

## МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 636.7/.8.09:573.4:615.33

## Визначення чутливості до антибіотиків у ізолятів, виділених від собак та котів

Чемеровська І.О. , Рубленко І.О. 

Білоцерківський національний аграрний університет



E-mail: Чемеровська І.О. chemerovska.i.o@ukr.net; Рубленко І.О. rublenkoi@meta.ua



Чемеровська І.О., Рубленко І.О. Визначення чутливості до антибіотиків у ізолятів, виділених від собак та котів. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 69–87.

Chemerovska I., Rublenko I. Determination of antibiotic susceptibility in isolates from dogs and cats. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 69–87.

Рукопис отримано: 23.10.2024 р.

Прийнято: 06.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-69-87

Мікроорганізми здатні швидко набувати антибіотикорезистентності через мутацію, передачу генів-пам'яті та епігенетичних змін. Різні чинники впливають на поширення стійких до антибіотиків бактерій у сфері охорони здоров'я, сільському господарстві/тваринництві та навколишньому середовищі за їх нераціонального, надмірного використання. Ці стійкі мікроорганізми (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*) та їх гени потрапляють у ґрунт, повітря, воду, сільськогосподарські відходи, очисні споруди і поширюються у навколишньому середовищі. Особливо небезпечними є збудники-зоонози. Вчені та практикуючі лікарі розробляють глобальні стратегії, які насамперед включають удосконалення ідентифікації та моніторингу поширення стійких патогенів. Метою досліджень було визначити у мікроорганізмів, виділених від тварин-компаньйонів, чутливість до антибактеріальних препаратів. Для мікробіологічного дослідження відібрано біологічний матеріал, за різних інфекційних процесів.

Визначено у ізолятів *Staphylococcus aureus* резистентність до різних антибіотиків. Зокрема, найбільш резистентними виявилися ізоляти до цефтріаксону (7,14 %), цефазоліну (5,36 %) та ампіциліну (5,36 %). За дослідження ізолятів *Staphylococcus aureus* найвищу резистентність встановлено до еритроміцину, лінкоміцину що вірогідно вище ( $p < 0,001$ ) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну та цефтріаксону.

У виділених ізолятів *Staphylococcus epidermidis* виявили резистентність до гентаміцину, еритроміцину, лінкоміцину, цефатоксину, ампіциліну, що вірогідно ( $p < 0,001$ ) вище у порівнянні із отриманими даними резистентності до тетрацикліну, ципрофлоксацину, цефтріаксону.

Найбільш резистентними ізоляти *E. coli* виявилися до лінкоміцину (10,34 %), цефтріаксону (10,34 %), тетрацикліну (8,62 %) та норфлоксацину (8,62 %).

**Ключові слова:** антибіотикорезистентність, антибіотики, поширення, мікроорганізми, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*, собаки, коти.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** У природі широко поширені збудники, які здатні спричинювати інфекційні процеси у тварин та людей. Різні чинники впливають на поширення стійких до антибіотиків бактерій, безпосе-

редньо через використання антибактеріальних препаратів у сфері охорони здоров'я, сільському господарстві/тваринництві за їх нераціонального і надмірного використання. Мікроорганізми здатні швидко набувати антибіотикорезистентності через передачу

генів-пам'яті. Небезпека основана й на тому, що ці патогени із фекаліями, сечею та секретами виділяються з організму. Стійкі мікроорганізми та їх гени потрапляють у ґрунт, повітря, воду, сільськогосподарські відходи, внаслідок чого вони поширюються у навколишньому середовищі. Водночас небезпека полягає в тому, що ці збудники є зоонозними мікроорганізмами. Вчені та практикуючі лікарі розробляють глобальні стратегії щодо їх контролювання. Крім того, проводять постійне удосконалення ідентифікації та моніторингу поширення стійких форм патогенів (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*).

У світі та на території України набула поширеності *Escherichia coli* [7–10] — грамнегативна, коменсальна бактерія, яка мешкає у шлунково-кишковому тракті тварин та людей. Цей збудник часто піддається впливу антибактеріальних препаратів впродовж життя свого господаря [3, 6]. Проблема резистентної стійкості цієї бактерії до антибіотиків — викликає серйозне занепокоєння у медицині та ветеринарії. Резистентні збудники здебільшого пов'язані з високою захворюваністю, смертністю та вартістю лікування.

Крім того, поширеними є бактерії *Staphylococcus spp.*, які можуть колонізувати як живі організми, так і неживі об'єкти. Передача чинників вірулентності, через горизонтальне перенесення генів резистентності, утворення мутацій та зміни в структурах клітин обумовлює стійкість у них до антимікробних препаратів. У зв'язку з цим ускладнюється лікування стафілококової інфекції [11, 12]. У тварин інфекційні процеси, зумовлені стафілококом, супроводжуються утворенням гнійного ексудату, некрозом тканин та сепсисом [13, 14], що проявляється за фурункульозу, маститу, кон'юнктивіту, кератиту, бактеріємії [15, 16].

Водночас резистентність виявляють у бактерій роду *Proteus*, які є частиною нормальної мікрофлори кишечника теплокровних організмів. Цей збудник широко поширений у навколишньому середовищі (воді, ґрунті), де його наявність вважається наслідком фекального забруднення. За даними авторів [17], *Proteus spp.* мають резистентність до аміноглікозидів, внаслідок цього виникає проблема у лікуванні як людей так і тварин. Ці мікроорганізми інфікують продукцію та людей, що є високим ризиком поширеності зоонозних бактерій та зумовлює труднощі за лікування.

На сьогодні відомо не менше чотирьох біохімічних механізмів, які відповідають за розвиток у бактерій антибіотикорезистентності: детоксикація антибіотика; зменшення проникності стінки мікроорганізму для антибіотиків і видалення його з клітини; структурні зміни в молекулах, які є мішенями для антибіотиків; продукція альтернативних мішеней. Висока здатність до антибіотикорезистентності у грамнегативних бактерій обумовлена їх потенціалом детоксикувати антибіотики. У них механізми детоксикаційної резистентності до антибіотиків більш ефективні ніж у грампозитивних, оскільки відсутня периплазма (периплазмовий простір), що є основною причиною руйнування антибіотиків, зокрема  $\beta$ -лактамаз.

Отже, антимікробна стійкість бактерій до антибіотиків є загальносвітовою проблемою [1] і потребує вивчення з метою зниження резистентних патогенів. Виділення від тварин та людей [6, 7] резистентних ізолятів вкотре підтверджує ризик поширення зоонозних патогенів. Наразі існує проблема обмінення харчових продуктів та поширення патогенів, стійких до антибіотиків, серед тварин та людей [4–5].

Важливість діагностики та визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків є актуальними питаннями сьогодення. Визначення чутливості бактерії є одним із найважливіших чинників щодо вибору препарату для лікування [2], однак зазвичай це не враховують у ветеринарній медицині.

З огляду на проблему антибіотикорезистентності вчені МЕН та Кабінет Міністрів України (Розпорядження від 06.03. 2019 №116-р) [21–20] закликають дотримуватися жорстких обмежень щодо призначення, реалізації, застосування та утилізації антибіотиків, через розроблення плану дій, стратегій контролювання резистентних мікроорганізмів [19].

**Мета дослідження** – визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів, виділених за інфекційних процесів у тварин-компаньйонів.

**Матеріал і методи досліджень.** Для мікробіологічного дослідження відібрано біологічний матеріал, за різних інфекційних процесів у тварин.

Чутливість до антимікробних препаратів у виділених збудників визначали за допомогою найбільш поширеного диско-дифузійного методу, оскільки він універсальний для широкого спектру антимікробних препаратів і не потребує обов'язкового вико-

ристання спеціального обладнання. Диско-дифузійний метод – стандартизований метод (документами європейського комітету з визначення чутливості до антимікробних препаратів) по виявленню резистентності до антибіотиків (EUCAST). Граничні значення діаметра зони затримки росту за використаного диско-дифузійного методу були відкалібровані, за узгодженням із європейськими граничними значеннями, які опубліковані у EUCAST [2].

Для дослідження використовували агар Мюллера-Хінтона (Himedia, Індія), який готували згідно з інструкцією від виробника. Після приготування мікробної суспензії (1 млрд/1 см<sup>3</sup>) досліджуваного мікроорганізму, наносили її на поверхню поживного середовища в об'ємі 1 см<sup>3</sup>, рівномірно розподіливши по поверхні. Потім чашки поміщали у термостат за температури 37 °C на 30 хв. Після чого наносили диски антибіотиків на поверхню агару, рівномірно розподіливши їх на поверхні поживного середовища, і злегка притиснувши пінцетом (2×2 см<sup>2</sup> один від одного). Одразу після нанесення дисків, поміщали бактеріологічні чашки в термостат та інкубували за температури 37 °C впродовж 24 год. Диски із різних груп (беталактаміни, амінозиди, макроліди, тетрацикліни, рифампіцини, хінолони, асоціація сульфамідів) антибіотиків застосовували відповідно до досліджуванних бактерій, згідно з вимогами EUCAST [2]. По закінченню часу інкубування, посіви викладали догори дном на темну поверхню і вимірювали діаметр затримки росту (за допомогою лінійки-лекало).

Результат оцінки антибіотикорезистентності (табл. 1) враховували за діаметром зони та відносили їх до однієї з трьох категорій: I – чутливий, підвищений вплив (лікування інфекції, зумовленої цим мікроорганізмом ефективно за використання рекомендованих доз антибіотика); S – чутливий, штам пригнічується за концентрації антибіотика (лікування може бути ефективним за збільшених доз антибіотика); R – стійкий: мікроорганізм не пригнічується за концентрацій антибіотиків (лікування інфекційних процесів, зумовлених цим мікроорганізмом буде неефективним).

Усі проведені дослідження схвалені Етичним комітетом Білоцерківського національного аграрного університету з питань поводження з тваринами у наукових дослідженнях та освітньому процесі (висновок № 17 від 12 .08. 2024 р., протокол № 1) та

виконували згідно із законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р. та правилами Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях від 13.11.1987 р. та Наказом МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах».

Достовірність проведених досліджень підтверджено використанням сучасних методів випробувань, за використання статистичної обробки отриманих результатів (Microsoft Excel, критерій Ст'юдента).

**Результати досліджень.** За визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків у виділених від собак ізолятів бактерій встановлено наявність резистентності у *Staphylococcus aureus* (рис. 1).

За результатами досліджень чутливості *Staphylococcus aureus* (n=56) до антибіотиків встановлено резистентність у ізолятів (n=20) до: еритроміцину (15 мкг) 3,57 %, що становить в середньому 12,0±0,15 мм; цефазоліну (30 мкг) 5,36 % – 11,0±0,75 мм; цефтріаксону (30 мкг) 7,14 % – 10,0±0,77 мм; амікацину (30 мкг) 1,80 % – 11,0±0,99 мм; ампіциліну (2 мкг) 5,36 % – 11,0±0,44 мм; норфлораксацину (10 мкг) 1,78 % – 11,0±0,23 мм; нетілміцину (10 мкг) 3,57 % – 11,0±0,37 мм (рис. 2).

Найвищу резистентність встановлено у ізолятів до еритроміцину, лінкоміцину, що вірогідно вище (p<0,001) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну, цефтріаксону.

Виділені ізоляти були чутливими до: амоксициліну (2 мкг) 42,86 % – 31,0±0,56 мм; еритроміцину (15 мкг) 67,86 % – 31,0±0,45 мм; цефазоліну (30 мкг) 57,14 % – 32,0±0,42 мм; тетрацикліну (30 мкг) 62,50 % – 31,0±0,51 мм; лінкоміцину (15 мкг) 71,43 % – 32,0±0,56 мм; цефтріаксону (30 мкг) 73,22 % – 35,0±0,54 мм; цефатоксину (30 мкг) 83,93 % – 32,0±0,73 мм; ципрофлораксацину (5 мкг) 55,36% – 32,0±0,46 мм; амікацину (30 мкг) 76,76 % – 30,0±0,81 мм; ампіциліну (2 мкг) 83,93 % – 32,0±0,65 мм; левофлораксацину (5 мкг) 58,93 % – 33,0±0,52 мм; норфлораксацину (10 мкг) 66,07 % – 30,0±0,77 мм; гентаміцину (10 мкг) 78,57 % – 30,0±0,57 мм; нетілміцину (10 мкг) 78,57 % – 30±0,45 мм.

