

REFERENCES

1. Leiblein, J.H., Otte, J., Roland-Holst, D., Silbergeld, E. (2009). Industrial Food Animal Production and Global Health: exploring the Ecosystems and Economics of Avian Influenza. *EcoHealth*, 6, 8–70. Retrieved from http://www.globalenvironmentalhealth.com/uploads/2/1/8/2/21821416/food_animal_production_and_global_health_risks.pdf [in English].
2. MacLeod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. (2013). *Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [in English].
3. Pinchuk, V.O., Tertychna, O.V., Borodai, V.P. (2017). Perspektyvni napriamy ekolohichnykh doslidzhen u haluzi tvarynystva [Promising directions of ecological research in the field of animal husbandry]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 44–48 [in Ukrainian].
4. Tertychna, O., Bryhas, O., Svaliavchuk, L., Myroshnyk, N. (2017). Ekolohichna otsinka stanu atmosfer-noho povitria za umov riznykh tekhnolohii vyrobnystva produktii ptakhivnytstva [Environmental assessment of atmospheric air in the conditions of different technologies of poultry production]. *Science Rise: Biological Science*, 3 (6), 18–21 [in Ukrainian].
5. Melnyk, V.O. (2009). Ekolohichni problemy su-chasnoho ptakhivnytstva [Ecological problems of modern poultry farming]. *Ptakhivnytstvo — Poultry Farming*, 63, 3–15 [in Ukrainian].
6. Tertychna, O.V., Hermann, V.V., Marchenko, O.O., Yaschenko, S.V., Mineralov, O.I. (2009). Vykorystannia mikrobiolohichnykh pokaznykiv dlia otsinky gruntu, stichnoi vody ta vidkhodiv ptakhivnychoho kompleksu [The use of microbiological parameters for the assessment of soil, waste water and waste poultry complex]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia — Agricultural microbiology*, 9, 147–149 [in Ukrainian].
7. Tertychna, O.V., Svaliavchuk, L.I., Borodai, V.P., Stepanov, R.A. (2016). Enviromental aspects ectoparasites cenosis in broiler's poultry. Fundamental and applied research in biology and ecology '16: *2nd International scientific conference for students, graduate students and young scientists* (pp. 158–159) [in English].
8. Keivan, M.P. (2012). Ekolohichni indeksy dlia otsinky stanu bioriznomanittia komakh u zonakh roz-tashuvannia ptakhofabryk [Ecological indices for assessing the status of insect biodiversity in poultry location zones]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 86–89 [in Ukrainian].
9. Plokhynskyi, N.A. (1970). *Vyometryia [Biometrics]*. Moscow: Moskovskiyi hosudarstvennyi unyversyitet [in Russian].

УДК 62-665.9:615.3

ЗАЛИШКИ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ, АНТИГЕЛЬМІНТИКІВ ТА ГОРМОНІВ У ВІДХОДАХ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ СВИНЕЙ

І.М. Курбатова¹, О.В. Байєр², М.О. Захаренко¹

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України

² Державний НДІ з лабораторної діагностики і ветеринарно-санітарної експертизи

Встановлено, що відходи свинарського підприємства (рідкий гній та гнойові стоки) містять значну кількість неорганічних та органічних залишків, у т.ч. азотовмісних сполук, сульфаніламідних препаратів — сульфаметазин, сульфаніламід, сульфазуанідин, сульфамезазин і сульфаметоксазол, антибіотиків групи тетрацикліну — хлортетрациклін і докситетрациклін, антигельмінтиків — альбендазол та фенбендазол, а також гормонів — нандролон, болденон, станозолон, тренболон, рактопамін, стилбени та кортикостероїди, вміст яких залежить від виду відходів і змінюється у значних межах. Виявлені у відходах ксенобіотики можуть забруднювати природні водойми, розміщені в зоні діяльності тваринницьких підприємств.

Ключові слова: відходи, рідкий гній, гнойові стоки, сульфаніламідні препарати, антибіотики, антигельмінтики, гормони.

Екологічні проблеми територій, на яких розташовуються сучасні підприємства з

виробництва продукції тваринництва, зумовлено утворенням і накопиченням значних обсягів шкідливих газів, пилу та екс-

крементів тварин [1, 2], рівень яких часто перевищує конверсійну здатність ґрунту та призводить до їх надходження у природні водойми [3–5]. Основними відходами таких підприємств є продукти життєдіяльності тварин, що містять не тільки значну кількість забруднювачів органічного походження, але й залишки лікувальних та профілактичних засобів, стимулятори продуктивності тварин, які у разі потрапляння до природних водойм негативно впливають на гідробіоти [6–8].

