

ИЗУЧЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ БАКТЕРИЙ РОДА *AEROMONAS* (*A. HYDROPHILA*, *A. VERONII*, *A. CAVIAE*, *A. SALMONICIDA*), ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОБЪЕКТОВ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОГО НАДЗОРА

Ломакин Артём Андреевич, ассистент кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

Феоктистова Наталья Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

Масиленко Андрей Владимирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

Минаева Ангелина Николаевна, аспирант кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом 1; тел.: 89603621517

e-mail: feokna@yandex.ru

Ключевые слова: *Aeromonas*, *A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. caviae*, *A. salmonicida*, патогены рыб, антибиотикочувствительность, резистентность, устойчивость

В статье представлены результаты исследований по изучению профилей чувствительности бактерий рода *Aeromonas* (*A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. caviae*, *A. salmonicida*), выделенных из объектов ветеринарно-санитарного надзора, к химическим противомикробным препаратам. В настоящее время вышеназванные бактерии стали ассоциироваться с болезнями преимущественно пресноводных рыб. В исследованиях были использованы референс-штаммы *Aeromonas* (*A. salmonicida* ATCC 33568, *A. caviae* ATCC 1546, *A. veronii* ATCC 9071, *A. hydrophila* ATCC 49140) и штаммы *Aeromonas*, выделенные из объектов ветеринарно-санитарного надзора. Исследование проводили по МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» и рекомендациям МАКМАХ «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» (2021). Экспериментально было установлено, что исследуемые изоляты проявляли резистентность к полимиксину. 58 % были чувствительны к амоксициллину, ампициллину и бензилпенициллину. Определено, что максимально выражена антимикробная активность у 91 % изучаемых бактерий рода *Aeromonas* к цефтриаксону и цефуроксиму. 95,8% изолятов характеризовались как резистентные к триметоприм/сульфаметоксазолу, ломефлоксацину, доксициклину, амикацину и цефуроксиму. Бактерии *A. caviae* и *A. hydrophila* были устойчивы к действию антибиотиков группы линкозамиды (линкомицин), бактерии вида *A. salmonicida* и *A. veronii* проявляли промежуточную чувствительность к указанным антимикробным препаратам. Установлено, что в отличие от бактерий *A. salmonicida*, штаммы *A. hydrophila* ATCC 49140, *A. hydrophila* ЧР, *A. hydrophila* А1, *Aeromonas* spp М1, *A. caviae* ATCC 15468 обладают резистентностью к β -лактамам пенициллинам, не устойчивы к мупироцину и эритромицину.

Исследование выполнено согласно тематическому плану-заданию Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, регистрационный номер ЕГИСУ НИОКТР 1022040900062-2-1.6.2.

Введение

Противомикробные агенты произвели революцию в медицине во многих отношениях, но их использование сопровождалось быстрым появлением резистентных штаммов, что привело к глобальной проблеме здравоохранения [1]. Совместное использование антибиотиков человеком для лечения, так и в терапии сельскохозяйственных животных вызывает растущую озабоченность как здравоохранения, так и ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизы [2]. Инфекционные заболевания человека и животных настолько тесно взаимосвязаны в общей среде, что концепция «Один мир - одно лекарство - одно здоровье» полностью применима для решения растущей проблемы устойчивости

к антибиотикам [3]. Люди и животные связаны друг с другом через окружающую среду (включая воздух, воду, почву). Водная среда может стать идеальной средой для приобретения и распространения устойчивости к антибиотикам: на нее часто воздействует антропогенная деятельность (сточные воды, стоки, водные фермы) [4], в ее состав входит автохтонная бактериальная микробиота, которая содержит гены, связанные с устойчивостью к противомикробным терапевтическим препаратам (антибиотикам), она позволяет «смешивать» бактерии из микробиома человека, животных, рыбы и потенциально содержать противомикробные препараты или биоциды, которые могут отбирать резистентные бактерии [5].