Виявлено резистентність у ізолятів *Staphylococcus aureus* до антибіотиків, зокрема найбільш резистентними були ізоляти до цефтріаксону (7,14 %), цефазоліну (5,36 %) та ампіциліну (5,36 %).

Таблиця 1 – Визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків

Антибіотики для бактерій роду <i>Staphylococcus</i>	Межі діаметра, мм	Антибіотики для бактерій роду <i>Streptococcus</i>	Межі діаметра, мм	Антибіотики для бактерій роду <i>Enterobacteries</i>	Межі діаметра, мм
<b>Беталактаміни</b>		<b>Беталактаміни</b>		<b>Беталактаміни</b>	
Пеніцилін (15 мг/диск)	29	Оксацилін (5 мг/диск)	21	Амоксицилін (30 мг/диск)	14–21
Цефокситин, 30 мг/диск (C2G)	25	Амоксицилін (25 мг/диск)	14–21	Амоксицилін + клавуланова кислота (30 мг/диск)	14–21
Цефовецин, 15 мг/диск (C2G)	24	Амоксицилін + клавуланова кислота (30 мг/диск)	14–21	Цефтіюфур 30 мг/диск (C3G)	18–21
Амоксицилін+ клавуланова кислота, 30 мг/диск	14–21	Цефалексин 25 мг/диск (C1G)	12–18	Цефокситин (30 мг/диск (C2G)	15–22
Цефалексин, 30 мг/диск (C1G)	12–18	Цефтіюфур 30 мг/диск (C3G)	21	Цефалексин 25 мг/диск (C1G)	12–18
Цефтіюфур, 25 мг/диск (C3G)	21	Цефхіном 25 мг/диск (C4G)	19–22	Цефхіном 25 мг/диск (C4G)	19–22
<b>Амінозиди</b>		<b>Амінозиди</b>		<b>Амінозиди</b>	
Стрептоміцин (10 мг/диск)	13–15	Стрептоміцин (500 мг/диск)	12–13	Стрептоміцин (10 мг/диск)	13–15
Гентаміцин (15 мг/диск)	20	Канаміцин (1000 мг/диск)	10–14	Гентаміцин (15 мг/диск)	16–48/15 Pseudo
Канаміцин (30 мг/диск)	15–17	Гентаміцин (500 мг/диск)	11–17	Канаміцин (30 мг/диск)	15–17
<b>Макроліди</b>		<b>Макроліди</b>		<b>Феніколи</b>	
Спіраміцин (30 мг/диск)	20	Спіраміцин (30 мг/диск)	14–18	Флорфенікол (10 мг/диск)	19
Еритроміцин (30 мг/диск)	17–22	Еритроміцин (30 мг/диск)	17–22	<b>Тетрацикліни</b>	
<b>Ункозаміди</b>		<b>Лінкозаміди</b>		Тетрациклін (30 мг/диск)	17–19
Лінкоміцин (25 мг/диск)	17–21	Лінкоміцин (25 мг/диск)	17–21	<b>Поліпептиди</b>	
<b>Асоціація сульфамідів</b>		<b>Тетрацикліни</b>		Колістин (30 мг/диск)	15–18
Триметоприн сульфаметоксазол (30 мг/диск)	10–16	Тетрациклін (30 мг/диск)	17–19	<b>Асоціація сульфамідів</b>	
<b>Тетрацикліни</b>		<b>Руфаміцини</b>		Триметоприм сульфаметоксазол (30 мг/диск)	10–16
Тетрациклін (30 мг/диск)	17–19	Римфапіцин (30 мг/диск)	24–29	<b>Хінолони</b>	
<b>Хінолони</b>		<b>Хінолони</b>		Флумехін (30 мг/диск)	21–25
Марбофлоксацин (25 мг/диск)	19	Енрофлоксацин (30 мг/диск)	17–22	Енрофлоксацин (30 мг/диск)	19
<b>Руфаміцини</b>		<b>Асоціація сульфамідів</b>		Марбофлоксацин (15 мг/диск)	19
Римфапіцин (30 мг/диск)	24–29	Триметоприм сульфаметоксазол (30 мг/диск)	10–16	-	-
<b>Неоміцин</b>	15–17	-	-	-	-
Кислота фузидікова (15 мг/диск)	24	-	-	-	-

**Примітка:** C1G, де С – цефалоспорини; 1, 2, 3, 4 – покоління антибіотика; G – група.

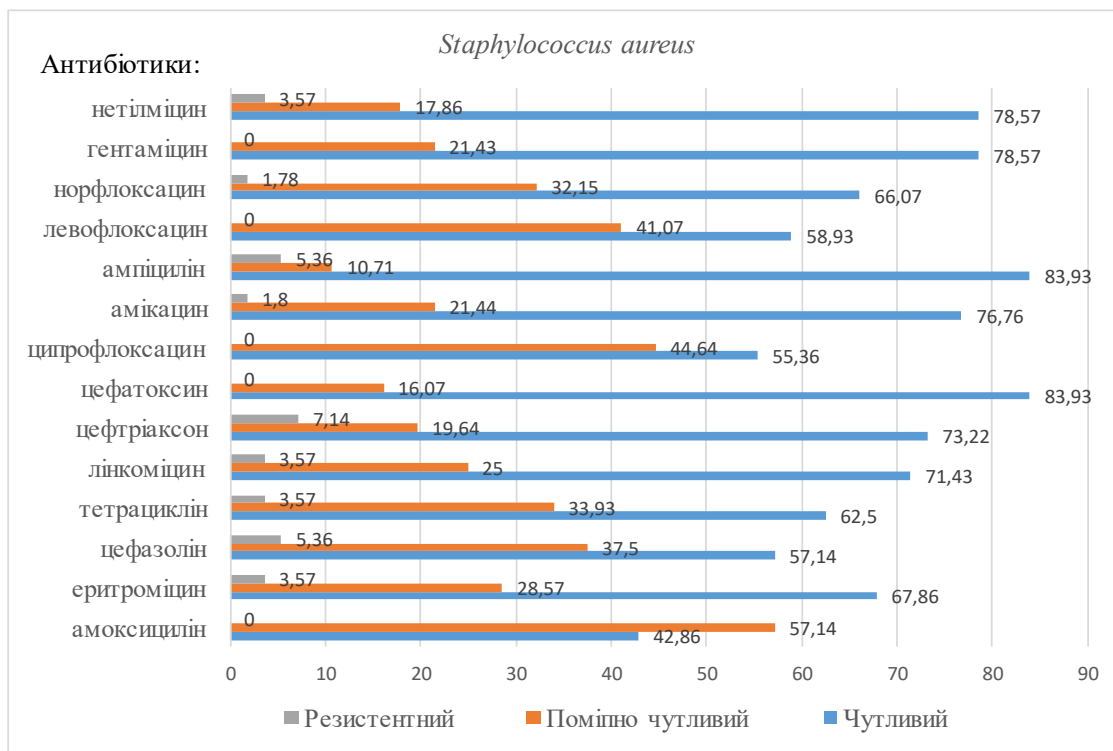


Рис. 1. Чутливість до антибіотиків *Staphylococcus aureus*, виділених від собак, %.



Рис. 2. Порівняння чутливості до антибіотиків у ізолятів *Staphylococcus aureus* № 99 і № 58, виділених від собак.

Окрім *Staphylococcus aureus* визначали чутливість до антибіотиків у ізолятів *E. coli*. Результати досліджень свідчать про резистентність *E. coli* (n=58) до антибактеріальних препаратів (рис. 3): амоксициліну (25 мкг) 6,90 %, що становить в середньому

11,0±0,56 мм; еритроміцину (15 мкг) 3,45 % – 11,0±0,33 мм; цефазоліну (30 мкг) 1,72 % – 11,0±0,33 мм; тетрацикліну (30 мкг) 8,62 % – 10,0±0,29 мм; лінкоміцину (15 мкг) 10,34 % – 11,0±0,55 мм; цефотаксину (5 мкг) 6,89 % – 8,0±0,13 мм; цефтріаксону (30 мкг) 10,34 % –

9,0±0,55 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 5,18 % – 11,0±0,22 мм; амікацину (30 мкг) 10,34 % – 12,0±0,96 мм; ампіциліну (10 мкг), 8,62 % – 10,0±0,37 мм; норфлоксацину (10 мкг) 8,62 % – 8,0±0,31 мм; нетілміцину (10 мкг) 6,90 % – 11±0,21 мм; левофлоксацину (5 мкг) 5,17 % – 11,0±0,19 мм; гентаміцину (10 мкг) 6,90 % – 9,0±0,34 мм.

Виділені ізоляти були чутливими до (рис. 4): амоксициліну (25 мкг) 48,27 % – 30,0±0,41 мм; еритроміцину (15 мкг) 60,34 % – 33,0±0,67 мм; цефазоліну (30 мкг) 39,65 % –

33,0±0,59 мм; тетрацикліну (30 мкг) 58,63 % – 30,0±0,48 мм; лінкоміцину (15 мкг) 44,83 % – 32,0±0,48 мм; цефтріаксону (30 мкг) 34,49 % – 30,0±0,87 мм; цефатоксину (30 мкг) 65,52 % – 30,0±0,56 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 55,17 % – 30,0±0,67 мм; амікацину (30 мкг) 48,28 % – 30,0±0,73 мм; ампіциліну (10 мкг) 41,38 % – 32,0±0,65 мм; левофлоксацину (5 мкг) 53,45 % – 30,0±0,22 мм; норфлоксацину (10 мкг) 62,07 % – 31,0±0,43 мм; гентаміцину (10 мкг) 51,72 % – 30,0±0,55 мм; нетілміцину (10 мкг) 48,27 % – 31,0±0,83 мм.

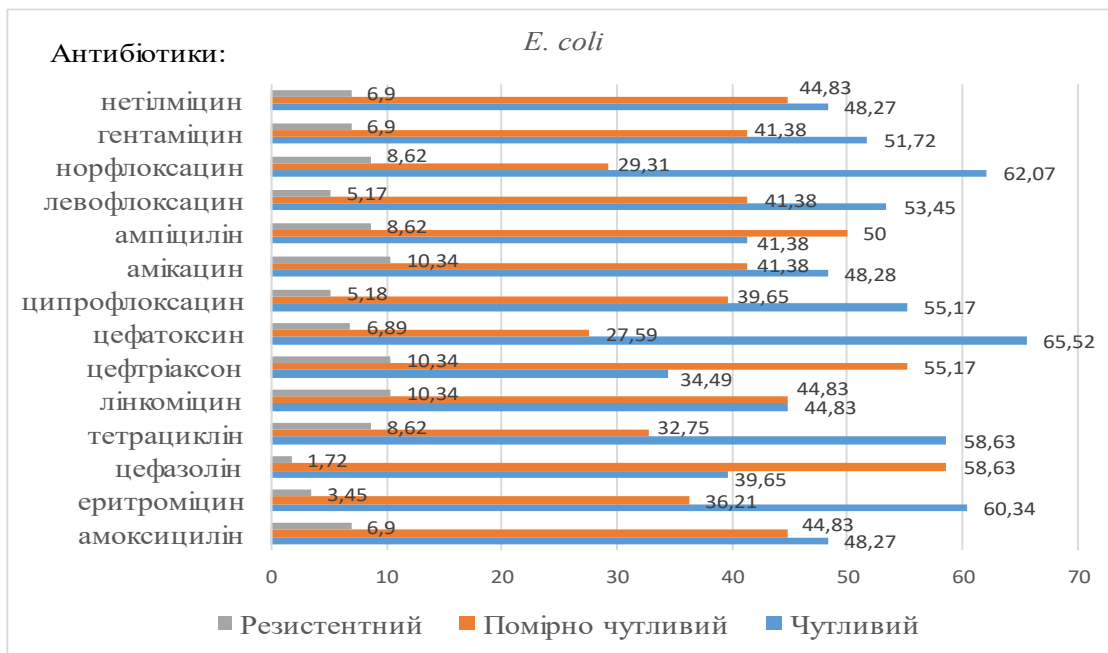


Рис. 3. Чутливість до антибіотиків ізолятів *E. coli*, виділених від собак, %.