Останнім часом екологічний тиск тваринницьких об'єктів на водні екосистеми значно посилюється [2, 9], що зумовлено надходженням у воду річок разом із стічними водами різних ксенобіотиків [8], гормонів та продуктів їх розпаду [3, 6, 7]. Серед указаних ксенобіотиків особливе занепокоєння викликають гормон 17 β -естрадіол та естрон і продукти їх перетворення [10, 11], а також синтетичні стероїди, що мають анаболічний ефект — 17-метилтестостерон, надролон, болденон, тренболон [5].

Ці гормони та їх похідні навіть у незначних кількостях впливають на фізіологічні функції риб [12], змінюють фракційний склад білків плазми крові [13], активність цілої низки ферментів [14], спричиняють різні ендокринні порушення та розлад статевих функцій [15].

Залишки гормонів, антибіотиків та різних фармацевтичних препаратів також виявляють у питній воді з джерел, розміщених у зоні діяльності тваринницьких об'єктів [16].

Не менш потужний вплив на гідробіоти здійснюють і антимікробні препарати, зокрема сульфаніламідні, антибіотики, а також антигельмінтики, які надходять у природні водойми із стічними водами [5, 9]. Незважаючи на те, що кормові антибіотики заборонено використовувати як стимулятори продуктивності тварин, значна кількість лікарських засобів, особливо групи тетрацикліну, фторхінолони, а також сульфаніламідні препарати, антигельмінтики та кокцидіостатики, застосовується у значних обсягах для профілактики і лікування шлунково-кишкових та інфекційних

хвороб худоби і птиці [17]. Високий рівень антибактеріальних препаратів, зокрема хлортетрацикліну та сульфадіазину, виявлено у гнійових стоках свинарських підприємств [18]. Слід зауважити, що розроблені біологічні методи очищення відходів свинарських підприємств не забезпечують видалення вказаних фармацевтичних засобів із гнійових стоків, що спричиняє їх надходження із стічними водами в природні водойми, розташовані в зоні діяльності таких об'єктів [17].

Мета роботи — дослідити хімічний склад та вміст антибактеріальних препаратів — антибіотиків і сульфаніламідів, а також антигельмінтиків та гормонів у рідкому гної та гнійових стоках свинарського підприємства.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження хімічного складу, ідентифікації та визначення вмісту фармацевтичних засобів у відходах, рідкому гної та гнійових стоках підприємства з виробництва свинини проводили в науковій лабораторії кафедри гігієни тварин і санітарії ім. професора А.К. Скороходька НУБіП України та в лабораторії рідинної хроматографії ДНДІ з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи. Середні зразки рідкого гною та гнійових стоків відбирали із резервуара — накопичувача системи гноєвидалення свинарського підприємства згідно з рекомендаціями [19]. Хімічний склад відходів тварин визначали загальноприйнятими методами [20]. Уміст залишків сульфаніламідних препаратів у відходах свиноферми контролювали за допомогою рідинного хроматографа з флуоресцентним детектором фірми «Varian» (США), який оснащували аналітичною колонкою Polaris C18, використовуючи програмне забезпечення Galaxie [21]. Загальну кількість антибіотиків та їх видовий склад у відходах тварин визначали відповідним методом [22], який передбачає використання рідинного хроматографа з подвійним мас-спектрометричним детектором фірми «Waters» (модель Alliance XE, США). Прилад оснащували аналітичною колонкою

SunFire C18, $50 \times 4,6 \times 5$ мкм, а обробку результатів досліджень здійснювали за допомогою програмного забезпечення Mass-Lyns.

Підготовку зразків рідкого гною і гнойових стоків для досліджень здійснювали у такому порядку: відбір середньої проби (близько 100 г), гомогенізація зразка з наступною екстракцією сульфаніламідних препаратів та антибіотиків 20%-ю трихлороцтовою (ТХО) кислотою на роторному змішувачі при 100 об./хв, центрифугування проб при температурі 4°C та відбір супернатанта. Потім до проб додавали 5 мл фосфатного буфера, перемішували і знову екстрагували вказані компоненти ацетонітрилом та ТХО кислотою з наступним центрифугуванням та відбором супернатанта.

Доочищення супернатанта здійснювали шляхом твердофазної екстракції: попередня обробка зразків за допомогою спеціальних картриджів OASIS HLB, їх елюювання 3 мл метанолу, висушування проб у потоці азоту і подальше розчинення в 500 мл 0,01% розчину мурашиної кислоти.

