

СТІЙКІСТЬ ДО АНТИБІОТИКІВ – ГЛОБАЛЬНА ПРОБЛЕМА В ІНДИКІВНИЦТВІ

Марушко Дар'я Віталіївна

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-8600-1076

daria0709kitaeva@ukr.net

Петров Роман Вікторович

доктор ветеринарних наук, професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-6252-7965

romanpetrov1978@gmail.com

Розвиток і поширення явища стійкості до антибіотиків стало серйозною причиною для занепокоєння. За кілька останніх десятиліть не було вироблено ніяких великих нових типів антибіотиків, і майже всі відомі антибіотики все більше втрачають свою активність проти патогенних мікроорганізмів. Розвиток і поширення резистентності до антибіотиків поступово обмежує можливості лікування та профілактики більшості бактеріальних збудників, загрожуючи основним компонентам сучасної гуманної та ветеринарної медицини. Ненормоване використання антибіотиків у сфері лікування людей, тварин, птиці і навколишнього середовища, а також поширення резистентних бактерій і генів резистентності серед цих секторів і в усьому світі є факторами, що сприяють цьому. Антибіотики можуть потрапляти в навколишнє середовище з різних джерел, включаючи відходи людини, ветеринарні відходи та відходи тваринництва.

Метою нашої роботи було визначити біохімічні властивості виділених культур з патматеріалу (трупів індиків різних вікових груп), та дослідити чутливість культур до антибактеріальних препаратів. Дослідження проводились на базі кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії. В дослідженнях використовували: бактеріологічний, патологоанатомічний, біохімічний методи. У статті наведені результати біохімічних властивостей мікроорганізмів групи *E. coli* та їх чутливість до найбільш вживаних у ветеринарній практиці препаратів. Виділені культури були оксидазонеативними, утворювали індол, не утворювали сірководень, давали негативну реакцію Фогеса-Проскауера, не утилізували цитрат. За морфологічними властивостями це були грамнегативні палички, продовгуватої форми, які розташовувалися в мазках поодинокі або парно. При визначенні чутливості виділених штамів до антибактеріальних препаратів ми виявили, що 26,3 % виділених культур були резистентними до найпопулярніших антимікробних препаратів у ветеринарній практиці. Виділені культури *E. coli* найбільш резистентними були до групи антибактеріальних препаратів пеніцилінового ряду (87,7%), групи поліміксини (83,9 %) і макролідів (25,7 %).

Ключові слова: птахівництво, антибіотикорезистентність, патогенна мікрофлора, протимікробні препарати, стійкість, чутливість.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.4.9>

Вступ. Застосування антибактеріальних препаратів призводить до появи та поширення стійкості до них (Garcia-Migura et al., 2014). Антимікробний агент – це натуральна напівсинтетична або синтетична речовина, яка виявляє антимікробну активність (вбиває або пригнічує ріст мікроорганізмів) у концентраціях, які можна досягти *in vivo*. Антигельмінтики та речовини, що класифікуються як дезінфікуючі або антисептичні засоби, виключені з цього визначення. Незважаючи на те, що антимікробні агенти активні проти бактерій, найпростіших, вірусів і грибків, саме антибактеріальний клас представляє найбільший інтерес для громадського здоров'я (Page and Gautier, 2012).

Прискорені еволюційні тенденції до антибіотикорезистентності є серйозною загрозою для здоров'я людей і тварин (Harbarth et al., 2015). Крім того, що антибіотики важливі лікування та профілактики інфекцій у людини, вони також широко застосовуються у тваринництві та птахівництві, і можуть служити резервуаром стійких до анти-

біотиків бактерій та детермінант антибіотикорезистентності, які можуть передаватися людям (Marshall & Levy, 2011). Згодом ефективність антибіотиків знижується, що призводить до неефективності лікування (Aarestrup et al., 2008; Mellata, 2013). Навіть якщо використання антибіотиків змінило сучасну людську та ветеринарну медицину та принесло переваги здоров'ю людей і тварин (Katz & Baltz, 2016 ; Hutchings et al., 2019), у довгостроковій перспективі воно мало кілька недоліків, зокрема селекцію мультирезистентних штамів у людей, тварин і екосистем навколишнього середовища, що становить нагальну загрозу в рамках *One Health* (Crofts et al., 2017). Характеристики стійкості до антибіотиків кодуються так званими генами стійкості до антибіотиків, які дозволяють мікробам жити і рости в присутності антибіотиків. Гени стійкості до антибіотиків були виявлені в бактеріях, що живуть як у природному (Bahram et al., 2018 ; Zhang et al., 2020), так і в антропогенному середовищі (Hendriksen et al., 2019 ; Chng et al., 2020), але їх найвища дифузія була

