

господарських культур в цілому; це набуває форм «підгару» та чорних плям у кукурудзи, жовтухи у цукрових буряків, зниження залістятності і всихання верхівки плодівих дерев; у тварин зниження активності ферментів (фосфатаз, фосфорилази, ізолімонної дегідрогенази) сприяє послабленню синтезу білків, процесів кровотворення і дихання, що погіршує стан опірно-рухомого апарату (особливо хрящової тканини) та викликає перозис у птахів, знижує заплідненість та підвищує рівень смертності і мертвонароджених у корів; у людини при нестачі мангану у організмі розвивається гіпохолестеринемія та діабет нечутливий до інсуліну. Однак, враховуючи середню біофіліїність мангану (6,9–7,5 за коефіцієнтом біологічного поглинання), небезпека цих екологічних загроз має високу імовірність. Наші медико-екологічні дослідження свідчать, що на території адміністративних областей субрегіону України із нестачею мангану зростає рівень захворюваності на діабет серед дитячого населення до 1,5 разів порівняно із ландшафтами Лісового гірського регіону Карпат з його біогеохімічною нормою.

У межах біогеохімічного субрегіону надлишку Zn – неінфекційні фітопатології проявлено дрібнолистя (у формі дрібних вузького поживклого або жовтувато-зеленого листя), некрозом або розетковою хворобою у злаків, овочевих і плодівих культур; в організмах тварин і людини порушення функцій понад 70 ферментів що містять цинк, негативно впливає на процеси засвоєння силікатів, ділення клітин і вуглеводнево-білкового обміну, що викликає затримку росту, послаблює психо-фізичний розвиток, знижується імунітет та проявляється у свійських тварин анеміями, дегенеративними патологіями і передчасним старінням. В умовах локального техногенного забруднення Zn атмосферного повітря і земель (викидами кам'яновугільних теплоелектростанцій, відходами ливарних підприємств інш.) знижується урожайність зернових культур, буряків, бобових, картоплі на 20-47%; цинкова інтоксикація у тварин і людини обумовлює зниження вмісту кальцію і фосфору у крові і кістках, порушення засвоєння фосфору; у людей активно розвиваються остеопороз, онкозахворювання, підвищується рівень цукру у крові, а також специфічні форми отруєння. Враховуючи високу біофіліїність цинку (10,8–11,8 за коефіцієнтом біологічного поглинання), небезпека цих екологічних загроз має високу імовірність.

**Висновки.** Основні біогеохімічні методи забезпечують формування науково-обґрунтованих висновків і прогнозів агроекологічних досліджень хімічної складової агросфери. Це застосування біогеохімічного районування агроландшафтів замість адміністративного, кількісне оцінювання процесів біогенної міграції у системі «гірські породи–води–грунти–сільськогосподарські культури» у продовження агрохімічного вивчення ґрунтів, медико-екологічне прогнозування захворюваності населення, рослин, тварин. Теорія та методологія вчення В.І. Вернадського про біосферу дозволяє виявляти як лінійні біогеохімічні закономірності функціонування агросфери, так і синергетичні агроекологічні загрози на землях сільськогосподарського призначення.

#### *Список літературних джерел*

- 1 Вернадский В. И. Биогеохимические очерки / В.И. Вернадский. — М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1940. — 241 с.
- 2 Єгорова Т.М. Біогеохімічні пріоритети агроекологічних досліджень / Т.М. Єгорова // Агроекологічний журнал, 2017. — № 1. — С. 28-35.
- 3 Єгорова Т.М. Екологічна геохімія агроландшафтів України: монографія / Т.М. Єгорова; [за наук. ред. академіка О.І. Фурдичка]. — К.: «ДІА», 2018. — 264 с.
- 4 Єгорова Т.М. Основи біогеохімії : навчальний посібник / Т. М. Єгорова, В. М. Ісаєнко. — К.: Вид. НАУ, 2005. — 170 с.
- 5 Ковальський В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов / В. В. Ковальский //Труды биогеохимической лаборатории Института геохим. и аналит. хим. им. В.И. Вернадского. Том XXII. — М. : Наука, 1991. — С. 5—23.
- 6 Микроэлементозы человека / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л.С. Строчкова; АН СССР, АМН СССР. — М. : Медицина, 1991. — 496 с.
- 7 Созінов О.О. Агросфера України у XXI столітті / О.О. Созінов // Вісник НАН України. — 2001. — N 10. — С. 56–65.