Отримані зразки кількісно переносили у віялку та використовували для ідентифікації і визначення протимікробних засобів. Перед цим хроматограф попередньо калібрували за допомогою стандартних розчинів досліджуваних препаратів. Масову частку вказаних препаратів у відходах тварин визначали методом зовнішнього стандарту, а їх ідентифікацію здійснювали за часом зберігання, наявністю відповідних іонів та співвідношенням їх інтенсивності.

Для визначення вмісту антигельмінтиків у рідкому гної та гнойових стоках використовували рідинний хроматограф з флуоресцентним детектором фірми «Varian», модель Pro Star (США), аналітичну колонку Microsorb C18 та програмне забезпечення Galaxy [23].

Підготовку проб для аналізу здійснювали у такій послідовності: гомогенізація зразків, екстракція антигельмінтиків — альбендазолу, фенбендазолу та левамізолу ацетонітрилом з подальшим розчиненням їх залишків диметилсульфоксидом. Одер-

жані у такий спосіб зразки наносили на колонку (Sun Fire C18, $50 \times 4,6 \times 5$ мкм) та здійснювали ідентифікацію і кількісне визначення антигельмінтиків. Масову частку вказаних лікарських засобів у відходах встановлювали за стандартними розчинами досліджуваних ксенобіотиків.

Уміст гормонів та гормональних сполук у відходах контролювали скринінговими методами, заснованими на принципах ІФА, використовуючи біоаналізатор фірми «Rendox» (Великобританія) та реактиви фірми «R-biopharm» (Німеччина) згідно з рекомендаціями [24]. Вказані методичні підходи дали можливість визначити не окремі сполуки, а саме речовини, що відносяться до групи β -агоністів, болденону, станозололу, стільбенів, кортикостероїдів, нандролону, зеранолу і рактопаміну.

Результати досліджень обробляли статистично [25] з використанням комп'ютерної техніки та спеціального програмного забезпечення Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Проведеними дослідженнями встановлено, що гнойові стоки, утворені внаслідок змішування екскрементів тварин різних вікових груп у процесі їх вирощування, відрізнялися за вмістом забруднень у своєму складі від рідкого гною. У гнойових стоках, порівняно із рідким гноем, було менше забруднювальних речовин — на 23,0%, загального та амонійного азоту — на 15,1 та 13,3% відповідно, органічних речовин — на 5,5 абсолютних відсотків; уміст сухих речовин у гнойових стоках виявився нижчим на 4,5%, золи — на 5,5, тоді як їх вологість була на 4,5% вищою (табл. 1). Вказані відмінності хімічного складу рідкого гною свиноферми від аналогічних показників гнойових стоків частково зумовлено процесами седиментації зважених часток забруднювальних компонентів унаслідок розширення рідкого гною у гноєсховищі на рідку та тверду фракції, або осад, а також бродильними процесами під час зберігання відходів [10, 11].

Як і слід було очікувати, відходи свинарського підприємства містили певні

Таблиця 1

Хімічний склад відходів свинарського підприємства, % ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Відходи	
	рідкий гній	гнойові стоки
Вологість, % СР**	93,09 ± 0,11	97,59 ± 0,29*
Суха речовина, % СР	6,92 ± 0,10	2,41 ± 0,30*
Органічна речовина, % СР	79,13 ± 3,16	73,58 ± 2,82*
Зола, % СР	20,87 ± 1,04	26,42 ± 1,12*
Азот загальний, г/л	1,32 ± 0,05	1,12 ± 0,04*
Азот амонійний, г/л	0,90 ± 0,05	0,78 ± 0,03*
Забруднювальні речовини, г/л	16,02 ± 0,49	12,34 ± 0,33*

Примітка (до табл. 1, 2): * – наведено достовірну різницю ($p \leq 0,05$) порівняно з показниками рідкого гною; ** СР – суха речовина.

