

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print

ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10620

<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 591.434:615.28

Results of monitoring studies of caecal samples with animal contents for antimicrobial resistance in 2021

O. M. Chechet¹, O. S. Haidei¹✉, V. O. Andriiashchuk¹, O. I. Horbatiuk¹, V. L. Kovalenko¹, I. V. Musiiets¹,
D. O. Ordynska¹, V. V. Skliar¹, B. V. Gutyj², O. V. Krushelnytska²

¹State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 18.04.2022

Received in revised form
18.05.2022

Accepted 19.05.2022

State Scientific and Research
Institute of Laboratory Diagnostics
and Veterinary and Sanitary
Expertise, Donetsk Str., 30,
Kyiv, 03151, Ukraine.
Tel.: +38-067-171-15-58
E-mail: olga.gaidei@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.

Chechet, O. M., Haidei, O. S., Andriiashchuk, V. O., Horbatiuk, O. I., Kovalenko, V. L., Musiiets, I. V., Ordynska, D. O., Skliar, V. V., Gutyj, B. V., & Krushelnytska, O. V. (2022). Results of monitoring studies of caecal samples with animal contents for antimicrobial resistance in 2021. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(106), 128–135. doi: 10.32718/nvlvet10620

The article presents the results of studies of caecum samples (cecal appendages) with contents from cattle, pigs, and poultry following the State Monitoring Plan for Antimicrobial Resistance in Veterinary Medicine for 2021, isolated and identified isolates of zoonoses and commensal microorganisms, namely: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp. The disk diffusion method conducted a study on determining antimicrobial sensitivity to antibacterial drugs. The results of studies on identifying acquired resistance mechanisms to antibacterial drugs are also presented. Interpretation of growth retardation zones was carried out following EUCAST requirements. As a result of the obtained data, 448 isolates were isolated and identified among 2120 samples submitted for research: *E coli* accounted for 37.7 %, *Salmonella* spp. – 4.24 %, *Enterococcus faecium* – 12.7 %, *Enterococcus faecalis* – 37.9 %, *Campylobacter* spp. – 7.4 % of all isolated isolates. When determining the sensitivity to antibacterial drugs, eight sensitive isolates were found. 237 isolates were monoresistant (sensitive to 1–2 ABP), and 203 were polyresistant (sensitive to 3 or more ABP). As a result of the research, production (ESBL) was detected and confirmed in ten *Escherichia coli* strains. Three vancomycin-resistant strains of *Enterococcus faecium*, and *Enterococcus faecalis* were identified. Study the prevalence of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp. circulating in Ukraine. will promote a standardized approach to data collection, analysis, and sharing on a global scale and will ensure the fulfillment of the National Action Plan for Combating Antibiotic Resistance to Antimicrobial Drugs tasks. Ukraine has developed a National Action Plan to combat antimicrobial resistance. In the countries of the European Union, there is constant monitoring for *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp. The prospect of further research is to continue monitoring antimicrobial resistance against zoonoses and commensal bacteria, namely: isolates of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp., as they play an important epidemiological role among infectious diseases common to humans and animals, determining their sensitivity and identifying acquired mechanisms of resistance to antibacterial drugs.

Key words: antibiotic resistance, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus* spp., *Campylobacter* spp., state monitoring, antibacterial drugs.

Результати моніторингових досліджень зразків сліпої кишки з вмістом від тварин щодо протимікробної резистентності за 2021 рік

О. М. Чечет¹, О. С. Гайдей^{1✉}, В. О. Андріяшук¹, О. І. Горбатюк¹, В. Л. Коваленко¹, І. В. Мусієць¹, Д. О. Ординська¹, В. В. Скляр¹, Б. В. Гутій², О. В. Крушельницька²

¹Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті наведено результати досліджень зразків сліпої кишки (сліпих відростків) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней та птиці згідно з Планом державного моніторингу щодо протимікробної резистентності у ветеринарній медицині на 2021 рік, виділено та ідентифіковано ізоляти зоонозів та коменсальних мікроорганізмів, а саме: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp. Проведено дослідження з визначення протимікробної чутливості диско-дифузійним методом до антибактеріальних препаратів. Також подані результати досліджень з виявлення набутих механізмів резистентності до антибактеріальних препаратів. Інтерпретацію зон затримки росту здійснювали відповідно до вимог EUCAST. В результаті отриманих даних серед 2120 зразків, які надходили на дослідження, виділено та ідентифіковано 448 ізолятів, серед яких: *E. coli* складала 37,7 %, *Salmonella* spp. – 4,24 %, *Enterococcus faecium* – 12,7 %, *Enterococcus faecalis* – 37,9%, *Campylobacter* spp. – 7,4 % від усіх виділених ізолятів. При визначенні чутливості до антибактеріальних препаратів виявлено 8 чутливих ізолятів, 237 ізолятів були монорезистентними (чутливість до 1-2 АБП), 203 – полірезистентними (чутливими до 3 і більше АБП). В результаті досліджень виявлено та підтверджено продукцію (ESBL) у десяти штамів *Escherichia coli*. Виявлені три ванкомицинорезистентні штами *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*. Вивчення рівня поширеності циркулюючих на території України *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp. сприятиме стандартизованому підходу до збору, аналізу і обміну даними в глобальному масштабі та забезпечить виконання завдань Національного плану дій боротьби з антибіотикорезистентністю до протимікробних препаратів. В Україні розроблений Національний план дій щодо боротьби зі стійкістю до протимікробних препаратів. У країнах Європейського Союзу постійно проводиться моніторинг до *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp. Перспективою подальших досліджень є продовження проведення моніторингу протимікробної резистентності щодо зоонозів та коменсальних бактерій, а саме: ізолятів *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp., оскільки вони відіграють важливе епідеміологічне значення серед інфекційних захворювань, спільних для людей і тварин, визначенням їхньої чутливості та виявлення набутих механізмів резистентності до антибактеріальних препаратів.

