

吴亚锋,王楠楠,王晶晶,等. 2017 年和 2018 年江苏省水生动物气单胞菌分离鉴定及耐药分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):156-162.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.031

2017 年和 2018 年江苏省水生动物气单胞菌分离鉴定及耐药分析

吴亚锋¹, 王楠楠², 王晶晶¹, 方 苹¹, 姚俊宇², 刘肖汉¹

(1. 江苏省渔业技术推广中心, 江苏南京 210036; 2. 金陵科技学院动物科学与技术学院, 江苏南京 210036)

摘要:为调查江苏省水生动物感染气单胞菌(*Aeromonas*)的流行规律和发病特征,本研究于 2017 年和 2018 年在全省范围内采集鱼、虾、蟹等发病样品 1 375 批次,并进行细菌分离鉴定和体外药敏试验。结果表明,共分离得到气单胞菌 1 364 株,其中以嗜水气单胞菌最多,占 67.23%。最小抑菌浓度(MIC)试验结果表明,气单胞菌分离株对 8 种抗菌素均表现出不同程度的耐药性,其中喹诺酮类药物、氟苯尼考对分离株的 MIC 最低,均为 0.39 $\mu\text{g/mL}$ 。从耐药性角度分析,气单胞菌分离株对恩诺沙星的耐药率最低,为 8.58%。与 2017 年相比,2018 年气单胞菌分离株对恩诺沙星、硫酸新霉素、甲砒霉素、氟苯尼考、盐酸环丙沙星、盐酸土霉素等 6 种抗菌素的耐药率均有所提高。综上,作为治疗水生动物细菌性疾病的常用药物,恩诺沙星和氟苯尼考目前仍有良好的效果,但须要警惕细菌耐药性的进一步提高。

关键词:江苏省;水生动物;气单胞菌;分离鉴定;抗菌素;耐药性

中图分类号: S941.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)24-0156-07

气单胞菌(*Aeromonas*)广泛分布于池塘、水库等不同的水体环境中^[1-2],在健康人体和鱼类体内也有分布^[3],为条件致病菌,在应激条件(如饲料不佳、溶解氧含量较低、气候剧变等)下,能引起大宗淡水鱼、虾蟹类等水生动物发生细菌性出血性败血症^[4],造成巨大的经济损失。近年来,因为一直无法真正做到有针对性地科学用药,在生产实践中则反映出在疾病防治过程中的乱用、滥用药物现象比较普遍,极易产生耐药菌株,加剧了气单胞菌感染的防治难度^[5]。

据统计,2017 年江苏省水产养殖面积为 4.21 万 hm^2 ,水产品养殖产量为 520.1 万 t,渔业产值为 1 730 亿元,占农业经济总产值的 22.51%。2018 年江苏省渔业经济总产值达到 3 386 亿元,同比增长 5.1%,水产养殖在农业中的地位和作用凸显^[6-7]。江苏省 2017 年因水产病害造成的直接经济损失高达 47 312 万元,其中细菌性疾病发生比率占 50.51%。为进一步提高水产养殖业的经济产值

和指导养殖户科学用药,十分有必要进行细菌性疾病的监测工作。

为探究江苏省水生动物气单胞菌感染的流行规律及发病特征,本研究于 2017 年、2018 年采集了江苏省主要水产养殖区常见养殖品种样品,分离鉴定得到气单胞菌,并进行药物感受性分析,以监测其变化趋势,同时绘制分离株对常见药物的耐药谱,以期为指导养殖户规范用药提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 样本采集 根据江苏省各地水产养殖业发展情况和养殖规模,于 2017 年、2018 年采集水生动物发病样品。样本采集地区信息见表 1。样品来源涵盖大宗淡水鱼类如青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、鳊等,特色养殖品种如凡纳滨对虾、暗纹东方鲀、克氏原螯虾、中华绒螯蟹、脊尾白虾等。采样部位包括肝、脾、肾、鳃、腹水等。

1.1.2 主要试剂 细菌基因组 DNA 提取试剂盒、DL2000 DNA marker、核酸染料、琼脂糖、琼脂粉等,均购自生工生物工程(上海)股份有限公司;2 \times PCR Mix 液,购自宝生物工程(大连)有限公司;脑心浸液肉汤(BHI),购自英国Oxoid公司;革兰氏染色液、