залишки фармацевтичних засобів, які застосовували для профілактики шлунково-кишкових та інвазійних захворювань тварин, а також стимуляції їх продуктивності (табл. 2). У рідкому гної та гнойових сто-

ках було зафіксовано залишки сульфаніламідних препаратів, похідних сульфонамідів, зокрема сульфаметазин, сульфаніламід, сульфамеразин і сульфометоксазол, уміст яких змінювався в значних межах – від

Таблиця 2

Уміст антибактеріальних препаратів, антигельмінтиків та гормонів у відходах свинарського підприємства, мкг/кг ($M \pm m$; $n = 6-9$)

Препарат/Речовина	Відходи	
	рідкий гній	гнойові стоки
<i>Сульфаніламідні препарати</i>		
Сульфаметазин	626,18 ± 63,58	969,71 ± 25,32 *
Сульфаніламід	92,77 ± 3,01	167,55 ± 1,96*
Сульфагуанідин	55,52 ± 1,44	4,25 ± 0,95*
Сульфамеразин	4,55 ± 0,20	2,87 ± 0,70
Сульфадіазин	2,06 ± 0,28	6,60 ± 0,88*
Сульфаметаксазол	0,71 ± 0,05	0,16 ± 0,02*
<i>Антигельмінтики</i>		
Альбендазол	6873,40 ± 1346,20	1680,69 ± 179,23*
Фенбендазол	2284,83 ± 99,50	491,80 ± 73,88*
<i>Гормони</i>		
Нандролон	4064,22 ± 732,95	868,22 ± 184,23*
<i>Антибіотики</i>		
Хлортетрациклін	0,62 ± 0,05	0,62 ± 0,04
Хлорамфенікол	0,63 ± 0,08	0,54 ± 0,09
Докситетрациклін	0,63 ± 0,05	0,63 ± 0,05

0,16 до 969,7 мкг на 1 кг відходів. Поряд із тим у рідкому гної і гнойових стоках не виявлено залишків таких ксенобіотиків, як сульфатіазол, сульфадиметоксин і сульфаметоксипіридазин, що, ймовірно, як антибактеріальні засоби під час вирощування свиней не застосовувались.

Виявлені у відходах сульфаніламідні препарати відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями, зокрема за розчинністю у воді, що обумовило їх різну концентрацію у рідкому гної та гнойових стоках (табл. 2). Так, уміст сульфаметазину у гнойових стоках, порівняно з його рівнем у рідкому гної, виявився вищим у 1,5 раза, сульфаніламід у 1,8, сульфадіазину — у 3,2 раза. Натомість вміст сульфагуанідину в гнойових стоках був нижчим у 13,0 разів, сульфамеразину — у 1,6 і сульфаметаксозолу — у 4,4 раза порівняно з їх умістом у рідкому гної.

Найвищу кількість серед сульфаніламідних препаратів становили залишки сульфаметазину, вміст якого у гнойових стоках змінювався від 0,88 до 1,05 мг/кг відходів, а найнижчою була концентрація сульфометоксозолу — 0,1–0,21 мг/кг. Зважаючи на те що одна тварина за 1 добу виділяє в середньому 4,5 кг відходів, їх загальний обсяг на великих комплексах з виробництва свинини потужністю 12 тис. голів буде становити близько 20,0 тис. т/рік, які міститимуть 25,6–26,0 кг залишків сульфаніламідних препаратів. Значна кількість цих залишків потрапить із стічними водами у природні водойми, що негативно вплине на водні організми [10].

Рідкий гній та гнойові стоки містили значну кількість залишків антигельмінтиків — альбендазолу та фенбендазолу, які використовуються для профілактики гельмінтозів свиней (табл. 2). Так, уміст альбендазолу у рідкому гної перевищував аналогічний показник у гнойових стоках у 4,1 раза, фенбендазолу — у 4,6 раза.

У відходах свиноферми виявлено, хоч і у незначній кількості, групу антибактеріальних засобів, а саме, залишки антибіотиків групи тетрацикліну — хлортетрациклін і докситетрациклін, а також препарату

хлорамфеніколу, уміст яких змінювався у межах від 0,25 до 1,02 мкг/кг відходів (табл. 2). Однак різниці між умістом хлортетрацикліну в рідкому гної і гнойових стоках не встановлено.

У рідкому гної та гнойових стоках, незважаючи на застосування сучасних методик, таких фармацевтичних засобів, як тетрациклін і окситетрациклін із групи тетрациклінів, а також енрофлоксацин і норфлоксацин із групи фторхінолонів, не виявлено. Це підтверджує попередній висновок, що у відходах тваринницьких об'єктів виявляють тільки ті фармацевтичні засоби, які застосовуються у профілактиці та лікуванні хвороб тварин.