Aeromonas являются автохтонными бактериями водной среды, которые можно выделить практически из любого источника воды, включая пресную воду, эстуарную среду, питьевую воду, сточные воды и нечистоты. Этот род является основным возбудителем инфекций у рыб, включающий виды: *A. allosaccharophila*, *A. bestiarum*, *A. caviae*, *A. hydrophila*, *A. jandaei*, *A. salmonicida*, *A. schubertii*, *A. sobria biovar sobria*, и *A. veronii biovar sobria*. В настоящее время вышеназван-

ные бактерии стали ассоциироваться с болезнями преимущественно пресноводных рыб. Среди них *A. hydrophila*, *A. caviae* и *A. veronii* связаны с диарейными заболеваниями человека и раневыми инфекциями [6]. Естественная трансформация является общим свойством бактериальных изолятов рода *Aeromonas* из окружающей среды [7]. Более того, у *Aeromonas* часто выявляются интегроны и другие генетические элементы. Ранее были проведены исследования по из-

Таблица 1

Результаты изучения антибиотикочувствительности изолятов бактерий *Aeromonas salmonicida*

Наименование	Концентрация	<i>A. salmonicida</i> ATCC 33568	<i>A. salmonicida</i> 163	<i>A. salmonicida</i> 2098	<i>A. salmonicida</i> 4914	<i>A. salmonicida</i> 203	<i>A. salmonicida</i> 204	<i>A. salmonicida</i> 205	<i>A. salmonicida</i> 206	<i>A. salmonicida</i> 207	<i>A. salmonicida</i> 208
<i>β</i> -лактамы пенициллины											
Амоксициллин	20 мкг	26	26	24	32	30	32	37	38	28	20
Бензилпенициллин	10 мкг	20	21	21	22	22	19	21	30	20	31
Ампициллин	10 мкг	15	32	36	31	39	29	26	35	30	33
<i>β</i> -лактамы цефалоспорины											
Цефуроксим	30 мкг	42	45	43	41	44	37	37	40	34	32
Цефтриаксон	30 мкг	27	26	31	32	31	36	42	49	41	42
Природные макролиды											
Полмиксин	300 ед	21	12	11	17	12	15	14	15	15	22
Полусинтетические макролиды											
Кларитромицин	15 мкг	11	21	13	12	0	14	16	16	18	20
Доксициклин	20 мкг	26	23	27	0	25	20	24	30	27	30
Эритромицин	15 мкг	0	11	11	0	9	15	0	16	10	17
Аминогликозиды											
Амикацин	30 мкг	30	16	19	15	16	21	26	24	20	23
Неомицин	30 мкг	0	18	13	11	24	17	21	14	20	22
Гентамицин	10 мкг	21	13	15	20	15	16	19	16	21	19
Фторхинолоны											
Ломефлоксацин	10 мкг	39	22	23	39	25	21	32	40	32	30
Норфлоксацин	10 мкг	17	24	23	29	26	30	14	37	34	31
Производные нитрофуранов											
Фурадонин	300 мкг	23	24	26	20	23	21	24	15	19	20
Сульфаниламиды											
Триметоприм/ Сульфаметоксазол	1,25/25,75 ед	17	23	24	21	14	21	22	16	16	23
Другие											
Флуконазол	40 мкг	0	0	0	0	0	14	11	15	0	19
Мупироцин	5 мкг	29	25	26	20	12	17	14	21	16	20
Линкозамиды											
Линкомицин	15 мкг	0	0	0	0	10	0	0	30	0	16

Таблица 2

Результаты определения чувствительности штаммов бактерий рода *Aeromonas* к антимикробным препаратам

Наименование	Концентрация	<i>A. hydrophila</i> ATCC 49140	<i>A. spp</i> ЧР	<i>A. hydrophila</i> А1	<i>A. spp</i> М1	<i>A. caviae</i> ATCC 15468
<i>β</i>-лактамы пенициллины						
Амоксициллин	20 мкг	0	0	0	0	0
Бензилпенициллин	10 мкг	0	0	0	0	0
Ампициллин	10 мкг	0	0	0	0	0
<i>β</i>-лактамы цефалоспорины						
Цефтриаксон	30 мкг	23	24	17	0	25
Цефуросим	30 мкг	26	27	19	0	0
Природные макролиды						
Полимиксин	300 ед	14	11	10	15	0
Полусинтетические макролиды						
Кларитромицин	15 мкг	0	20	16	0	17
Доксициклин	20 мкг	18	17	17	16	18
Эритромицин	15 мкг	0	0	0	0	12
Аминогликозиды						
Амикацин	30 мкг	8	21	23	15	0
Неомицин	30 мкг	10	10	0	13	0
Гентамицин	10 мкг	11	0	0	14	0
Фторхинолоны						
Ломефлоксацин	10 мкг	22	21	32	14	0
Норфлоксацин	10 мкг	23	26	34	24	18
Производные нитрофуранов						
Фурадонин	300 мкг	18	12	14	0	18
Сульфаниламиды						
Триметоприм/Сульфаметоксазол	1,25/25,75 ед	0	16	23	23	16
Другие						
Флуконазол	40 мкг	0	0	14	0	0
Мупироцин	5 мкг	11	0	0	0	0
Линкозамиды						
Линкомицин	15 мкг	0	0	0	0	0