收稿日期:2020-03-23

基金项目:江苏省水产三新工程(编号:Y2017-21、D2017-4);

作者简介:吴亚锋(1988—),男,江苏镇江人,硕士,工程师,主要从事水产细菌性病害的研究。E-mail:15850572675@163.com。

通信作者:刘肖汉,硕士,高级工程师,主要从事水产病害和水产养殖方面的研究。E-mail:jsyjkxj@126.com。

表 1 样本采集地区分布情况

地级市	县/市/区(采样批次)
镇江	扬中市(29),句容市(21)
宿迁	泗阳县(35),泗洪县(30),宿城区(23)
苏州	常熟市(24),吴中区(39),昆山市(40),太仓市(29),相城区(32),吴江区(23)
南京	高淳区(20),江宁区(39),浦口区(51)
常州	溧阳市(27),武进区(36),金坛区(50)
扬州	高邮市(30),宝应县(44),江都区(34)
徐州	邳州市(44),铜山区(85),睢宁县(11),新沂市(27)
南通	通州区(20),如东县(70),海安市(22),启东市(39),海门区(24)
泰州	兴化市(50),泰兴市(60),姜堰区(44)
盐城	大丰区(31),盐都区(28),东台市(11),建湖县(11)
淮安	淮安区(20),盱眙县(24),洪泽区(10),金湖县(40)
无锡	宜兴市(20)
连云港	赣榆区(28),东海县(14)
合计	43 个县(市、区)(1 375)

细菌生化微量鉴定管,均购自杭州天和微生物试剂有限公司;硫酸新霉素、氟苯尼考、恩诺沙星、甲矾霉素、盐酸环丙沙星、红霉素、盐酸土霉素和盐酸多

西环素等 8 种抗菌素药物标准品均购自南京鼎国生物技术有限公司。其他相关试剂均购自国药集团上海化学试剂有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 菌株分离纯化、革兰氏染色和生化鉴定 气单胞菌的分离纯化按照曹青等的方法^[8]进行,革兰氏染色及各项生化指标的检测结果判定参照文献^[9]进行。

1.2.2 16S rRNA 和 *gyrB* 基因 PCR 扩增及序列分析 采用 16S rRNA 和气单胞菌属看家基因 DNA 促旋酶 B 亚单位合成基因(*gyrB*)进行分子生物学鉴定,引物序列见表 2。细菌基因组的 DNA 提取、PCR 扩增和序列分析按照曹青等的方法^[8]进行,菌株系统发育树用 MEGA 5 进行制作。

1.2.3 最小抑菌浓度(MIC)测定 根据陈昌福等依据日本化学疗法学会改良的方法^[10]进行细菌最小抑菌浓度的测定和判读。根据美国国家临床实验室标准委员会(clinical and laboratory standards institute,简称 CLSI)颁布的判断标准和赵姝等的方法^[11],进行药物的敏感性结果判定。判定标准如表 3 所示,并以大肠杆菌 ATCC 25922 作为质控菌株。

表 2 本试验所用 PCR 引物信息

基因	引物序列(5'→3')	退火温度(℃)	目的片段大小(bp)
16S rRNA	27F:AGAGTTTGATCCTGGCTCAG;1492R:GGTTACCTTGTTACGACTT	55	1 500
<i>gyrB</i>	F:TCCGGCGGTCTGCACGCCGT;R:TTGTCCGGG TTGTACTCGTC	59	1 100

表 3 抗菌药物敏感性判定标准

抗菌药物类型		浓度(μg/mL)		
		S(敏感)	I(中介)	R(耐药)
喹诺酮类	恩诺沙星	≤2	4	≥8
	盐酸环丙沙星	≤1	2	≥4
氨基糖苷类	硫酸新霉素	≤2	4	≥8
四环素类	盐酸土霉素	≤4	8	≥16
	盐酸多西环素	≤4	8	≥16
酰胺醇类	甲矾霉素	≤8	16	≥32
	氟苯尼考	≤2	4	≥8
大环内酯类	红霉素	≤0.5	1~4	≥8