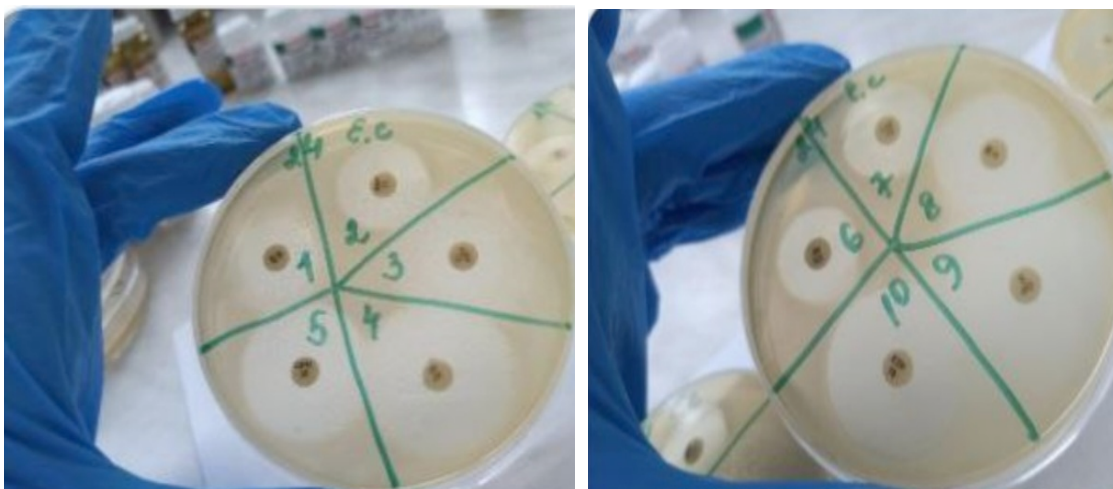


Рис. 4. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *E. coli*, виділеного від собаки.

Встановлено, що найвища резистентність *E. coli* була до амікацину, амоксициліну, еритроміцину, що вірогідно ( $p < 0,001$ ) вище у порівнянні із результатами показників резистентності до цефтріаксону, цефатоксину. Зазначимо, резистентними виявилися ізоляти до лінкоміцину (10,34 %), цефтріаксону (10,34 %), тетрацикліну (8,62 %) та норфлоксацину (8,62 %).

За результатами досліджень чутливості *Staphylococcus epidermidis* ( $n=58$ ) до антибіотиків (рис. 5), встановлено резистентність до: амоксициліну (25 мкг) 10,35 %, що становить в середньому  $11,0 \pm 0,23$  мм; еритроміцину (15 мкг) 6,90 % –  $9,0 \pm 0,11$  мм; цефазоліну (30 мкг) 5,17 % –  $11,0 \pm 0,62$  мм; тетрацикліну (30 мкг) 10,35 % –  $12,0 \pm 0,42$  мм; лінкоміцину (15 мкг) 1,72 % –  $9,0 \pm 0,11$  мм; цефтріаксону (30 мкг) 3,45 % –  $11,0 \pm 0,99$  мм; цефатоксину (30 мкг) 5,17 % –  $9,0 \pm 0,11$  мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 12,07 % –  $10,0 \pm 0,43$  мм; ампіциліну (2 мкг) 6,90 % –  $9,0 \pm 0,44$  мм; гентаміцину (10 мкг) 5,17 % –  $8,0 \pm 0,34$  мм.

Чутливими виділені ізоляти *Staphylococcus epidermidis* були до: амоксициліну (2 мкг) 41,38 % –  $30,0 \pm 0,61$  мм; еритроміцину (15 мкг) 62,07 % –  $30,0 \pm 0,66$  мм; цефазоліну (30 мкг) 65,52 % –  $30,0 \pm 0,26$  мм; тетрацикліну (30 мкг) 46,55 % –  $31,0 \pm 0,74$  мм; лінкоміцину (15 мкг) 62,07 % –  $34,0 \pm 0,59$  мм; цефтріаксону (30 мкг) 41,38 % –  $30,0 \pm 0,68$  мм; цефатоксину (30 мкг) 53,45 % –  $33,0 \pm 0,79$  мм; ципрофлокса-

цину (5 мкг) 32,76 % –  $30,0 \pm 0,43$  мм; амікацину (30 мкг) 62,07 % –  $30,0 \pm 0,57$  мм; ампіциліну (2 мкг) 72,41 % –  $35,0 \pm 0,52$  мм; левофлоксацину (5 мкг) 100 % –  $30,0 \pm 0,37$  мм; норфлоксацину (10 мкг) 87,93 % –  $30,0 \pm 0,95$  мм; гентаміцину (10 мкг) 79,31 % –  $30,0 \pm 0,87$  мм; нетілміцину (10 мкг) 100 % –  $30,0 \pm 0,67$  мм (рис. 6).

Результати досліджень свідчать, що найвища резистентність спостерігалась до гентаміцину, еритроміцину, лінкоміцину, цефатоксину, ампіциліну, що вірогідно ( $p < 0,001$ ) вище у порівнянні із отриманими даними резистентності до тетрацикліну, ципрофлоксацину, цефтріаксону.

Отже, встановлено резистентність ізолятів до ципрофлоксацину (12,07 %), амоксициліну (10,35 %) та тетрацикліну (10,35 %).

За результатами досліджень чутливості у *Pseudomonas spp.* (рис. 7) ( $n=26$ ) до антибіотиків встановлено резистентність ( $n=19$ ) до: амоксициліну (25 мкг) 7,69 % що становить в середньому  $10,0 \pm 0,28$  мм; еритроміцину (15 мкг) 15,38 % –  $10,0 \pm 0,14$  мм; тетрацикліну (30 мкг) 15,38 % –  $11,0 \pm 0,34$  мм; цефатоксину (5 мкг) 3,85 % –  $8,0 \pm 0,22$  мм; цефтріаксону (30 мкг) 11,54 % –  $11,0 \pm 0,59$  мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 3,85 % –  $9,0 \pm 0,82$  мм; ампіциліну (10 мкг) 7,69 % –  $11,0 \pm 0,11$  мм; норфлоксацину (10 мкг) 23,08 % –  $9,0 \pm 0,65$  мм; нетілміцину (10 мкг) 6,90 % –  $11,0 \pm 0,21$  мм; левофлоксацину (5 мкг) 5,17 % –  $11,0 \pm 0,19$  мм.

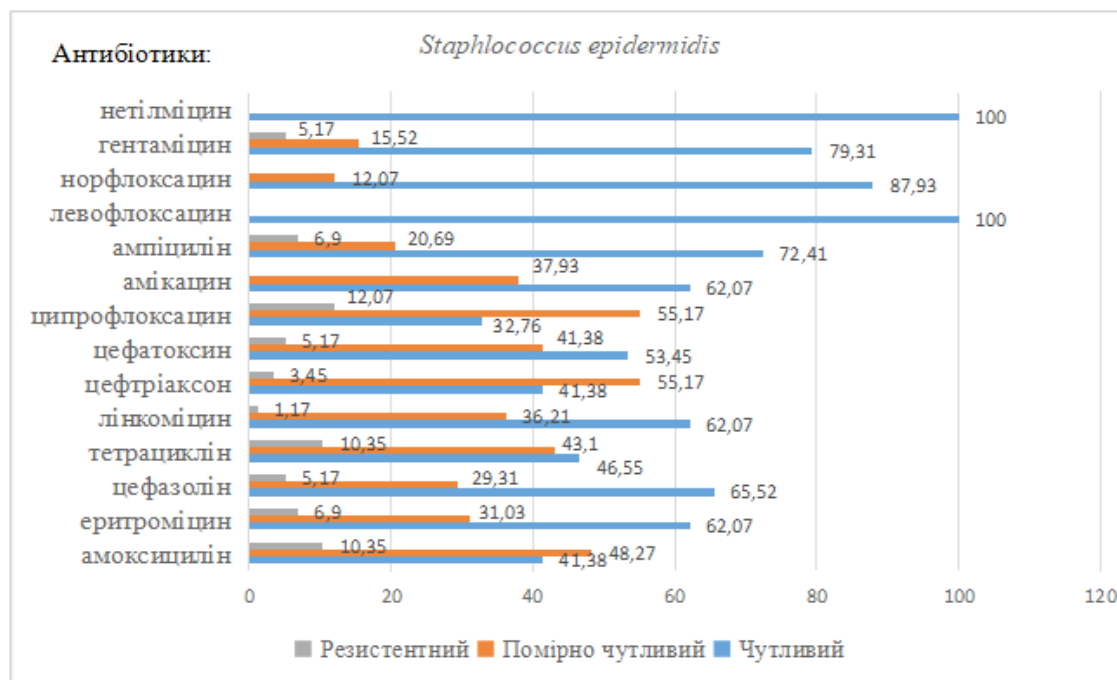


Рис. 5. Чутливість до антибіотиків ізолятів *Staphylococcus epidermidis*, виділених від собак, %.

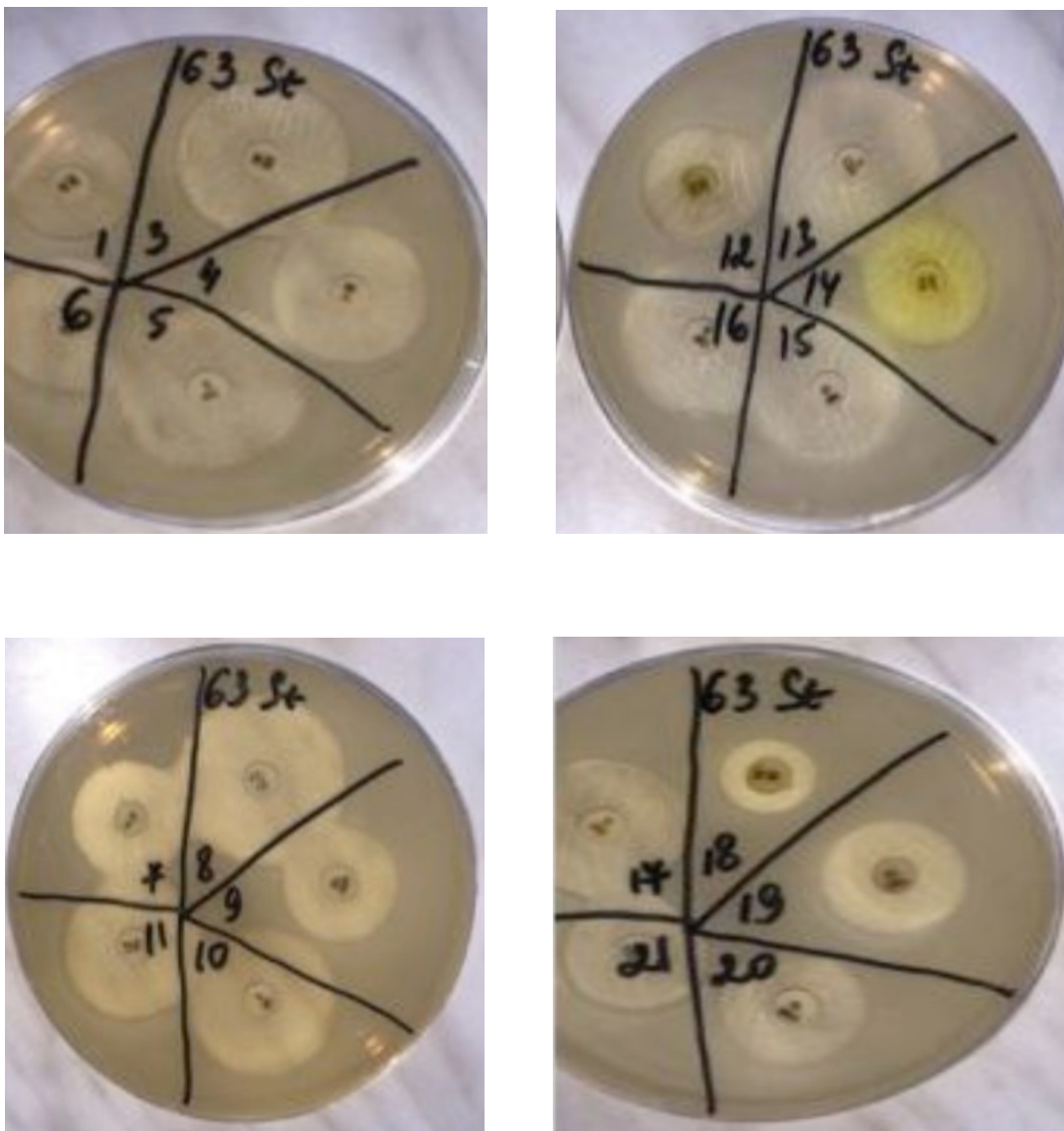


Рис. 6. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *Staphylococcus epidermidis*, виділеного від собаки.