Відходи свинарського підприємства, як встановлено дослідженнями, містять значну кількість стимуляторів росту тварин, зокрема гормон нандролон та низку інших субстанцій (табл. 2). Так, уміст нандролону у рідкому гної виявився в 4,7 раза вищим порівняно із гнойовими стоками. Його рівень в рідкому гної змінювався від 1,9 до 7,2 мкг/кг, тоді як у рідких стоках — від 0,21 до 1,42 мкг/кг. Крім нандролону, у рідкому гної і гнойових стоках виявлено залишки гормона болденон, уміст якого підвищувався від 0,9 до 50,0 мкг/кг і більше, станозолону — від 1,1 до 4,2 (від 0,7 до 0,3 — у гнойових стоках), тренболону — від 0,1 до 0,3, рактонамину — від 0,2 до 0,6 (від 0,1 до 0,2 мкг/кг у гнойових стоках). Уміст стилібенів змінювався від 0,7 до 0,9 мкг/кг — у рідкому гної і від 0,1 до 0,3 мкг/кг — у гнойових стоках, а кортикостероїдів з 1,0 до 0,7 мкг/кг та від 0,1 до 0,2 мкг/кг відходів відповідно.

Гормон зеранол, а також кокцидіостатики — монензин, наразин, саліноміцин і нігерицин — у рідкому гної і гнойових стоках не виявлено.

ВИСНОВКИ

Дослідженнями встановлено, що рідкий гній і гнойові стоки свинарського підприємства містять значну кількість забруднювальних речовин органічного і мінерального походження, залишки антибактеріальних засобів, у т.ч. низку сульфаніламідних

препаратів, похідних сульфоаміду, антибіотики групи тетрацикліну, а також антигельмінтики — альбендазол і фенбендазол, стимулятор продуктивності тварин — нандролон, гормони — болденон, станозолон, тренболон, рактопамін, стилбени та кортикостероїди, що є залишками лікуваль-

но-профілактичних засобів. Перспективою для подальших експериментів можуть бути дослідження вмісту основних кон'югатів, що утворюються під час розщеплення антибактеріальних препаратів, антигельмінтиків та гормонів у процесі зберігання та обробки відходів свинарських підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яремчук О.С. Екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти моніторингу тваринницьких підприємств / О.С. Яремчук, М.О. Захаренко, І.М. Курбатова // Збірник наукових праць Вінницького НАУ. — 2010. — Вип. 45. — Т. 5. — 152–154.
2. Екологічний моніторинг довкілля при виробництві птахівничої продукції / В.В. Герман, О.В. Тертична, С.В. Ященко, О.І. Мінералов // Науковий вісник Львівського нац. у-ту вет. медицини і біотехнології ім. С.Г. Гжицького. — 2008. — Т. 10, № 4 (39). — С. 49–54.
3. Sexhormones originating from different livestock production systems: Fate and potential disrupting activity in the environment / I.G. Lange, A. Daxenberger, B. Schiffer et al. // Anal. Chem. — 2002. — Vol. 473. — P. 27–37.
4. Gulkowska A. Removal of antibiotics from wastewater by sewage treatment facilities in Hong Kong and Sheurhen, China / A. Gulkowska, H.W. Leung, N. Yamashita // Water research. — 2008. — Vol. 42. — No. 1–2. — P. 395–403.
5. Іванова О.В. Санітарно-гігієнічна оцінка стоків свинарських підприємств / О.В. Іванова, М.О. Захаренко // Ветеринарна біотехнологія. — 2010. — № 18. — С. 77–81.
