



original article | UDC 636.09:614.31:615.33:637 | doi: 10.31210/visnyk2020.02.23

CONTROL OF ANTIBIOTICS RESIDUAL AMOUNTS CONTENT IN PRODUCTS OF ANIMAL ORIGIN

N. I. Klyap*

O. O. Krachkovska

A. V. Maslyuk

K. S. Mostipan

G. V. Kyivska

ORCID  [0000-0002-2271-0682](https://orcid.org/0000-0002-2271-0682)

State Scientific -Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary-Sanitary Expertise, 30,
Donetska str., Kyiv, 03151, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: nzoltan@ukr.net

How to Cite

Klyap, N. I., Krachkovska, O. O., Maslyuk, A. V., Mostipan, K. S., & Kyivska, G. V. (2020). Control of antibiotics residual amounts content in products of animal origin. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 187–193. doi: 10.31210/visnyk2020.02.23

Antibiotic resistance of the main causative agents of infectious diseases is one of the most important problems of modern human and veterinary medicine. One of the reasons for total spreading of this threatening phenomenon has been excessive and irrational applying of antibiotics in livestock farming. Consuming food products of animal origin contaminated with residual amounts of these preparations can result in deteriorating general health condition, allergic reactions and developing antibiotic resistance of major causative agents of infectious diseases. This problem necessitates controlling products of animal origin for the content of antibiotics residual amounts. The purpose of our research was to analyze and summarize the results of studies on exceeding the permissible levels of antibiotics residual amounts in products of animal origin, which were tested in State Scientific-Research Institute at the Laboratory of Diagnostics and Veterinary-Sanitary Expertise during 2017–2019. The tests were conducted by enzyme-linked immune-sorbent assay (ELISA). The results analysis of the study conducted during 2017–2019 shows that residual amounts of antibiotics were found in livestock products manufactured in different regions of Ukraine. In some samples of products of animal origin, the concentrations of antibiotics residual amounts were found, which exceeded CC β value (0.2–3.9 % of the total number of tested samples). In 2019, exceeding the value of CC β was revealed concerning chloramphenicol in pork samples (0.2 % of the total number of samples tested for this indicator), nitrofurans metabolites in rabbit meat samples (0.5 % of the total number of samples tested for these indicators). In addition, exceeding the value of CC β in egg samples was found as to the content of amoxicillin residual amounts – 0.5 %, enrofloxacin – 0.4 %, ciprofloxacin – 0.4 %, norfloxacin – 0.4 %, flumequine – 0.4 % and tylosin – 1.3 % of the total number of samples tested for these indicators. The presented results of scientific research highlight the necessity of controlling the content of residual amounts of the above mentioned preparations in food products of animal origin.

Key words: control, antibiotics, products of animal origin.

КОНТРОЛЬ ВМІСТУ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ АНТИБІОТИКІВ У ПРОДУКТАХ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Н. І. Кляп, О. О. Крачковська, А. В. Маслюк, К. С. Мостіпан, Г. В. Київська

Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

Антибіотикорезистентність основних збудників інфекційних захворювань – одна з найважливіших проблем сучасної гуманної та ветеринарної медицини. Однією з причин тотального поширення цього загрозливого явища стало надмірне і нераціональне застосування антибіотиків у тваринництві. Споживання харчових продуктів тваринного походження, забруднених залишковими кількостями цих препаратів, може провокувати погіршення загального стану здоров'я, прояв алергічних реакцій та розвиток антибіотикорезистентності основних збудників інфекційних захворювань. Зазначена проблема зумовлює необхідність проведення контролю продукції тваринного походження за вмістом залишкових кількостей антибіотиків. Метою нашої роботи було провести аналіз та узагальнити результати досліджень щодо вмісту залишкових кількостей антибіотиків у продуктах тваринного походження, які надходили на випробування в ДНДІЛДВСЕ впродовж 2017–2019 років. Дослідження проводили методом імуноферментного аналізу (ІФА). Аналіз результатів дослідів, проведених упродовж 2017–2019 років, свідчить про те, що у продукції тваринництва, яка виробляється в різних областях України, виявлено залишкові кількості антибіотиків. У окремих пробах продуктів тваринного походження визначали такі концентрації вмісту залишкових кількостей антибіотиків, що перевищували значення ССВ (0,2–3,9 % від загальної кількості досліджуваних проб). 2019 року було встановлено перевищення значення ССВ за вмістом хлорамфеніколу у пробах свинини (0,2 % від загальної кількості проб, досліджуваних на цей показник), метаболітів нітрофуранів у пробах м'яса кролів (0,5 % від загальної кількості проб, досліджуваних на ці показники). Крім того, визначали перевищення значення ССВ у пробах яєць за вмістом залишкових кількостей амоксициліну – 0,5 %, енрофлоксацину – 0,4 %, ципрофлоксацину – 0,4 %, норфлоксацину – 0,4 %, флюмеквіну – 0,4 % та тилозину – 1,3 % від загальної кількості проб, досліджуваних на ці показники. Зазначені результати наукових досліджень актуалізують необхідність контролю вмісту залишкової кількості цих препаратів у харчових продуктах тваринного походження.