виявлена в середовищах з необмеженим використанням антибіотиків, через надмірне використання антибіотиків у харчових системах та/або медичній практиці (Van Voesckel et al., 2019). Ці докази вказують на прямий зв'язок між використанням антибіотиків і появою та розповсюдженням стійкості до антибіотиків у мікробних спільнотах. Механізми розмноження включають передачу резистентних мікробів від хазяїна до хазяїна, безпосередньо або через навколишнє середовище, та/або обмін генетичним матеріалом, що кодує гени стійкості до антибіотиків, між різними мікробними штамми, навіть тимчасово, в одній екосистемі (Kim and Cha, 2021; McCarthy et al., 2014; Liu et al., 2016; von Wintersdorff et al., 2016; Jiang et al., 2017). У будь-якому випадку, поширення резистентності до антибіотиків залежить від складної мережі зв'язків між мікробами, хазяїнами та їх середовищем, які завжди є кращими в умовах високої щільності населення та спільного використання обмеженого середовища, сприяючи поширенню резистентних бактерій і генів стійкості до антибіотиків (Bruinsma et al., 2003).

Тваринницькі ферми та пташники є гарячими точками для розвитку та поширення генів стійкості до антибіотиків через обмежений простір щодо чисельності худоби та птиці, а також широке використання антибіотиків. Протягом багатьох років антибіотики застосовувалися з нетерапевтичною метою, наприклад для стимуляції росту та профілактики захворювань, і їх постійно виявляли в шлунково-кишковому тракті тварин та птиці в низьких концентраціях (Woolhouse and Ward, 2013; Zhu et al., 2017; He et al., 2020). У Європі, де використання антибіотиків було заборонено в 2006 році, їх застосування все ще дуже поширене в птахівництві. Це пов'язано з нещодавнім зростанням інфекцій, які вимагали більшої кількості застосувань терапевтичних доз антибіотиків (Immerseel et al., 2004; Gaucher et al., 2017). Широке використання антибіотиків чинить селективний тиск на бактерії в кишечнику тварин та птиці для отримання генів стійкості і подальшої передачі метаспільнотам мікробіомів харчової системи. Однак лише кілька досліджень дали систематичну оцінку динаміки, пов'язаної з розповсюдженням стійкості до антибіотиків у харчових системах (Bai et al., 2022; Mazhar et al., 2021; Zhu et al., 2021; Song et al., 2021; Duan et al., 2019). Стійкі до антибіотиків бактерії, відібрані в кишечнику тварин, можуть бути розсіяні у внутрішньому середовищі ферми, а потім можуть потрапити в зовнішнє середовище безпосередньо – через екологічний шлях розсіювання – або, що більш важливо, в асоціації з мікробіомами працівників. Зокрема, шлях поширення резистентності до антибіотиків, пов'язаний із хазяїном, збільшить ймовірність впливу на людину, особливо для фермерів і тих, хто живе в сусідніх районах. Нещодавно було продемонстровано, що кишковий мікробіом фермерів, які живуть у тісному контакті з вирощеними свинями та птицею, показав більшу кількість резистентності порівняно з міськими жителями, які проживають у тій же географічній зоні (Maciel-Guerra et al., 2023).

Птахівництво на сьогодні є перспективною сільськогосподарською галуззю (Mili, S., et al., 2022). Індики нале-

жать до ряду куроподібних, отже, для них є небезпечними всі ті захворювання, які вражають цей ряд. Тільки здорова птиця може бути високопродуктивною. За результатами бактеріологічних досліджень трупів індиків, кормів, проб води та проб повітря з птахівничих приміщень, було встановлено, що найбільш розповсюдженими мікроорганізмами є ешерихії та мікоплазми (Фотіна Т.І., 2016).

Escherichia coli – грамнегативна факультативно анаеробна паличкоподібна бактерія родини *Enterobacteriaceae*. Зазвичай знаходиться в шлунково-кишковому тракті птиці, тварин та людей (Amin, M. B., et al. 2020).

Штами, які призводять до харчових отруєнь, включають ентеропатогенні штами *E. coli*, ентеротоксигенні штами *E. coli*, ентероінвазивні і ентерогеморагічні штами *E. coli* (Lim, M. A., et al., 2020).

Патогенна кишкова паличка має несприятливий вплив на організм тварин та птиці з ослабленою імунною системою (Kaper, J. B., et al., 2004).

Мета. Метою нашої роботи було визначити біохімічні властивості виділених культур з патматеріалу, та дослідити чутливість культур до антимікробних препаратів.

Матеріали та методи. Робота виконувалася на базі лабораторії «Інноваційні технології та безпеки і якості продуктів тваринництва» та «Ветеринарна фармація» кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету.