2 结果与分析

2.1 气单胞菌分离鉴定结果

在 BHI 固体培养基上,气单胞菌分离株的菌落呈圆形、中央微凸、表面光滑、淡黄色,镜检为革兰

氏阴性短杆菌。部分气单胞菌生化试验结果见表 4,对分离菌进行 16S rRNA 扩增,将条带大小跟预期目的条带大小一致(图 1-A)的 PCR 产物送样测序,利用 Blast 比对确定到种。确定为气单胞菌的菌株,再进行 *gyrB* 基因 PCR 检测,将条带大小为 1 100 bp 的样品(图 1-B)进行测序分析和遗传演化分析(图 2)。

2.2 气单胞菌分离株种类及组成

2017 年和 2018 年从发病水产样品中共分离得到气单胞菌 1 364 株,涉及 11 个种(表 5),其中嗜水气单胞菌占大多数,为 67.23%,在全省主要水产养殖地区都能分离到;其次是维氏气单胞菌和温和气单胞菌,分别占 17.45%、12.02%;此外还分离到 *A. culicicola*、舒氏气单胞菌和异嗜糖气单胞菌等属内不常见菌种,表明气单胞菌在江苏省水生环境中分布广泛且种类较多。

表 4 部分气单胞菌生化试验结果

菌株	生化指标								
	氧化酶	葡萄糖	蔗糖	七叶苷	阿拉伯糖	乳糖	枸橼酸钠	水杨苷	肌醇
JYZ170428GS2	+	+	+	+	+	+	-	+	-
JYZ170428GS3	+	+	+	+	+	-	-	+	-
JYZ170630P4L	+	+	+	+	+	-	+	+	+
JYZ181011C4L2	+	+	+	+	+	-	-	+	-
JPk181016C3K2	+	+	+	+	+	+	-	+	+
JYZ180915C3L	+	+	+	+	+	-	-	+	-

注：- 表示阴性，+ 表示阳性。

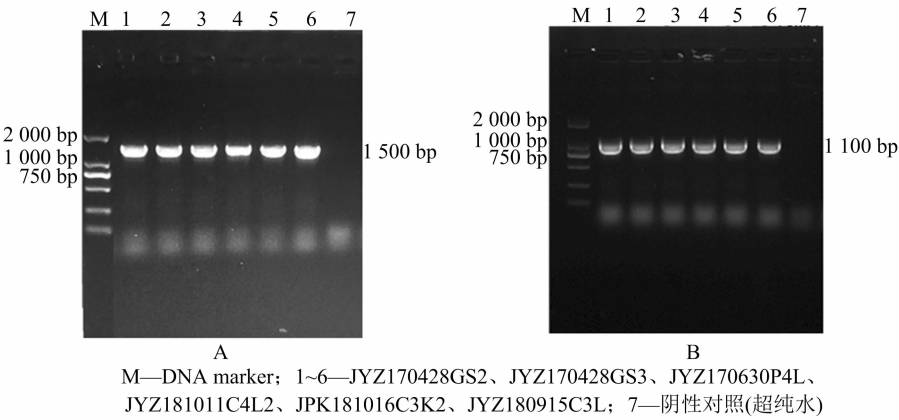


图 1 气单胞菌分离株 16S rRNA(A)和 *gyrB* 基因(B)的 PCR 检测结果

2.3 菌株来源情况

对气单胞菌分离株来源情况进行分析,由表 6 可知,鲫源株最多,占 38.56%,其次为草鱼源和中华绒螯蟹源分离株,分别占 22.36%、11.58%。从以青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、鳊为主的大宗淡水鱼中共分离到各种气单胞菌 1 018 株,占总数的 74.63%。

2.4 气单胞菌分离株对抗菌药物的感受性

2.4.1 抗菌药物对气单胞菌分离株的 MIC 2017 年、2018 年共分离得到气单胞菌属细菌 1 364 株,抗菌药物对其的 MIC 如表 7 所示。喹诺酮类药物、氟苯尼考对气单胞菌分离株的 MIC 最低,均为 0.39 μg/mL,其次为硫酸新霉素、盐酸土霉素、盐酸多西环素;红霉素对气单胞菌分离株的 MIC 最高,为 50.00 μg/mL。