Ключові слова: контроль, антибіотики, продукти тваринного походження.

КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ОСТАТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА АНТИБИОТИКОВ В ПРОДУКТАХ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Н. И. Кляп, А. А. Крачковская, А. В. Маслюк, Е. С. Мостипан, А. В. Киевская

Государственный научно-исследовательский институт лабораторной диагностики и ветеринарно-санитарной экспертизы, г. Киев, Украина

Антибиотикорезистентность основных возбудителей инфекционных заболеваний – одна из важнейших проблем современной гуманной и ветеринарной медицины. Одной из причин тотального распространения этого опасного явления стали чрезмерное и нерациональное применение антибиотиков в животноводстве. Потребление пищевых продуктов животного происхождения, загрязненных остаточными количествами данных препаратов, может провоцировать ухудшение общего состояния здоровья, проявление аллергических реакций и развитие антибиотикорезистентности основных возбудителей инфекционных заболеваний. Указанная проблема приводит к необходимости проведения контроля продукции животного происхождения по содержанию остаточных количеств антибиотиков. Целью нашей работы было провести анализ и обобщить результаты исследований содержания остаточных количеств антибиотиков в продуктах животного происхождения, которые поступали на исследования в ГНИИЛДВСЭ в течение 2017–2019 годов. Исследования проводили методом иммуноферментного анализа (ИФА). Анализ результатов исследований, проведенных в течение 2017–2019 годов, свидетельствует о том, что в продукции животноводства, которая производится в различных областях Украины, выявлены остаточные количества антибиотиков.

В отдельных пробах продуктов животного происхождения определяли концентрации содержания остаточных количеств антибиотиков, превышающих значение ССВ (0,2–3,9 % от общего количества исследуемых проб). В 2019 году было установлено превышение содержания хлорамфеникола в пробах свинины (0,2 % от общего количества проб, исследуемых на этот показатель), метаболитов нитрофуранов в пробах мяса кроликов (0,5 % от общего количества проб, исследуемых на эти показатели). Кроме того, установлено превышение значения ССВ в пробах яиц по содержанию остаточных количеств амоксициллина – 0,5 %, энрофлоксацина – 0,4 %, ципрофлоксацина – 0,4 %, норфлоксацина – 0,4 %, флюмеквина – 0,4 % и тилозина – 1,3 % от общего количества проб, исследуемых на эти показатели. Указанные результаты научных исследований актуализируют необходимость контроля содержания остаточного количества данных препаратов в пищевых продуктах животного происхождения.

Ключевые слова: контроль, антибиотики, продукты животного происхождения.

Вступ

Антибіотики вважаються найвидатнішим відкриттям у медицині ХХ сторіччя та універсальною зброєю проти більшості патогенних мікроорганізмів. Однак на сьогоднішній день антибіотикорезистентність основних збудників інфекційних захворювань, без перебільшення, є однією з найбільших проблем сучасної гуманної та ветеринарної медицини. Швидкість, з якою формується і розповсюджується стійкість мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів, вражає. Ліки, які ще декілька років тому були ефективними, сьогодні втрачають свої позиції і їх застосування вимушено обмежується [1–3].

Однією з причин тотального поширення цього загрозливого явища стали надмірне і нераціональне застосування антибіотиків у тваринництві. У господарствах практикується застосування цих препаратів із лікувально-профілактичною метою. Окрім бактеріостатичної та бактерицидної дії, антибіотики можуть стимулювати окремі біохімічні процеси в організмі тварин, що призводить до покращення їх загального стану, прискорення росту та підвищення продуктивності. Загрозу створює використання продуктів тваринництва, забруднених залишковими кількостями антибіотиків, що може бути причиною алергічних захворювань у людей, а також розвитком антибіотикорезистентних мікроорганізмів, унаслідок чого у разі призначення антибактеріальних препаратів людині, вони виявляються неефективними [4–9]. Зазначена проблема зумовлює необхідність проведення контролю продукції тваринного походження за вмістом залишкових кількостей антибіотиків.

