

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МОДЕЛЬНИХ ПТАХОПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

М.І. Волошин, О.В. Тертична, Л.І. Свалявчук

Інститут агроекології і природокористування НААН

За результатами випадкового безповторного відбору даних публічної інформації про чисельність птахопоголів'я на птахопідприємствах України виявляли модельні об'єкти (область, птахопідприємства) для екологічних досліджень. У вибіркову сукупність увійшла майже половина всіх птахопідприємств України, що розцінювалось як гарантія репрезентативності вибірки. Аналізували два показники — кількість птахопідприємств в області і чисельність птахопоголів'я на птахопідприємстві. Значення цих показників розглянуто як значення випадкових величин з обчисленням статистичних характеристик і з'ясуванням виду розподілу. Модельними визнано об'єкти за результатами порівняння їх показників з середньостатистичними.

Ключові слова: промислове птахівництво, модельний об'єкт, випадкова величина, репрезентативність, статистичні характеристики, вид розподілу, однорідність сукупності, алгоритм відбору.

В Україні промислове птахівництво є важливим сегментом сучасного тваринництва. За останні 20 років відзначається його стійкий динамічний розвиток. Поряд з тим господарська діяльність птахопідприємств спричиняє виникнення техногенних загроз, що неминуче призводить до багатьох екологічних проблем у зонах виробництва птахопродукції. Нині сектор птахівництва розвинувся до масштабів високої концентрації поголів'я з ризиком для забезпечення норм утримання тварин та здоров'я людини [1].

У дослідженнях вітчизняних та закордонних учених розглянуто питання щодо впливу птахівництва на екологічний стан довкілля та негативні антропогенні наслідки ведення птахівництва в Україні [2, 3].

Особливої актуальності набувають проблеми забруднення атмосферного повітря викидами шкідливих газів та пилу [4]. Обсяги вентиляційних викидів улітку з одного типового пташника для утримання курей несучок або вирощування бройлерів становить 200–500 тис. м³/год забрудненого повітря. В кожному їх кубометрі міс-

титься 3–20 мг аміаку, 1–3 мг сірководню, 0,10–0,30% вуглекислого газу, 3–5 мг пилу, 70–900 тис. КУО [5].

Утворення значних обсягів відходів, побічної продукції та стічних вод у процесі виробництва птахопродукції спричиняє забруднення ґрунту, трансформацію фітоценозу, морфометричних показників та репродуктивної здатності рослин, розповсюдження ектопаразитів та шкідників [6, 7].

Результати досліджень свідчать про зменшення показників біорізноманіття ентомокомплексів у зонах птахопідприємств, що в майбутньому може призвести до швидкої деградації прилеглих екосистем [8]. Однак наразі ці дані доволі проблематично поширювати на інші птахопідприємства за відсутності відомостей щодо типовості обраних для дослідження об'єктів.

Метою наших досліджень було обрати модельні об'єкти для дослідження екологічних проблем у зоні впливу виробництва птахопродукції на стан навколишнього природного середовища.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідженнях використовували публічну інформацію про кількість птахопо-

Таблиця 1

Загальна характеристика птахопідприємств України в розрізі адміністративних областей

Область	Кількість підприємств, од.	Чисельність поголів'я, млн голів
Київська	10	14,568
Вінницька	6	14,553
Черкаська	7	18,180
Дніпропетровська	11	10,324
Хмельницька	4	1,331
Волинська	3	1,803
Херсонська	4	1,331
Запорізька	12	3,171
Харківська	8	2,074
Львівська	17	1,74
Разом	82	69,075

голів'я на птахопідприємствах України. До статистичної вибіркової сукупності, сформованої методом випадкового безповторного відбору, ввійшли дані про 82 птахопідприємства, що розміщені в 10 адміністративних областях України. Вони становлять майже половину всієї сукупності птахопідприємств в Україні, що гарантує репрезентативність вибірки.

За цими первинними результатами (які можна розглянути як дані пасивного експерименту) була сформована загальна характеристика птахопідприємств України (табл. 1).