Ключові слова: антибіотикорезистентність, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus* spp., *Campylobacter* spp., державний моніторинг, антибактеріальні препарати.

Вступ

У багатьох країнах світу для вирішення проблеми антимікробної резистентності впроваджено моніторинг за стійкістю до антибіотиків зоонозних і сапрофітних бактерій, виділених від різних видів сільськогосподарських тварин. Він включає безперервний збір інформації про частоту виділення резистентних штамів, аналіз та публікацію результатів.

Антибіотики широко застосовують не тільки в медицині, а й у тваринництві для лікування хвороб, часто з метою профілактики та стимулювання росту тварин (Bao et al., 2013; Kotzuba et al., 2014). Хоча повну заборону на використання стимуляторів росту було затверджено в ЄС у 2003 році, та набула чинності у 2006 році (European Union, 2003). Антибактеріальні препарати порушують баланс мікрофлори кишечника, зумовлюють розвиток алергічних реакцій, негативно впливають на функції печінки та нирок. Надмірне і неправильне застосування антибіотиків тривалий період часу призвело до розвитку у збудників зоонозних та коменсальних захворювань стійкості до антибактеріальних препаратів (АБП) (Gnanadhas & Marathe, 2013; Van Boeckel et al., 2015; Garkavenko & Bergilevich, 2017; Kasjanchuk et al., 2018). В останні роки тестування ізолятів із США та інших країн показало, що все більша їх частка є мультирезистентними (Pfaller et al., 2014). Внаслідок цього інфекції, які у

звичайних умовах піддавалися лікуванню антибіотиками, стало важко лікувати або часто вони взагалі не піддаються лікуванню. Такі умови сприяють росту рівня захворюваності та смертності серед тварин і людей (Vose et al., 2001; Garkavenko et al., 2015). Все частіше реєструють збільшення кількості резистентних штамів мікроорганізмів, виділених від тварин та із продуктів тваринного походження. Постає необхідність розробки заходів щодо протидії подальшому формуванню і поширенню у мікроорганізмів стійкості до антибіотиків (Salmanov et al., 2010; Salmanov & Muzyka, 2017). Всесвітня організація охорони здоров'я у галузі антибіотикорезистентності рекомендує розробку і впровадження ефективних підходів з подолання цього небезпечного явища шляхом проведення комплексних моніторингових досліджень стійкості мікроорганізмів до антимікробних препаратів. Проблема антибіотикорезистентності мікроорганізмів визнана глобальною, й у даний час є одним зі стратегічних завдань у світі є стримування розвитку і розповсюдження антибіотикостійких мікроорганізмів (Livermore, 2005; Pitout & Laupland, 2008; Smet et al., 2010; Lee et al., 2013; Nilsen et al., 2013; de Sousa et al., 2017). Проведення моніторингу чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів надасть необхідну інформацію про поточний стан резистентності збудників зоонозів у конкретному господарстві, регіоні та країні загалом, допоможуть ветеринарним

лікарям у виборі ефективного антимікробного засобу лікування бактеріальних інфекцій у тварин та сприятимуть більш розсудливому використанню антибактеріальних препаратів у ветеринарній медицині (Salmanov & Muzyka, 2017; Fotina et al., 2018; Garkavenko et al., 2020; Rublenko & Holovko, 2020). Збільшення кількості стійких збудників, таких як *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp., відіграють важливе епідеміологічне значення серед інфекційних захворювань, спільних для людей і тварин (Brtkova et al., 2010; Garmasheva & Kovalenko, 2010; Byappanahalli et al., 2012; Valyshev & Gercen, 2012; Jiménez et al., 2013; Liu et al., 2014; Chung et al., 2014; Dworniczek et al., 2014; Kryvda et al., 2014; Yuen & Ausubel, 2014; Kim et al., 2018; Mughini-Gras et al., 2019). У багатьох країнах світу виявлено збільшення кількості резистентних штамів мікроорганізмів, виділених від тварин (Aleksun & Levy, 2007; Schane et al., 2017; Kasjanchuk et al., 2018; Chen et al., 2020). Зібрані дані країнами-членами Європейського Союзу використовуються для проведення більш широких аналізів про споживання антимікробних препаратів та антибіотикорезистентності у тварин, харчових продуктах тваринного походження та людей, створені EFSA та ECDC (EFSA).