Метою наших досліджень було провести аналіз та узагальнити результати досліджень щодо перевищення допустимих норм вмісту залишкових кількостей антибіотиків у продуктах тваринного походження, що надходили на випробування в ДНДІЛДВСЕ впродовж 2017–2019 років.

Матеріали і методи досліджень

Аналіз отриманих даних проводили на підставі результатів досліджень вмісту залишкової кількості антибіотиків у пробах продуктів тваринного походження, що надходили на випробування до лабораторії визначення ветеринарних препаратів та забруднювачів науково-дослідного хіміко-токсикологічного відділу ДНДІЛДВСЕ впродовж 2017–2019 років. Визначення вмісту залишкової кількості антибіотиків у пробах продуктів тваринного походження проводили методом імуноферментного аналізу (ІФА) на імуноферментному аналізаторі Sunrise.

Досліджуючи проби тваринного походження на вміст антибіотиків, для яких не встановлено нормативної межі, брали до уваги значення ССВ – найменший вміст досліджуваної речовини, який можна виявити кількісно у пробі з імовірністю похибки β . Тобто, значення ССВ – це найменша концентрація досліджуваної речовини, що ідентифікується цим скринінговим методом зі статистичною ймовірністю, що дорівнює 1- β .

Статистичну обробку отриманого цифрового матеріалу проводили за допомогою статистичних програм Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень з визначення залишкової кількості антибіотиків, проведених методом ІФА впродовж 2017–2019 років згідно з «Планом державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження», свідчать, що у продукції тваринництва, яка виробляється в різних областях України, було вияв-

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

лено залишкові кількості препаратів. В окремих пробах продуктів тваринного походження концентрація вмісту антибіотика перевищувала значення ССВ (табл. 1).

1. Результати аналізу даних щодо перевищення концентрації антибіотиків значень ССВ у пробах продуктів тваринного походження, що надходили на дослідження методом ІФА в ДНДІЛДВСЕ у 2017–2019 роках

Вид продуктів	2017 рік		2018 рік		2019 рік	
	досліджено зразків	перевищено значення ССВ	досліджено зразків	перевищено значення ССВ	досліджено зразків	перевищено значення ССВ
Свинина	1585	1	1864	2	1554	1
Яловичина	707	0	827	0	664	0
М'ясо птиці	274	1	274	4	236	0
М'ясо кролів	141	3	77	3	130	4
Яйця	1300	3	407	7	946	8
Молоко сире	896	0	283	5	727	0
Риба	194	0	104	0	300	0
Мед	156	2	120	1	115	0

Як свідчать результати наших досліджень, перевищення значень ССВ залишкової кількості антибіотиків у продуктах тваринного походження 2017 року частіше виявляли у пробах яєць, меду і м'яса кролів – 0,23 %, 1,28 % та 2,13 % від кількості досліджуваних проб, відповідно. 2018 року перевищення значень ССВ цього показника частіше визначали у пробах яєць (1,72 %), сирого молока (1,77 %), м'яса птиці (1,46 %) та м'яса кролів (3,9 %), а у 2019 році – у пробах яєць (0,85 %) і м'яса кролів (3,08 %).

2017 року методом ІФА, згідно з Планом державного моніторингу, було досліджено 5253 зразки продуктів тваринного походження, з яких 11,21 % складає визначення вмісту хлорамфеніколу, 29,09 % – метаболіти нітрофуранів (АНД, АМОЗ, АОЗ, SEM), 22,27 % – фторхінолони (енрофлоксацин, ципрофлоксацин, норфлоксацин), 10,87 % – аміноглікозиди (стрептоміцин, дигідрострептоміцин, гентаміцин), 14,1 % – макроліди (тилозин, еритроміцин), 6,85 % – колістин, 7,42 % – лінкоміцин.

З 2018 року згідно з Планом державного моніторингу до обов'язкового переліку досліджень було додано сім видів антибіотиків: бензилпеніцилін, флорфенікол, амоксицилін, ампіцилін, флюмеквін, спектиноміцин та неоміцин. Отже, станом на сьогодні контроль продуктів тваринного походження за вмістом залишкових кількостей антибіотиків здійснюється за 22 показниками (табл. 2).