574.64:637.11:628.3

**О.М. Жукорський**, д. с.-г.н., професор, член-кореспондент НААН, академік-секретар відділення зоотехнії  
*Національна академія аграрних наук України*  
**Є.М. Кривохижа**, к.в.н., с.н.с., старший науковий співробітник лабораторії моніторингу агробіоресурсів  
*Інститут агроекології і природокористування НААН*

#### **ТОКСИЧНА ДІЯ СТИЧНИХ ВОД МОЛОЧНИХ БЛОКІВ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ**

*Висвітлено результати дослідження токсичної дії стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм на організми різного рівня організації, зокрема, ракоподібні і рослини. Встановлено, що дафнії більш чутливі до стічних вод молочних блоків, а рослини толерантні до їх дії. Пригнічення проростання вівсу і редиски за*

впливу стічних вод відбувається лише у першу добу. Через 72 год. число пророслого насіння практично вирівнюється із контролем.

**Ключові слова:** стічні води, тваринницькі ферми, токсичність

До одного із типів відходів, який пов'язаний з процесом доїння корів, належать стічні води молочних блоків тваринницьких ферм. Вони містять відпрацьовані розчини мийних та мийно-дезінфікуючих засобів, залишки молока, яке змивається з внутрішніх поверхонь доїльного обладнання, сечу корів, залишки корму, підстилки тощо [5, с. 418; 1, с. 241]. Ці стоки можуть скидатися у водойми та ґрунти, здебільшого без будь-якої попередньої очистки, що може призвести до їх забруднення [2, с. 138].

Найбільш придатним методом визначення токсичності стічних вод є біотестування з використанням природних організмів (рослин, ракоподібних тощо), який дозволяє в короткі терміни отримати інтегральну оцінку їх дії [3, с. 83].

Мета дослідження полягала у оцінюванні токсичної дії стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм. Вплив стічних вод молочних блоків на *Daphnia magna* визначали згідно ISO 10706:2000 [7, с. 1–14]. Дослідження впливу стічних вод та їх розведень на смертність *D. magna* за 96-годинної експозиції проводили у восьми повтореннях. При визначенні токсичності за швидкістю проростання насіння рослин насіння редиски Червоний з білим кінчиком (ЧБК) (*Raphanus sativus* var. *radiculata*) і вівсу (ярого) (*Hordeum vulgare* L.) сорту Бусол розкладали (по 50 шт.) рівномірно на фільтрувальний папір в чашки Петрі і наливали по 5 см<sup>3</sup> досліджуваної стічної води. Потім чашки залишали за температури 20 °С. Швидкість проростання насіння оцінювали впродовж 72 год. триразово з інтервалом у добу. Контролем була джерельна вода. Експерименти проводили в п'яти повтореннях [4, с. 45].

Визначення дії стічних вод на ріст рослин здійснювали згідно із ISO 11269-1:2012 [6, с. 1–15]. Для вирощування кукурудзи (*Zea mays* L.) сорту Амарок використовували циліндричні горщики діаметром близько 8 см і висотою 11 см. Для вирощування використовували контрольний сирій лісовий ґрунт.

У ґрунт вносили 1000 мг/кг стічної води та ретельно перемішували. Дослідження проводили у 10-разовому повторенні. Стічні води були відібрані з сечозбірника тваринницької ферми СВК «Зоря» с. Ставчани, Кіцманського району, Чернівецької області.

Нативні стічні води та їх розведення 1 : 1, 1 : 2 і 1 : 3 вже через 24 год. викликали загибель 100% дафній. Із зменшенням розведення стічних вод до 1 : 20 летальність дафній за експозиції 48 год. знижувалася на 6,0% порівняно із нативними. За розведень 1 : 40, 1 : 60 і 1 : 80 та цієї ж експозиції відбувалося зменшення смертності дафній на 14,0%, 51,0% та 83,0% відповідно. Мінімальне розведення, при якому стічна вода не має гострої токсичної дії на досліджуваній водний тест-об'єкт, становить 1 : 100.