Бактерії роду *Campylobacter* поширені повсюдно в природі, вони присутні в організмі свійської птиці або теплокровних тварин і можуть персистувати тривалий час у навколишньому середовищі за несприятливих умов. Кампілобактеріоз у більшості випадків протікає з симптомами ентероколіту та гастроентериту, тривалість захворювання становить від 2–3 днів до 2 тижнів і більше, людина також може бути безсимптомним носієм протягом тривалого часу. Враховуючи значну поширеність та циркуляцію кампілобактерів у природі, дослідники приділяють велику увагу частоті виявлення цих мікроорганізмів у різних об'єктах. Вони присутні в навколишньому середовищі як комменсали чи патогени в організмі свійської птиці чи тварин і можуть персистувати тривалий час за несприятливих умов. Насамперед *C. jejuni* розглядається як нормальний мешканець кишечника птахів. Ступінь бактеріоносійства у свійської птиці дуже високий і сягає 90 %. У вмісті кишечника курей кількість *C. jejuni* може досягати 10^6 КОЕ/г.

В даний час в Україні проводиться незначна кількість досліджень в цьому напрямку і, враховуючи актуальність проведення моніторингу антибіотикорезистентності у світі, метою нашої роботи було провести дослідження зразків сліпої кишки (сліпих відростків) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней, птиці згідно з планом державного моніторингу щодо протимікробної резистентності в Україні, виділення та ідентифікації, отримання детальної інформації циркуляції антибіотикорезистентних ізолятів збудників зоонозів та коменсальних бактерій, а саме: ізолятів *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp., визначенням їхньої чутливості та виявлення набутих механізмів резистентності до антибактеріальних препаратів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження були проведені в Державному науково-дослідному інституті з лабораторної діагностики і ветеринарно-санітарної експертизи у 2021 року з використанням мікробіологічного та статистичного методів.

Відповідно до плану державного моніторингу щодо протимікробної резистентності у ветеринарній медицині проведено дослідження 2120 зразків сліпої кишки (сліпого відростка) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней та птиці на наявність представників коменсальної та патогенної мікрофлори, таких як *E. coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus* spp., *Campylobacter* spp. Дослідження проводились відповідно до міжнародних нормативних документів та включали в себе селективне накопичування шляхом висіву зразків на рідкі селективні середовища з подальшим пересівом на тверді диференційно-діагностичні середовища. Надалі проводився відбір окремих колоній та ідентифікація культур за допомогою діагностичних тестів. Усі дослідження виконувались стандартизованими методами згідно з чинними нормативними документами: ДСТУ 4769:2007 “Бактеріологічні дослідження патологічного матеріалу від тварин. Методи виявлення сальмонел”; ПВ.7-9/1 Лабораторна діагностика колібактеріозу (ешеріхіозу) тварин. Бактеріологічні дослідження патологічного та біологічного матеріалу; Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення і підрахунку кампілобактерій (*Campylobacter* spp.). Частина 1. Метод виявлення (ISO 10272-1:2006), IDT: ДСТУ ISO 10272-1: 2007.

Ідентифіковані культури піддавалися тестуванню на чутливість до антибіотиків диско-дифузійним методом, методом визначення мінімальних інгібуючих концентрацій та виявленням набутих механізмів резистентності до антибактеріальних препаратів. Для досліджень використовувались середовища та діагностичні тести виробництва Himedia. Всі середовища та діагностичні тести попередньо були перевірені за показниками: продуктивність, селективність, специфічність та мали задовільні результати. Рісткові властивості середовищ перевіряли за допомогою тест-культур з колекції АТСС.

Дослідження з визначення чутливості дослідних ізолятів проводили диско-дифузійним методом (ДДМ) на агарі Мюллера-Хінтона (МХ). Виготовлення бактеріальної суспензії здійснювали суспензійним методом, для цього у стерильному фізіологічному розчині суспендувати добові колонії *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp. до оптичної щільності 0,5 одиниць за МакФарландом (McF). Виготовлену суспензію ретельно гомогенізувати. Наносили 0,5 см³ суспензії бактеріальної культури на поверхню агара МХ, після чого на поверхні агару розміщували диски з антибіотиками. В досліді використовували диски із антибіотиками до таких препаратів: ампіцилін (AMP¹⁰), амікацин (AMK³⁰), азітроміцин (AZM), хлорамфенікол (C³⁰), ципрофлоксацин (CIP⁵), колістин (C), меропенем (MRP¹⁰), гентаміцин (GEN¹⁰), налідік-

сова кислота (NA²⁰), сульфаметоксазол (SM²⁵), тетрациклін (TET³⁰), триметопрім (TR⁵), тігециклін (TIG¹⁵), цефтазидим (CAZ¹⁰), еритроміцин (E¹⁵), ванкомицин (VAN⁵), тейкопланін (TPL³⁰), лінезолід (LZ¹⁰). Інкубували в термостаті за температури 37 °С протягом 18–22 год. Проведення контролю якості досліджень здійснювали з тестовою культурою *Escherichia coli* ATCC 25922. Для проведення контролю якості у *Enterococcus* spp. застосовували контрольні штами: як позитивні контролю використовували *Enterococcus faecalis* ATCC 51299 і *Enterococcus faecium* NCTC 12202, резистентні до ванкомицину. Як негативний контроль використовували тест-культуру *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, чутливу до дії ванкомицину

(Garkavenko et al., 2020). Оцінку чутливості штамів до антибактеріальних препаратів проводили відповідно до рекомендацій Європейського Комітету з дослідження протимікробної чутливості EUCAST (EUCAST, 2017).