Матеріалом для проведення експерименту були трупи індиків різних вікових груп та різних форм власності. Для виявлення збудників інфекційних хвороб птиці було досліджено 265 трупів індиків різних вікових груп.

Для виявлення та ідентифікації належності виділених штамів до бактерій групи *E. coli* використовували такі середовища та реактиви: МПА, МПБ, середовище Ендо, трицукровий залізовміщуючий агар, триптон-триптофановий бульйон, оксидазні диски, середовище Кларка, цитратний агар Сіммонса, бульйонне середовище з феноловим червоним та дисками з глюкозою, лактозою, дульцитом та сорбітом, реактив Ковача, α -нафтол, ешерихіозні моновалентні та полівалентні сироватки. Для виявлення чутливості ізольованих культур до антибактеріальних препаратів диско-дифузійним методом використовували середовище Мюллера-Хітона та стандартизовані диски з АБП.

Результати. При дослідженні 265 трупів індиків, з них було ізольовано 180 культур. При визначенні складу мікроорганізмів були отримані результати, що наведені на рис. 1.

Найбільш розповсюдженими збудниками інфекційних хвороб індиків на території Сумської області є *E. coli* – 54,6 %, *Staphylococcus spp.*, – 29 %, *Proteus spp.* – 7,5 %, *Klebsiella ssp.*, *Yersinia ssp.*, *Enterobacter ssp.*, *Clostridium ssp.*, *Campilobacter ssp.*, *Citrobacter ssp.* – 8,9 %.

Так як при дослідженні було встановлено, що більшість (54,6 %) мікрофлори відноситься до кишкової палички, то подальші дослідження були проведені з цим збудником.

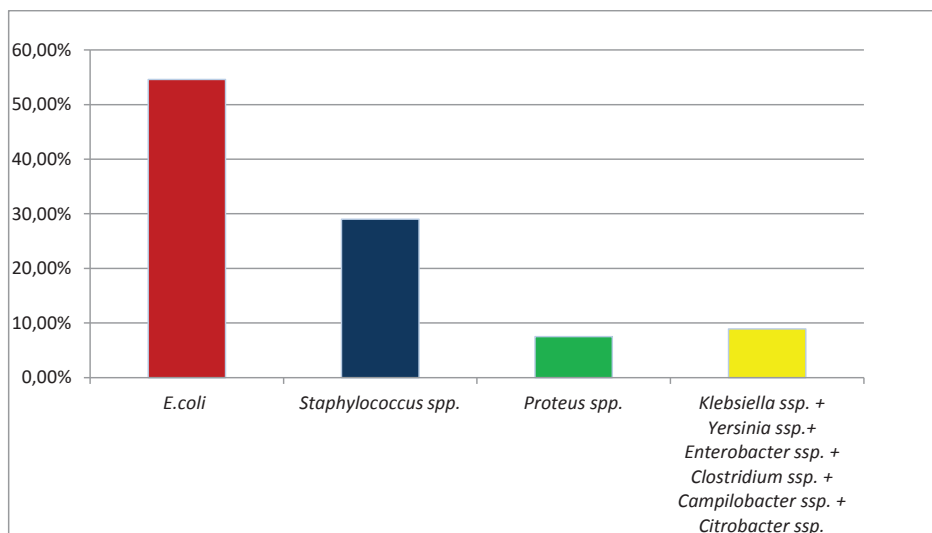


Рис. 1. Видова приналежність виділених мікроорганізмів

При посіві на МПБ культура *E.coli* спостерігалася помутніння середовища.

На МПА колонії мали округлу форму, сіро-білий колір з гладкою та блискучою поверхнею (Рис. 2).



Рис. 2. Ріст *E. coli* на МПА

На середовищі Ендо утворилися колонії темно-червоного кольору з металевим блиском (Рис. 3).



Рис. 3. Ріст *E. coli* на середовищі Ендо

При вивченні морфологічних властивостей ізолюваних штамів бактерій групи *E. coli* було виявлено грамнегативні палички, продовгуватої форми, в мазках розташовані поодинокі або парно (рис. 4).

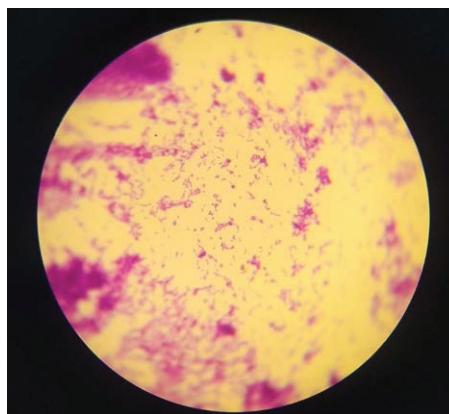


Рис. 4. Мікроскопія мазків-відбитків з *E. coli*, фарбування за Грамом, $\times 720$

В подальшому ізолювані культури пересівали на диференційні середовища та проводили дослідження біохімічних властивостей. Результати біохімічних властивостей виділених культур *E. coli* наведені в таблиці 1.