Значення кожного показника розглядали як випадкову величину вибіркової статистичної сукупності. Методами математичної статистики з'ясували вид її розподілу. Для цього визначали статистичні характеристики розподілу: середнє арифметичне, стандартне відхилення, дисперсію, коефіцієнт варіації, показник асиметрії та показник ексцесу. За цими даними з'ясували параметри модельних областей і птахопідприємств та обирали для наступних досліджень ті, що мали параметри, близькі до модельних. Так, спо-

чатку виявляли модельну область, а потім — модельне (середньостатистичне) та найбільше птахопідприємства.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оскільки антропогенне навантаження в адміністративній області внаслідок діяльності птахопідприємств можна оцінювати за двома показниками — за кількістю підприємств і за чисельністю птахопоголов'я, — то доцільно з'ясувати питання, якому із цих показників віддавати перевагу в наступних дослідженнях, або ж враховувати обидва ці показники. Для цього достатньо перевірити ці показники на мультиколінеарність — на наявність і тисноту кореляційного зв'язку між ними (рис. 1).

За цими даними можна зробити висновок, що між чисельністю птахопоголов'я в області і кількістю птахопідприємств фактично немає зв'язку — міра кореляційного зв'язку між вказаними показниками є незначною ($R^2 = 0,0008$). Тому на наступному етапі дослідження необхідно враховувати обидва ці показники. Тут слід взяти до уваги, що перший показник — кількість птахопідприємств — є мірою щільності антропогенного навантаження на територію області, а другий — концентрації антропогенного навантаження в одній точці. Це дає підстави вважати, що на першому етапі доцільно виявити мо-

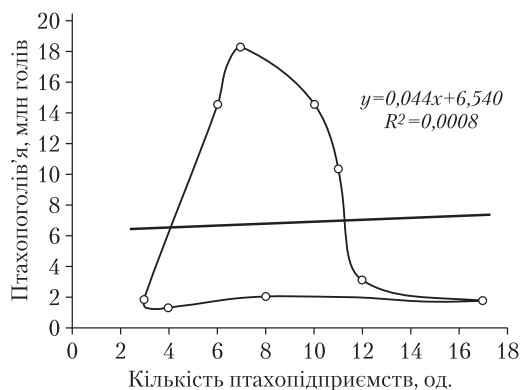


Рис. 1. Кореляційне поле залежності чисельності птахопоголов'я в області від кількості птахопідприємств

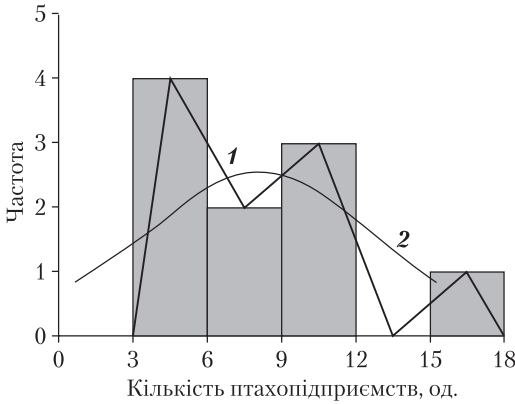


Рис. 2. Гістограма, полігон і теоретична крива розподілу кількості птахопідприємств в області: 1 — експериментальні дані; 2 — теоретична крива розподілу; середнє арифметичне $M=8,1$ од., стандартне відхилення $\sigma=4,7$ од., коефіцієнт варіації $v=58,02\%$

дельні області, а потім у цих областях — модельні птахопідприємства.

За результатами досліджень розглянуто вибіркові сукупності кількості птахопідприємств (рис. 2) і чисельності птахопоголов'я (рис. 3) з обчисленням статистичних характеристик і з'ясуванням виду розподілу сукупностей цих величин.