Встановлено, що стічна вода помітно впливає на проростання насіння вівсу та редиски лише в першу добу експерименту. При цьому кількість пророслого насіння менше для вівсу на 9,0% і редиски 6,4%, порівняно з контролем. Через 72 год. число пророслого насіння в дослідах з нативними стічними водами і в розведенні 1 : 1 практично вирівнюється із контролем. Інгібування проростання насіння нативною стічною водою майже не проявляється і становить 1,4% і 3,3% для вівсу і редиски відповідно ( $P \leq 0,05$ ).

Нами було визначено вплив нативної стічної води молочного блоку на розвиток кукурудзи та затримку росту її кореня. Визначено, що за вмісту в ґрунті нативної стічної води молочного блоку у кількості 1000 мг/кг спостерігається зменшення маси стебла кукурудзи на 32,5% ( $P \leq 0,001$ ), довжини стебла на 32,8% ( $P \leq 0,001$ ) та довжини кореня на 18,2% ( $P \leq 0,001$ ) порівняно з контролем, що свідчить про низький рівень фітотоксичності. За вмісту у ґрунті 1000 мг/кг розведення стічної води 1 : 1 спостерігається збільшення маси стебла на 26,9%, його довжини на 28,1% та довжини кореня на 7,5% порівняно із нативними стоками.

Таким чином, токсична дія стічних вод щодо дафній може бути пов'язана з вмістом у досліджуваних зразках мийних і дезінфікуючих речовин. Тому при виборі мийних і дезінфікуючих засобів для доїльного обладнання необхідно враховувати їх максимальну ефективність та низьку токсичність.

#### Список літературних джерел

- 1-2. Гордеев В.В. Миронов В.Н. Миронова Т.Ю. Методика определения количества навозосодержащих стоков доильных залов. Теоретический и научно-практический журнал. ИАЭП. 2018. Вып.97. С. 241–250.
- 2-3. Гордеева Т.И., Гордеев В.В. Технология утилизации навозосодержащих стоков доильных залов в тепличных сооружениях. Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2006. № 78. С. 137–145.
- 3-4. Дятлов С.Е. Роль и место биотестирования в комплексном мониторинге морской среды. Экология моря. 2000. № 5. С. 83–87.
- 4-6. СанПиН 2.1.7.573–96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Москва : Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 54 с.
- 5-1. Janni K.A., Christopherson S.H., Schmidt D.R. Milk house wastewater flows and Characteristics for small dairy operations. Applied Engineering in Agriculture. Vol. 25(3). P. 417–423.
- 6-7. Soil quality – determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 1. Method for the measurement of inhibition of root growth: ISO 11269-1:2012. – [Publication date 2012-03]. – Geneva: International Organization for Standardization, 2012. – 16 p.

7-5. Water quality – determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea): ISO 10706:2000. – [Publication date 2000-04]. – Geneva: International Organization for Standardization, 2000. – 17 p.

UDK 502.3/7:502.6

**Jerzy Mirosław Kupiec<sup>1\*</sup>, Agnieszka Bednarek<sup>2</sup>, Sebastian Szklarek<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Poznan University of Life Sciences, Department of Ecology and Environmental Protection, Piatkowska Street 94C, 60-649 Poznan, Poland

<sup>2</sup>European Regional Centre for Ecohydrology of the Polish Academy of Sciences, Tylna Street 3, 90-364, Lodz,

<sup>3</sup>University of Lodz, Department of Applied Ecology, 90-237 Lodz, Banacha Street 12/16,

\*Corresponding author: [jerzy.kupiec@up.poznan.pl](mailto:jerzy.kupiec@up.poznan.pl)

## BIOTECHNOLOGIES FOR LIMITING THE EMISSION OF NITROGEN COMPOUNDS INTO WATERS FROM POINT AND NON-POINT SOURCES OF POLLUTION FROM AGRICULTURE