Проаналізувавши вище зазначений матеріал нами було встановлено, що всі виділені культури були оксидазонегативні, утворювали індол, не утворювали сірководень, дали негативну реакцію Фогеса-Проскауера, не утилізували цитрат.

На наступному етапі досліджень проводили визначення чутливості виділених культур кишкової палички до найбільш розповсюджених антибіотиків методом дифузії в агар (табл. 2).

Визначення чутливості виділених штамів ешерихій до антибактеріальних препаратів вивчали методом дифузії в агар та встановили, що 26,79% виділених культур були резистентними до найбільш вживаних препаратів у ветеринарній практиці.

Біохімічні властивості ізолюваних культур

Властивості	Позитивна реакція		Негативна реакція	
	кількість культур	%	кількість культур	%
Утворення оксидази	0	0,00	100	102,04
Ферментація глюкози	96	97,96	2	2,04
Ферментація дульциту	96	97,96	2	2,04
Утворення індолу	100	102,04	0	0,00
Ферментація ксилози	71	72,45	27	27,55
Ферментація лактози	98	100,00	0	0,00
Реакція Фогеса-Проскауера	0	0,00	98	100,00
Утворення сірководню	0	0,00	98	100,00
Ферментація сорбіту	98	100,00	0	0,00
Утилізація цитрату	0	0,00	98	100,00

Таблиця 2

Чутливість виділених культур до антибактеріальних препаратів методом дифузії в агар

Назва препарату	Всього досліджено культур	Чутливість <i>E. coli</i>	Відсоток чутливих культур <i>E. coli</i> , %	Кількість чутливих культур	Відсоток резистентних культур <i>E. coli</i> , %	Кількість резистентних культур
Тетрациклін	98	++	82,65	81	19,39	19
Егоцин 20	98	+++	90,82	89	11,22	11
Енрофлоксацин	98	++	86,73	85	15,31	15
Цефокситин	98	+++	92,86	91	9,18	9
Лінкоміцин	98	+++	95,92	94	6,12	6
Енроксил	98	+++	87,76	86	14,29	14
Ципрофлоксацин	98	+++	93,88	92	8,16	8
Левовфлоксацин	98	++	74,49	73	27,55	27
Стрептоміцин	98	+++	93,88	92	8,16	8
Колістин	98	-	16,33	16	85,71	84
Бензилпеніцилін	98	-	12,24	12	89,80	88
Еритроміцин	98	+	75,51	74	26,53	26

Примітка: «-» – культура нечутлива до препарату; «+» – культура слабочутлива до препарату; «++» – культура чутлива до препарату; «+++» – культура високочутлива до препарату.

Обговорення. Відповідно до вище викладеного матеріалу, ізоляти *E. coli* були високорезистентними до пеніцилінової групи антибіотиків, демонструючи до 87,7 % резистентності. Висока резистентність *E. coli* до антимікробних препаратів пеніцилінового ряду у птиці може бути пов'язана з тривалим використанням цих протимікробних препаратів (Veitur, A., et al., 2014).

Цефалоспорини – це клас β -лактамних протимікробних засобів, які можуть широко використовуватися як ліки невідкладної допомоги для лікування важливих бактеріальних захворювань. Згідно з нашими дослідженнями, ізоляти *E. coli* показали до 8,7% резистентності до цефалоспоринів першого покоління.

Фторхінолони вважаються антибіотиками першої лінії при захворюваннях, які викликаються *E. coli*. Фторхінолони широко використовуються для лікування бактеріальних інфекцій у людей, птиці та інших тварин (Odoki, M., et al., 2020). Нами було досліджено, що з 400

виділених культур *E. coli* 16 % були резистентними до фторхінолонів.

Аміноглікозиди та тетрацикліни - найбільш вживані антимікробні засоби, які застосовуються для лікування тварин та птиці (Khan, S. A., et al., 2020). Аміноглікозиди – протимікробні засоби, які пригнічують розвиток бактеріальних білків (Mingeot-Leclercq, M. P., et al., 1999). Нами було встановлено, що 15 % виділених культур *E. coli* були резистентними до антибактеріальних препаратів тетрациклінової групи, і 7,9 % ізолюваних культур *E. coli* були резистентними до аміноглікозидів.