6. Quantitation of estrogens in ground water and swine lagoon samples using solid-phase extraction, pentafluorobenzyl/trimethylsilyl derivatizations and gas chromatography-negative ion chemical ionization tandem mass spectrometry / D.D. Fine, G.P. Breidenbach, T.L. Price, S.R. Hatchines // Chromatography. — 2003. — Vol. 1017 (1–2). — P. 167–185.
7. Occurrence of estrogenic compounds in and removal by a swine farm waste treatment plant / T. Furuchi, K. Kannan, K. Suzuki, et al. // Environmental Science of Technology. — 2006. — Vol. 40. — No. 24. — P. 7896–7902.
8. Курбатова І.М. Якість води водойм рибогосподарського призначення та її вплив на розвиток ікри коропа (*Cyprinus carpio* L.) / І.М. Курбатова, В.В. Цедик // Збірник наукових праць Волинського національного університету ім. Л. Українки. — 2012. — № 9. — С. 224–228.
9. Іванова О.В. Гігієнічні показники стоків свинарських підприємств за біологічних способів очистки / О.В. Іванова, М.О. Захаренко // Науковий вісник Львівського нац. у-ту вет. медицини і біотехнології ім. С.Г. Гжицького. — 2013. — № 3 (57). — С. 335–341.
10. Suzuki K. Occurrence of estrogenic compounds and removal by a swine farm waste treatment plant *Ta-kuma furichi* / K. Suzuki, S. Taucka, I. Giesy // Environmental Science of Technology. — 2006. — Vol. 40, No. 24. — P. 7896–7902.
11. Seasonal and special distribution of several endocrine-disrupting in the Douro river Estuary, Portugal / C. Riberio, M. Tiritan, E. Rocha, M. Rocha // Environmental Contamination Toxicology. — 2009. — No. 56. — P. 1–11.
12. Observation on the estrogenic activity and concentration of 17-befastradiol in the discharges of 12 waste water treatment plants in southern Australia / C. Mispagel, G. Allinson, M. Allinson et al. // Arch. Environmental Contamination Toxicology. — 2009. — Vol. 56. — No. 4. — P. 631–637.
13. Курбатова І.М. Фракційний склад білків крові коропа за дії нандролону та альбендазолу / І.М. Курбатова, М.О. Захаренко // Біологія тварин. — 2016. — Т. 18. — № 2. — С. 51–58.
14. Курбатова И.Н. Активность ферментов переаминования и некоторые биохимические показатели крови карпа (*Cyprinus carpio* L.) под воздействием комплекса ксенобиотиков / И.Н. Курбатова // Известие Калининградского госуниверситета. — 2014. — № 33. — С. 11–15.
15. Harries I.E. A survey of estrogenic activity in United Kingdom inland waters / I.E. Harries // Environmental chemistry. — 1996. — Vol. 15. — P. 1993–2002.
16. Donn J. Drugs found in drinking water / J. Donn, M. Mendoza, I. Pritchard // Environmental Toxicology and Chemistry. — 2003. — Vol. 39. — No 3. — P. 123–136.
17. Довідник ветеринарних препаратів / В.М. Горжеєв, І.Я. Коцюмбас, Ю.М. Косенко та ін. — Львів: Афіша, 2013. — 1594 с.
18. Harms K. Determination and occurrence of antibiotics and their metabolites in pig manure in Bavaria / K. Harms, J. Bauer // Antimicrobial resistance in the environmental. — 2011. — No. 12. — P. 293–307.
19. Терещук А.И. Исследования и переработка осадков сточных вод / А.И. Терещук. — Львов: Выща школа, 1988. — 148 с.
20. Лурье Ю.М. Химический состав производственных сточных вод / Ю.М. Лурье, А.М. Рыбникова. — М.: Химия, 1974. — 336 с.
21. Лабораторна ветеринарна токсикологія / В.І. Левченко, А.В. Розумнюк, Ю.М. Новожицька та ін.