Результати досліджень свідчать про те, що, незважаючи на постійне проведення державного контролю за вмістом залишків антибіотиків у харчових продуктах тваринного походження, впродовж 2019 року було встановлено перевищення значень ССВ майже всіх видів антибіотиків.

Згідно з даними, наведеними в табл. 2, на вміст залишкової кількості хлорамфеніколу було досліджено 406 проб продуктів тваринного походження та встановлено перевищення значення ССВ при випробуванні проб м'яса свинини (0,2 % від загальної кількості проб, досліджуваних на цей показник). Загалом, значення вмісту залишків хлорамфеніколу у пробах свинини, яловичини та м'яса птиці становили 0,0004–0,420 мкг/кг (ССВ становить 0,18 мкг/кг), яєць – 0,001–0,017 мкг/кг (ССВ становить 0,18 мкг/кг), молока – 0,004–0,101 мкг/кг (ССВ становить 0,15 мкг/кг), меду – 0,002–0,029 мкг/кг (ССВ становить 0,15 мкг/кг). Використання хлорамфеніколу для лікування продуктивних тварин заборонено, оскільки наявність його залишків у продуктах харчування може провокувати тяжкі захворювання кровотворної системи в людей з підвищеною чутливістю до цього антибіотику [10–14].

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

2. Загальна кількість досліджень по визначенню залишкових кількостей антибіотиків у продуктах тваринного походження методом ІФА (2019 рік)

Показник	Загальна кількість досліджених проб	Мед	Свина	Яловичина	М'ясо птиці	М'ясо кролів	Риба	Яйця	Молоко сире
Хлорамфенікол	406	27	45	38	36	12	30	102	116
АНД	216	4	28	29	16	12	10	83	34
АМОЗ	216	4	28	29	16	12	10	83	34
АОЗ	216	4	28	29	16	12	10	83	34
SEM	216	4	28	29	16	12	10	83	34
Бензилпеніцилін	174	0	82	30	0	7	28	0	27
Флорфенікол	195	12	82	30	9	7	28	0	27
Амоксицилін	205	0	82	30	9	0	0	57	27
Ампіцилін	139	0	82	30	0	0	0	0	27
Енрофлоксацин	243	0	82	30	11	6	29	57	28
Ципрофлоксацин	243	0	82	30	11	6	29	57	28
Норфлоксацин	243	0	82	30	11	6	29	57	28
Флюмеквін	243	0	82	30	11	6	29	57	28
Стрептоміцин	151	11	82	30	0	0	0	0	28
Дигідрострептоміцин	151	11	82	30	0	0	0	0	28
Спектиноміцин	151	0	82	30	11	0	0	0	28
Неоміцин	201	14	83	30	10	6	29	0	29
Гентаміцин	158	0	83	30	10	6	0	0	29
Лінкоміцин	243	0	83	30	10	6	29	56	29
Колістин	215	0	82	30	11	7	0	57	28
Еритроміцин	220	12	82	30	11	0	0	57	28
Тилозин	227	12	82	30	11	7	0	57	28

До переліку показників, які підлягають обов'язковому контролю, відносяться антибіотики групи нітрофурану – це синтетичні антибіотики, що швидко метаболізують. Період напіврозпаду *in vivo* для нітрофуранів становить 7–63 хв. Однак метаболіти цих препаратів є досить стійкими і можуть зберігатися в організмі тварин тривалий час за рахунок ковалентного зв'язування з білковими структурами [15, 16]. Зважаючи на це, методи визначення антибіотиків групи нітрофурану базуються на виявленні їх метаболітів: АНД, АМОЗ, АОЗ, SEM. Упродовж 2019 року у ДНДІЛДВСЕ методом ІФА було досліджено 216 зразків на вміст АНД, АМОЗ, АОЗ, SEM. Було встановлено перевищення значень ССβ для цих показників у зразках м'яса кролів (0,5 % від загальної кількості проб, досліджуваних на ці показники).

Уживання в їжу таких продуктів може бути небезпечним для людського здоров'я, адже метаболіти нітрофуранів проявляють канцерогенні властивості [15, 17, 18]. Водночас науковці довели високу стабільність цих аналітів навіть після термічної обробки продуктів харчування. Концентрація метаболітів нітрофуранів навіть після зберігання замороженого зразка більше 6 місяців, істотно не зменшилась. Автори дослідження встановили, що після розморожування та проведення термічної обробки – нагрівання в мікрохвильовій печі, смаження, варіння – вміст аналітів залишився на рівні 67–100 % від вихідної кількості [19–21].