Макролідні антибіотики це великий клас складних макролактонних структур, які володіють антибактеріальною активністю. Макроліди та лінкозаміди мають, як правило, бактеріостатичну дію (Giguère, 2013a, Giguère, 2013b). Деякі макроліди нового покоління можуть мати бактерицидну дію проти деяких видів бактерій у лабо-

раторних умовах (Seral et al., 2003). Згідно дослідження, виділені культури *E. coli* були резистентними на 25,7 % до препаратів групи макролідів, і на 6% до препаратів групи лінкозамідів.

Поліміксини складають поліміксиновий комплекс у групі циклічних ліпопептидів протимікробних засобів. Поліміксин, декапептид, приєднаний до бічного ланцюга жирної кислоти, вперше був виділений у 1947 році як продукт бродіння *Bacillus polymyxa* (Bryskier, 2005). Завдяки характеру антибактеріальної дії колістин неактивний проти грамозитивних бактерій, грамнегативних коків і *Mycoplasma spp.* Крім того, *Proteus spp.*, *Serratia spp.* і *Burkholderia spp.* мають природну стійкість до цього препарату. Таким чином, колістин є антимікробним засобом вузького спектру дії, що діє на ферментативні (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Salmonella spp.*) і неферментативні (*Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*) грамнегативні бактерії (Poirel et al., 2017). Ми виявили, що 83,9% бактерій були резистентними до колістину.

Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що ефективним методом запобігання створенню явища антибіотикорезистентності в індиків-

ництві є використання пробіотиків (Kytaieva & Petrov, 2020).

Висновки

1. При проведенні дослідження, нами було встановлено, що найбільш розповсюдженими збудниками інфекційних хвороб індиків на території Сумської області є *E. coli* – 54,6%.

2. Встановлено, що 26,79 % виділених культур були резистентними до найбільш вживаних препаратів у ветеринарній практиці.

3. Виявлено, що виділені культури *E. coli* найбільш резистентними були до групи антибактеріальних препаратів пеніцилінового ряду (87,7%), групи поліміксинів (83,9%) і макролідів (25,7%).

4. Наведена вище інформація також вимагає посилення заходів нагляду та моніторингу використання антибіотиків як в тваринництві, так і серед людей.

В подальшому планується розробка ефективних засобів для підвищення резистентності організму індиків, тим самим зменшуючи вплив патогенних бактерій на організм птиці, та неконтрольованого використання антибактеріальних препаратів в птахівництві.

Бібліографічні посилання:

1. Aarestrup, F. M., Wegener, H. C., & Collignon, P. (2008). Resistance in bacteria of the food chain: epidemiology and control strategies. *Expert review of anti-infective therapy*, 6(5), 733–750. <https://doi.org/10.1586/14787210.6.5.733>.
2. Amin, M. B., Sraboni, A. S., Hossain, M. I., Roy, S., Mozmadar, T. A. U., Unicomb, L., Rousham, E. K., & Islam, M. A. (2020). Occurrence and genetic characteristics of mcr-1-positive colistin-resistant *E. coli* from poultry environments in Bangladesh. *Journal of global antimicrobial resistance*, 22, 546–552. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2020.03.028>
3. Bahram, M., Hildebrand, F., Forslund, S. K., Anderson, J. L., Soudzilovskaia, N. A., Bodegom, P. M., Bengtsson-Palme, J., Anslan, S., Coelho, L. P., Harend, H., Huerta-Cepas, J., Medema, M. H., Maltz, M. R., Mundra, S., Olsson, P. A., Pent, M., Pöhlme, S., Sunagawa, S., Ryberg, M., Tedersoo, L., ... Bork, P. (2018). Structure and function of the global topsoil microbiome. *Nature*, 560(7717), 233–237. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0386-6>
4. Bai, H., He, L. Y., Wu, D. L., Gao, F. Z., Zhang, M., Zou, H. Y., ... & Ying, G. G. (2022). Spread of airborne antibiotic resistance from animal farms to the environment: dispersal pattern and exposure risk. *Environment international*, 158, 106927.
5. Beytur, A., Yakupogullari, Y., Oguz, F., Otlu, B., & Kaysadu, H. (2014). Oral amoxicillin-clavulanic Acid treatment in urinary tract infections caused by extended-spectrum Beta-lactamase-producing organisms. *Jundishapur journal of microbiology*, 8(1), e13792. <https://doi.org/10.5812/ijm.13792>
6. Bruinsma, N., Hutchinson, J. M., van den Bogaard, A. E., Giamarellou, H., Degener, J., & Stobberingh, E. E. (2003). Influence of population density on antibiotic resistance. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 51(2), 385–390. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg072>
7. Chng, K. R., Li, C., Bertrand, D., Ng, A. H. Q., Kwah, J. S., Low, H. M., Tong, C., Natrajan, M., Zhang, M. H., Xu, L., Ko, K. K. K., Ho, E. X. P., Av-Shalom, T. V., Teo, J. W. P., Khor, C. C., MetaSUB Consortium, Chen, S. L., Mason, C. E., Ng, O. T., Marimuthu, K., ... Nagarajan, N. (2020). Cartography of opportunistic pathogens and antibiotic resistance genes in a tertiary hospital environment. *Nature medicine*, 26(6), 941–951. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0894-4>
8. Crofts, T. S., Gasparrini, A. J., & Dantas, G. (2017). Next-generation approaches to understand and combat the antibiotic resistome. *Nature reviews. Microbiology*, 15(7), 422–434. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.28>.
9. Duan, M., Gu, J., Wang, X., Li, Y., Zhang, R., Hu, T., & Zhou, B. (2019). Factors that affect the occurrence and distribution of antibiotic resistance genes in soils from livestock and poultry farms. *Ecotoxicology and environmental safety*, 180, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.005>
10. Fotina T.I. (2016). Naiposhyrenishi khvoroby indykv [The most common diseases of turkeys]. *Zhurnal «Ptakhivnytstvo»*, 3(45), 88-90. [in Ukrainian].
11. Garcia-Migura, L., Hendriksen, R. S., Fraile, L., & Aarestrup, F. M. (2014). Antimicrobial resistance of zoonotic and commensal bacteria in Europe: the missing link between consumption and resistance in veterinary medicine. *Veterinary microbiology*, 170(1-2), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.01.013>
12. Gaucher, M. L., Perron, G. G., Arsenaault, J., Letellier, A., Boulianne, M., & Quessy, S. (2017). Recurring Necrotic Enteritis Outbreaks in Commercial Broiler Chicken Flocks Strongly Influence Toxin Gene Carriage and Species Richness in the Resident *Clostridium perfringens* Population. *Frontiers in microbiology*, 8, 881. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00881>
13. Giguère, S. (2013). Lincosamides, pleuromutilins, and streptogramins. *Antimicrobial therapy in veterinary medicine*, 199-210.
14. Giguère, S. (2013). Macrolides, azalides, and ketolides. *Antimicrobial therapy in veterinary medicine*, 211-231.

