

природных экосистемах неизменно приведут к возрастным и пространственным изменениям структуры популяций.

Установлено, что концентрации наноаквацитратов в пределах 0,01 мг/дм<sup>3</sup> являются безопасными для планктонных тест-объектов и могут быть использованы в практических целях.

**Ключевые слова:** токсичность, наноаквацитраты, *Daphnia magna*, биотестирование, пробит-анализ.

**Kravchenko Olga, Maksin Viktor. Sensitivity *Daphnia Magna* to Action of zinc Nanoaquacitrates in Vivo.**

The research of the toxicity of zinc nanoaquacitrates in various concentrations for modeling test-object of aqua toxicology (*Daphnia magna*) by bioassay method was conducted. It was identified the toxic metric parameters using probit-analysis. According to the results of 96-hour experiments, the median concentration zinc nanoaquacitrates was  $0,067 \pm 0,008$  mg / l. It was experimentally proved that the range of 0,1–1 mg / dm<sup>3</sup> of zinc nanoparticle was acutely toxic to *Daphnia* and completely inhibited all essential functions in the body of the test object. Concentration in the range of 0,05 mg/dm<sup>3</sup> was potentially dangerous for *daphnia* because impact on reproductive function due to loss of eggs and embryos in the brood pouch. These violations invariably led to changes of the age and spatial structure of populations in natural ecosystems. The concentrations of 0,01 mg / dm<sup>3</sup> were safe to plankton test-objects that's why can be used for practical purposes.

**Key words:** toxicity, nanoaquacirtate, *Daphnia magna*, bioassay, probit-analysis.

Стаття надійшла до редколегії  
29.01.2015 р.

УДК 631.427 (477.81)

**Віта Стернік  
Віталій Марциновський  
Віра Мельник**

### **Вміст ферменту каталази в ґрунті на території АЗС м. Рівного**

У статті досліджено ступінь збагачення ґрунту ферментом каталази в районі розміщення автозаправних станцій в м. Рівному. Відповідно до шкали оцінки ступеня збагачення ґрунту ферментами встановлено, що більшість ґрунтів на території АЗС міста охарактеризовані середнім та низьким ступенем збагаченості ґрунту ферментом каталази.

**Ключові слова:** збагачення ґрунту ферментом каталази, забруднення, АЗС, оцінка.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Забруднення навколишнього середовища на урбанізованих територіях із високою концентрацією промисловості, де проживає значна частина населення, призвело до значних якісних та кількісних змін у стані довкілля, що спричиняє серйозну небезпеку для здоров'я населення.

Охорона земель – проблема сьогодення, оскільки стан земельних ресурсів є передумовою національної безпеки кожної держави. **Актуальність** роботи зумовлена тим, що досі не піднімалося питання оцінки забруднення ґрунтів урбоєкосистеми м. Рівного.

**Аналіз досліджень цієї проблеми.** Безпека довкілля значною мірою залежить від санітарного стану ґрунту, який є екологічним вузлом зв'язків біосфери, де найбільш інтенсивно відбувається взаємодія живої та неживої матерії. Він акумулює забруднення у значно більших обсягах, ніж атмосфера та природні води [5]. Саме в кумулятивному ефекті полягає особлива небезпека забруднень ґрунтів. При цьому небезпеку для здоров'я населення створює довготривала хронічна дія малих доз токсичних речовин, що може призвести до виникнення прихованої або явної патології.

У самоочищенні ґрунтів від забруднень головну роль відіграють ґрунтові мікроорганізми, а швидкість цього процесу зазвичай значно вища, ніж природних вод або атмосфери. Для контролю за змінами у ґрунтах, які виникають при надходженні до них забрудників, можна використовувати показники, що характеризують стан ґрунтової біоти та біологічну активність ґрунту. Безпосереднім показником останньої є рівень каталазної активності.

При проведенні моніторингу ґрунту провідними вважаються показники біологічної активності. За рекомендаціями Д. С. Орлова та ін. (1991), під біологічною активністю ґрунту розуміють інтенсивність біологічних процесів у ньому, які зумовлені сумарним вмістом в певного запасу ферментів, котрі виділяються як в процесі життєдіяльності рослин і мікроорганізмів, так і під час акумуляції їх ґрунтом після руйнування відмерлих клітин.

У своїх дослідженнях різні автори встановили, що активність ґрунтових ферментів може слугувати додатковим показником ґрунтової родючості і її змін в результаті антропогенної дії (Галстян 1974, 1978, 1982; Хазієв 1976, 1982; Звягінцев, 1978; Абрамян, 1992; Gresta, Olszowski, 1974; Burns, 1977).