За зовнішнім виглядом розподілу кількості птахопідприємств (рис. 2) можна при-

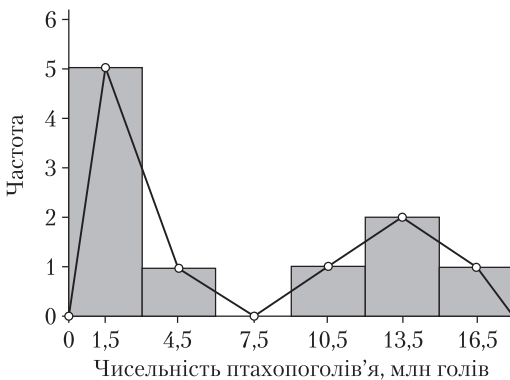


Рис. 3. Гістограма і полігон розподілу чисельності птахопоголов'я в адміністративній області України: середнє арифметичне $M=6,6$ млн голів, стандартне відхилення $\sigma=5,8$ млн голів, коефіцієнт варіації $v=87,88\%$

пустити, що це може бути розподіл рівної ймовірності, нормальний або логарифмічно нормальний розподіл. Зокрема з'ясовано, що за відомим критерієм Колмогорова цей розподіл з надійністю не нижче ніж 0,95 може бути апроксимовано нормальним (Гаусовим) розподілом (теоретична крива, рис. 2). І якщо б йшлося про визначення модельних областей лише за одним єдиним показником (наразі за кількістю птахопідприємств), то модельними областями слід було б вважати ті, середні арифметичні значення яких є близькими до інтервалу $M \pm m$, де m — середня похибка середнього арифметичного. Тобто, $m = \pm \sigma \sqrt{n}$, де n — число спостережень ($n = 10$). Після відповідних обчислень ($m \approx 1,49$) з'ясуємо, що в інтервалі $M \pm m$, (тобто $8,1 \pm 1,49$) налічується лише дві області — Київська і Харківська. Однак для наступного аналізу, з урахування чисельності птахопоголов'я, доцільно залишити більшу кількість областей, зокрема тих, що за показником кількості підприємств розміщуються в інтервалі $M \pm \sigma$, в якому, як відомо [9], за нормального розподілу налічується 0,683 одиниці досліджуваної сукупності. Зважаючи на це можна стверджувати, що модельні області доведеться обирати серед тих, що потрапляють в інтервал $8,1 \pm 1,49$. До них належать — Київська, Вінницька, Черкаська, Дніпропетровська, Хмельницька, Херсонська, Запорізька, Харківська і Львівська області, котрі становлять 0,9 від числа одиниць досліджуваної сукупності областей.

Далі з'ясуємо особливості статистичного розподілу другого показника — чисельності птахопоголов'я в області (рис. 3).

Отже, дані гістограми свідчать про неоднорідність областей за показником чисельності птахопоголов'я — розподіл цього показника має дві чітко виражені вершини: перша — в інтервалі 0–3 млн голів, друга — в інтервалі 12–15 млн голів. Це дає підстави вважати, що за чисельністю птахопоголов'я адміністративні області України можна поділити на дві групи: перша — з чисельністю птахопоголов'я до 7,5 млн голів, і друга — понад 7,5 млн голів, відпо-

відно виявляти дві модельні області. Поряд із тим, якщо взяти до уваги, що перша група областей є чисельнішою (6 областей) порівняно з другою (4 області), і модельні птахопідприємства визначатимуться за середнім арифметичним значенням птахопоголов'я на підприємстві, то можна обмежитись аналізом чисельності птахопоголов'я птахопідприємств першої групи або ж чисельності птахопоголов'я всієї вибірки (82 птахопідприємства), за винятком тих, що спричиняють істотну неоднорідність. Для цього доволі виявити області, птахопідприємства яких створюють істотну неоднорідність розподілу, і за відомими правилами вилучити їх з аналізу. Для цього слід проаналізувати статистичні характеристики розподілу чисельності птахопоголов'я всієї вибірки з 82 птахопідприємств (табл. 2).

Результати обчислень статистичних характеристик є такими: середнє арифметичне $M = 1,97$ млн гол; стандартне відхилення $\sigma = 2,01$ млн гол; коефіцієнт варіації $v = 8,12\%$; показник асиметрії $A = 4,88$; показник ексцесу $E = 23,96$.