15. Harbarth, S., Balkhy, H. H., Goossens, H., Jarlier, V., Kluytmans, J., Laxminarayan, R., Saam, M., Van Belkum, A., Pittet, D., & for the World Healthcare-Associated Infections Resistance Forum participants (2015). Antimicrobial resistance: one world, one fight!. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 4, 49. <https://doi.org/10.1186/s13756-015-0091-2>
16. He, Y., Yuan, Q., Mathieu, J., Stadler, L., Senehi, N., Sun, R., & Alvarez, P. J. (2020). Antibiotic resistance genes from livestock waste: occurrence, dissemination, and treatment. *NPJ Clean Water*, 3(1), 4.
17. Hendriksen, R. S., Munk, P., Njage, P., van Bunnik, B., McNally, L., Lukjancenko, O., Röder, T., Nieuwenhuijse, D., Pedersen, S. K., Kjeldgaard, J., Kaas, R. S., Clausen, P. T. L. C., Vogt, J. K., Leekitcharoenphon, P., van de Schans, M. G. M., Zuidema, T., de Roda Husman, A. M., Rasmussen, S., Petersen, B., Global Sewage Surveillance project consortium, ... Aarestrup, F. M. (2019). Global monitoring of antimicrobial resistance based on metagenomics analyses of urban sewage. *Nature communications*, 10(1), 1124. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08853-3>
18. Hutchings, M. I., Truman, A. W., & Wilkinson, B. (2019). Antibiotics: past, present and future. *Current opinion in microbiology*, 51, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2019.10.008>
19. Jiang, X., Ellabaan, M. M. H., Charusanti, P., Munck, C., Blin, K., Tong, Y., Weber, T., Sommer, M. O. A., & Lee, S. Y. (2017). Dissemination of antibiotic resistance genes from antibiotic producers to pathogens. *Nature communications*, 8, 15784. <https://doi.org/10.1038/ncomms15784>
20. Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. (2004). Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature reviews. Microbiology*, 2(2), 123–140. <https://doi.org/10.1038/nrmicro818>
21. Katz, L., & Baltz, R. H. (2016). Natural product discovery: past, present, and future. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 43(2-3), 155–176. <https://doi.org/10.1007/s10295-015-1723-5>
22. Khan, S. A., Imtiaz, M. A., Sayeed, M. A., Shaikat, A. H., & Hassan, M. M. (2020). Antimicrobial resistance pattern in domestic animal - wildlife - environmental niche via the food chain to humans with a Bangladesh perspective; a systematic review. *BMC veterinary research*, 16(1), 302. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02519-9>
23. Kim, D. W., & Cha, C. J. (2021). Antibiotic resistome from the One-Health perspective: understanding and controlling antimicrobial resistance transmission. *Experimental & molecular medicine*, 53(3), 301–309. <https://doi.org/10.1038/s12276-021-00569-z>
24. Kytaieva, D.V., & Petrov, R.V. (2020). Vykorystannia probiotykyv pry vyroshchuvanni indykyv [Use of probiotics in growing turkeys]. *NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriya: Veterynarni nauky*, 22(100), 23-27. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32718/nlvvet10004>
25. Lim, M. A., Kim, J. Y., Acharya, D., Bajgain, B. B., Park, J. H., Yoo, S. J., & Lee, K. (2020). A Diarrhoeagenic *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC) Infection Outbreak That Occurred among Elementary School Children in Gyeongsangbuk-Do Province of South Korea Was Associated with Consumption of Water-Contaminated Food Items. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3149. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093149>
26. Liu, Y. Y., Wang, Y., Walsh, T. R., Yi, L. X., Zhang, R., Spencer, J., Doi, Y., Tian, G., Dong, B., Huang, X., Yu, L. F., Gu, D., Ren, H., Chen, X., Lv, L., He, D., Zhou, H., Liang, Z., Liu, J. H., & Shen, J. (2016). Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human beings in China: a microbiological and molecular biological study. *The Lancet. Infectious diseases*, 16(2), 161–168. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00424-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00424-7)
27. Maciel-Guerra, A., Baker, M., Hu, Y., Wang, W., Zhang, X., Rong, J., Zhang, Y., Zhang, J., Kaler, J., Renney, D., Loose, M., Emes, R. D., Liu, L., Chen, J., Peng, Z., Li, F., & Dottorini, T. (2023). Dissecting microbial communities and resistomes for interconnected humans, soil, and livestock. *The ISME journal*, 17(1), 21–35. <https://doi.org/10.1038/s41396-022-01315-7>
28. Marshall, B. M., & Levy, S. B. (2011). Food animals and antimicrobials: impacts on human health. *Clinical microbiology reviews*, 24(4), 718–733. <https://doi.org/10.1128/CMR.00002-11>
29. Mazhar, S. H., Li, X., Rashid, A., Su, J., Xu, J., Brejnrod, A. D., Su, J. Q., Wu, Y., Zhu, Y. G., Zhou, S. G., Feng, R., & Rensing, C. (2021). Co-selection of antibiotic resistance genes, and mobile genetic elements in the presence of heavy metals in poultry farm environments. *The Science of the total environment*, 755(Pt 2), 142702. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142702>
30. McCarthy, A. J., Loeffler, A., Witney, A. A., Gould, K. A., Lloyd, D. H., & Lindsay, J. A. (2014). Extensive horizontal gene transfer during *Staphylococcus aureus* co-colonization in vivo. *Genome biology and evolution*, 6(10), 2697–2708. <https://doi.org/10.1093/gbe/evu214>
31. Mellata M. (2013). Human and avian extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*: infections, zoonotic risks, and antibiotic resistance trends. *Foodborne pathogens and disease*, 10(11), 916–932. <https://doi.org/10.1089/fpd.2013.1533>
32. Mili, S. A., Islam, M. S., Al Momen Sabuj, A., Haque, Z. F., Pundit, A., Hossain, M. G., Hassan, J., & Saha, S. (2022). A Cross-Sectional Seroepidemiological Study on Infectious Bursal Disease in Backyard Chickens in the Mymensingh District of Bangladesh. *Veterinary medicine international*, 2022, 9076755. <https://doi.org/10.1155/2022/9076755>
33. Mingeot-Leclercq, M. P., Glupczynski, Y., & Tulkens, P. M. (1999). Aminoglycosides: activity and resistance. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 43(4), 727–737. <https://doi.org/10.1128/AAC.43.4.727>
34. Odoki, M., Aliero, A. A., Tibyangye, J., Maniga, J. N., Eilu, E., Ntulume, I., Wampande, E., Kato, C. D., Agwu, E., & Bazira, J. (2020). Fluoroquinolone resistant bacterial isolates from the urinary tract among patients attending hospitals in Bushenyi District, Uganda. *The Pan African medical journal*, 36, 60. <https://doi.org/10.11604/pamj.2020.36.60.18832>
35. Omura, S. (Ed.). (2002). *Macrolide antibiotics: chemistry, biology, and practice*. Elsevier.
36. Page, S. W., & Gautier, P. (2012). Use of antimicrobial agents in livestock. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 31(1), 145–188. <https://doi.org/10.20506/rst.31.1.2106>