Отже, чутливими виділені ізоляти були (рис. 8) до: амоксициліну (25 мкг) 69,23 % – 31,0±0,19 мм; еритроміцину (15 мкг) 73,08 % – 30,0±0,38 мм; цефазоліну (30 мкг) 100 % – 30,0±0,37 мм; тетрацикліну (30 мкг) 42,31 % – 30,0±0,64 мм; лінкоміцину (15 мкг) 80,77 % – 36,0±0,56 мм; цефтріаксону (30 мкг) 50,00 % – 30,0±0,57 мм; цефатоксину (30 мкг) 61,54 % – 30,0±0,78 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 42,31 % – 33,0±0,57 мм; амікацину (30 мкг) 100 % – 33,0±0,82 мм; ампіциліну (10 мкг) 57,69 % – 33,0±0,78 мм; левофлоксацину (5 мкг) 53,85 % – 33,0±0,57 мм; норфлоксацину (10 мкг) 46,15 % – 30,0±0,48 мм;

гентаміцину (10 мкг) 69,23 % – 30,0±0,57 мм; нетілміцину (10 мкг) 100 % – 30,0±0,41 мм.

Встановлено найвищу резистентність виділених ізолятів до цефатоксину, ципрофлоксацину, норфлоксацину, що вірогідно вище ( $p < 0,001$ ) у порівнянні із левофлоксацином, ампіциліном, цефтріаксоном, тетрацикліном.

Зокрема, резистентними виявилися ізоляти до норфлоксацину (23,08 %), еритроміцину (15,38 %), тетрацикліну (15,38 %) та левофлоксацину (15,38 %).

Під час досліджень у виділених ізолятах *Staphylococcus aureus* від котів встановили стійкість до різних антибіотиків (рис. 9).



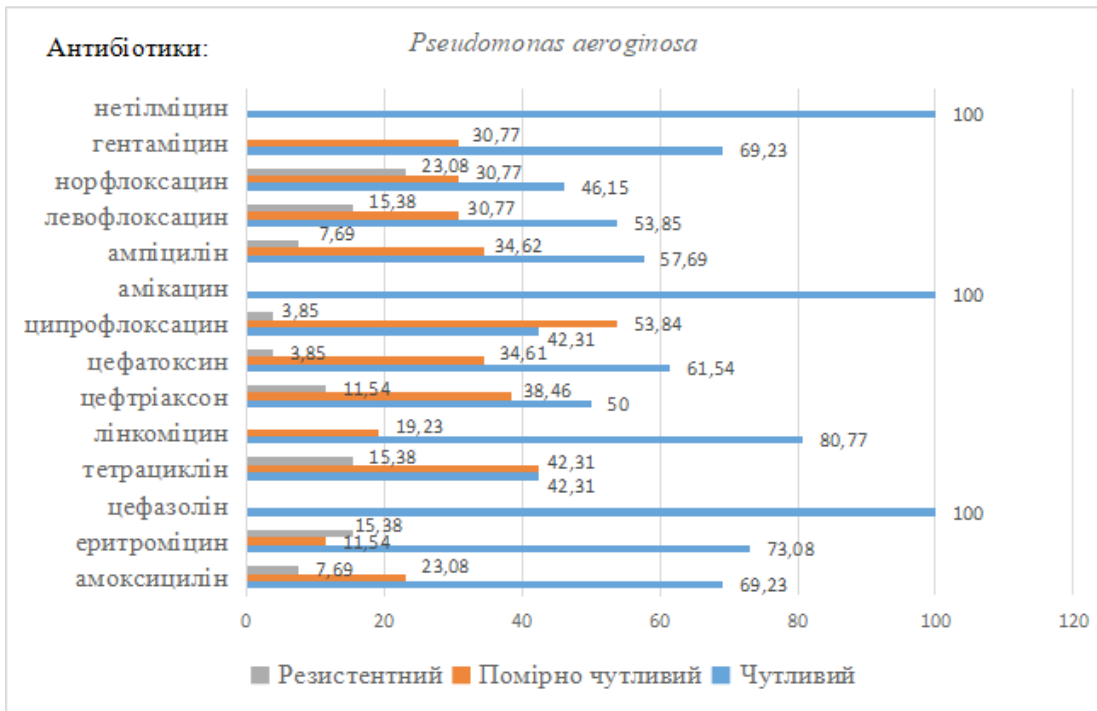


Рис. 7. Чутливість до антибіотиків *Pseudomonas spp.*, виділених від собак, %.

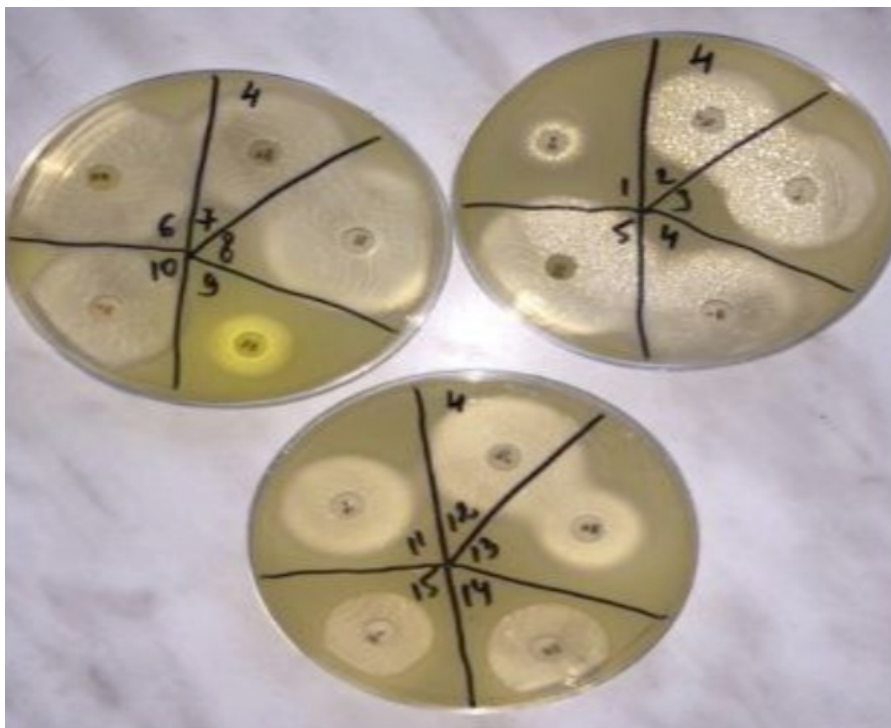


Рис. 8. Результати чутливості до антибіотиків ізоляту *Pseudomonas aeruginosa* № 4, виділеного від собаки.

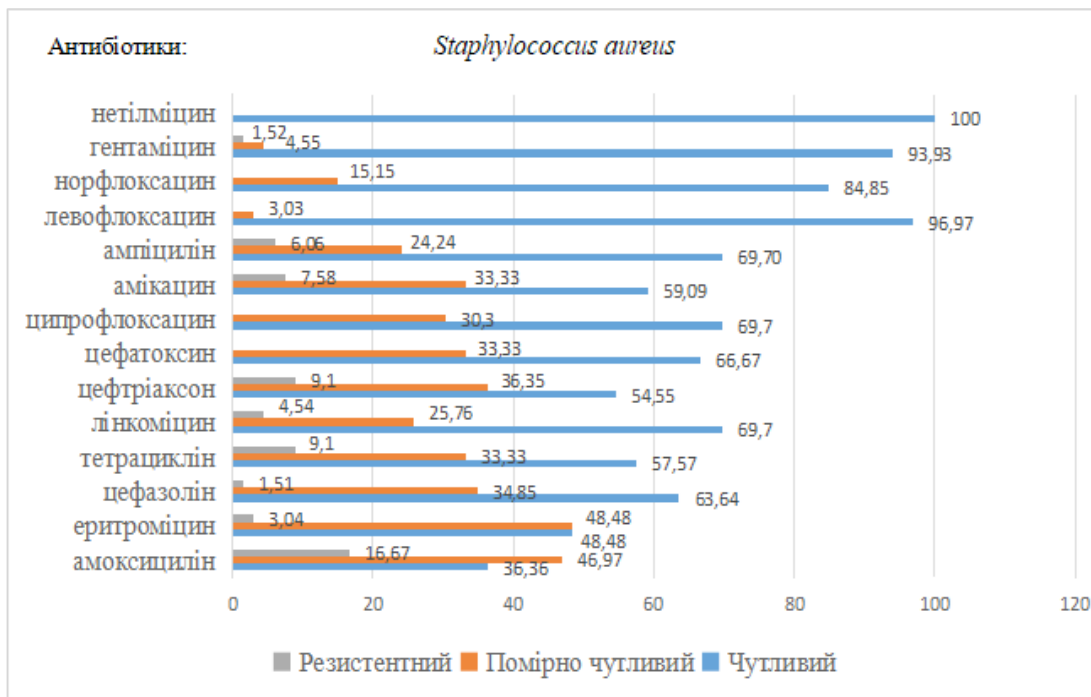


Рис. 9. Чутливість до антибіотиків ізолятів *Staphylococcus aureus*, виділених від котів, %.

За аналізу результатів досліджень чутливості ізолятів *Staphylococcus aureus* (n=66) до антибіотиків встановлено їх резистентність до: амоксициліну (25 мкг) 16,67 %, що становить в середньому 11,0±0,26 мм; тетрацикліну (30 мкг) 9,10 % – 12,0±0,31 мм; лінкоміцину (15 мкг) 4,54 % – 13,0±0,58 мм; гентаміцину (10 мкг) 1,52 % – 14,0±0,51 мм; еритроміцину (15 мкг) 3,04 % – 10,0±0,45 мм; цефазоліну (30 мкг) 1,51 % – 10,0±0,11 мм; цефтріаксону (30 мкг) 9,10 % – 12,0±0,56 мм; амікацину (30 мкг) 7,58 % – 12,0±0,17 мм; ампіциліну (2 мкг) 6,06 % – 11,0±0,46 мм (рис. 10).

Виділені ізоляти були чутливими до: амоксициліну (2 мкг) 36,36 % – 31,0±0,27 мм; еритроміцину (15 мкг) 48,48 % – 33,0±0,42 мм; цефазоліну (30 мкг) 63,64 % – 33,0±0,23 мм; тетрацикліну (30 мкг) 57,57 % – 34,0±0,56 мм; лінкоміцину (15 мкг) 69,70 % – 30,0±0,67 мм; цефтріаксону (30 мкг) 54,55 % – 34,0±0,54 мм; цефатоксину (30 мкг) 66,67 % – 32,0±0,31 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 69,70 % – 30,0±0,76 мм; амікацину (30 мкг) 59,09 % – 31,0±0,43 мм; ампіциліну (2 мкг) 69,70 % – 30,0±0,21 мм; левофлоксацину (5 мкг) 96,97 % – 30,0±0,76 мм; норфлоксацину (10 мкг) 84,85 % – 30,0±0,16 мм; гентаміцину (10 мкг) 93,93 % – 30,0±0,67 мм; нетілміцину (10 мкг) 100 % – 30±0,43 мм.