учению степени распространения устойчивости вышеназванных бактерий к противомикробным препаратам в воде или у рыб, за исключением ампициллина, амоксициллин-клавуланата и цефазолина, обладающего внутренней устойчивостью к *Aeromonas*. На данный момент чув-

ствительность к антибиотикам клинических изолятов *Aeromonas* была тщательно изучена в противовес исследованиям штаммов из окружающей среды [8-17].

Цель этого исследования состояла в том, чтобы определить профили чувствительности к противомикробным препаратам в отношении видов *Aeromonas*, выделенных коллективом авторов из объектов ветеринарно-санитарного надзора.

Материалы и методы исследований

В работе были использованы референс-штаммы *Aeromonas* (*A. salmonicida* ATCC 33568, *A. caviae* ATCC 1546, *A. veronii* ATCC 9071, *A. hydrophila* ATCC 49140) и штаммы *Aeromonas*, выделенные из объектов ветеринарно-санитарного надзора (*A. salmonicida* 203, *A. salmonicida* 204, *A. salmonicida* 205, *A. salmonicida* 206, *A. salmonicida* 207, *A. salmonicida* 208, *A. hydrophila* ЧР, *Aeromonas spp* М1, *A. veronii bv.sobria* 1, *A. veronii bv.sobria* 2, *A. veronii bv.sobria* 3, *A. veronii bv.sobria* 4, *A. veronii bv.sobria* 5, *veronii bv.sobria* P1, *veronii bv.sobria* P1, *A. veronii bv.sobria* P2, *A. veronii bv.sobria* P3).

Для накопления бактериальной массы использовали бульон LB по Miller (Диаэм, Россия). Штаммы *Aeromonas* культивировали при 30°C в течение 24 часов, за исключением бактерий вида *A. salmonicida*, которые инкубировали при 20°C течение такого же промежутка времени. Для изучения антибиотикочувствительности использовали индикаторные диски с антибиотиками: амоксициллин, бензилпенициллин, ампициллин, цефтриаксон, цефуросим, полимиксин, кларитромицин, доксициклин, эритромицин, амикацин, неомицин, гентамицин, ломефлоксацин, норфлоксацин, фурадонин, Триметоприм/Сульфаметоксазол, флуконазол, линкомицин и мупироцин (Himedia, Индия). Исследование проводили согласно МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» [18] и рекомендациям МАКМАХ «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» (2021) [19].

Данная работа была выполнена на базе ОГБУ «Мелекесский центр ветеринарии и безопасности продовольствия имени С.Г. Дырченкова» и кафедре микробиологии, вирусологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ.

Таблица 3

Изучение антибиотикочувствительности бактерий вида *Aeromonas veronii*

Оборудование: ультрафиолетовая лампа марки «Phillips» с длиной волны 253 нм, холодильники бытовые; термостаты ТС-80М-2, термостат охлаждающий ТСО-1/80 СПУ.

Результаты исследования

Диско-диффузионным методом определения антибиотикочувствительности изучаемых штаммов *A. salmonicida* были получены результаты, представленные в таблице 1.

Экспериментально было установлено, что все изучаемые штаммы *A. salmonicida* проявляют чувствительность к β -лактамам пенициллинам, цефалоспорином, производным нитрофуранов. Часть штаммов обладают чувствительностью к природным макролидам (полимиксину), макролидам (кларитромицину, доксициклину), аминогликозидам (амикацин, неомицин, гентамицин), фторхинолону, фурадонину и триметоприм/сульфаметоксазолу, к флуконазолу и линкомицину.