Результати досліджень

Згідно з планом державного моніторингу антимікробної резистентності в Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи надійшло 2120 зразків сліпої кишки (сліпого відростка) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней

Таблиця 1

Кількість зразків сліпої кишки з вмістом, які надійшли на дослідження в розрізі областей

Назва областей	Всього надійшло зразків	Виділено та ідентифіковано ізолятів зоонозів та коменсальних мікроорганізмів, з них:			
		<i>E.coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Enterococcus</i> spp.	<i>Campylobacter</i> spp.
Вінницька	110	6	0	6	0
Волинська	110	6	0	13	0
Дніпропетровська	120	12	2	19	0
Донецька	20	2	1	7	0
Житомирська	110	6	0	7	0
Закарпатська	85	7	0	6	0
Запорізька	110	1	0	2	0
Івано-франківська	110	0	0	0	0
Київська	40	7	1	12	0
Кіровоградська	60	2	1	9	0
Луганська	60	8	0	6	0
Львівська	65	14	0	15	2
Миколаївська	60	15	0	5	0
Одеська	60	9	0	5	0
Полтавська	60	4	0	2	0
Рівненська	110	8	0	16	0
Сумська	12	1	0	1	0
Тернопіль	110	18	2	14	0
Харківська	98	13	4	12	0
Херсонська	110	10	1	19	2
Хмельницька	110	0	0	0	0
Черкаська	165	7	4	19	10
Чернівецька	110	7	0	9	0
Чернігівська	115	6	3	18	2
ВСЬОГО	2120	169	19	227	33

Таблиця 2

Результати досліджень зразків сліпої кишки (сліпого відростка) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней та птиці щодо протимікробної резистентності у ветеринарній медицині за 2021 рік

№ п/п	Об'єкти досліджень	Кількісні показники, шт. / відсоток до досліджених %	Примітки
1.	Всього: Досліджено: зразків сліпої кишки (сліпих відростків) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней та птиці	2120	
2.	Всього: Виділено та ідентифіковано ізолятів зоонозів та коменсальних мікроорганізмів, з них:	448/21,1	
	<i>E. coli</i>	169/8,0	37,7 % від усіх виділених ізолятів
	<i>Salmonella</i> spp.	19/0,9	4,24 % від усіх виділених ізолятів
	<i>Enterococcus faecium</i>	57/2,8	12,7 % від усіх виділених ізолятів
	<i>Enterococcus faecalis</i>	170/8,0	37,9 % від усіх виділених ізолятів
	<i>Campylobacter</i> spp.	33/15,6	7,4 % від усіх виділених ізолятів

У результаті проведених досліджень було виділено та ідентифіковано 448 ізолятів зоонозів та коменсальних мікроорганізмів, а саме: *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter spp.* що становило 21,1 % від усіх досліджених, як показано на табл. 2.

У 169 ізолятах виділено *E.coli*, що складало 8,0 % від досліджених. *Salmonella spp.* виділили в 19 пробах, або 0,9 %. Серед 448 ізолятів у 57 ідентифіковано *Enterococcus faecium*, у 170 – *Enterococcus faecalis*, що становило 2,8 та 8,0 % від усіх досліджених відповідно. *Campylobacter spp.* виділено у 33 випадках – 15,6 % (рис. 1).

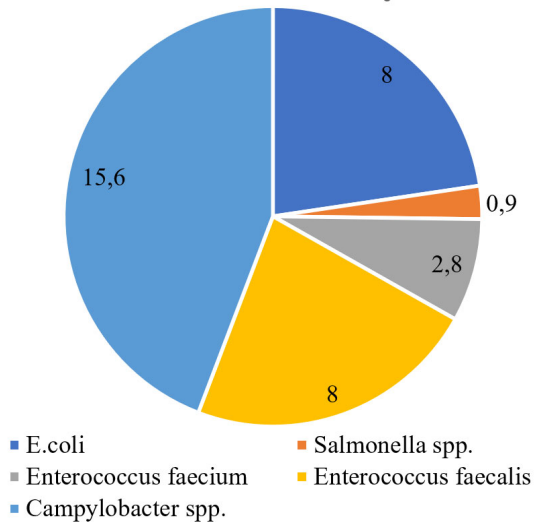


Рис. 1. Результати досліджень виділених та ідентифікованих ізолятів зоонозів та коменсальних мікроорганізмів у відсотках до досліджених ізолятів

Варто зазначити, що у відсотковому еквіваленті частка *E. coli* складала 37,7 %, *Salmonella spp.* – 4,24 %, *Enterococcus faecium* – 12,7 %, *Enterococcus*

faecalis – 37,9 %, *Campylobacter spp.* – 7,4 % від усіх виділених ізолятів (рис. 2).