За результатами досліджень встановлено резистентність до еритроміцину, цефазоліну та ампіциліну, що було вірогідно (p<0,001) вищим, у порівнянні з отриманими показниками до гентаміцину, лінкоміцину та тетрацикліну.

Отже, у 39 ізолятів встановлено резистентність до різних груп антибіотиків. Зокрема, найбільш резистентними виявилися ізоляти до амоксициліну (16,67 %), тетрацикліну (9,10 %) та цефтріаксону (9,10 %).

За визначення чутливості *Staphylococcus epidermitis* (n=68) до антибіотиків встановлено резистентність (рис. 11) до: амоксициліну (25 мкг) 20,58 %, що становить в середньому 10,0±0,21 мм; еритроміцину (15 мкг) 7,36 % – 8,0±0,28 мм; тетрацикліну (30 мкг) 2,95 % – 10,0±0,87 мм; лінкоміцину (15 мкг) 4,41 % – 12,0±0,39 мм; цефтріаксону (30 мкг) 2,95 % – 12,0±0,23 мм; амікацину (30 мкг) 5,88 % – 10,0±0,32 мм; норфлоксацину (10 мкг) 1,47 % – 11,0±0,16 мм; нетілміцину (10 мкг) 2,94 % – 10,0±0,21 мм.

Чутливими виділені ізоляти (рис. 12) були до: амоксициліну (25 мкг) 41,18 % – 30,0±0,12 мм; еритроміцину (15 мкг) 64,70 % – 34,0±0,51 мм; цефазоліну (30 мкг) 91,18 % – 31,0±0,56 мм; тетрацикліну (30 мкг) 85,29 % – 31,0±0,56 мм; лінкоміцину (15 мкг) 64,70 % –

32,0±0,43 мм; цефтріаксону (30 мкг) 61,76 % – 32,0±0,23 мм; цефатоксину (30 мкг) 82,35 % – 30,0±0,71 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 100 % – 33,0±0,43 мм; амікацину (30 мкг) 70,59 % – 30±0,47 мм; ампіциліну (2 мкг)

86,76 % – 31,0±0,37 мм; левофлоксацину (5 мкг) 94,12 % – 32,0±0,54 мм; гентаміцину (10 мкг) 91,18 % – 32,0±0,32 мм; норфлоксацину (10 мкг) 55,88 % – 32,0±0,32 мм; нетіліміцину (10 мкг) 85,29 % – 32,0±0,27 мм.



Рис. 10. Визначення чутливості до антибіотиків у ізолятів *Staphylococcus aureus* (№ 54, № 55, № 58, № 78, № 93), виділених від котів.

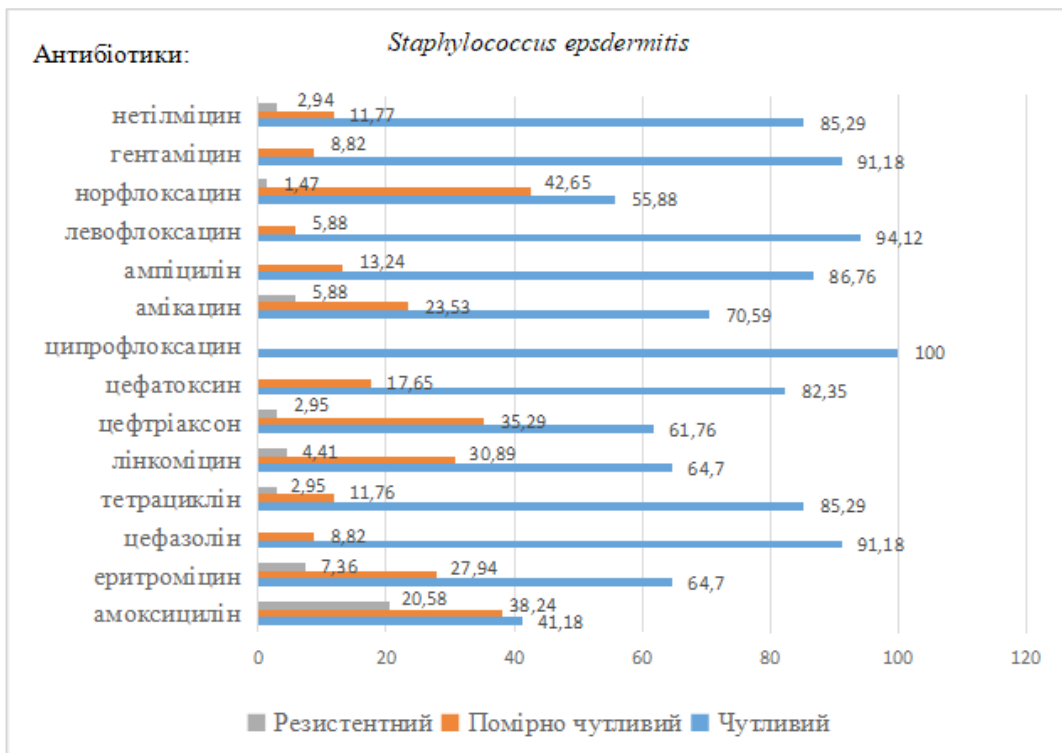


Рис. 11. Чутливість до антибіотиків культур *Staphylococcus epidermidis*, виділених від котів, %.

Найвищу резистентність було встановлено до еритроміцину – 7,36 %, амоксициліну – 20,58 %, тетрацикліну – 2,95 % та амікацину – 5,88 %, що було вірогідно ( $p < 0,001$ ) вище у порівнянні з отриманими результатами резистентності до лінкоміцину, цефтріаксону та норфлуксацину.

За результатами досліджень чутливості у ізолятів *E. coli* ( $n=64$ ) щодо антибіотиків встановлено резистентність до: амоксициліну (25 мкг) 20,58 %, що становить в середньому  $11,0 \pm 0,63$  мм; еритроміцину (15 мкг) 6,25 % –  $11,0 \pm 0,13$  мм; цефазоліну (30 мкг) 9,37 % –  $12,0 \pm 0,32$  мм; тетрацикліну (30 мкг) 3,12 % –  $14,0 \pm 0,39$  мм; лінкоміцину (15 мкг) 1,56 % –  $9,0 \pm 0,17$  мм; цефотаксину (5 мкг) 7,81 % –  $11,0 \pm 0,64$  мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 10,94 % –  $11,0 \pm 0,67$  мм; ампіциліну (10 мкг) 12,50 % –  $10, \pm 0,12$  мм; левофлоксацину (5 мкг) 6,25 % –  $12,0 \pm 0,56$  мм; норфлуксацину (10 мкг) 10,94 % –  $11,0 \pm 0,62$  мм (рис. 13).

Виділені ізоляти були чутливі до: амоксициліну (25 мкг) 53,12 % –  $30,0 \pm 0,67$  мм; еритроміцину (15 мкг) 43,77 % –  $31,0 \pm 0,58$  мм; цефазоліну (30 мкг) 46,88 % –  $36,0 \pm 0,86$  мм; тетрацикліну (30 мкг) 70,32 % –  $33,0 \pm 0,59$  мм; лінкоміцину (15 мкг) 65,62 % –  $34,0 \pm 0,68$  мм;

цефтріаксону (30 мкг) 46,87 % –  $31,0 \pm 0,45$  мм; цефотаксину (30 мкг) 43,75 % –  $29,0 \pm 0,85$  мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 54,69 % –  $30,0 \pm 0,18$  мм; амікацину (30 мкг) 67,19 % –  $24,0 \pm 0,48$  мм; ампіциліну (10 мкг) 31,25 % –  $30,0 \pm 0,45$  мм; левофлоксацину (5 мкг) 67,19 % –  $31,0 \pm 0,65$  мм; норфлуксацину (10 мкг) 54,69 % –  $30,0 \pm 0,45$  мм (рис. 14).

Встановлено найвищу резистентність ізолятів *E. coli* до лінкоміцину, ампіциліну, амоксициліну, еритроміцину що було вищим ( $p < 0,001$ ) у порівнянні з отриманими результатами резистентності до тетрацикліну, цефазоліну та левофлоксацину. Зокрема, резистентними були ізоляти до ампіциліну (12,50 %), ципрофлоксацину (10,94 %) та норфлуксацину (10,94 %).

За результатами досліджень визначення чутливості *Micrococcus luteus* виділених від котів ( $n=42$ ) до антибіотиків (рис. 15–16), встановлено резистентність ( $n=12$ ) до: амоксициліну (25 мкг) 4,77 %, що становить в середньому  $9,0 \pm 0,38$  мм; цефазоліну (30 мкг) 9,52 % –  $9,0 \pm 0,11$  мм; тетрацикліну (30 мкг) 2,38 % –  $9,0 \pm 0,38$  мм; цефотаксину (30 мкг) 4,77 % –  $12,0 \pm 0,29$  мм; ампіциліну (10 мкг) 4,77 % –  $8,0 \pm 0,39$  мм; нетілміцину 2,38 % –  $11,0 \pm 0,28$  мм.

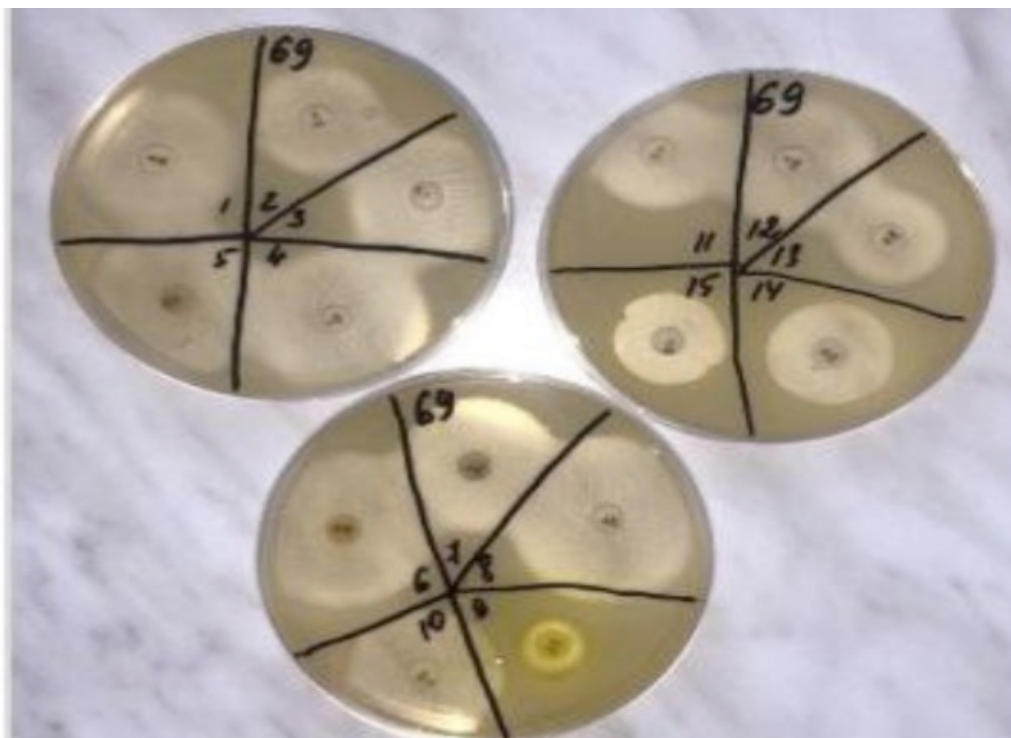


Рис. 12. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *Staphylococcus epidermidis* № 69, виділеного від kota.