2.4.2 气单胞菌对抗菌药物感受性的变化 根据抗菌药物对气单胞菌分离株的 MIC,判定菌株对不同药物的感受性。如图 3 所示,气单胞菌分离株对恩诺沙星的耐药率最低,为 8.58%,其次为盐酸多西环素;除红霉素外,分离株对甲砒霉素的耐药率最高,为 29.84%。与 2017 年相比(表 8),2018 年

分离的气单胞菌分离株对恩诺沙星、硫酸新霉素、甲砒霉素、氟苯尼考、盐酸环丙沙星、盐酸土霉素等 6 种抗菌素的耐药率都有所提高,最高提高了 17.91%,最低提高 1.56%;而对恩诺沙星、甲砒霉素、氟苯尼考、盐酸环丙沙星、盐酸土霉素等 5 种抗菌素的敏感率下降,其中对氟苯尼考的敏感率下降了 10.63%。

2.4.3 抗菌药物对不同种气单胞菌分离株的 MIC

对抗菌药物对不同种气单胞菌分离株的 MIC 进行比较。如表 9 所示,8 种抗菌素对维氏气单胞菌的 MIC 均不低于对嗜水气单胞菌和其他几种气单胞菌的 MIC,其中恩诺沙星、盐酸环丙沙星对它的 MIC 均为嗜水气单胞菌的 7.8 倍;而 8 种抗菌素对嗜水气单胞菌的 MIC 均为最低值,但与温和气单胞菌的相差不大。这表明维氏气单胞菌在气单胞菌属中耐药性较强,具有潜在的威胁,也与近期维氏气单胞菌引起发病的报道越来越多有一定相关性^[12]。