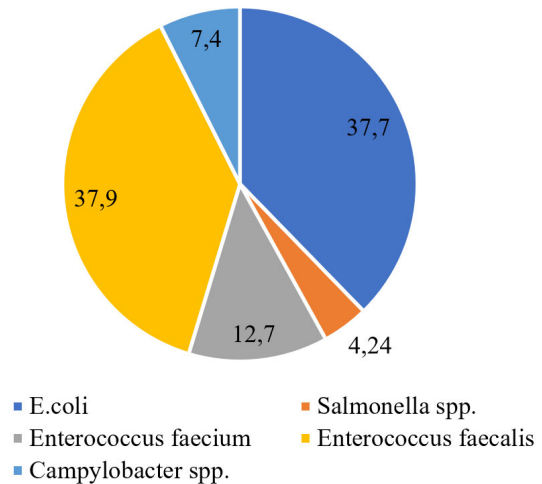


Рис. 2. Результати досліджень виділених та ідентифікованих ізолятів зоонозів та коменсальних мікроорганізмів у відсотках від усіх виділених ізолятів

Аналіз отриманих результатів досліджень з визначення чутливості до антибактеріальних препаратів (АБП) показав, що у 8 ізолятах виявлена чутливість до АБП, що становило 0,4 % від усіх досліджених та 1,8 % від усіх виділених ізолятів. Серед досліджених ізолятів виявили 237 монорезистентних, чутливих до 1–2 антибактеріальних препаратів, що складало 11,2 % від усіх досліджених. Відсоток від усіх виділених ізолятів складав 52,9 %. Варто зазначити, що серед досліджених ізолятів виявили 203 полі- (мультирезистентних) чутливих до 3 і більше антибактеріальних препаратів, що становило 9,6 % від усіх досліджених та 45,3 % від усіх виділених ізолятів (табл. 2).

Таблиця 3

Результати досліджень з визначення чутливості до антибактеріальних препаратів у виділених ізолятах

№ п/п	Об'єкти досліджень	Кількісні показники, шт. / відсоток до досліджених %	Примітки
1	Всього: Виявлено чутливих до антибактеріальних препаратів (АБП) ізолятів	8/0,4	1,8 %
2	Монорезистентних (до 1-2 АБП) Ізолятів	237/11,2	52,9 %
3	Полі- (мультирезистентних) – більше ніж 3 АБП	203/9,6	45,3%

Враховуючи отримані результати щодо виявлення набутих бета-лактамаз розширеного спектру (ESBL) у 10 ізолятів ентеробактерій – штамів *E. coli* виявлено та підтверджено їх продукцію за постановки диско-дифузійного методу із застосуванням маркерів цефалоспоринів, що доводять присутність антибіотикорезистентних штамів ешерихій. У відсотках це становило 5,9 %. Серед великої рогатої худоби виявлено 3 (0,7 %) ізоляти, свиней – 4 (0,9 %), птиці (курчат і курей-бройлерів) – 2 (0,4 %) та птиці (курей) – 0,2 %.

Щодо виявлення та підтвердження продукції набутих бета-лактамаз розширеного спектру (ESBL) серед

штамів *Salmonella spp.* за проведення досліджень диско-дифузійного методу із застосуванням маркерів цефалоспоринів, продукція ESBL не була підтверджена.

Результати досліджень з вивчення антибіотикочутливості *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, виділених із зразків сліпої кишки (сліпого відростка) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней та птиці, виявлені 3 ванкоміцинорезистентні штами *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, що підтверджувала набуті механізми резистентності. Серед свиней виявлено – 1 (0,2 %), птиці (курчат і курей-бройлерів) – 2 (0,4 %) (табл. 3).

Таблиця 4

Результати досліджень з виявлення набутих механізмів резистентності до антибактеріальних препаратів

№ п/п	Об'єкти досліджень	Кількісні показники, шт. / відсоток до досліджених %	Примітки
1.	Всього:		
1.1.	Виявлено набутих бета-лактамаз розширеного спектру (ESBL) у ізолятів: ентеробактерій та підтверджено їх продукцію		
	- <i>E.coli</i>	10/0,5	5,9 %
	- <i>Salmonella</i> spp.	0	-
	Зокрема:		
	- Серед великої рогатої худоби	3/0,1	0,7 %
	- Свиней	4/0,2	0,9 %
	- Птиці курчат і курей-бройлерів	2/0,09	0,4 %
	- Птиці (курей)	1/0,05	0,2 %
1.2.	Всього:		
	Виявлено ванкомицинорезистентних <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Enterococcus faecalis</i>	3,0	1,3 %
	Зокрема:		
	- Свиней	1/0,05	0,2 %
	- Птиці (курчат і курей-бройлерів)	2/0,09	0,4 %

Таким чином, отримана детальна інформація циркуляції антибіотикорезистентних ізолятів збудників зоонозів та коменсальних бактерій, а саме: ізолятів *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter* spp.

Обговорення

Стійкість мікроорганізмів зоонозних та коменсальних бактерій до антибактеріальних препаратів – це зростаюча проблема громадського здоров'я, яка потребує невідкладних дій. На сесії Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних націй у Нью-Йорку (2016 р.) главами держав були прийняті зобов'язання щодо розгортання широкої і координованої діяльності стосовно боротьби з глибинними причинами стійкості до антибіотиків, особливо в секторах охорони здоров'я людини і тварин та сільського господарства шляхом проведення комплексних моніторингових досліджень стійкості мікроорганізмів до антимікробних препаратів з подальшою розробкою національного плану дій щодо вирішення проблеми стійкості до антибактеріальних препаратів.

Оскільки високу резистентність збудників бактеріальних інфекцій реєструють у всьому світі, існує потреба постійного моніторингу чутливості бактерій до антибактеріальних препаратів.