Аналіз отриманих даних вказує на те, що 2019 року було встановлено перевищення значень ССβ у пробах яєць за вмістом залишкових кількостей амоксициліну – 0,5 %, енрофлоксацину – 0,4 %, ципрофлоксацину – 0,4 %, норфлоксацину – 0,4 %, флюмеквіну – 0,4 % та тилозину – 1,3 % від загальної кількості проб, досліджуваних на ці показники.

Проведений аналіз даних з визначення залишкових кількостей антибіотиків у пробах продуктів тваринного походження, які досліджувалися 2017–2019 років, підтвердив попередній висновок, що частина зразків продуктів тваринного походження містить залишкові кількості антибіотиків. Встановлено перевищення значень ССβ за вмістом антибіотиків у продукції тваринництва в 0,2–3,9 % від загальної кількості проведених досліджень. Отже, зазначені результати наукових досліджень підтве-

рджують необхідність контролю вмісту залишкової кількості препаратів у харчових продуктах тваринного походження.

Висновки

Аналіз результатів досліджень, проведених упродовж 2017–2019 років, свідчить про те, що у продукції тваринництва, яка виробляється в різних областях України, виявлено залишкові кількості антибіотиків. У окремих пробах продуктів тваринного походження визначали перевищення значень ССβ (0,2–3,9 % від загальної кількості досліджуваних проб) за вмістом залишкових кількостей антибіотиків. 2019 року було виявлено перевищення значення ССβ за вмістом хлорамфеніколу у пробах свинини (0,2 % від загальної кількості проб, досліджуваних на цей показник), метаболітів нітрофуранів у пробах м'яса кролів (0,5 % від загальної кількості проб, досліджуваних на ці показники). Крім того, встановлено перевищення значень ССβ у пробах яєць за вмістом залишкових кількостей амоксициліну – 0,5 %, енрофлоксацину, ципрофлоксацину, норфлоксацину та флюмеквіну – 0,4 %, тилозину – 1,3 % від загальної кількості проб, досліджуваних на ці показники. Встановлено, що існує необхідність дослідження показників згідно з «Планом державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження» для державного контролю за виробництвом і використанням антибактеріальних препаратів у господарствах.

Перспективи подальших досліджень. Майбутні дослідження стосуватимуться вивчення і порівняння результатів випробувань вмісту залишкових кількостей антибіотиків у продуктах тваринного походження з різних областей України.

References

1. Svizhak, V. K., & Deineka, S. Ie. (2014). Antybiotykozystentnist: bahatohrannist problemy. *Klinichna Ta Eksperymentalna Patolohiia*, 2 (48), 222–224 [In Ukrainian].
2. Van, T. T. H., Yidana, Z., Smooker, P. M., & Coloe, P. J. (2020). Antibiotic use in food animals worldwide, with a focus on Africa: Pluses and minuses. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 20, 170–177. doi: 10.1016/j.jgar.2019.07.031.
3. Lekshmi, M., Ammini, P., Kumar, S., & Varela, M. F. (2017). The Food Production Environment and the Development of Antimicrobial Resistance in Human Pathogens of Animal Origin. *Microorganisms*, 5 (1), 11. doi: 10.3390/microorganisms5010011.
4. Maron, D., Smith, T. J., & Nachman, K. E. (2013). Restrictions on antimicrobial use in food animal production: an international regulatory and economic survey. *Globalization and Health*, 9 (1), 48. doi: 10.1186/1744-8603-9-48.
5. Harkavenko, T. O., & Azyrkina, I. M. (2015). Normatyvno-zakonodavchi vymohy shchodo vyznachennia zalyshkovykh kilkostei antymikrobynykh preparativ u produktsii ptakhivnytstva. *Veterynarna Biotekhnolohiia*, 27, 96–104 [In Ukrainian].
6. Zhai, H., Zhang, L., Pan, Y., Yuan, K., Huang, L., & Yu, X. (2015). Simultaneous Determination of Chloramphenicol, Ciprofloxacin, Nitrofurantoin and their Metabolites in Fishery Products by CE. *Chromatographia*, 78 (7–8), 551–556. doi: 10.1007/s10337-015-2864-4.
7. McEwen, S. A., & Fedorka-Cray, P. J. (2002). Antimicrobial Use and Resistance in Animals. *Clinical Infectious Diseases*, 34 (s3), S93–S106. doi: 10.1086/340246.
8. Mathew, A. G., Cissell, R., & Liamthong, S. (2007). Antibiotic Resistance in Bacteria Associated with Food Animals: A United States Perspective of Livestock Production. *Foodborne Pathogens and Disease*, 4 (2), 115–133. doi: 10.1089/fpd.2006.0066.
9. McDermott, P. F., Zhao, S., Wagner, D. D., Simjee, S., Walker, R. D., & White, D. G. (2002). The food safety perspective of antibiotic resistance. *Animal Biotechnology*, 13 (1), 71–84. doi: 10.1081/abio-120005771.
10. Yanovych, D. V., Zasadna, Z. S., Rydchuk, M. V., Kislova, S. M. & Pazderska, O. M. (2015). Vyznachennia zalyshkiv khloramfenikolu v produktakh tvarynnytstva iz zastosuvanniam metodiv skryninhu ta pidtverdzhennia. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Biologii Tvaryn i Derzhavnoho Naukovo-Doslidnoho Kontrolnoho Instytutu Vetpreparativ ta Kormovykh Dobavok*, 16 (1), 165–191 [In Ukrainian].
11. O'Mahony, J., Moloney, M., Whelan, M., & Danaher, M. (2012). Feed additives and veterinary drugs as contaminants in animal feed – the problem of cross-contamination during feed production. *Animal Feed Contamination*, 385–410. doi: 10.1533/9780857093615.4.385.