- Біла Церква: Білоцерківська книжкова ф-ка, 2012. — 216 с.
22. Визначення антибіотиків у продукції тваринного походження за допомогою рідинного хроматомаспектрометра: Методичні вказівки / Ю.М. Новожицька, О.В. Іванова, О.М. Ступак та ін. — К.: ПП «Салон-Софт», 2014. — 12 с.
 23. Абрамов А.В. Визначення альбендазолу в необроблених харчових продуктах тваринного походження методом рідинної хроматографії:

Методичні вказівки / А.В. Абрамов. — К., 2008. — 16 с.

24. Методичні вказівки по визначенню ксенбутерола за допомогою тест-системи «Ридаскрин»: Методичні вказівки / І.Я. Кошомбас, Д.В. Янович, Ю.М. Косенко, А.О. Костюк. — К., 2002. — 4 с.
25. Кокушин В.А. Статистическая обработка данных при малом числе опытов / В.А. Кокушин // Украинский биохимический журнал. — 1975. — Вып. 47, № 6. — С. 776–790.

REFERENCES

1. Yaremchuk, O.S., Zakharenko, M.O., Kurbatova, I.M. (2010). Ekolohichni ta sanitarno-hihiienichni aspekty monitorynhu tvarynnytskykh pidpryemstv [Environmental and hygienic aspects of monitoring livestock enterprises]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnitskoho NAU — Collected Works of Vinnitsa NAU*, 45, 5, 152–154 [in Ukrainian].
2. Herman, V.V., Tertychna, O.V., Yashchenko, S.V., Mineralov, O.I. (2008). Ekolohichni monitorynh dovkillia pry vyrobnytstvi ptakhivnychoi produktsii [Environmental monitoring of the environment in the production of poultry products]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho nats. u-tu vet. medytsyny i biotekhnolohii im. S.H. Gzhytskoho — Scientific Journal Lth. in-one vet. medicine and biotechnology by S.G. Gzhytskoho*, 10, 4 (39), 49–54 [in Ukrainian].
3. Lange, I.G., Daxenberger, A., Schiffer, B. et al. (2002). Sexhormones originating from different livestock production systems: Fate and potential disrupting activity in the environment. *Anal. Chem.*, 473, 27–37 [in English].
4. Gulkowska, A., Leung, H.W., Yamashita, N. (2008). Removal of antibiotics from wastewater by sewage treatment facilities in Hong Kong and Sheurhen, China. *Water research*, 42, 1–2, 395–403 [in English].
5. Ivanova, O.V., Zakharenko, M.O. (2010). Sanitarno-hihiienichna otsinka stokiv svynarskykh pidpryemstv [Sanitary-hygienic evaluation of wastewater pig enterprises]. *Veterynarna biotekhnolohiia — Veterinary biotechnology*, 18, 77–81 [in Ukrainian].
6. Fine, D.D., Breidenbach, G.P., Price, T.L., Hatchines, S.R. (2003). Quantitation of estrogens in ground water and swine lagoon samples using solid-phase extraction, pentafluorobenzyltrimethylsilyl derivatizations and gas chromatography-negative ion chemical ionization tandem mass spectrometry. *Chromatography*, 1017, 1–2, 167–185 [in English].
7. Xianjin Tang, Naveedullah, Muhammad Zaffar Hashmi, Hu Zhang, Mingrong Qia, Chunna Yu, Chaofeng Shen, Zhihui Qin, Ronglang Huang, Jiani Qiao, Yingxu Chen (2013). A Preliminary Study on the Occurrence and Dissipation of Estrogen in Livestock Wastewater. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 90, 391–396 [in English].
8. Kurbatova, I.M., Tsydyk, V.V. (2012). Yakist vody vodoim rybohospodarskoho pryznachennia ta yii vplyv na rozvytok ikry koropa (*Cyprinus carpio* L.) [Quality of fishery water designation and its impact on the eggs of carp (*Cyprinus carpio* L.)]. *Zbirnyk naukovykh prats Volynskoho natsionalnoho universytetu im. L. Ukrainky — Proceedings of Volyn National University*, 9, 224–228 [in Ukrainian].
9. Ivanova, O.V., Zakharenko, M.O. (2013). Hihiienichni pokaznyky stokiv svynarskykh pidpryemstv za biolohichnykh sposobiv ochystky [Sanitary sewage indicators pig enterprises by biological treatment methods]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho nats. u-tu vet. medytsyny i biotekhnolohii im. S.H. Gzhytskoho — Scientific Journal Lth. in-one vet. medicine and biotechnology by S.G. Gzhytskoho*, 3 (57), 335–341 [in Ukrainian].
10. Suzuki, K., Taucka, S., Giesy, I. (2006). Occurrence of estrogenic compounds and removal by a swine farm waste treatment plant Takuma furichi. *Environmental Science of Technology*, 40, 24, 7896–7902 [in English].
11. Riberio, C. Tiritan, M., Rocha, E., Rocha, M. (2009). Seasonal and special distribution of several endocrine-disrupting in the Douro river Estuary, Portugal. *Environmental Contamination Toxicology*, 56, 1–11 [in English].
12. Mispagel, C., Allinson, G., Allinson, M. et al (2009). Observation on the estrogenic activity and concentration of 17-befaastradiol in the discharges of 12 waste water treatment plants in southern Australia. *Arch. Environmental Contamination Toxicology*, 56, 4, 631–637 [in English].
13. Kurbatova, I.M., Zakharenko, M.O. (2016). Fraktsiyni sklad bilkv krovi koropa za dii nandrolonu ta albenfazolu [Fractional composition of blood proteins carp for the actions of nandrolone and albenfazole]. *Biolohiia tvaryn — Animal Biology*, 18, 2, 51–58 [in Ukrainian].
14. Kurbatova, I.N. (2014). Aktivnost fermentov pereaminirovaniya i nekotoryye biokhimicheskiye pokazateli krovi karpa (*Cyprinus carpio* L.) pod vozdeystviem kompleksa ksenobiotikov [The activity of transamination enzymes and some biochemical indicators of blood carp (*Cyprinus carpio* L.) under the influence of a complex of xenobiotics]. *Izvestiye Kaliningradskogo gosuniversiteta — Proceedings of the Kaliningrad State University*, 33, 11–15 [in Russian].
15. Harries, I.E. (1996). A survey of estrogenic activity in United Kingdom inland waters. *Environmental chemistry*, 15, 1993–2002 [in English].

