia Biologica*, 7 (3), 247–258.
5. Rylskiy, O. F., Masikevych, Yu. H. (2012) Mikrobiolohichna bioindykatsii dovkillia zabrudnenoho vazhkymy metalamy ta inshymy ksenobiotykamy. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnogo un-tu*, 3, 139–147.
6. Mudrak, O. V. (2012) *Zbalansovanyi rozvytok ekomerezhі Podillia: stan, problemy, perspektivy: monohr.* Vinnytsia. Vyd-vo "SPD Hlavatska R.V."
7. Patyka, V. P., Symochko, L. Yu. (2013) Mikrobiolohichnyi monitorynh gruntu pryrodnykh ta transformovanykh ekosystem Zakarpattia Ukrainy. *Mikrobiol., zhurn.*, 75 (2), 21–31.
8. Polchyna, S. M., Danchu, O. A. (2005) *Kartoshkema gruntiv Chernivetskoї oblasti*, [Online], Available from: <http://ibhb.chnu.edu.ua/dpt/soilscience/gruntovi-karti> [Accessed 02 th Juny 2018].
9. *Iakist gruntu. Vidbyrannia prob* (2005): DSTU 4287:2004 – DSTU 4287:2004.[Chynnyi vid 01.07.2005]. Kyiv. Derzhspozhyvstandart Ukrainy, (Natsionalni standarty Ukrainy).
10. *Iakist gruntu. Vidbyrannia prob. Ch. 2. Nastanovy z metodiv vidbyrannia prob* (2006): DSTU ISO 10381-2:2004 – ISO 10381-2:2002, IDT. – [Chynnyi vid 01.04.2006].Kyiv. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (Natsionalni standarty Ukrainy).
11. Zvyagintsev, D. G. (1991) *Metodyi pochvennoy mikrobiologii i biohimii*. M. MGU.
12. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., Karpenko, V. P. (2003) *Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzen roslyn i gruntiv*. K. ZAT "NICH LAVA".

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

13. Holovko, A. M., Rubleno, I. O. (2000) *Veterynarna sanitarna mikrobiologhiia: navch. posib.* Kyiv. Ahro osvita.
14. Hoults, D.J., Krig, N., Smit, P., Steyli, D.J., Uillyams, S. (1997) *Opredelitel bakteriy Berdji. Devyatoe izdanie v 2-h tomah.*; Perevod s angliyskogo pod redaktsiey akad. RAN G. A. Zavarzina. M. Mir.
15. Haziev, F. H. (1982) *Sistemno-ekologicheskii analiz fermentativnoy aktivnosti pochv.* M. Nauka.
16. *Iakist gruntu. Vyznachennia nitratnoho azotu, amoniinoho azotu i zahalnoho rozchynnoho azotu v povitriano-sukhykh hruntakh z zastosuvanniam rozchynu khlorydu kaltsiiu dlia ekstrahuvannia.* (2005). DSTU ISO 14255:2005.
17. Dosphehov, B. A. (1985) *Metodika polevogo opyita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy.* M. Agropromizdat.
18. Liu, W., Lu, H. H., Wu, W. X., Wei, Q.K., Chen, Y. X., Thies, J. E. (2008) Transgenic Bt rice does not affect enzyme activities and microbial composition in the rhizosphere during crop development. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 475–486.
19. Hryshko, V. M. (2009) Aktyvnist amidohidrolitychnykh fermentiv u gruntakh, zabrudnenykh spolukamy ftoru. *Gruntoznavstvo*, 9 (1,2), 122–128.
20. Iovieno, P., Morra, L., Leone, A., Pagano, L., Alfani, A. (2009) Effect of organic and mineral fertilizers on soil respiration and enzyme activities of two Mesiterranean horticultural soils. *Biology and Fertility of Soils*, 45, 555–561.
21. Shekhovtseva, O. H. (2016) Ekoloho-biolohichna otsinka edafotopiv urboekosystem mista Mariupol. *Dys. na zdobuttia nauk. stup. kand. biol. nauk.*