12. Okeke, I. N., Laxminarayan, R., Bhutta, Z. A., Duse, A. G., Jenkins, P., O'Brien, T. F., Mendez, A., & Klugman, K. P. (2005). Antimicrobial resistance in developing countries. Part I: recent trends and current status. *The Lancet Infectious Diseases*, 5 (8), 481–493. doi: 10.1016/s1473-3099(05)70189-4.
13. Rushton, J. (2015). Anti-microbial Use in Animals: How to Assess the Trade-offs. *Zoonoses and Public Health*, 62, 10–21. doi: 10.1111/zph.12193.
14. El-Demerdash, A., Song, F., Reel, R. K., Hillegas, J., & Smith, R. E. (2015). Simultaneous Determination of Nitrofurantoin Metabolites and Chloramphenicol in Shrimp with a Single Extraction and LC-MS/MS Analysis. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 98 (3), 595–601. doi: 10.5740/jaoacint.14-261.
15. Ivanova, O., & Galkin, A. (2018). Comparative Characteristics of Physical, Chemical, and Biochemical Methods for Determining Nitrofurantoin Metabolites in Food. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 2 (1), 49–56. doi: 10.20535/ibb.2018.2.1.127257.
16. Cooper, K. M., & Kennedy, D. G. (2007). Stability studies of the metabolites of nitrofurantoin antibiotics during storage and cooking. *Food Additives and Contaminants*, 24 (9), 935–942. doi: 10.1080/02652030701317301.
17. Cooper, K. M., McCracken, R. J., Buurman, M., & Kennedy, D. G. (2008). Residues of nitrofurantoin antibiotic parent compounds and metabolites in eyes of broiler chickens. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 25 (5), 548–556. doi: 10.1080/02652030701586657.
18. McCracken, R. J., & Kennedy, D. G. (2007). Detection, accumulation and distribution of nitrofurantoin residues in egg yolk, albumen and shell. *Food Additives and Contaminants*, 24 (1), 26–33. doi: 10.1080/02652030600967214.
19. Phillips, I. (2003). Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 53 (1), 28–52. doi: 10.1093/jac/dkg483.
20. Silbergeld, E. K., Graham, J., & Price, L. B. (2008). Industrial Food Animal Production, Antimicrobial Resistance, and Human Health. *Annual Review of Public Health*, 29 (1), 151–169. doi: 10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090904.
21. Luo, X., Sun, Z., Wang, X., Yu, Y., Ji, Z., Zhang, S., Li, G., & You, J. (2019). Determination of nitrofurantoin metabolites in marine products by high performance liquid chromatography–fluorescence detection with microwave-assisted derivatization. *New Journal of Chemistry*, 43 (6), 2649–2657. doi: 10.1039/c8nj05479g.

Стаття надійшла до редакції 28.04.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кляп Н. І., Крачковська О. О., Маслюк А. В., Мостіпан К. С., Київська Г. В. Контроль вмісту залишкових кількостей антибіотиків у продуктах тваринного походження. *Вісник ПДАА*. 2020. № 2. С. 187–193.

© Кляп Надія Іванівна, Крачковська Олександра Олександрівна, Маслюк Алла Володимирівна, Мостіпан Катерина Сергіївна, Київська Ганна Валеріївна, 2020