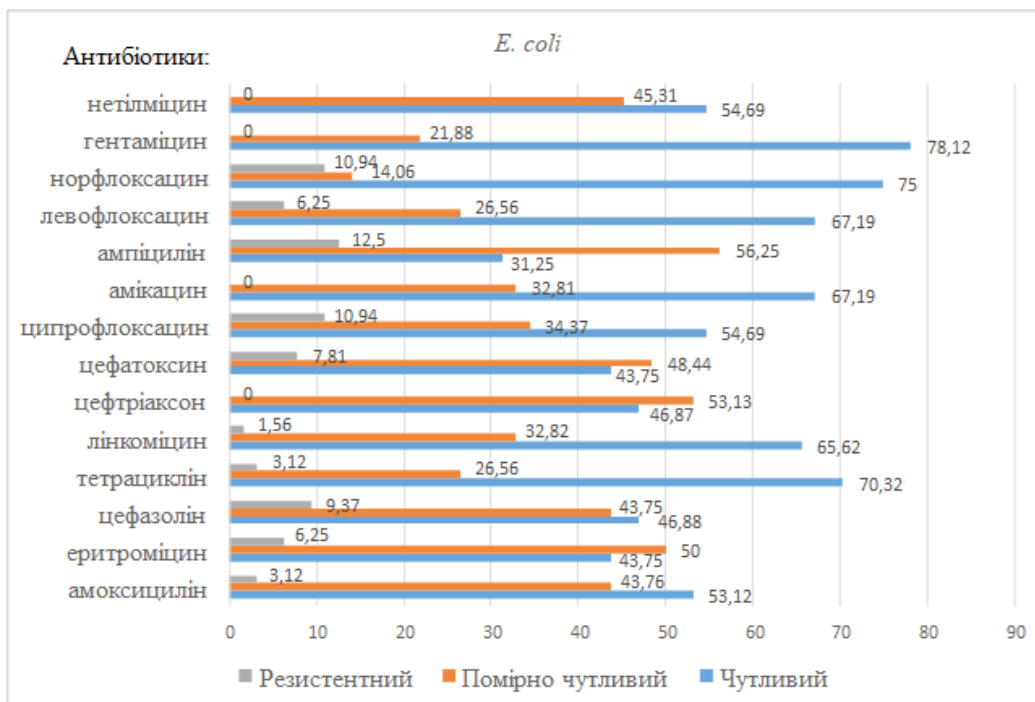


Рис. 13. Чутливість до антибіотиків ізолятів *E. coli*, виділених від котів, %.

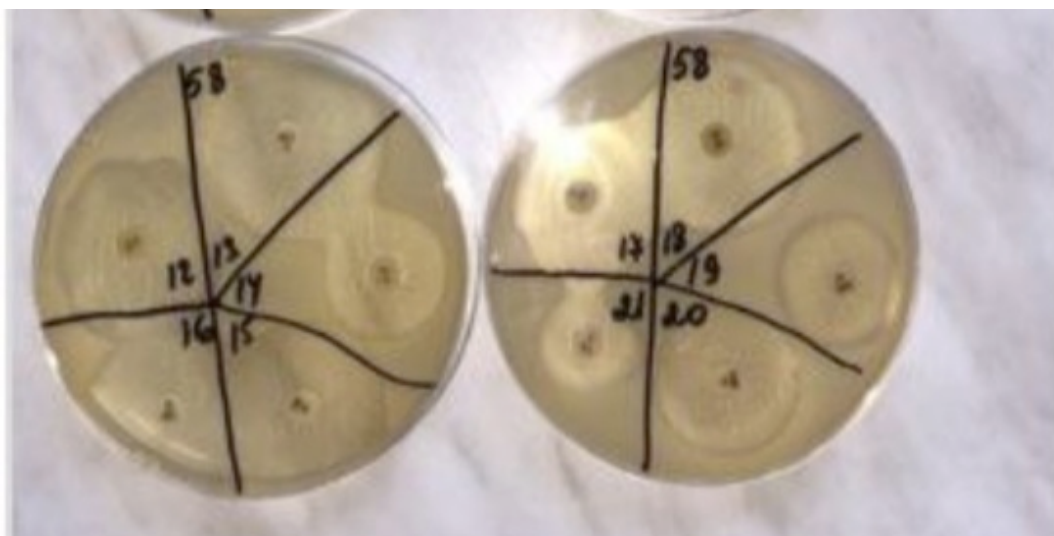


Рис. 14. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *E. coli* № 58, виділеного від kota.

Отже, чутливими виділені ізоляти були до: амоксициліну (25 мкг) 80,95 % – 34,0±0,67; еритроміцину (15 мкг) 42,86 % – 30,0±0,23 мм; цефазоліну (30 мкг) 47,62 % – 30,0±0,21 мм; тетрацикліну (30 мкг) 71,43 % – 30,0±0,84 мм; лінкоміцину (15 мкг) 26,19 % – 30,0±0,46 мм; цефтріаксону (30 мкг) 14,28 % – 30,0±0,58 мм; цефатоксину (30 мкг) 61,90 % – 31,0±0,74 мм; ципрофлораксацину (5 мкг) 50,0% – 29,0±0,51 мм; амікацину (30 мкг) 28,57 % – 30,0±0,67 мм;

ампіциліну (10 мкг) 54,76 % – 29,0±0,58 мм; левофлораксацину (5 мкг) 80,95 % – 30,0±0,38 мм; норфлораксацину (10 мкг) 73,81 % – 30,0±0,69 мм; гентаміцину (10 мкг) 100 % – 30±0,51 мм; нетілміцину (10 мкг) 83,33 % – 29±0,49 мм. Зауважимо, виявлено резистентність до ампіциліну, амоксициліну, цефазоліну, тетрацикліну, що було вірогідно (p<0,001) вищим у порівнянні з отриманими результатами резистентності до цефазоліну та нетілміцину.

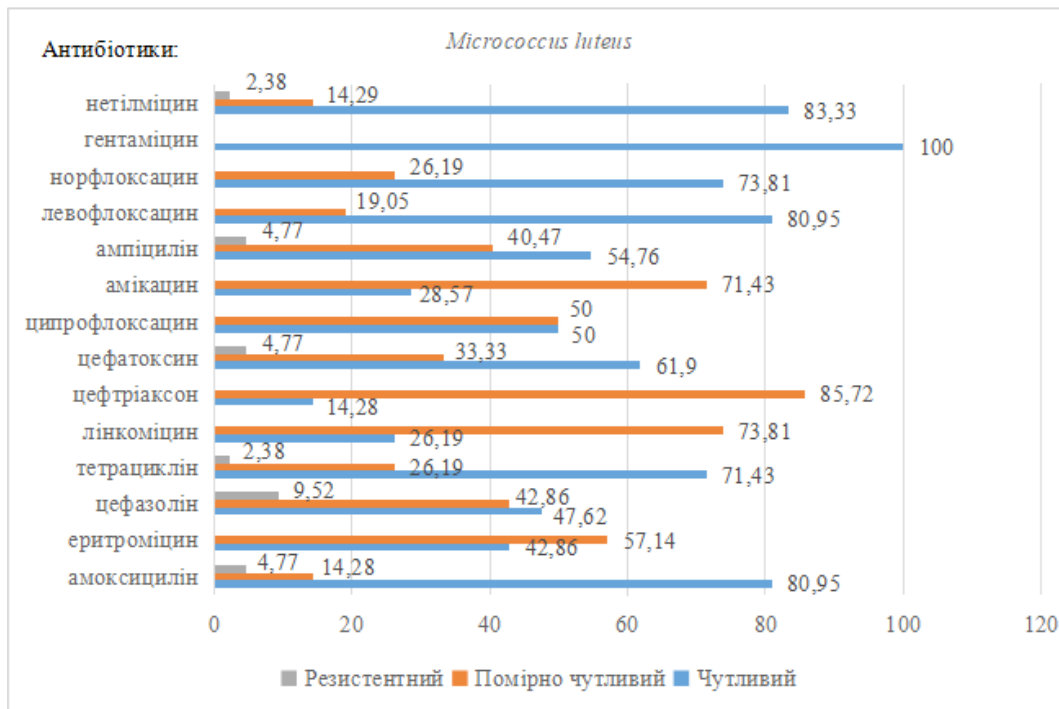


Рис. 15. Чутливість до антибіотиків ізолятів *Micrococcus luteus*, виділених від котів, %.

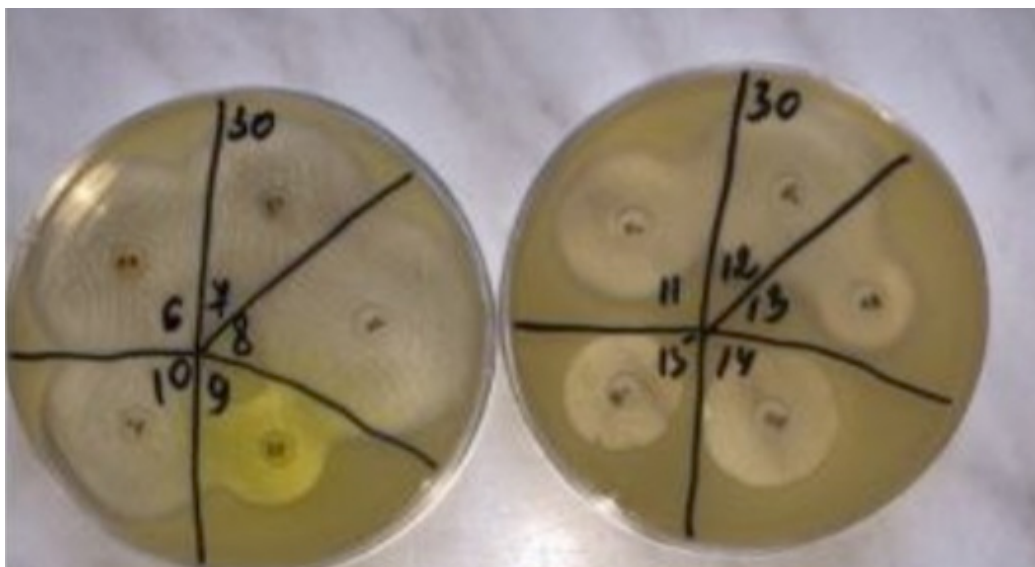


Рис. 16. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *Micrococcus luteus* № 30, виділеного від кота.

**Обговорення.** Відкриття антибіотиків у минулому столітті вважається одним із найважливіших досягнень в історії медицини. Використання антибіотиків значно знизило захворюваність і смертність, пов'язану з бактеріальними інфекціями. Однак, неправильне використання антибіотиків призвело до появи стійкості із загрозливою швидкістю. Нині

стійкість до антибіотиків вважається головною проблемою охорони здоров'я.

Наразі поширеність стійких збудників коливається від 1 до 45 % і більше у Європі: Норвегії (0,9 %), Нідерландах (1,2 %), Швейцарії (4,4 %), Німеччині (7,6 %), Франції (12,1 %), Італії (34 %), Португалії (38 %) та Румунії (43 %) [22].

За даними авторів [23, 24], стійкість *Staphylococcus aureus* до метициліну опосередковується геном, який поширюється через горизонтальний метод передачі генів мобільного генетичного елемента, та набуває поширеності у світі. За результатами наших досліджень, ізоляти *Staphylococcus aureus* також проявили стійкість до антибіотиків групи пеніцилінів.

Бактеріальні інфекції, спричинені *Escherichia coli*, є найпоширенішими типами інфекцій. Стійкість цієї групи бактерій до антибіотиків швидко зростає, що змушує лікарів вагатися за вибору антибіотиків для лікування. Автори [25] зазначають, що до групи антибіотиків фторхінолонів (в Японії та Австралії) сприйнятливі *E. coli*, це становить приблизно 90 %, у США – коливається від 70 до 88 %, у Китаї – до 84 %. Країни Середньої та Північної Європи продемонстрували сприйнятливість до фторхінолонів – 80 % [26, 27], тимчасом інші європейські та деякі середземноморські регіони мають чутливість патогенів в середньому 60 %. За результатами наших досліджень, *E. coli* проявила стійкість до ципрофлоксацину (10,49 %), норфлоксацину (10,49 %) та левофлоксацину (6,25 %).

Занепокоєння також викликає *Pseudomonas aeruginosa*, оскільки лікування інфекцій, зумовлених цим мікроорганізмом, є значною проблемою через здатність її протистояти низці антибіотиків. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) проводить моніторинг чутливості до карбапенему у різних видів бактерій, для яких є нагальна потреба в розробці нових антибіотиків для лікування інфекцій, зокрема для *P. aeruginosa* [28]. Крім того, надмірне застосування антибіотиків під час лікування прискорює розвиток мультирезистентних штамів *P. aeruginosa*, що призводить до неефективності емпіричної антибіотикотерапії від цього мікроорганізму. Зазначимо, що під час наших досліджень стійких штамів *P. aeruginosa* до карбапенему не було виявлено.