За цими даними і значеннями статистичних характеристик розподілу чисельності птахопоголов'я на птахопідприємствах України можна зробити висновок про істотне відхилення цього розподілу від нормального і, відповідно, про значну неоднорідність птахопідприємств за цим показником [9]. Про це свідчать такі дані: коефіцієнт варіації – майже 100% і високий за значенням показник асиметрії та показник ексцесу. В цьому легко переконатись порівнявши абсолютні значення цих показників з їх основними похибками. Так, основна похибка показника асиметрії становить $m = 0,275$, а показника ексцесу $m = 0,55$. До

того ж відношення показника асиметрії до його основної похибки становить $17,74 \geq 3$, аналогічним є відношення для показника ексцесу – $43,56 \geq 3$. Тобто перше відношення більш ніж у 5 разів перевищує норму [9], а друге – більш ніж у 10 разів. Зауважимо, що із 82 птахопідприємств більшість належить до перших трьох інтервалів розподілу (табл. 2), і лише два виходять за визначені межі. Тому з'ясовуємо надійність підстав вважати дані щодо цих підприємств артефактами (такими, що істотно вирізняються і не належать до досліджуваної сукупності) за відомим виразом [9]:

$$T = (V - M) / \sigma \geq T_{ct},$$

де: T – критерій артефактів; V – значення показника, що істотно вирізняється; M, σ – середнє арифметичне і стандартне відхилення досліджуваної сукупності; T_{ct} – стандартне (табличне) значення критерію.

Наразі: число дат – 5, $M = 1,97$, $\sigma = 2,01$. Тоді для підприємств з чисельністю поголів'я понад 9 млн голів, починаючи з інтервалу 9–12 млн голів, значення критерію становитиме:

$$T = (9 - 1,97) / 2,01 = 3,48.$$

При числі дат 5 значення $T_{ct} = 2,2$, тобто $T > T_{ct}$ ($3,48 > 2,2$).

А це означає, що птахопідприємства з чисельністю поголів'я понад 9 млн голів наразі можна вважати артефактами. Вони були зафіксовані в Черкаській і Вінницькій областях і, як наслідок, в областях, що за кількістю птахопідприємств відносились до інтервалу $M \pm \sigma$, тому вилучаємо дві області – Вінницьку та Черкаську.

Для подальшого аналізу залишились Запорізька, Київська, Дніпропетровська,

Таблиця 2

Варіаційний ряд статистичного розподілу чисельності поголів'я птахопідприємств України

№ інтервалу	1	2	3	4	5	Σ
Інтервал, млн голів	0–3	3–6	6–9	9–12	12–15	–
Середина інтервалу, млн голів	1,5	4,5	7,5	10,5	13,5	–
Частота	76	3	1	0	2	82

Вихідні дані для визначення модельних областей

Область	Середнє арифметичне значення чисельності птахопоголів'я на підприємстві, млн голів
Київська	1,8
Дніпропетровська	0,9
Хмельницька	0,3
Херсонська	0,3
Харківська	0,3
Львівська	0,1
Запорізька	0,3
Загалом, Україна	1,68

Хмельницька, Херсонська, Харківська і Львівська області. Серед них обираємо область, в котрих середнє арифметичне значення птахопоголів'я на птахопідприємстві наближається до цього показника в Україні, яке з урахуванням вилучення артефактів становитиме не 1,97 млн голів (табл. 2), а $1,68 \pm 0,1$, що враховано в табл. 3.

За цими даними середнє арифметичне значення чисельності птахопоголів'я на птахопідприємстві в Київській обл. (1,8 млн голів) найближається до аналогічного показника в Україні (1,68 млн голів), і

за цим показником Київську обл. слід вважати репрезентативною в Україні.

Отже, Київська обл. є модельною для досліджень, оскільки вона виявилась репрезентативною як за середнім арифметичним значенням чисельності птахопоголів'я на птахопідприємстві, так і за середнім арифметичним значенням кількості птахопідприємств.

Для виявлення модельних птахопідприємств скористаємось первинними даними щодо Київської обл. (табл. 4) за умови, що середнє арифметичне значення чисельності птахопоголів'я на птахопідприємстві в Україні становить 1,68 млн голів.

За порівняння даних (табл. 3 і 4) з'ясуємо, що перші два птахопідприємства області мають найближчі значення чисельності птахопоголів'я до середнього арифметичного значення цього показника в Україні (1,68 млн голів), а саме: ЗАТ «Агрофірма Березанська птахофабрика» – 1,323 млн голів та ВАТ «Птахофабрика Київська» – 1,137 млн голів. Найбільшу ж (7,440 млн голів) чисельність птахопоголів'я в області має птахопідприємство ТОВ «Комплекс Агротарс» (табл. 5).