В таблицу 2 сведены данные по определению антибиотикочувствительности бактерий рода *Aeromonas*, которые были выделены авторами исследования из объектов ветеринарно-санитарного надзора.

Установлено, что в отличие от бактерий *A. salmonicida*, штаммы *A. hydrophila* ATCC 49140, *A. hydrophila* ЧР, *A. hydrophila* А1, *Aeromonas spp* М1, *A. caviae* ATCC 15468 обладают резистентностью к β -лактамам пенициллинам, не устойчивы к мупироцину и эритромицину. Бактерии *A. hydrophila* ATCC 49140 и *Aeromonas spp* ЧР чувствительны к β -лактамам цефалоспорином, к ряду фторхинолонов (лемефлоксацину, норфлоксацину). Штаммы *A. hydrophila* А1 и *Aeromonas spp* М1 чувствительны к триметоприм/сульфаметоксазолу, амикацину. Стоит так же отметить, что штамм *Aeromonas spp* М1 проявляет устойчивость к широкому спектру антимикробных веществ по сравнению с другими изолятами бак-

терий, изучаемыми в данном исследовании.

Таблица 3 иллюстрирует результаты экспериментов по определению антибиотикочувствительности бактерий *Aeromonas veronii*.

Штаммы бактерий *A. veronii*, как и изучаемые изоляты *A. hydrophila* и *A. caviae*, проявляют устойчивость к β -лактамам пенициллинам (амоксициллину, бензилпенициллину, ампициллину), слабо чувствительны к полимиксину,

Наименование	Концентрация	<i>A. veronii</i>									
		ATCC 9071	bv.sobria 1	bv.sobria P1	bv.sobria 3	bv.sobria 5	bv.sobria 4	bv.sobria P2	bv.veronii P3	bv.sobria 2	
β-лактамы пенициллины											
Амоксициллин	20 мкг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Бензилпенициллин	10 мкг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ампициллин	10 мкг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β-лактамы цефалоспорины											
Цефтриаксон	30 мкг	25	27	23	22	26	27	25	26	29	
Цефуросим	30 мкг	34	31	36	32	30	29	30	32	40	
Природные макролиды											
Полимиксин	300 ед	17	11	12	13	11	12	11	11	15	
Полусинтетические макролиды											
Кларитромицин	15 мкг	15	0	16	16	14	13	12	11	22	
Доксициклин	20 мкг	17	15	10	13	14	16	14	13	17	
Эритромицин	15 мкг	12	10	14	12	0	0	10	12	22	
Аминогликозиды											
Амикацин	30 мкг	20	16	15	20	19	16	13	16	23	
Неомицин	30 мкг	15	17	18	14	16	15	15	14	20	
Гентамицин	10 мкг	19	16	16	25	12	14	12	16	21	
Фторхинолоны											
Ломефлоксацин	10 мкг	25	21	21	29	28	22	23	24	35	
Норфлоксацин	10 мкг	34	24	30	26	20	21	14	17	39	
Производные нитрофуранов											
Фурадонин	300 мкг	17	13	16	17	14	14	0	11	24	
Сульфаниламиды											
Триметоприм/Сульфаметоксазол	1,25/25,75 ед	16	14	17	12	16	20	11	16	24	
Другие											
Флуконазол	40 мкг	9	15	13	0	0	0	0	0	9	
Мупироцин	5 мкг	13	12	12	0	9	13	12	0	15	
Линкозамиды											
Линкомицин	15 мкг	11	0	12	0	23	14	0	10	0	

относящемуся к классу природных макролидов, к полусинтетическим макролидам и неомицину, представителю амикликозидов, а так же относительно устойчивы к флуконазолу, мупироцину и линкомицину.

Ингибирующее действие на штаммы вида *A. veronii* установлено у β -лактамных цефалоспоринов (цефуроксима и цефтриаксона) и фторхинолонов. Стоит отметить, что *A. veronii* *bv.sobria* 2 чувствителен к полусинтетическим макролидам и аминогликозидам а так же триметоприм/сульфаметоксазолу, а штамм *A. veronii* *bv.sobria* 5 чувствителен к линкомицину.