2.5 不同地区鲫源气单胞菌分离株对恩诺沙星和氟苯尼考的感受性

恩诺沙星和氟苯尼考在江苏水产养殖上使用

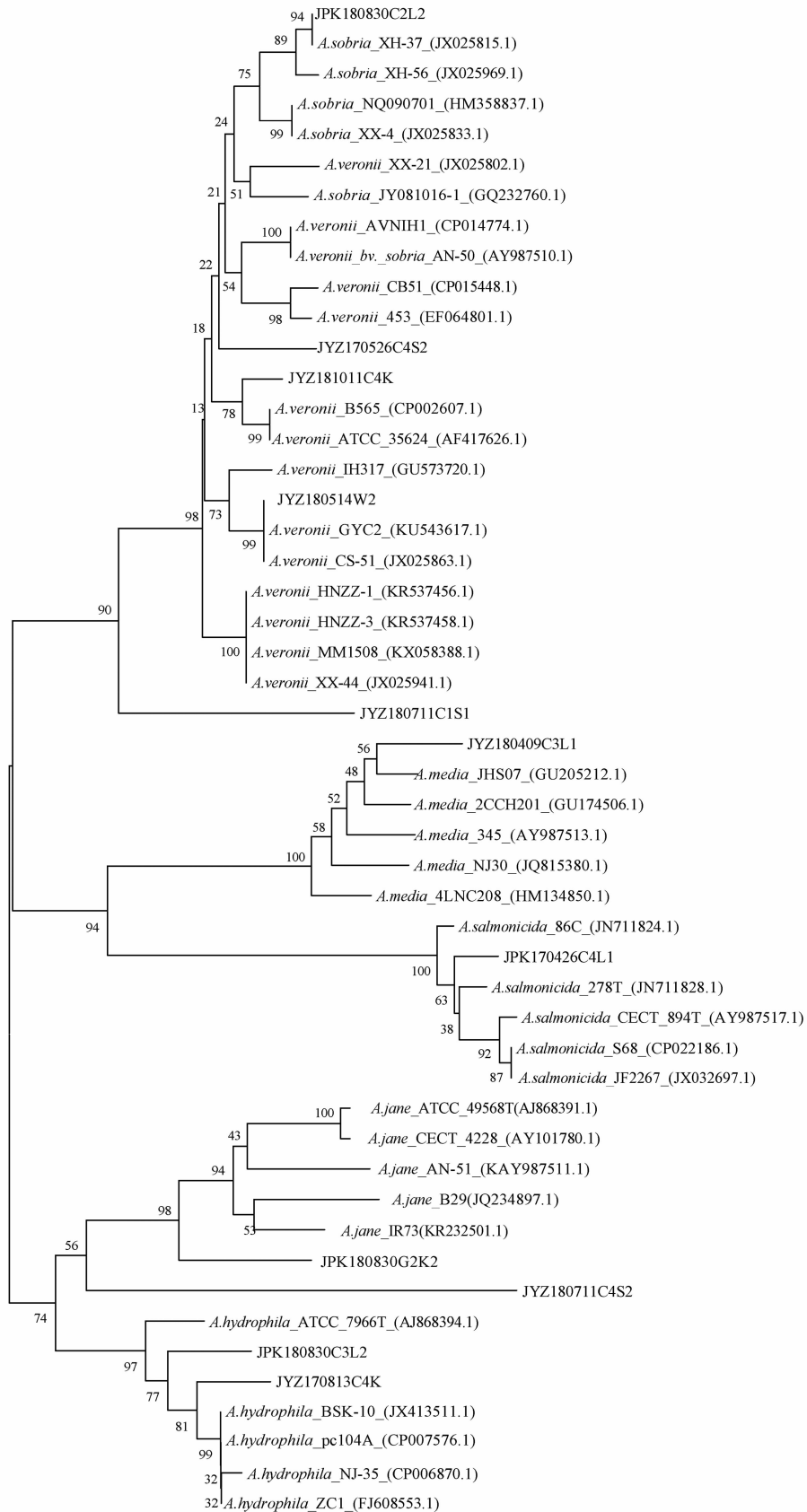


图2 部分气单胞菌属菌株的遗传演化分析

表 5 气单胞菌分离株种类组成

属	种	菌株数 (株)	占比 (%)
气单胞菌属	嗜水气单胞菌	917	67.23
	维氏气单胞菌	238	17.45
	温和气单胞菌	164	12.02
	豚鼠气单胞菌	14	1.03
	杀蛙气单胞菌	8	0.59
	简达气单胞菌	7	0.51
	中间气单胞菌	5	0.37
	斑点气单胞菌	4	0.29
	<i>A. culicicola</i>	3	0.22
	舒氏气单胞菌	2	0.15
	异嗜糖气单胞菌	2	0.15
	总计	1 364	100.00

表 6 菌株来源

品种	数量(株)	品种	数量(株)
鲫	526	翘嘴红鲌	3
草鱼	305	斑鳊	3
鲢	65	金鱼	2
鳊	51	花鲢	2
黄颡鱼	42	锦鲤	1
鳙	39	团头鲂	1
鲮	29	中华绒螯蟹	158
鲤	20	梭子蟹	1
青鱼	12	克氏原螯虾	16
泥鳅	17	日本沼虾	12
大口黑鲈	9	凡纳滨对虾	7
斑点叉尾鮰	7	中国对虾	2
暗纹东方鲀	6	罗氏沼虾	1
罗非鱼	6	鳖	13
乌鳢	6	水蛭	3

表 7 抗菌药物对气单胞菌分离株的 MIC

供试药物	各药物浓度下的菌株数(株)												MIC (μg/mL)
	≥200	100	50	25	12.5	6.25	3.13	1.56	0.78	0.39	0.20	0.1	
恩诺沙星	7	25	30	55	83	92	88	101	129	186	166	402	0.39
硫酸新霉素	10	17	29	37	80	136	244	265	218	318	5	5	1.56
甲砒霉素	139	18	250	209	52	92	229	136	116	78	12	33	6.25
氟苯尼考	28	30	44	67	83	117	77	60	124	204	517	13	0.39
红霉素	376	228	252	193	68	72	49	46	26	40	9	5	50
盐酸环丙沙星	65	62	44	45	41	58	80	90	127	157	590	5	0.39
盐酸土霉素	163	85	47	43	51	108	182	216	265	193	6	5	1.56
盐酸多西环素	11	22	32	54	106	159	177	272	291	158	76	6	1.56