Слід зазначити, навіть якщо нові антибіотики і з'являться на ринку, розвиток резистентності мікроорганізмів до цих антибіотиків почнеться негайно. У зв'язку з цим, впровадження програм управління антибіотиками має вирішальне значення для мінімізації ймовірності вибору стійкої резистентності. Ці програми мають ґрунтуватися на таких принципах: 1) антибіотики слід використовувати за ознак бактеріальної інфекції, щоб звести до мінімуму вплив антибіотиків на пацієнтів; 2) не слід призначати антибіотик

якщо немає чинника ризику; 3) використання відповідних доз антибіотиків, а не низьких доз, для потенційного зменшення утворення мутантів; 4) використання антибіотиків впродовж відповідного терміну для зменшення рецидивів.

Загрозу розвитку антибіотикорезистентні становлять мікроорганізми, які виділяються від людей і тварин, тому необхідно постійно проводити моніторинг та досліджувати у виділених ізолятів чутливість до антибіотиків різних груп.

**Висновки.** Виявлено від собак і котів резистентні до антибіотиків мікроорганізми: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *E. coli* та *Pseudomonas aeruginosa*. Крім того, у котів резистентними були також ізоляти *Micrococcus luteus*.

Впродовж досліджуваного періоду 2020–2023 рр. нами встановлено, що *Staphylococcus aureus*, виділений від котів, проявив найвищу резистентність до еритроміцину, лінкоміцину, що вірогідно вищим було ( $p < 0,001$ ) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну, цефтріаксону. *Staphylococcus epidermidis* найвищу резистентність мав до еритроміцину – 7,36 %, амоксициліну – 20,58 %, тетрацикліну – 2,95 % та амікацину – 5,88 %, що було вірогідно вищим ( $p < 0,001$ ) у порівнянні з отриманими результатами резистентності до лінкоміцину, цефтріаксону та норфлоксацину. Встановлено найвищу резистентність у ізолятів *E. coli* до лінкоміцину, ампіциліну, амоксициліну, еритроміцину, що було вірогідно вищим ( $p < 0,001$ ) у порівнянні з отриманими результатами резистентності до тетрацикліну, цефазоліну та левофлоксацину. *Micrococcus luteus*, виділений від котів, був резистентний до ампіциліну, амоксициліну, цефазоліну, тетрацикліну, що вірогідно ( $p < 0,001$ ) вище у порівнянні з отриманими результатами резистентності до цефазоліну та нетілміцину.

*Staphylococcus aureus*, виділений від собак, мав найвищу резистентність до еритроміцину, лінкоміцину, що вірогідно вище ( $p < 0,001$ ) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну, цефтріаксону. У *Staphylococcus epidermidis*, виділених від собак, встановлено резистентність до ципрофлоксацину (12,07 %), амоксициліну (10,35 %) та тетрацикліну (10,35 %). Найвища резистентність спостерігалась до амікацину, амоксициліну, еритроміцину що вірогідно вище ( $p < 0,001$ ) у порівнянні із результатами показників резистентності до цефтріаксону, цефатоксину. Зазначимо,

резистентними виявилися ізоляти *E. coli*, виділені від собак, до лінкоміцину (10,34 %), цефтріаксону (10,34 %), тетрацикліну (8,62 %) та норфлуксацину (8,62 %). Встановлено найвищу резистентність ізолятів *Pseudomonas aeruginosa*, виділених від собак, до цефалотоксину, ципрофлоксацину, норфлуксацину, що вірогідно вище ( $p < 0,001$ ) у порівнянні із левофлоксацином, ампіциліном, цефтріаксоном, тетрацикліном.

**Відомості про дотримання біоетичних норм.** Дослідження проводили на базі кафедри мікробіології та вірусології Білоцерківського національного аграрного університету згідно із законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р., правилами Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях від 13.11.1987 р., та Наказом МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах». Проект виконання представлених досліджень схвалено Етичним комітетом БНАУ.

**Конфлікт інтересів.** Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в представленій роботі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Tillotson G.S., Zinner S.H. Burden of antimicrobial resistance in an era of decreasing susceptibility. *Expert. Rev. Anti. Infect. Ther.* 2017. Vol. 15. No 10. P. 663–676. DOI:10.1080/14787210.2017.1337508.
2. EUCAST. Щодо визначення механізмів резистентності та специфічної резистентності, що має клінічне та/або епідеміологічне значення. 2013. URL:www.eucast.org.
3. Kim B.K., Hwang H.C., Wang S.H., Choi S.R. Characterization of *mcr-1*-harboring plasmids from pan drug-resistant *Escherichia coli* strains isolated from retail raw chicken in South Korea. *Microorganisms.* 2019. Vol. 7. No 9. P. 344–355. DOI:10.3390/microorganisms7090344.
4. Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* Foodborne Pathog / V.J. Velasco et al. *Clinical microbiology reviews.* 2018. Vol. 2. No 15. P. 262–268. DOI:10.1089/fpd.2017.2381.
5. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other *Staphylococcus* species in raw meat samples intended for human consumption in Benin City, Nigeria: implications for public health / E.O. Igbiosa et al. *Environ Res Public Health.* 2016. Vol. 8. No 13. 949 p. DOI:10.3390/ijerph13100949.
6. Bourne J.A., Chong W.L., Gordon D.M. Genetic Structure, Antimicrobial Resistance and Frequency of Human Associated *Escherichia coli* Sequence Types among Faecal Isolates from Healthy Dogs and Cats Living in Canberra, Australia. *PLoS ONE.* 2019. Vol. 2. No 14. P. 276–312. DOI:10.1371/journal.pone.0212867.
7. Development and Transmission of Antimicrobial Resistance among Gram-Negative Bacteria in Animals and Their Public Health Impact / S.O. Mukerji et al. *Essays Biochem.* 2017. Vol. 9. No 61. P. 23–35. DOI:10.1042/ebc20160055.
8. Hata A.O., Fujitani N.C., Yoshikawa Y.B. Surveillance of Antimicrobial-Resistant *Escherichia coli* in Sheltered Dogs in the Kanto Region of Japan. *Sci. Rep.* 2022. Vol. 6. No 12. 773 p. DOI:41598-021-04435-w.
9. Akhtardanesh B.H., Ghanbarpour R.R., Ganjalikhani S.P., Gazanfari P.A. Determination of Antibiotic Resistance Genes in Relation to Phylogenetic Background in *Escherichia coli* Isolates from Fecal Samples of Healthy Pet Cats in Kerman City. *Vet. Res. Forum Int. Q.* 2016. Vol. 2. No 5. P. 301–308.
10. Carriage of Antimicrobial Resistant *Escherichia coli* in Dogs: Prevalence, Associated Risk Factors and Molecular Characteristics / A.L. Wedley et al. *Vet. Microbiol.* 2017. Vol. 8. No 199. P. 23–30. DOI:10.1016/j.vetmic.2016.11.017.
11. Risk factors for nasal colonization by methicillin-resistant staphylococci in healthy humans in professional daily contact with companion animals in Portugal / A.C. Rodrigues et al. *Microb Drug Resist.* 2018. Vol. 24. No 4. P. 434–46. DOI:10.1089/mdr.2017.0063.
12. Clonally diverse methicillin and multidrug resistant coagulase negative staphylococci are ubiquitous and pose transfer ability between pets and their owners / E.O. Gómez-Sanz et al. *Front Microbiol.* 2019. Vol. 6. No 10. 56 p. DOI:10.3389/fmicb.2019.00485.
13. Maali Y.D., Badiou C.T., Martins-Simões P.B., Hodille E.B. Understanding the virulence of staphylococcus pseudintermedius: a major role of pore-forming toxins. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2018. Vol. 8. No 1. 221 p. DOI:10.3389/fcimb.2018.00221.
14. Corrà M.L., Skarin J.T., Börjesson S.D., Rota A.P. Occurrence and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in successive parturitions of bitches and their puppies in two kennels in Italy. *BMC Vet Res.* 2018. Vol. 14. No 1. 308 p. DOI:10.1186/s12917-018-1612-z.
15. The trend of resistance to antibiotics for ocular infection of *Staphylococcus aureus*, coagulase-negative staphylococci, and *Corynebacterium* compared with 10-years previous: a retrospective observational study / H.G. Deguchi et al. *PLoS One.* 2018. Vol. 13. No 9. 175 p. DOI:10.1371/journal.pone.0203705.
16. Abdel-Moein K.A., Zaher H.M. The nasal carriage of coagulase-negative staphylococci among animals and its public health implication. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2020. Vol. 29. No 12. P. 897–902. DOI:10.1089/vbz.2020.2656.
17. Detection of SGI/PGII elements and resistance to extended-spectrum cephalosporins in *Proteae* of animal origin in France / E.D. Schultz et al. *Front. Microbiol.* 2017. Vol. 8. No 32. P. 56–62. DOI:10.3389/fmicb.2017.00032.