Обсуждение

Бактерии рода *Aeromonas* являются микроорганизмами, повсеместно распространенными и обитающими в водной среде, но которые могут вызывать инфекции у людей и животных. Также было показано, что они могут развивать и распространять устойчивость к антибиотикам в клинических и экологических условиях. Сообщалось, что бактерии видов *Aeromonas*, относящиеся к видам *A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. caviae*, *A. sobria* и *A. salmonicida*, являются наиболее репрезентативными по патогенности для человека и водных организмов [6-17].

По литературным данным, клинические штаммы *Aeromonas* чувствительны к левофлоксацину, сульфаметоксазол/триметоприму, амикацину, гентамицину и ципрофлоксацину. Представители рода *Aeromonas* почти всегда устойчивы к узкому спектру пенициллиновой группы антибиотиков, таким как пенициллин, ампициллин, карбенициллин и тикарциллин, и чувствительны к пиперациллину, азлоциллину, цефалоспорином второго и третьего поколения и карбапенемам. Большинство видов чувствительны к аминогликозидам, тетрациклину, хлорамфениколу, триметоприму, сульфаметоксазолу, хинолонам и монобактамам. Есть исключения из этого правила в зависимости от исследуемых штаммов и типа антибиотика. Исследования более чем 160 штаммов бактерий рода *Aeromonas* показали устойчивость штаммов к налидиксовой кислоте, ципрофлоксацину, и норфлоксацин [10-11].

Представители рода *Aeromonas*, выделенные из воды карповых прудов, характеризовались большими различиями в их устойчивости к определенным антибиотикам. Среди всех выделенных штаммов наибольший процент (96–99 %) оказался устойчивым к амоксициллину, ампициллину, клиндамицину и пенициллину. Значительный процент (70–100 %) штаммов

Aeromonas показал устойчивость к β -лактамным антибиотикам, таким как амоксициллин, ампициллин и пенициллин, и аналогичные результаты были получены многими исследователями. С другой стороны, относительно небольшой процент (5-6 %) изолятов *Aeromonas*, населяющих исследованные карповые пруды, проявлял устойчивость к ципрофлоксацину и хлорамфениколу [12-13].

Полученные данные частично согласуются с информацией, представленной в научной литературе. Все исследуемые микроорганизмы рода *Aeromonas* проявляли резистентность к полимиксину. Большинство исследуемых микроорганизмов (58 %) отличались чувствительностью к антибиотикам группы β -лактамных пенициллинов (амоксициллину, ампициллину и бензилпенициллину). Наиболее выраженную антимикробную активность (91 %) к бактериям рода *Aeromonas* в нашем исследовании продемонстрировали антибиотики группы β -лактамные цефалоспорины (цефтриаксон и цефуроксим). Эритромицин был эффективен для *A. hydrophila*. Из общего числа всех исследуемых культур 95,8 % штаммов характеризовались как резистентные к триметоприм/сульфаметоксазолу, ломефлоксацину, доксициклину, амикацину и цефуроксиму. Бактерии *A. caviae* и *A. hydrophila* были устойчивы к действию антибиотиков группы линкозамиды (линкомицин), бактерии *A. salmonicida* и *A. veronii* проявляли промежуточную чувствительность к указанным антимикробным препаратам.

Заключение

Проведенные эксперименты по определению профилей чувствительности к противомикробным препаратам коллекции бактериальных изолятов *Aeromonas*, выделенных из объектов ветеринарно-санитарного надзора, позволят эмпирически произвести выбор наиболее эффективных антимикробных препаратов для дальнейших исследований, направленных на разработку комплекса мероприятий по борьбе с аэромоназом карпа.

Библиографический список

1. Широкова, И. Антибиотикотерапия - взгляд специалистов / И. Широкова, И. Сидорова // Ремедиум. - 2015. № S 13. – С. 142-147.
2. Современное состояние проблемы антибиотикорезистентности патогенных бактерий / Т.А. Ефименко, Л.П. Терехова, О.В. Ефременкова // Антибиотики и химиотерапия. - 2019. - №5-6. – С. 64-68.