37. Poirel, L., Jayol, A., & Nordmann, P. (2017). Polymyxins: Antibacterial Activity, Susceptibility Testing, and Resistance Mechanisms Encoded by Plasmids or Chromosomes. *Clinical microbiology reviews*, 30(2), 557–596. <https://doi.org/10.1128/CMR.00064-16>
38. Song, L., Wang, C., Jiang, G., Ma, J., Li, Y., Chen, H., & Guo, J. (2021). Bioaerosol is an important transmission route of antibiotic resistance genes in pig farms. *Environment international*, 154, 106559. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106559>
39. Van Boeckel, T. P., Pires, J., Silvester, R., Zhao, C., Song, J., Criscuolo, N. G., ... & Laxminarayan, R. (2019). Global trends in antimicrobial resistance in animals in low-and middle-income countries. *Science*, 365(6459), eaaw1944.
40. Van Boeckel, T. P., Pires, J., Silvester, R., Zhao, C., Song, J., Criscuolo, N. G., Gilbert, M., Bonhoeffer, S., & Laxminarayan, R. (2019). Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries. *Science (New York, N.Y.)*, 365(6459), eaaw1944. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1944>
41. Van Immerseel, F., De Buck, J., Pasmans, F., Huyghebaert, G., Haesebrouck, F., & Ducatelle, R. (2004). Clostridium perfringens in poultry: an emerging threat for animal and public health. *Avian pathology : journal of the W.V.P.A.*, 33(6), 537–549. <https://doi.org/10.1080/03079450400013162>
42. Woolhouse, M. E., & Ward, M. J. (2013). Microbiology. Sources of antimicrobial resistance. *Science (New York, N.Y.)*, 341(6153), 1460–1461. <https://doi.org/10.1126/science.1243444>
43. Zhang, Q., Zhang, Z., Lu, T., Peijnenburg, W. J. G. M., Gillings, M., Yang, X., Chen, J., Penuelas, J., Zhu, Y. G., Zhou, N. Y., Su, J., & Qian, H. (2020). Cyanobacterial blooms contribute to the diversity of antibiotic-resistance genes in aquatic ecosystems. *Communications biology*, 3(1), 737. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01468-1>
44. Zhu, T., Chen, T., Cao, Z., Zhong, S., Wen, X., Mi, J., Ma, B., Zou, Y., Zhang, N., Liao, X., Wang, Y., & Wu, Y. (2021). Antibiotic resistance genes in layer farms and their correlation with environmental samples. *Poultry science*, 100(12), 101485. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101485>
45. Zhu, Y. G., Zhao, Y., Li, B., Huang, C. L., Zhang, S. Y., Yu, S., Chen, Y. S., Zhang, T., Gillings, M. R., & Su, J. Q. (2017). Continental-scale pollution of estuaries with antibiotic resistance genes. *Nature microbiology*, 2, 16270. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2016.270>