18. NusG-Dependent RNA polymerase pausing and tylosin-dependent ribosome stalling are required for tylosin resistance by inducing 23S rRNA methylation in *Bacillus subtilis* / H.A. Yakhnin et al. *mBio*. 2019. Vol. 10. No 16. P. 19–22. DOI:10.1128/mbio.02665-19.
19. Салманов А.Г. Боротьба з антимікробною резистентністю: план дій України. Практика управління закладом охорони здоров'я. 2019. №11. С. 37–54.
20. МЕБ. Визначення антибіотикорезистентності. 2019. 21 с. URL: <https://www.who.int/ukraine/uk/publications/9789241516822>.
21. EUCAST. European committee on antimicrobial susceptibility testing. SOP, 2021. 34 p.
22. Hassoun A.O., Linden P.K., Friedman B.D. Incidence, prevalence, and management of MRSA bacteremia across patient populations a review of recent developments in MRSA management and treatment. *Crit Care*. 2017. Vol. 17. No 21. 211 p. DOI:10.1186/s13054-017-1801-3.
23. ECDC *Surveillance of antimicrobial resistance in Europe 2018*, Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control. 2019. URL:<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-resistance-europe-2018>.
24. FOPH Swiss Antibiotic Resistance Report. Usage of Antibiotics and Occurrence of Antibiotic Resistance in Bacteria from Humans and Animals in Switzerland. 2018. URL: [https://www.academia.edu/87287533/Swiss\\_antibiotic\\_resistance\\_report\\_2018\\_Usage\\_of\\_antibiotics\\_and\\_occurrence\\_of\\_antibiotic\\_resistance\\_in\\_bacteria\\_from\\_humans\\_and\\_animals\\_in\\_Switzerland](https://www.academia.edu/87287533/Swiss_antibiotic_resistance_report_2018_Usage_of_antibiotics_and_occurrence_of_antibiotic_resistance_in_bacteria_from_humans_and_animals_in_Switzerland).
25. Analysis of the spectrum and antibiotic resistance of uropathogens in outpatients at a tertiary hospital / B.K. Yang et al. *Journal of Chemotherapy*. 2018. Vol. 30. No 3. P. 145–149. DOI:10.1080/1120009X.2017.1418646.
26. Antimicrobial resistance in community-acquired urinary tract infections in Paris in 2015 / D.M. Chervet et al. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 2017. Vol. 48. No 3. P. 188–192. DOI:10.1016/j.medmal.2017.09.013.
27. Seitz M.K., Stief C.Y., Waidelich R.H. Local epidemiology and resistance profiles in acute uncomplicated cystitis (AUC) in women: A prospective cohort study in an urban urological ambulatory setting. *BMC Infectious Diseases*. 2017. Vol. 17. No 7. URL: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-017-2789-7>.
28. Theuretzbacher Global priority list of antibiotic-resistant bacteria to guide research, discovery, and development of new antibiotics / N.K. Tacconelli et al. World Health Organization. 2017. Vol. 4. No 8. P. 1–7. DOI:10.1016/s1473-3099(17)30753-3.
2. EUCAST. (2013). Shchodo vyznachennia mekhanizmiv rezystentnosti ta spetsyficnoi rezystentnosti, shcho maie klinichne ta/abo epidemiologichne znachennianazva [EUCAST. Regarding the identification of resistance mechanisms and specific resistance of clinical and/or epidemiological significance]. Available at:[www.eucast.org](http://www.eucast.org). (in Ukrainian).
3. Kim, B.K., Hwang, H.C., Wang, S.H., Choi, S.R. (2019). Characterization of mcr-1-harboring plasmids from pan drug-resistant *Escherichia coli* strains isolated from retail raw chicken in South Korea. *Microorganisms*, Vol. 7, no. 9, pp. 344–355. DOI:10.3390/microorganisms7090344.
4. Velasco, V.J., Vergara, L.A., Bonilla, M., Muñoz A.M., Vallejos, D.H. (2018). Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* Foodborne Pathog. *Clinical microbiology reviews*. Vol. 2, no. 15, pp. 262–268. DOI:10.1089/fpd.2017.2381.
5. Igbinosa, E.O., Beshiru, A.D., Akporehe, L.U., Oviasogie, F.E., Igbinosa, O. O. (2016). Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other *Staphylococcus* species in raw meat samples intended for human consumption in Benin City, Nigeria: implications for public health, *Environ Res Public Health*. Vol. 8, no. 13, 949 p. DOI:10.3390/ijerph13100949.
6. Bourne, J.A., Chong, W.L., Gordon, D.M. (2019). Genetic Structure, Antimicrobial Resistance and Frequency of Human Associated *Escherichia coli* Sequence Types among Faecal Isolates from Healthy Dogs and Cats Living in Canberra, Australia. *PLoS ONE*, Vol. 2, no. 14, pp. 276–312. DOI:10.1371/journal.pone.0212867.
7. Mukerji, S.O., Dea, M.F., Barton, M.S., Kirkwood, R.Y., Lee, T.W., Abraham, S.R. (2017). Development and Transmission of Antimicrobial Resistance among Gram-Negative Bacteria in Animals and Their Public Health Impact. *Essays Biochem*. Vol. 9, no. 61, pp. 23–35. DOI:10.1042/ebc20160055.
8. Hata, A.O., Fujitani, N.S., Yoshikawa, Y.V. (2022). Surveillance of Antimicrobial-Resistant *Escherichia coli* in Sheltered Dogs in the Kanto Region of Japan. *Sci. Rep.*, Vol. 6, no. 12. 773 p. DOI:10.1038/s41598-021-04435-w.
9. Akhtardanesh, B.H., Ghanbarpour, R.R., Ganjalikhani, S.P., Gazanfari, P.A. (2016). Determination of Antibiotic Resistance Genes in Relation to Phylogenetic Background in *Escherichia coli* Isolates from Fecal Samples of Healthy Pet Cats in Kerman City. *Vet. Res. Forum Int. Q*. Vol. 2, no. 5, pp. 301–308.
10. Wedley, A.L., Dawson, S.T., Coyne, K.P., Pinchbeck, G.L., Clegg, P.Y., Nuttall, T.O., Williams, N.J. (2017). Carriage of Antimicrobial Resistant *Escherichia coli* in Dogs: Prevalence, Associated Risk Factors and Molecular Characteristics. *Vet. Microbiol*. Vol. 8, no. 199, pp. 23–30. DOI:10.1016/j.vetmic.2016.11.017.
11. Rodrigues, A.C., Belas, A.G., Marques, C.S., Cruz, L.U., Gama, L.T, Pomba. (2018). Risk factors for nasal colonization by methicillin-resistant staphylococci in healthy humans in professional daily contact with companion animals in Portugal. *Microb*

## REFERENCES

1. Tillotson, G. S., Zinner, S. H. (2017). Burden of antimicrobial resistance in an era of decreasing susceptibility. *Expert. Rev. Anti. Infect. Ther*. Vol. 15, no. 10, pp. 663–676. DOI:10.1080/14787210.2017.1337508.

- Drug Resist. Vol. 24, no. 4, pp. 434–46. DOI:10.1089/mdr.2017.0063.
12. Gómez-Sanz, E.O., Ceballos, S.X., Ruiz-Ripa, L.K., Zarazaga, M.V., Torres, C.L. (2019). Clonally diverse methicillin and multidrug resistant coagulase negative staphylococci are ubiquitous and pose transfer ability between pets and their owners. *Front Microbiol.* Vol. 6, no. 10, 56 p. DOI:10.3389/fmicb.2019.00485.
13. Maali, Y.D., Badiou, C.T., Martins-Simões, P.B., Hodille, E.B. (2018). Understanding the virulence of staphylococcus pseudintermedius: a major role of pore-forming toxins. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* Vol. 8, no. 1, 221 p. DOI:10.3389/fcimb.2018.00221.
14. Corrà, M.L., Skarin, J.T., Börjesson, S.D., Rota, A.P. (2018). Occurrence and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in successive parturitions of bitches and their puppies in two kennels in Italy. *BMC Vet. Res.* Vol. 14, no. 1, 308 p. DOI:10.1186/s12917-018-1612-z.
15. Deguchi, H.G., Kitazawa, K.W., Kayukawa, K.B., Kondoh, E.X., Fukumoto, A.K., Yamasaki, T.S. (2018). The trend of resistance to antibiotics for ocular infection of *Staphylococcus aureus*, coagulase-negative staphylococci, and *Corynebacterium* compared with 10-years previous: a retrospective observational study. *PLoS One.*, Vol. 13, no. 9, 175 p. DOI:10.1371/journal.pone.0203705.
16. Abdel-Moein, K.A., Zaher, H.M. (2020). The nasal carriage of coagulase-negative staphylococci among animals and its public health implication. *Vector Borne Zoonotic Dis.* Vol. 29, no. 12, pp. 897–902. DOI:10.1089/vbz.2020.2656.
17. Schultz, E.D., Cloeckart, A.M., Doublet, B.L., Madec, J.-Y., Haenni, M.D. (2017). Detection of SGI1/PGI1 elements and resistance to extended-spectrum cephalosporins in Proteae of animal origin in France. *Front. Microbiol.* Vol. 8, no. 32, pp. 56–62. DOI:10.3389/fmicb.2017.00032.
18. Yakhnin, H.A., Yakhnin, A.V., Mouery, B.L., Mandell, Z.F., Karbasiyafshar, C.G., Kashlev, M.X., Babitzke, P.E. (2019). NusG-Dependent RNA polymerase pausing and tylosin-dependent ribosome stalling are required for tylosin resistance by inducing 23S rRNA methylation in *Bacillus subtilis*. *mBio.* Vol. 10, no. 16, pp. 19–22. DOI:10.1128/mbio.02665-19.
19. Salmanov, A.H. (2019). Borotba z antimikrobnou rezystentnistiu: plan dii Ukrainy [Combating Antimicrobial Resistance: Ukraine's Action Plan]. *Praktyka upravlinnia zakladom okhorony zdorovia* [Healthcare Facility Management Practices]. no. 11, pp. 37–54. (in Ukrainian).
20. MEB. (2019). Vyznachennia antybiotyko-rezystentnosti [OIE: Determination of antibiotic resistance]. 21 p. Available at: <https://www.who.int/ukraine/uk/publications/9789241516822>. (in Ukrainian).
21. EUCAST. (2021). European committee on antimicrobial susceptibility testing. SOP, 34 p.
22. Hassoun, A.O., Linden, P.K., Friedman, B.D. (2017). Incidence, prevalence, and management of MRSA bacteremia across patient populations—a review of recent developments in MRSA management and treatment. *Crit Care.* Vol. 17, no. 21, 211 p. DOI:10.1186/s13054-017-1801-3.
23. ECDC Surveillance of antimicrobial resistance in Europe 2018, Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control. 2019. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-resistance-europe-2018>.
24. FOPH Swiss Antibiotic Resistance Report. Usage of Antibiotics and Occurrence of Antibiotic Resistance in Bacteria from Humans and Animals in Switzerland. 2018. Available at: [https://www.academia.edu/87287533/Swiss\\_antibiotic\\_resistance\\_report\\_2018\\_Usage\\_of\\_antibiotics\\_and\\_occurrence\\_of\\_antibiotic\\_resistance\\_in\\_bacteria\\_from\\_humans\\_and\\_animals\\_in\\_Switzerland](https://www.academia.edu/87287533/Swiss_antibiotic_resistance_report_2018_Usage_of_antibiotics_and_occurrence_of_antibiotic_resistance_in_bacteria_from_humans_and_animals_in_Switzerland).
25. Yang, B.K., Yang, F.L., Wang, S.G., Wang, Q.J., Liu, Z.H., Feng, W.V., Sun, F.N., Xia, P.M. (2018). Analysis of the spectrum and antibiotic resistance of uropathogens in outpatients at a tertiary hospital. *Journal of Chemotherapy*, Vol. 30, no. 3, pp. 145–149. DOI:10.1080/1120009X.2017.1418646.
26. Chervet, D.M., Lortholary, O.V., Zahar, J.R., Dufougeray, A.D., Pilmis, B.S., Partouche, H.H. (2017). Antimicrobial resistance in community-acquired urinary tract infections in Paris in 2015. *Médecine et Maladies Infectieuses.* Vol. 48, no. 3, pp. 188–192. DOI:10.1016/j.medmal.2017.09.013.
27. Seitz, M.K., Stief, C.Y., Waidelich, R.H. (2017). Local epidemiology and resistance profiles in acute uncomplicated cystitis (AUC) in women: A prospective cohort study in an urban urological ambulatory setting. *BMC Infectious Diseases.* Vol. 17, no. 7. Available at: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-017-2789-7>.
28. Tacconelli, N.K., Magrini, Y.D., Carmeli, S.I., Harbarth, G.V., Kahlmeter, J.F., Kluytmans, M.X., Mendelson, C.E., Pulcini, N.A., Singh, U.M. (2017). Theuretzbacher Global priority list of antibiotic-resistant bacteria to guide research, discovery, and development of new antibiotics. *World Health Organization.* Vol. 4, no. 8, pp. 1–7. DOI:10.1016/s1473-3099(17)30753-3.

### Determination of antibiotic susceptibility in isolates from dogs and cats

Chemerovska I., Rublenko I.

Microorganisms are able to rapidly acquire antibiotic resistance through mutation, memory gene transfer and epigenetic changes. Various factors contribute to the spread of antibiotic-resistant bacteria in healthcare, agriculture/livestock, and the environment due to their irrational and excessive use. These resistant microorganisms (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*) and their genes get into the soil, air, water, agricultural waste, and wastewater treatment plants and spread in the environment. Zoonotic pathogens are particularly dangerous. Scientists and healthcare practitioners are developing global strategies, which primarily include improving the identification and monitoring of the spread of resistant pathogens. The aim of our research was to determine the sensitivity of microorganisms isolated from

companion animals to antibacterial drugs. For the microbiological study, biological material was collected from different infectious processes.

We found resistance to various antibiotics in *Staphylococcus aureus* isolates. In particular, the most resistant isolates were to ceftriaxone (7.14 %), ceftazolin (5.36 %) and ampicillin (5.36 %). In the study of *Staphylococcus aureus* isolates, the highest resistance was found to erythromycin, lincomycin, which was significantly higher ( $p < 0.001$ ) compared to the obtained resistance rates to tetracycline and ceftriaxone.

And in the isolated isolates of *Staphylococcus*

*epidermidis*, resistance to gentamicin, erythromycin, lincomycin, cephalothin, ampicillin was detected, which was significantly ( $p < 0.001$ ) higher compared to the resistance data obtained for tetracycline, ciprofloxacin, ceftriaxone.

The most resistant *E. coli* isolates were to lincomycin (10.34 %), ceftriaxone (10.34 %), tetracycline (8.62 %) and norfloxacin (8.62 %).

**Keywords:** antibiotic resistance, antibiotics, spread, microorganisms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*



Copyright: Чемеровська І.О., Рубленко І.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Чемеровська І.О.

Рубленко І.О.

<https://orcid.org/0000-0002-7291-6400>

<https://orcid.org/0000-0002-1401-0969>