3. The role of aquatic ecosystems as reservoirs of antibiotic resistance / E. Marti, E. Variatza, J. L. Balcazar // *Trends in microbiology*. – 2014. – Vol. 22. – №. 1. – P. 36-41.
4. Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: a review / L. Rizzo, C. Manaia, C. Merlin, T. Schwartz, C. Dagot, M.C. Ploy // *Science of the total environment*. – 2013. – Vol. 447. – P. 345-360.
5. Antibiotic resistance: a rundown of a global crisis / B. Aslam, W. Wang, M.I. Arshad, M. Khurshid, S. Muzammil, M.H. Rasool, // *Infection and drug resistance*. – 2018. – Vol. 11. – P. 1645.
6. *Aeromonas* diversity and antimicrobial susceptibility in freshwater - an attempt to set generic epidemiological cut-off values / S. Baron, S.A. Granier, E. Larvor, E. Jouy, M. Cineux, A. Wilhelm // *Frontiers in microbiology*. – 2017. – Vol. 8. – P. 503.
7. Janda, J.M. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection / J.M. Janda, S.L. Abbott // *Clinical microbiology reviews*. – 2010. – Vol. 23. – №. 1. – P. 35-73.
8. Potential enterotoxicity and antimicrobial resistance pattern of *Aeromonas* species isolated from pet turtles and their environment / S.H. M.P. Wimalasena, G.W. Shin, S. Hossain & G.J. Heo, // *Journal of Veterinary Medical Science*. – 2017. – Vol. 79. – №. 5. – P. 921-926.
9. Natural transformation as a mechanism of horizontal gene transfer among environmental *Aeromonas* species / J.R. Huddleston, J.M. Brokaw, J.C. Zak & R.M. Jeter // *Systematic and Applied Microbiology*. – 2013. – Vol. 36. – №. 4. – P. 224-234.
10. Quinolone resistant *Aeromonas* spp. as carriers and potential tracers of acquired antibiotic resistance in hospital and municipal wastewater / A.R. Varela, O.C. Nunes, C.M. Manaia // *Science of the Total Environment*. – 2016. – Vol. 542. – P. 665-671.
11. Antimicrobial resistance of *Aeromonas* spp. isolated from the growth pond to the commercial product in a rainbow trout farm following a flumequine treatment / M. Naviner, L. Gordon, E. Giraud, M. Denis, C. Mangion, H. Le Bris & J.P. Ganière // *Aquaculture*. – 2011. – Vol. 315. – №. 3-4. – P. 236-241.
12. Horizontal gene transfer and its association with antibiotic resistance in the genus *Aeromonas* spp. / J.M. Bello-López, O.A. Cabrero-Martínez, G. Ibáñez-Cervantes, C. Hernández-Cortez, L.I. Pelcastre-Rodríguez, L.U. Gonzalez-Avila & G. Castro-Escarpulli // *Microorganisms*. – 2019. – Vol. 7. – №. 9. – P. 363.
13. Diversity and antibiotic resistance of *Aeromonas* spp. in drinking and waste water treatment plants / V. Figueira, I. Vaz-Moreira, M. Silva & C.M. Manaia // *Water research*. – 2011. – Vol. 45. – №. 17. – P. 5599-5611.
14. Abundance and antibiotic resistance of *Aeromonas* isolated from the water of three carp ponds / M. Zdanowicz, Z.J. Mudryk, P. Perliński // *Veterinary research communications*. – 2020. – Vol. 44. – №. 1. – P. 9-18.
15. *Aeromonas sobria* infection in farmed mud loach (*Misgurnus mizolepis*) in Korea, a bacteriological survey/ J. Yu, B.H. Koo, D. Kim, D.W. Kim, S.W. Park // *Iranian Journal of Veterinary Research*. – 2015. – Vol. 16. – №. 2. – P. 194.
16. Antibiotic resistance pattern of motile aeromonads from farm raised fresh water fish / M. Hatha, A.A. Vivekanandhan & G.J. Joice // *International journal of food microbiology*. – 2005. – Vol. 98. – №. 2. – P. 131-134.
17. Prevalence, antibiotic susceptibility, and presence of drug resistance genes in *Aeromonas* spp. isolated from freshwater fish in Kelantan and Terengganu states, Malaysia / N.N.F.N.M.Fauzi, R.H. Hamdan, M. Mohamed, A. Ismail, A.A.M. Zin, N.F.A. Mohamad // *Veterinary World*. – 2021. – Vol. 14. – №. 8. – P. 2064.
18. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200038583> – дата обращения 12.04.2023.
19. Microbius (Российский микробиологический портал). МАКМАХ «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам (2021)» - URL: <https://microbius.ru/library/rekomendatsii-makmah-opredelenie-chuvstvitelnosti-mikroorganizmov-k-antimikrobnym-preparatam-2021-novaya-versiya-2021-01> - дата обращения 12.04.2023.