16. Donn, J., Mendoza, M., Pritchard, I. (2003). Drugs found in drinking water. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39, 3, 123–136 [in English].
17. Gorzhayev, V.M., Kocymbas, I.Ya., Kosenko, Yu.M., Chortkivs'ka, I., Zaruma, L.Ye. (2013). *Dovidny'k veterynarny'x preparativ [Handbook of Veterinary Drugs]*. Lviv: Vy'davny'cztvo «Afisha» [in Ukrainian].
18. Harms, K., Bauer J. (2011). Determination and occurrence of antibiotics and their metabolites in pig manure in Bavaria. *Antimicrobial resistance in the environmental*. 12, 293–307 [in English].
19. Tereshchuk, A.I. (1988). *Issledovaniya i pererabotka osadkov stochnykh vod [Research and processing of sewage sludge]*. Lvov: Vyshcha shkola. Izd-vo pri Lvovskom Gosuniversitete Publ. [in Russian].
20. Lurye, Yu.M., Rybnikova, A.M. (1974). *Khimicheskii sostav proizvodstvennykh stochnykh vod [Chemical composition of industrial wastewater]*. Moscow: Khimiya Publ. [in Russian].
21. Levchenko, V.I., Rozumniuk, A.V., Novozhytska, Yu.M. (2012). *Laboratorna veterynarna toksykologhiia [Veterinary Toxicology Laboratory]*. Bila Tserkva: Bilotserkivska knyzhkova f-ka Publ. [in Ukrainian].
22. Novozhytska, Yu.M., Ivanova, O.V., Stupak, O.M. (2014). *Vyznachennia antybiotykyv u produktii tvarynnoho pokhodzhennia za dopomohoiu ridynnoho khromatomas-spektrometra: Metodychni vkazivky [Determination of antibiotics in animal products using liquid chromatography-mass spectrometry: Guidelines]*. Kyiv: PP «Salon-Soft» Publ. [in Ukrainian].
23. Abramov, A.V. (2008). *Vyznachennia albendazolu v neobroblyenykh kharchovykh produktakh tvarynnoho pokhodzhennia metodom ridynnoi khromatohrafii. Metodychni vkazivky [Determination of albendazole in raw foods of animal origin by liquid chromatography. Guidelines]*. Kyiv [in Ukrainian].
24. Kotsiumbas, I.Ya., Yanovych, D.V., Kosenko, Yu.M., Kostyuk, A.O. (2002). *Metodychni vkazivky po vyznachenniui ksenbuterola za dopomohoiu test-systemy «Rydaskryn» [Guidelines to determine of ksenbuterol using the test system «Rydaskryn»]*. Kyiv [in Ukrainian].
25. Kokunin, V.A. (1975). *Statisticheskaya obrabotka dannykh pri malom chisle opytov [Statistical data processing with a small number of experiments]*. *Ukrainskiy biokhimicheskii zhurnal – Ukrainian Biochemical Journal*. 47, 6, 776–790 [in Russian].

УДК 58.073

БІОІНДИКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ ЗА ВПЛИВУ ГОСПОДАРСТВ З ВИРОБНИЦТВА СВИНИНИ

К.В. Кукурудзяк, О.П. Бригас

Інститут агроекології і природокористування НААН

Досліджено сезонну динаміку екологічного стану ґрунту за впливу господарств з виробництва свинини різної потужності за допомогою біоіндикації. Встановлено, що такі господарства істотно підвищують загальну токсичність ґрунту та погіршують зворотний вплив токсичних речовин ґрунту. Відзначено взаємозв'язок між потужністю господарства та екологічним станом ґрунту прилеглих територій. Виявлено, що для екологічного стану ґрунту довкола таких господарств властивою є сезонна динаміка. Зроблено висновок щодо необхідності удосконалення технологій обробки відходів цих господарств, особливо у теплий період року.

Ключові слова: біоіндикація, ґрунт, господарства з виробництва свинини, сезонна динаміка.

Господарства з виробництва свинини — джерело різноманітних шкідливих хімічних речовин та патогенних мікроорганізмів, які спричиняють забруднення навколишнього природного середовища. Ґрунт є кінцевим накопичувачем майже

всіх шкідливих речовин. Тому систематичний аналіз екологічного стану ґрунту є вкрай необхідним під час екологічного моніторингу довкілля [1].

Біоіндикаційні методи надають змогу якісно здійснювати екологічний моніторинг довкілля, зокрема: біоіндикатори реагують на короточасні, залпові викиди

© К.В. Кукурудзяк, О.П. Бригас, 2017