注:药物浓度的单位为 μg/mL。

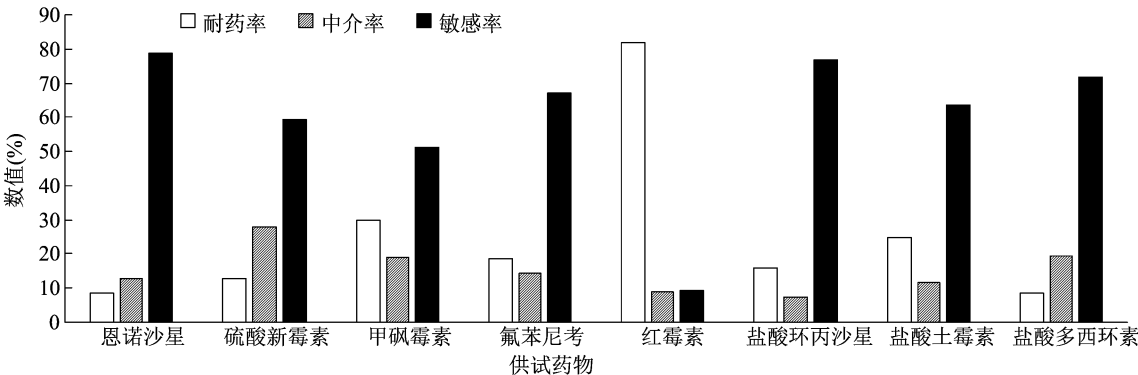


图3 气单胞菌分离株对抗菌药物的感受性

较多。为探究地域差异对恩诺沙星和氟苯尼考耐药性的影响,以样本量较大的鲫为研究对象,比较江苏省 13 个地级市鲫源气单胞菌分离株对这 2 种抗菌素的耐药性。

由图 4 可知,扬州地区气单胞菌分离株对恩诺沙星的耐药率远远高于其他地级市,达到 62.5%;其次是徐州市,为 25.0%;宿迁、南通、无锡、南京、苏州、连云港等市的最低,均为 0。南京和镇江地区

表 8 2017 年和 2018 年气单胞菌分离株对抗菌药物的感受性

供试药物	MIC(μg/mL)		耐药率(%)		敏感率(%)	
	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年
恩诺沙星	0.39	0.39	6.31	10.74	80.41	76.86
硫酸新霉素	1.56	1.56	11.52	13.79	55.64	63.09
甲矾霉素	3.13	9.37	20.66	38.57	58.43	43.98
氟苯尼考	0.20	0.39	12.41	24.25	72.75	62.12
红霉素	100.00	50.00	85.21	78.73	6.51	11.83
盐酸环丙沙星	0.39	0.39	14.87	16.75	79.03	74.89
盐酸土霉素	1.56	1.56	23.98	25.54	69.43	57.98
盐酸多西环素	1.56	1.56	9.13	8.34	69.97	73.63

表 9 不同种气单胞菌分离株对抗菌药物的 MIC

供试药物	MIC(μg/mL)			
	嗜水气单胞菌	温和气单胞菌	维氏气单胞菌	其他气单胞菌
恩诺沙星	0.20	0.39	1.56	0.39
硫酸新霉素	1.56	3.13	3.13	3.13
甲矾霉素	9.37	25.00	25.00	25.00
氟苯尼考	0.39	0.39	3.13	0.39
红霉素	50.00	50.00	100.00	200.00
盐酸环丙沙星	0.20	0.39	1.56	0.30
盐酸土霉素	1.56	3.13	6.25	3.13
盐酸多西环素	1.56	1.56	3.13	1.56

气单胞菌分离株对氟苯尼考的耐药率较高,分别为 74.19%、71.43%;其次为徐州市,为 50.0%;无锡、苏州、扬州、淮安、连云港等市的最低,均为 0。鉴于某些地级市鲫源气单胞菌菌株数略少,地区耐药性趋势的准确性还有待持续监测。

扬州地区气单胞菌分离株对恩诺沙星最耐药,但对氟苯尼考较敏感;而南京地区气单胞菌分离株对氟苯尼考较耐药,但对恩诺沙星较敏感。这表明不同地区的养殖用药习惯对病原菌分离株的耐药性有较大影响。