Застосуванню ферментативної активності як діагностичного показника сприяє низька помилка дослідів (не більше 5–8 %) і висока стійкість ферментів при зберіганні зразків (Галстян, 1978, 1982).

**Мета статті** – оцінити біологічну активність ґрунту урбоєкосистеми м. Рівного на основі оперативних моніторингових спостережень за допомогою біоіндикаційних досліджень. Для досягнення поставленої мети передбачено такі **завдання**:

- встановити й оцінити шкідливий вплив автотранспорту на урбоєкосистему міста та охарактеризувати досліджувані АЗС м. Рівного;
- відібрати зразки ґрунту та визначити каталазну активність ґрунту;
- оцінити збагачення ґрунту досліджуваної території міста ферментом каталази.

**Методи дослідження.** Під час виконання роботи використовували теоретичні (аналіз, синтез, системний аналіз) та прикладні (польові, лабораторні, натурні спостереження, математична та статистична обробка даних) методи досліджень.

**Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Природний ґрунтовий покрив м. Рівного представлений лучним чорноземом або чорноземом неглибоким малогумусним карбонатним. Поверхневий шар ґрунту представлений насипними ґрунтами потужністю до 1,5 м, під яким залягає шар природного ґрунту.

ґрунти в м. Рівному мають зазвичай несільськогосподарське призначення. Важливий напрям їх використання – укладання парків, скверів, газонів, покриттів для спортивних споруд. Дерновий шар ґрунтового профілю використовують для закріплення схилів, при будівництві автодоріг. Неродючі ґрунти разом із суглинками та іншими ґрунтовими матеріалами застосовують для основ при будівництві будинків.

Автотранспорт є одним із найбільших забруднювачів повітря і ґрунтів міста [4, с. 86–91]. На кінець 2012 р. у користуванні громадян м. Рівного перебувало 52,6 тис. одиниць транспорту, з них 7,5 тис. – транспорт юридичних осіб, 45,1 тис. – приватний транспорт фізичних осіб [2].

З кожним роком збільшується кількість автомобілів у місті, а разом із цим збільшується і кількість автозаправних станцій (АЗС). На сьогодні у місті функціонує 35 АЗС, які розміщені по всій території міста [7, с. 237–239] – у районах житлової забудови, проїздах, всередині кварталів та пішохідних вулиць.

АЗС становлять загрозу забруднення повітряного басейну і ґрунтового покриву території їх розміщення. Основними небезпечними джерелами забруднення атмосферного повітря на автозаправних станціях є резервуари з нафтопродуктами та бензозаправні колонки. У повітря забруднюючі речовини виділяються та потрапляють при завантаженні і відвантаженні палива в резервуари та безпосередньо при заправці автомобілів.

Зміна швидкості руху на АЗС призводить до підвищення загазованості повітря. Смуга біля доріг і АЗС завширшки до 100 м забруднена викидами автомобільного транспорту, рух якого в години пік особливо інтенсивний [1].

Переважна більшість автотранспорту використовує пальне з тетраетилсвинцем і лише 2,5 % – газ. Кількість спожитого пального щороку змінюється і відповідно змінюється кількість шкідливих викидів. Упродовж 2009–2013 рр. кількість спожитого палива населенням міста зросла із 21,9 до 28,5 тис. т. Це зумовлено постійним збільшенням кількості легкових автомобілів у приватній власності жителів м. Рівного, що підтверджують дані статистичної звітності. Так, у 2013 р. їх кількість становила 33,6 тис., що на 1,8 тис. більше, ніж у 2011 р. [2].

Для контролю за змінами у ґрунтах, які виникають при надходженні до них забруднювачів, можна використовувати показники, що характеризують стан ґрунтової біоти та біологічну активність ґрунту.

Щоб оцінити збагачення ґрунтового покриву біля заправок АЗС в м. Рівному, ми відібрали зразки ґрунту відповідно до методики та визначили рівні активності каталази [3, с. 215–235], яка відповідає за розщеплення токсичного пероксиду водню, що утворюється у процесі дихання живих організмів і, як результат, різних біохімічних реакцій окиснення органічних речовин.

Каталаза – фермент класу оксидоредуктаз, який каталізує розщеплення пероксиду водню на воду та кисень і наявний в клітинах ґрунтових мікроорганізмів різного рівня складності.

Біологічна роль ферменту каталази полягає у захисті організму від шкідливого впливу перекисних сполук, що утворюються при внутрішньоклітинному окисненні, і залежить від хімічних та фізичних властивостей ґрунтів. Зміна властивостей ґрунту на фоні урбаністичного навантаження впливає на активність каталази [6].