Отримані дані щодо стійкості збудників зоонозних та коменсальних інфекцій, одержаних в результаті проведених мікробіологічних досліджень, є актуальною проблемою сьогодення. Протягом двох останніх десятиліть у деяких країнах, таких як США та Великобританія, спостерігається різке зростання випадків захворюваності на кампілобактеріоз, число яких перевищує над іншими поширеними харчовими інфекціями – сальмонельозом і шигельозом. Широке поширення кампілобактеріозного ентериту в різних країнах світу та великі соціально-економічні збитки від цього захворювання пояснюють його включення Всесвітньою Організацією охорони здоров'я (ВООЗ) до спи-

ску емерджентних харчових інфекцій. Епідеміологія кампілобактеріозу в даний час є об'єктом пильної уваги та детального вивчення у більшості розвинених країн світу, оскільки бактерії роду *Campylobacter* все частіше реєструються як етіологічний агент при харчових спалахах, а також у спорадичних випадках бактеріальних гастроентеритів та діарейних захворювань. ВООЗ визнає, що близько 1 % населення Західної Європи щорічно інфікується кампілобактерами, тому *Campylobacter* вважається одним з найбільш значущих “нових” зоонозних патогенів, здатних викликати захворювання людини і тварин. У 2019 році сальмонельоз був другим за поширеністю зоонозом у Європейському Союзі – цей показник становив 87923 підтверджених випадків у людей, а також найчастішою причиною спалахів харчового отруєння, що становило 17,9 % усіх випадків, зареєстрованих у 2019 році (EFSA). В Україні (за даними Центру громадського здоров'я) показник захворюваності людей на сальмонельоз складав 8586 випадків, що становило 20,3 % (Garkavenko et al., 2021).

Таким чином, моніторинг антимікробної резистентності у зоонозних та коменсальних бактерій у тварин та харчової продукції тваринного походження передбачає специфічний і безперервний збір, аналіз і звітність даних, дає змогу зрозуміти розвиток та поширення резистентності, стежити за тимчасовими тенденціями у виникненні та поширенні антимікробної резистентності, ідентифікації нових або специфічних моделей резистентності, а також надає відповідні дані оцінки ризику та оцінює цілеспрямовані втручання.

Висновки

Отже, задля зменшення поширення антибіотикорезистентності необхідно проводити постійний моніторинг чутливості патогенних бактерій до антибактеріальних препаратів, а особливо ізолятів бактерій, виділених під час відбору зразків відповідно до державного моніторингу щодо протимікробної резистентності

від сільськогосподарських тварин у тваринницьких господарствах України.

В результаті проведених досліджень 2120 зразків сліпої кишки (сліпого відростка) з вмістом від великої рогатої худоби, свиней та птиці було виділено та ідентифіковано 448 ізолятів, серед яких: *E. coli* складала 37,7 %, *Salmonella* spp. – 4,24 %, *Enterococcus faecium* – 12,7 %, *Enterococcus faecalis* – 37,9 %, *Campylobacter* spp. – 7,4 % від усіх виділених ізолятів.

При визначенні чутливості до антибактеріальних препаратів виявлено 8 чутливих ізолятів, 237 ізолятів були монорезистентними (чутливість до 1–2 АБП), 203 – полірезистентними (чутливими до 3 і більше АБП).

В результаті досліджень виявлено та підтверджено продукцію (ESBL) у десяти штамів *Escherichia coli*.