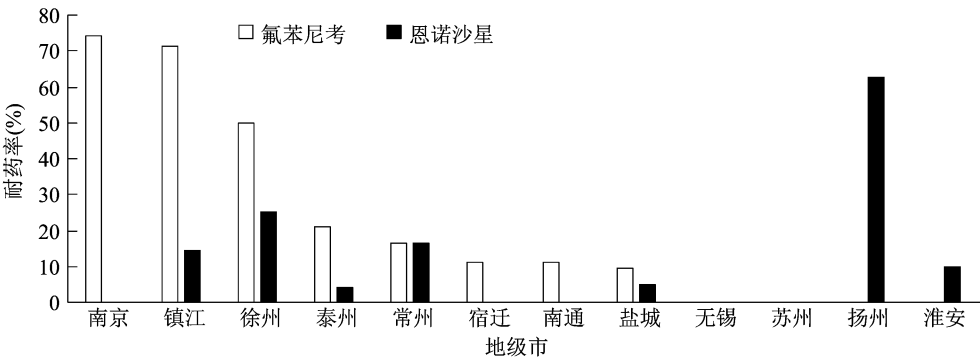


图 4 13 个地级市鲫源气单胞菌分离株对恩诺沙星和氟苯尼考的耐药率

3 讨论

气单胞菌在江苏省水生环境中分布广泛且种类较多,本研究在江苏省各地采集样本 1 375 批次,分离得到气单胞菌 1 364 株。丁正锋等对江苏省水产养殖主要病原菌开展监测工作,通过生化鉴定、分子生物学鉴定和高通量测序等方法,均发现在发病样品分离菌中以气单胞菌属细菌最多^[13-15]。本研究共鉴定出 11 种气单胞菌,其中嗜水气单胞菌在

江苏省主要养殖区的水生环境中最常分离到,占总数的 67.23%,其次是维氏气单胞菌,这与 Figueras 等的研究结果^[3,16]一致。崔丙健等发现嗜水气单胞菌、温和气单胞菌和维氏气单胞菌三者的丰度相差不大^[15];而 Ghenghesh 等则认为在水生环境中温和气单胞菌在气单胞菌中占很大的比例^[17];Li 等检测了闽江流域中气单胞菌的分布,发现豚鼠气单胞菌和水族箱气单胞菌占很大的比例,而维氏气单胞菌几乎没有分离到^[18]。造成这些差异的原因可能有

地域和样品来源的不同以及细菌鉴定方法的不同等。

抗菌药物对分离株的 MIC 测定结果表明,所得到的气单胞菌分离株对 8 种抗菌药物呈现不同程度的耐药性。其中,喹诺酮类药物、氟苯尼考对分离株的 MIC 最低,均为 $0.39 \mu\text{g/mL}$ 。分离株对恩诺沙星和盐酸环丙沙星最敏感,但同时对恩诺沙星、盐酸多西环素等 6 种抗菌素的耐药率持续上升,这提醒我们须要注意抗生素的合理使用,以防止耐药性的进一步上升。本研究中气单胞菌分离株对盐酸环丙沙星的敏感率为 76.96%,而汪永禄等对马鞍山地区 66 株环境源气单胞菌进行药敏试验,发现病原菌对环丙沙星的敏感率达 100%^[19];肖丹等研究发现 94% 以上的菌株对新霉素敏感^[20],而黄玉萍等发现复合水产养殖环境中 57 株气单胞菌对新霉素的耐药率达 33.33%^[21]。不同地区、不同养殖品种、不同用药习惯,对水生动物病原菌的耐药性均有一定的影响。后续将开展耐药基因的检测,以探讨气单胞菌基因型与耐药性的相关性。

作为相关检验领域的“金标准”,CLSI 初期公布的判定标准主要针对人医以及人类抗生素。随后,该机构在 2013 年发布了兽医药物敏感性试验标准。该标准与欧盟药敏试验标准委员会(EUCAST)公布的标准一起成为目前我国兽用抗菌药耐药判定标准的主要依据。然而数据并不完整,尤其是针对对象不同、药物种类与判别依据更是存在一定差异^[22]。本研究中红霉素的判定折点标准是参考其他菌株进行的,恩诺沙星的标准也是参考其他喹诺酮类药物。因此,目前仍没有符合我国国情的、符合渔业不同养殖品种的耐药判定标准,这给水产药物的科学使用带来一定的困扰。本研究通过对江苏省水生动物气单胞菌分离株开展耐药性监测,了解了气单胞菌耐药情况,以期为制定耐药判定标准和指导水产科学用药提供一定的数据基础。