Дослідження рівнів активності каталази ґрунтів проводили на території семи АЗС в м. Рівному, причому одна з них розташована в центрі АЗС ДП Авіком-Рівне (проба 4), а інші – по периферії АЗС ОККО №1 (Проба 1), ОККО №5 (Проба 2), Олас № 16 (Проба 5), Wog (Проба 7), ANP №14 (Проба 3), АЗС на вул. Київській (Проба 6). Фонова ділянка (проба 8) – зразки ґрунту відібрані в парку Т. Г. Шевченка в зоні пасивного відпочинку.

Зразки ґрунту були відібрані на початку вересня 2014 р. і досліджувались у шарах 0–20 і 21–40 см. Визначення активності каталази здійснювали в лабораторії кафедри біології РДГУ. Повторюваність визначень – трикратна.

Зміна активності ферменту каталази – універсальний індикатор прихованого впливу екзогенних чинників на розвиток мікроб-оценозу [3, с. 215–235; 7, с. 51–52]. Ступінь збагачення досліджуваного ґрунту ферментом каталази оцінювали за шкалою (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала оцінки ступеня збагаченості ґрунтів ферментами

№ з/п	Ступінь збагаченості ґрунтів	Каталаза, $O_2$ см <sup>3</sup> /г за хв
1	Дуже бідний	менше 1
2	Бідний	1–3
3	Середня збагаченість	3–10
4	Збагачений	10–30
5	Дуже збагачений	більше 30

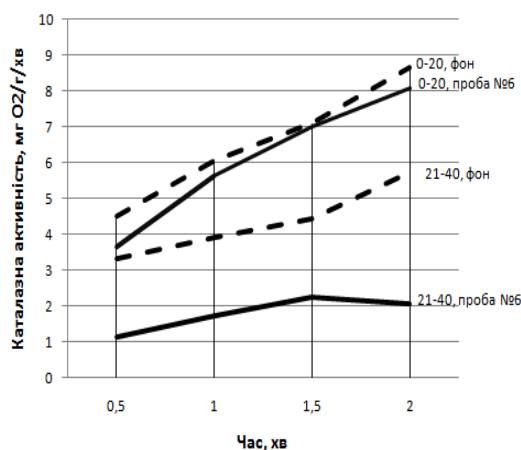
Отримані результати засвідчують, що значення каталазної активності ґрунту змінюється в поверхневому шарі (0–20 см) від 2,07 до 5,63 мг  $O_2$ /г/хв (табл. 2), при фоновому показнику 6,07 мг  $O_2$ /г/хв.

Найвищий показник (5,63 мг  $O_2$ /г/хв) зафіксований на території АЗС на вул. Київській. Це пов'язано з тим, що автозаправка розміщена на околиці міста і декілька років тому закрилась. Отже, техногенне навантаження менше, ніж на інших досліджуваних об'єктах.

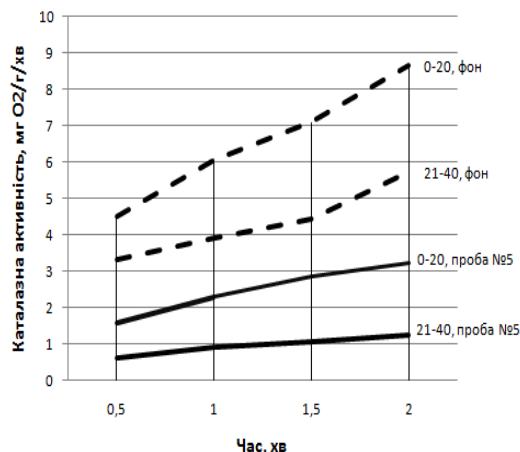
Низькі показники (1,0 та 2,07 мг  $O_2$ /г/хв, ДП Авіком-Рівне) свідчать про низький ступінь збагачення ґрунту ферментами. Це може бути пов'язане з тим, що автозаправна станція розміщена в центральному, щільно забудованому районі міста, де велике скупчення автомобілів, і, своєю чергою, більша загазованість атмосфери, отже більше забруднення ґрунту.

У глибокому шарі ґрунту (21–40 см) у всіх досліджуваних зразках, за винятком території АЗС ANP №14, біологічна активність каталази зафіксована в діапазоні 0,93 – 2,33 мг  $O_2$ /г/хв (табл. 2), що вказує на дуже бідний і бідний ступінь збагачення ґрунтів ферментом каталази. Верхній шар ґрунту досліджуваних об'єктів характеризується переважно бідним та середнім ступенем збагаченості ґрунтів ферментами (табл. 2).