**INTRODUCTION.** One of the main causes of pollution of surface, underground and also coastal waters is the intensification of agricultural production. In 2012, as much as 45% of the total nitrogen load and 34% of the total phosphorus load discharged by rivers to the Baltic Sea came from Poland (HELCOM 2018). The main problems are surface and subsurface runoff from arable fields as well as improper management of animal manure. Leachate from unprotected sites of storing solid manure and leaking floors of livestock buildings often cause exceeded acceptable standards. Nitrogen from agricultural activity usually is emitted to the environment in nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) and ammonia ( $\text{NH}_3$ ) or in nitrogen peroxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ). In order to limit the negative effects of agriculture on the natural nitrogen cycle and on the environment, including ozone layer, water eutrophication, land acidification and biodiversity decline, a number of guidelines have been adopted, specifying direct action to minimize or prevent these effects (Galloway 2003). Counteracting the negative effects of excess nitrogen in the environment must be related not only to limiting the load of this element flowing into the basin from agricultural areas, but also with the possibility of accelerating the biodegradation of pollutants and binding them in the so-called a hard-to-reach pool (e.g. accumulation in plant tissues). In the case of nitrogen compounds, denitrification and nitrification processes play a key role in their transformations.

The aim of the work was to assess the use of denitrification deposits in the context of limiting the emission of nitrates to groundwater from point and diffused sources in rural areas

**METHODOLOGY AND RESULTS.** Two biotechnological solutions were used in the research to protect waters against point and non-point pollution from agricultural production: vertical deposits to protect waters against surface pollution and horizontal deposits for manure storage (Figures 1 and 2). The above technologies use the so-called denitrification deposits with a carbon substrate, constituting the basis for horizontal and vertical barriers (Bednarek et al., 2010, 2014). The deposits use the natural denitrification process with the participation of microorganisms. Denitrification bacteria, commonly found in the soil environment, reduce  $\text{NO}_3^-$  to  $\text{N}_2$ , using carbon compounds as an electron acceptor for growth. These transformations can be presented as follows:  $\text{NO}_3^-$  (V)  $\rightarrow$   $\text{NO}_2^-$  (III)  $\rightarrow$   $\text{NO}$  (II)  $\rightarrow$   $\text{N}_2\text{O}$  (I)  $\rightarrow$   $\text{N}_2$  (0). In the leachates from manure dumps,  $\text{NO}_3^-$  dominates. In the case of cattle the ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) predominates. Nitrifying bacteria inhabiting the soil profile oxidize  $\text{NH}_4^+$  to  $\text{NO}_3^-$ , and these in turn under appropriate conditions can be reduced by denitrification to molecular nitrogen ( $\text{N}_2$ ), thanks to which the nitrogen cycle is closed without adverse effects on the environment.

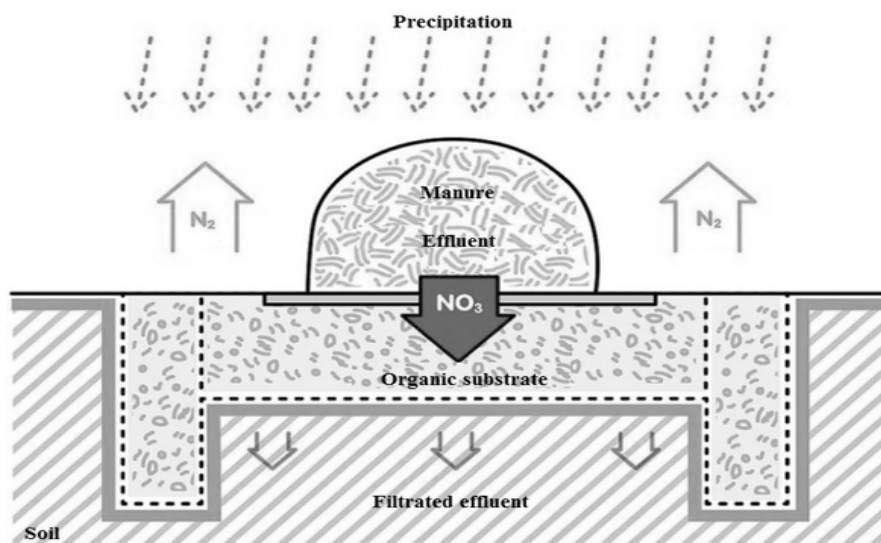


Fig. 1. Horizontal denitrification deposit for manure storage sites