Виявлені три ванкоміцинорезистентні штами *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Alekshun, M. N., & Levy, S. B. (2007). Molecular mechanisms of antibacterial multidrug resistance. *Cell*, 128(6), 1037–1050. DOI: 10.1016/j.cell.03.004.
- Bao, L., Peng, R., Ren, X., Ma, R., Li, J., & Wang, Y. (2013). Analysis of some common pathogens and their drug resistance to antibiotics. *Pak. J. Med. Sci.*, 29(1), 135–139. DOI: 10.12669/pjms.291.2744.
- Brtkova, A., Filipova, M., Drahovska, H., et al. (2010). Characterization of enterococci of animal and environmental origin using phe-notypic methods and comparison with PCR based methods. *Veterinari Medicina*, 55(3), 97–105. URL: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/159_2009-VETMED.pdf.
- Byappanahalli, M. N., Nevers, M. B., & Korajkic, A. et al. (2012). Enterococci in the environment. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 76(4), 685–706. DOI: 10.1128/MMBR.00023-12.
- Chen, S., Zhao, S., White, D. G., Schroeder, C. M., Lu, R., Jang, H., McDermott, P. F., Ayers, S., & Meng, J. (2020). Characterization of Multiple – Antimicrobial – Resistant *Salmonella* Serovars isolated from Retail Meats. *Appl Environ Microbiol*, 70(1), 1–7. DOI: 10.1128/AEM.70.1.1-7.2004.
- Chung, Y. S., Kwon, K. H., Shin, S., et al. (2014). Characterization of Veterinary Hospital-Associated Isolates of *Enterococcus* Species in Korea. *J. Microbiol. Biotechnol*, 24(3), 386–393. DOI: 10.4014/jmb.1310.10088.
- de Sousa, J. M., Balboutin, R., Durao, P., & Gordo, I. (2017). Multidrug – resistant bacteria compensate for the epistasis between resistances. *PLoS Biol*, 15(4), e2001741. DOI: 10.1371/journal.pbio.2001741.
- Dworniczek, E., Piwowarczyk, J., Seniuk, A., & Gościński, G. (2014). *Enterococcus* – virulence and susceptibility to photodynamic therapy of clinical isolates from Lower Silesia, Poland. *Scand. J. Infect. Dis.*, 46(12), 846–853. DOI: 10.3109/00365548.2014.952244.
- EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2021. The European Union Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2018/2019. DOI: 10.2903/j.efsa.2021.6490.
- EUCAST guidelines for detection of resistance mechanisms and specific resistances of clinical and/or epidemiological importance Version 2.01 Juli 2017-43p. <https://www.eucast.org>.
- European Union (2003). Regulation (EC) № 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Off J Eur Union*, 50.
- Fotina, T. I., Fotina, G. A., Klischova, G. E., Arefjev, V. L. & Chemich, J. M. (2018). Rol monitoring ta kontrolyu za toksikoinfekcijamy ta toxikozamy u zabezpeccenni biobezpeky naselelnnja Ukrainy. *Veterinarna biotechnologia*, 32(2), 585–592 (in Ukrainian).
- Garkavenko, T. A., Gorbatiuk, O. I., Kozitska, T. G., Andriashchuk, V. O., & Dibkova, S. M. (2020). Biorisks for animals and humans for the promise of enterococcal infections. *Veterinary biotechnology*, 36, 21–33 (in Ukrainian).
- Garkavenko, T. O., & Bergilevich, O. M. (2017). Vychennia antybiotycorezistentnosti osnovnykh zbudnykiv bacterialnykh zachvoruvan tvaryn ta ptytsi do β -lactamiv v Ukraini. *Veterynarna biotechnologia – Veterynary biotechnology*, 34, 33–45 (in Ukrainian).
- Garkavenko, T. O., Andriashchuk, V. O., Gorbatiuk, O. I., Kozitska, T. G., & Garkavenko, V. M. (2021). Rezultaty bakteriologichnykh doslidzhen ta spectr serologichnykh variantiv salmonel, vydilyenyh iz harchovykh productiv tvarynnoho pohodzhennya v Ukraini za 2016–2020 rr. [The results of bacteriological research and the range of serological variants of *Salmonella* isolated from food products of animal origin in Ukraine for the period 2016–2020]. *Veterynary biotechnology*, 39, 29–43. DOI: 10.31073/vet_biotech39-03 (in Ukrainian).
- Garkavenko, T. O., Nevolko, O. M., Ordynska, D. O., Mezhenka, N. A., & Kozitska, T. G. (2015). Antybiotykoresistentnist mikroorganizmiv [Antibiotic resistance of microorganisms]. *Veterynarna medycyna Ukrainy*, 3(229), 13–16. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetm_2015_3_7 (in Ukrainian).
- Garmasheva, I. L., & Kovalenko, N. K. (2010). Identifikacija i taksonomija jenterokokkov. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunologii*, 5, 49–54 (in Ukrainian).
- Gnanadhas, D. P., & Marathe, S. A. (2013). Biocides – resistance, cross-resistance mechanisms and assessment. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 22 (2), 191–206. DOI: 10.1517/13543784.2013.748035.
- Jiménez, E., Ladero, V., Chico, I. et al. (2013). Antibiotic resistance, virulence determinants and production of biogenic amines among enterococci from ovine, feline, canine, porcine and human milk. *BMC Microbiology*, 13, 288–300. DOI: 10.1186/1471-2180-13-288.
- Kasjanuchuk, V. V., Bergilevich, O. M., Kusturov, V. B., & Derjabin, O. M. (2018). Resistentnist izoljativ *Escherichia coli*, vydilyenyh z poverhni tusch svynej do antybiotalnykh preparativ [Resistance of *Escherichia*