Вивчення активності ґрунтових ферментів набуває великого прикладного значення і може слугувати індикатором вектора біохімічних процесів, що відбуваються в едафотопі [8, с. 51–52]. На рисунках 1–4 наочно показано, що каталазна активність різних шарів ґрунту (0–20 і 21–40 см) відрізняється. Особливо це відзначено у пробі № 6 (АЗС на вул. Київській). Так, у верхньому горизонті (0–20 см) біологічна активність перевищує більш ніж утричі активність нижчого горизонту (рис. 1). Така різниця пов'язана з тим, що на закритій заправці у ґрунті почався процес самоочищення верхнього шару від шкідливих речовин за рахунок активного розмноження мікрофлори.



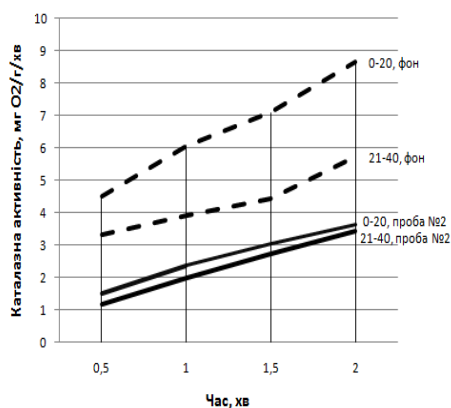
**Рис. 1.** Каталазна активність ґрунту території АЗС на вул. Київській



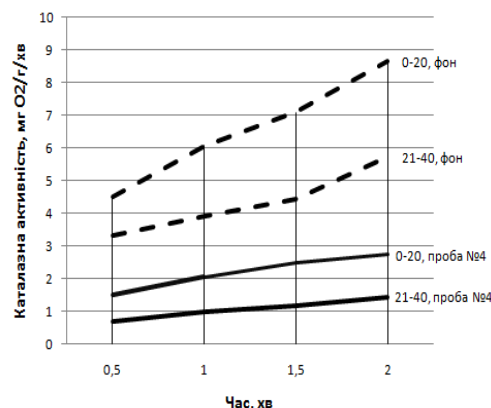
**Рис. 2.** Каталазна активність ґрунту території АЗС Олас № 16

У пробі № 2 (АЗС ОККО № 5) спостерігається протилежний процес: у верхньому горизонті показник активності – 2,37, у нижньому – 2,0 мг О<sub>2</sub>/г/хв, що є показником бідних на ферменти ґрунтів і глибоких негативних процесів у ґрунті (рис. 3).

Згідно зі шкалою оцінки ступеня збагаченості ґрунтів ферментами, ми отримали такі результати: більшість ґрунтів на території АЗС м. Рівного бідні на фермент каталази (табл. 2).



**Рис. 3.** Каталазна активність ґрунту території АЗС ОККО № 5



**Рис. 4.** Каталазна активність ґрунту території АЗС ДП Авіком-Рівне

Середній ступінь збагаченості верхнього шару ґрунту характерний для проб № 1, 3, 6 і 7 і нижнього шару – для проби № 3 (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Ступінь збагачення ґрунтів урбоєкосистеми м. Рівного каталазою**

Місце відбору	Каталазна активність, мг О <sub>2</sub> /г/хв	Коефіцієнт Стьюдента	Ступінь збагачення ґрунтів ферментом
<b>АЗС ОККО №1</b>			
0–20	3,63 ± 0,03	26,87	середня
21–40	2,33 ± 0,49	4,03	бідна
<b>АЗС ОККО №5:</b>			
0–20	2,37 ± 0,21	5,59	бідна
21–40	2,00 ± 0,00	25	бідна
<b>АЗС АНР №14</b>			
0–20	4,77 ± 0,65	4,46	середня
21–40	3,2 ± 0,2	9,5	середня

Закінчення таблиці 2

<b>АЗС ДП Авіком-Рівне</b> 0–20 21–40	2,07 ± 0,45 1,0 ± 0,2	1,7* 1,96	бідна бідна
<b>АЗС Олас № 16</b> 0–20 21–40	2,3 ± 0,1 0,93 ± 0,06	11 6,36	бідна дуже бідна
<b>АЗС на вул. Київській</b> 0–20 21–40	5,63 ± 0,21 1,73 ± 0,15	13,83 6,36	середня бідна
<b>АЗС Wog</b> 0–20 21–40	3,0 ± 0,1 1,9 ± 0,27	18,5 4,35	середня бідна
<b>Фонова ділянка Парк Т. Г. Шевченка</b> 0–20 21–40	6,07 ± 0,25 3,93 ± 0,16	9,59 8,05	середня середня

\* Різниця основної групи і контрольної статистично достовірна, при значенні похибки не більше 5 % ( $P \leq 0,05$ )

Дуже бідним на ферменти є шар ґрунту 21–40 см проби № 5 (АЗС Олас № 16). Отже, низький показник біологічної властивості ґрунтів свідчить про значне їх забруднення на досліджуваних територіях.