ВИСНОВКИ

Для екологічних досліджень впливу промислового птахівництва на стан навколишнього природного середовища модельними слід вважати такі птахопідприємства: ЗАТ «Агрофірма Березанська птахофабрика»,

Таблиця 4

Чисельність птахопоголів'я на птахопідприємствах Київської області

№ птахопідприємства	Чисельність птахопоголів'я, млн голів
1	1,323
2	1,137
3	3,787
4	0,246
5	0,131
6	0,044
7	0,280
8	7,440
9	0,060
10	0,120

Алгоритм вибору модельних об'єктів дослідження

№ пор.	Об'єкти	Критерій	Результат вибору
1.	Птахопідприємства України	Безповторний випадковий відбір	82 підприємства, що розташовані в 10 областях України
2.	Області	Належність до інтервалу $M \pm \sigma$ за умови нормального розподілу відповідно до кількості птахопідприємств	9 областей
3.	Області	Вилучення об'єктів з чисельністю птахопоголів'я, котре можна вважати артефактами	7 областей
4.	Області	Середнє арифметичне значення птахопоголів'я на підприємстві порівняно з цим показником для всієї безповторної вибірки	Київська обл.
5.	Птахопідприємства Київської обл.	Середньостатистичне для Київської обл.	ЗАТ «Агрофірма Березанська птахофабрика», ВАТ «Птахофабрика Київська»
		Найбільше підприємство	ТОВ «Комплекс Агромарс»

ВАТ «Птахофабрика Київська», ТОВ «Комплекс Агромарс». Результати екологічного оцінювання в дослідженнях вітчизня-

них учених [3, 4, 6–8] є репрезентативними, оскільки їх отримано на птахопідприємствах, котрі можна вважати модельними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Industrial Food Animal Production and Global Health: exploring the Ecosystems and Economics if Avian Influenza [Електронний ресурс] / J.H. Leiblein, J. Otte, D. Roland-Holst [et al.] // EcoHealth. – 2009. – Vol. 6. – P. 58–70. – Режим доступу: http://www.globaleenvironmentalhealth.com/uploads/2/1/8/2/21821416/food_animal_production_and_global_health_risks.pdf
2. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment / M. MacLeod, P. Gerber, A. Mottet et al. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. – 172 p.
3. Пінчук В.О. Перспективні напрями екологічних досліджень у галузі тваринництва / О.В. Тертична, В.П. Бородай // Агроекологічний журнал. – 2017. – № 2. – С. 44–48.
4. Екологічна оцінка стану атмосферного повітря за умов різних технологій виробництва продукції птахівництва / О. Тертична, О. Бригас, Л. Свальячук [та ін.] // Science Rise: Biological Science. – 2017. – No. 3 (6). – P. 18–21.
5. Мельник В.О. Екологічні проблеми сучасного птахівництва / В.О. Мельник // Птахівництво. – 2009. – Вип. 63 – С. 3–15.
6. Використання мікробіологічних показників для оцінки ґрунту, стічної води та відходів птаховничого комплексу / О.В. Тертична, В.В. Герман, О.О. Марченко [та ін.] // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2009. – Вип. 9. – С. 147–149.
7. Environmental aspects ectoparasites cenosis in broiler's poultry / O.V. Tertychna, L.I. Svaliavchuk, V.P. Borodai [et al.] // Fundamental and applied research in biology and ecology: IVth International scientific conference for students, graduate students and young scientists (Vinnytsia, 12–14 April 2016): abstracts. – Vinnytsia, 2016. – P. 158–159.
8. Кейван М.П. Екологічні індекси для оцінки стану біорізноманіття комах у зонах розташування птахофабрик / М.П. Кейван // Агроекологічний журнал. – 2012. – № 2. – С. 86–89.
9. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.

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 if 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 tvarynyntstva [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 vyrobnyntstva produktsii ptakhivnyntstva [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 ptakhivnyntstva [Ecological problems of modern poultry farming]. *Ptakhivnyntstvo — 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**

I.M. 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, сульфамеразин 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-