- coli isolates isolated from the surface of pig carcasses to antibacterial drugs]. *Veterynarna biotechnologiya*, 32(2), 219–229. DOI: 10.31073/vet_biotech32(2)-26 (in Ukrainian).
- Kim, Y.-J., Park, J.-H., & Seo, K.-H. (2018). Comparison of the loads and antibiotic resistance profiles of *Enterococcus* species from conventional and organic chicken carcasses in South Korea. *Poultry Science*, 97(1), 271–278. DOI: 10.3382/ps/pe275.
- Kotzuba, K. R., Voronkova, O. S., Vinnikov, A. I., & Schevchenko, T. M. (2014). *Mehanizmy stiykosti do antybiotykyv predstavnykyv rodyny Enterobacteriaceae* [Mechanisms of resistance to antibiotics of the family Enterobacteriaceae]. *Visnyk Dnipropetrovskogo universytetu. Biologia, medicina*, 5(1), 33–38. DOI: 10.15421/021407 (in Ukrainian).
- Kryvda, M. I., Galatiuk, O. E., & Solodka, L. O. (2014). *Problemy identyfikatsii enterobakterij pry doslidzheni klinichnogo materialu*. *Visnyk Zhytomyrskogo natsionalnogo argoekologichnogo universytetu*, 1(1), 125–130 (in Ukrainian).
- Lee, B., Kang, S. Y., Kang, H. M., Yang, N. R., Kang, H. G., Ha, I. S., Cheong, H. I., Lee, H. J., & Choi, E. H. (2013). Outcome of antimicrobial therapy of pediatric urinary tract infections caused by extended-spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae. *Infect. Chemother*, 45(4), 415–421. DOI: 10.3947/ic.2013.45.4.415.
- Liu, P. Y., Shi, Z. Y., Tung, K. C., Shyu, C. L., Chan, K. W., Liu, J. W., Wu, Z. Y., Kao, C. C., Huang, Y. C., & Lin, C. F. (2014). Antimicrobial resistance to cefotaxime and ertapenem in Enterobacteriaceae: The effects of altering clinical breakpoints. *J. Infect. Dev. Ctries*, 8(3), 289–296. DOI: 10.3855/jidc.3335.
- Livermore, D. M. (2005). β -lactamases in laboratory and clinical resistance. *Clin. Microbiol. Rev*, 8(4), 557–584. DOI: 10.1128/CMR.8.4.557.
- Mughini-Gras, L., Dorado-García, A., van Duijkeren, E., van den Bunt, G., Dierikx, C. M., Bonten, M. J. M., Bootsma, M. C. J., Schmitt, H., Hald, T., Evers, E. G., de Koeijer, A., van Pelt, W., Franz, E., Mevius, D. J., & Heederik, D. J. J. (2019). Attributable sources of community-acquired carriage of *Escherichia coli* containing β lactam antibiotic resistance genes: a population-based modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 3(8), e357–e369. DOI: 10.1016/S2542-5196(19)30130-5.
- Nilsen, E., Haldorsen, B. C., Sundsfjord, A., Simonsen, G. S., Ingebretsen, A., Naseer, U., & Samuelsen, O. (2013). Large IncHI2-plasmids encode extended-spectrum β -lactamases (ESBLs) in *Enterobacter* spp. bloodstream isolates, and support ESBL-transfer to *Escherichia coli*. *Clin. Microbiol. Infect*, 19(11), E516–518. DOI: 10.1111/1469-0691.12274.
- Pfaller, M. A., Flamm, R. K., Sader, H. S., & Jones, R. N. (2014). Ceftaroline activity against bacterial organisms isolated from acute bacterial skin and skin structure infections in United States medical centers (2009–2011). *Diagn. Microbiol. Infect. Dis*, 78(4), 422–428. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2013.08.027.
- Pitout, J. D., & Laupland, K. B. (2008). Extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae: an emerging public-health concern. *Lancet Infect Dis*, 8(3), 159–166. DOI: 10.1016/S1473-3099(08)70041-0.
- Rublenko, N., & Holovko, A. (2020). Antimicrobial susceptibility of isolates of *Salmonella enterica* subsp. *Enterica* isolated in Ukraine during the period of 2014–2017. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(97), 58–68. DOI: 10.32718/nvlvet9711.
- Salmanov, A. G., & Muzyka, V. P. (2017). *Borotba z rezystentnistiu do antybiotykyv na pryntsypakh kotseptsii “Edyne zdorovya”* [Combating antibiotic resistance on One Health catsepsia prints]. *Mizhnarodnyj zhurnal antybiotyky ta probiotyky*, 1(2), 8–29. DOI: 10.31405/ijap.1-2.17.01.
- Salmanov, A. G., Marievskij, V. F., & Nalapko, U. I. (2010). *Analiz etiologii i antybiotyko-resistentnosti osnovnykh zbudnykyv vnutrishnolikarnyanyh infektsij u hirurgichnyh statsionarah*. *Ukrainsryj zhurnal ekstremalnoi medytsyny imeni G. O. Mozhaeva*, 11(3), 48–55 (in Ukrainian).
- Schane, A. L., Mody, R. K., Crump, L. A., Tarr, P. I., Steiner, T. S., Kotloff, K., & Cantey, J. (2017). Infections Diseases Society of America clinical practice guidelines for the diagnosis and management of infectious diarrhea. *Clinical Infectious Diseases*, 65(12), e45–e80. DOI: 10.1093/cid/cix669.
- Smet, A., Martel, A., Persoons, D., Dewulf, J., Heyndrickx, M., Herman, L., Haesebrouk, F., & Butaye, P. (2010). Broad-spectrum beta-lactamases among Enterobacteriaceae of animal origin: molecular aspects, mobility and impact on public health. *FEMS Microbiol Rev*, 34, 295–316. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2009.00198.x.
- Stetsko, T. I. (2018). *Monitorynh antybiotyko-rezystentnosti zoonoznykh bakteriy v Yevropeyskomu spivtovarystvi*. [Monitoring of antibiotic resistance of zoonotic bacteria in the European community]. *Veterinary biotechnology*, 32(2), 504–515. DOI: 10.31073/vet_biotech32(2)-61 (in Ukrainian).
- Valyshev, A. V., & Gercen, N. V. (2012). *Faktory patogenosti jenterokokkov kishhechnoj mikro-flory cheloveka*. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunologii*, 4, 41–44 (in Ukrainian).
- Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., & Grenfel, B. T., et al. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18), 5649–5654. DOI: 10.1073/pnas.1503141112.
- Vose, D., Acar, J., Anthony, F., Franklin, A., Gupta, R., et al. (2001). Antimicrobial resistans: risk analysis methodology for the potential impact on public health of antimicrobial resistant bacteria of animal origin. *Review of Science and Technology*, 20(3), 811–827. DOI: 10.20506/rst.20.3.1319.
- Yuen, G. J., & Ausubel, F. M. (2014). *Enterococcus infection biology: Lessons from invertebrate host models*. *J. Microbiol*, 52(3), 200–210. DOI: 10.1007/s12275-014-4011-6.