Marushko D. V., Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Petrov R. V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Antibiotic resistance is a global problem in turkey farming

The development and spread of antibiotic resistance has become a serious cause for concern. No major new types of antibiotics have been developed in the past few decades, and almost all known antibiotics are increasingly losing their activity against pathogenic microorganisms. The development and spread of antibiotic resistance is gradually limiting the possibilities of treating and preventing most bacterial pathogens, threatening the main components of modern human and veterinary medicine. The inappropriate use of antibiotics in the treatment of humans, animals, poultry and the environment, as well as the spread of resistant bacteria and resistance genes among these sectors and worldwide, are contributing factors. Antibiotics can enter the environment from various sources, including human waste, veterinary waste and livestock waste. The aim of our work was to determine the biochemical properties of isolated cultures from patmaterial (turkey carcasses of different age groups), and to investigate the sensitivity of cultures to antibacterial drugs. The research was conducted at the Department of Veterinary Sanitary Inspection, Microbiology, Hygiene and Pathological Anatomy. The research used: bacteriological, pathoanatomical, biochemical methods. The article presents the results of the biochemical properties of microorganisms of the *E. coli* group and their sensitivity to the most commonly used drugs in veterinary practice. The isolated cultures were oxidase-negative, formed indole, did not form hydrogen sulfide, gave a negative Voges-Proskauer reaction, and did not utilize citrate. According to their morphological properties, they were gram-negative rods, elongated in shape, which were located singly or in pairs in smears. When determining the sensitivity of the isolated strains to antibacterial drugs, we found that 26.3% of the isolated cultures were resistant to the most popular antimicrobial drugs in veterinary practice. The isolated *E. coli* cultures were most resistant to the penicillin group of antibacterial drugs (87.7%), the polymyxin group (83.9%) and macrolides (25.7%).

Key words: poultry farming, antibiotic resistance, pathogenic microflora, antimicrobial drugs, resistance, sensitivity.