参考文献:

- [1]任亚林,李 耘,韩 刚,等. 水产品中嗜水气单胞菌耐药性研究进展[J]. 生物工程学报,2019,35(5):759-765.
- [2]Janda J M, Abbott S L. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection [J]. Clinical Microbiology Reviews, 2010,23(1):35-73.
- [3]Figueras M J. Clinical relevance of *Aeromonas* sM503[J]. Reviews in Medical Microbiology,2005,16(4):145-153.
- [4]Beaz-Hidalgo R, Figueras M J. *Aeromonas* spp. whole genomes and

- virulence factors implicated in fish disease [J]. Journal of Fish Diseases,2013,36(4):371-388.
- [5]冯东岳,王玉堂,汪 劲. 我国水生动物源细菌耐药性监测开展情况及有关建议[J]. 中国水产,2017(5):34-37.
- [6]王晶晶,方 苹,陈 静,等. 2017 年江苏省水产养殖病情监测分析[J]. 水产养殖,2018,39(8):46-52.
- [7]农业农村部渔业渔政管理局. 2019 中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2020.
- [8]曹 青,张向阳,庞茂达,等. 南京地区某渔场嗜水气单胞菌流行菌株的鉴定及分子分型[J]. 水产学报,2017,41(1):134-141.
- [9]Buchanan R E, Gibbons N E. Berge's manual of determinative bacteriology[M]. 8th ed. Beijing:Science Press,1984.
- [10]陈昌福,陈 辉,冯东岳,等. 温和气单胞菌对氟苯尼考的耐药性获得和消失速率[J]. 当代水产,2015,40(8):90-91.
- [11]赵 姝,姜 兰,周俊芳,等. 水生动物源嗜芳香环弧菌的鉴定及耐药性分析[J]. 水产学报,2019,43(5):1369-1377.
- [12]康元环,张冬星,杨滨儒,等. 维氏气单胞菌最新研究进展[J]. 中国人兽共患病学报,2018,34(5):452-459,465.
- [13]丁正峰,薛 晖,王晓丰,等. 江苏主要水产病原菌耐药谱系监测[J]. 江苏农业科学,2011,39(2):344-347.
- [14]Hu M, Wang N, Pan Z H, et al. Identity and virulence properties of *Aeromonas* isolates from diseased fish, healthy controls and water environment in China [J]. Letters in Applied Microbiology, 2012, 55(3):224-233.
- [15]崔丙健,高天明,陈 琳. 异育银鲫养殖环境典型病原微生物检测和细菌群落解析[J]. 微生物学通报,2019,46(12):3363-3377.
- [16]Ottaviani D, Parlani C, Citterio B, et al. Putative virulence properties of *Aeromonas* strains isolated from food, environmental and clinical sources in Italy: a comparative study [J]. International Journal of Food Microbiology,2011,144(3):538-545.
- [17]Ghenghesh K S, El-Ghodban A, Dkagni R, et al. Prevalence, species differentiation, haemolytic activity, and antibiotic susceptibility of aeromonads in untreated well water [J]. Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz,2001,96(2):169-173.
- [18]Li F, Wang W, Zhu Z, et al. Distribution, virulence-associated genes and antimicrobial resistance of *Aeromonas* isolates from diarrheal patients and water, China [J]. The Journal of Infection, 2015,70(6):600-608.
- [19]汪永禄,黄振洲,王 利,等. 2017 年安徽省马鞍山市环境来源气单胞菌的分子特征和耐药分析[J]. 疾病监测,2019,34(9):805-810.
- [20]肖 丹,曹海鹏,胡 鲲,等. 淡水养殖动物致病性嗜水气单胞菌 ERIC-PCR 分型与耐药性[J]. 中国水产科学,2011,18(5):1092-1099.
- [21]黄玉萍,邓玉婷,姜 兰,等. 复合水产养殖环境中气单胞菌耐药性及其同源性分析[J]. 中国水产科学,2014,21(4):777-785.
- [22]房诗薇,黄玲利,谢书宇,等. 兽用抗菌药耐药判定标准的研究进展[J]. 中国抗生素杂志,2019,44(6):667-673.