STUDY OF SENSITIVITY PROFILES OF AEROMONAS GENUS BACTERIA (A. HYDROPHILA, A. VERONII, A. CAVIAE, A. SALMONICIDA), ISOLATED FROM OBJECTS OF VETERINARY AND SANITARY SUPERVISION

Lomakin A.A., Feoktistova N.A., Mastilenko A.V., Minaeva A.N.
FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, building 1: tel.: 89603621517
e-mail: feokna@yandex.ru

Keywords: *Aeromonas*, *A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. caviae*, *A. salmonicida*, fish pathogens, antibiotic sensitivity, resistance

The article presents results of the studies on sensitivity profiles of *Aeromonas* genus bacteria (*A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. caviae*, *A. salmonicida*) isolated from objects of veterinary and sanitary supervision to chemical antimicrobial medications. Currently, the above-mentioned bacteria are associated with diseases mainly of freshwater fish. Reference strains of *Aeromonas* (*A. salmonicida* ATCC 33568, *A. caviae* ATCC 1546, *A. veronii* ATCC 9071, *A. hydrophila* ATCC 49140) and *Aeromonas* strains isolated from objects of veterinary and sanitary supervision were used in the studies. The study was carried out according to MG 4.2.1890-04 "Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial medications" and the MAKMAX recommendations "Determination of sensitivity of microorganisms to antimicrobial medications (2021)". It was experimentally established that the isolates under study showed resistance to polymyxin. Fifty eight percent were sensitive to amoxicillin, ampicillin and benzylpenicillin. It was determined that the antimicrobial activity of 91% of the studied bacteria of *Aeromonas* genus to ceftriaxone and cefuroxime was maximally expressed, 95.8% of isolates were characterized as resistant to trimethoprim/sulfamethoxazole, lomefloxacin, doxycycline, amikacin and cefuroxime. *A. caviae* and *A. hydrophila* bacteria were resistant to the action of antibiotics of lincosamide group (lincomycin); bacteria of *A. salmonicida* and *A. veronii* species showed intermediate sensitivity to these antimicrobial medications. It was established that, unlike *A. salmonicida* bacteria, strains of *A. hydrophila* ATCC 49140, *A. hydrophila* ChR, *A. hydrophila* A1, *Aeromonas* spp M1, *A. caviae* ATCC 15468 are resistant to β -lactam penicillins, are not resistant to mupirocin and erythromycin.

Bibliography:

1. Shirokova, I. Antibiotic therapy - the view of specialists / I. Shirokova, I. Sidorova // *Remedium*. - 2015. № 5 13. - P. 142-147.
2. Current state of the problem of antibiotic resistance of pathogenic bacteria / T.A. Efimenko, L.P. Terekhova, O.V. Efremenkova // *Antibiotics and chemotherapy*. - 2019. - № 5-6. - P. 64-68.
3. The role of aquatic ecosystems as reservoirs of antibiotic resistance / E. Marti, E. Variatza, J. L. Balcazar // *Trends in microbiology*. - 2014. - Vol. 22. - № 1. - P. 36-41.
4. Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: a review / L. Rizzo, C. Manaia, C. Merlin, T. Schwartz, C. Dagot, M.C. Ploy // *Science of the total environment*. - 2013. - Vol. 447. - P. 345-360.
5. Antibiotic resistance: a rundown of a global crisis / B. Aslam, W. Wang, M.I. Arshad, M. Khurshid, S. Muzammil, M.H. Rasool, // *Infection and drug resistance*. - 2018. - Vol. 11. - P. 1645.
6. *Aeromonas* diversity and antimicrobial susceptibility in freshwater - an attempt to set generic epidemiological cut-off values / S. Baron, S.A. Granier, E. Larvor, E. Jouy, M. Cineux, A. Wilhelm // *Frontiers in microbiology*. - 2017. - Vol. 8. - P. 503.
7. Janda, J.M. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection / J.M. Janda, S. L. Abbott // *Clinical microbiology reviews*. - 2010. - Vol. 23. - № 1. - P. 35-73.
8. Potential enterotoxicity and antimicrobial resistance pattern of *Aeromonas* species isolated from pet turtles and their environment / S.H. M.P. Wimalasena, G.W. Shin, S. Hossain & G.J. Heo, // *Journal of Veterinary Medical Science*. - 2017. - Vol. 79. - № 5. - P. 921-926.
9. Natural transformation as a mechanism of horizontal gene transfer among environmental *Aeromonas* species / J.R. Huddleston, J.M. Brokaw, J.C. Zak & R.M. Jeter // *Systematic and Applied Microbiology*. - 2013. - Vol. 36. - № 4. - P. 224-234.
10. Quinolone resistant *Aeromonas* sP. as carriers and potential tracers of acquired antibiotic resistance in hospital and municipal wastewater / A.R. Varela, O.C. Nunes, C.M. Manaia // *Science of the Total Environment*. - 2016. - Vol. 542. - P. 665-671.
11. Antimicrobial resistance of *Aeromonas* sP. isolated from the growth pond to the commercial product in a rainbow trout farm following a flumequine treatment / M. Naviner, L. Gordon, E. Giraud, M. Denis, C. Mangion, H. Le Bris & J.P. Ganière // *Aquaculture*. - 2011. - Vol. 315. - № 3-4. - P. 236-241.
12. Horizontal gene transfer and its association with antibiotic resistance in the genus *Aeromonas* sP. / J.M. Bello-López, O.A. Cabrero-Martínez, G. Ibáñez-Cervantes, C. Hernández-Cortez, L.I. Pelcastre-Rodríguez, L.U. Gonzalez-Avila & G. Castro-Escarpullí // *Microorganisms*. - 2019. - Vol. 7. - № 9. - P. 363.
13. Diversity and antibiotic resistance of *Aeromonas* sP. in drinking and waste water treatment plants / V. Figueira, I. Vaz-Moreira, M. Silva & C.M. Manaia // *Water research*. - 2011. - Vol. 45. - № 17. - P. 5599-5611.
14. Abundance and antibiotic resistance of *Aeromonas* isolated from the water of three carp ponds / M. Zdanowicz, Z.J. Mudryk, P. Perliński // *Veterinary research communications*. - 2020. - Vol. 44. - № 1. - P. 9-18.
15. *Aeromonas sobria* infection in farmed mud loach (*Misgurnus mizolepis*) in Korea, a bacteriological survey / J. Yu, B.H. Koo, D. Kim, D.W. Kim, S.W. Park // *Iranian Journal of Veterinary Research*. - 2015. - Vol. 16. - № 2. - P. 194.
16. Antibiotic resistance pattern of motile aeromonads from farm raised fresh water fish / M. Hatha, A.A. Vivekanandhan & G.J. Joice // *International journal of food microbiology*. - 2005. - Vol. 98. - № 2. - P. 131-134.
17. Prevalence, antibiotic susceptibility, and presence of drug resistance genes in *Aeromonas* sP. isolated from freshwater fish in Kelantan and Terengganu states, Malaysia / N.N.F.N.M. Fauzi, R.H. Hamdan, M. Mohamed, A. Ismail, A.A.M. Zin, N.F.A. Mohamad // *Veterinary World*. - 2021. - Vol. 14. - № 8. - P. 2064.
18. Electronic fund of legal and regulatory documents. MG 4.2.1890-04 "Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial medications" - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200038583> - access date 12.04.2023.
19. Microbous (Russian microbiological portal). MAKMAX "Determination of the sensitivity of microorganisms to antimicrobial medications (2021)" - URL: <https://microbius.ru/library/rekomendatsii-makmah-opredelenie-chuvstvitelnosti-mikroorganizmov-k-antimikrobnym-preparatam-2021-novaya-versiya-2021-01> - date of access: 12.04.2023.