**Висновки та перспективи подальшого дослідження.** Результати дослідження засвідчують, що робота АЗС має значний вплив на вміст ферменту каталази в ґрунтах міста. Більшість ґрунтів мають низький та середній ступені збагаченості ферментом. Середній ступінь збагачення ґрунту ферментом каталази зафіксовано здебільшого для верхнього шару ґрунту. Нижній шар ґрунту в 85,7 % обстежених проб бідний та дуже бідний на фермент каталазу, що свідчить про його забруднення.

Середній ступінь збагаченості ферментом характерний для ґрунтів в районі парку пасивного відпочинку. Пропонуємо розширити діапазон діагностики біологічної активності ґрунтів м. Рівного біоіндикаційними методами.

#### Джерела та література

1. Аксенов И.Я. Транспорт и охрана окружающей среды / Аксенов И. Я., Аксенов В. И. – Л. : Транспорт, 1986. – С. 54–55, 176 с.
2. Довкілля Рівненщини. Доповідь про стан навколишнього середовища в Рівненській області у 2012 р. – Рівне : Департамент екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації, 2013. – 192 с.
3. Кузнецов К. Л. Ферменты в почве / К. Л. Кузнецов. – М. : Просвещение, 1993. – С. 215–235.
4. Мельник В. Й. Забруднення ґрунтів території м. Рівне / В. Й. Мельник, Н. В. Цибульська / Вісн. НУВГП : зб. наук. пр. – Вип. 4 (45), ч. 2. – Рівне, 2010. – С. 86–91.
5. Орлов Д. С. Химия почв / Д. С. Орлов. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.
6. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 1976. – 147 с.
7. Шморгун Г. Ю. Моніторинг роботи автозаправних станцій м. Рівне / Г. Ю. Шморгун, В. Й. Мельник // Сучасні проблеми екології та геотехнологій : тези ІХ Всеукр. наук. конф. студ., магістрів та асп. – Житомир, 2012. – С. 237–239.
8. Яковлев А. С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв / А. С. Яковлев / Почвоведение. – М., 2000. – С. 51–52.

**Стерник Вита, Марциновський Віталій, Мельник Вера.** Содержание фермента каталазы в почве на территории АЗС г. Ровно. Изучение активности почвенных ферментов приобретает прикладное значение и служит индикатором биохимических процессов в эдафотопе, дополнительным показателем диагностики почвенного плодородия. В работе изучена степень обогащения почвы в районе размещения АЗС в г. Ровно ферментом каталаза. Установлено, что в исследуемых образцах каталазная активность различных слоев почвы отличается. Зафиксировано, что в отдельных образцах верхнего горизонта (0–20 см) биологическая активность почвы превышает более чем в три раза активность в нижнем горизонте (21–40 см), в некоторых образцах в

слое почвы 21–40 см определен низкий показатель фермента каталазы, что указывает на значительное загрязнение почвы. Согласно шкалы оценки степени обогащения почвы ферментами мы получили следующие результаты: большинство исследуемых почв на территории АЗС г. Ровно охарактеризованы средней и низкой степенью обогащенности ферментом каталазы.

**Ключевые слова:** обогащение почвы ферментом каталазы, загрязнение, АЗС, оценка.

**Sternik Vita, Martsinovsky Vitalii, Melnik Vira. The Content of the Enzyme Catalase in the Soil on the Territory of the Gas Station Rivne.** The studying of the activity of soil enzymes acquires practical importance and serves as an indicator of biochemical processes in edaphotope was studied, additional diagnostic indicator of soil fertility. In the research it was of soil enrichment near the gas station in Rivne by the enzyme catalase. It was established that in the sample layers the activity in different soil layers is different. It was recorded that in some samples from the upper horizon (0–20 cm) of soil biological activity in more than three times lower than in horizon layers (21–40 cm) in some samples of the soil (21 to 40 cm) it was fixed low rate of the enzyme catalase, indicating significant contamination of the soil. According to the scale of assessment of enzymes soil enrichment, it were obtained the following results: the majority of the analyzed soils in the territory of the gas station in Rivne is characterized by medium and low degree of enzyme enrichment catalase.

**Key words:** enrichment of soil enzyme catalase, pollution, gas stations, evaluation.

Стаття надійшла до редколегії  
26.01.2015 р.