

## 大鳞副泥鳅气单胞菌混合感染的诊断与治疗

唐庆权<sup>1</sup>, 徐婷婷<sup>1</sup>, 陶敏慧<sup>1</sup>, 毛颖睿<sup>1</sup>, 张子涵<sup>1</sup>, 鲁子怡<sup>1</sup>, 樊慧敏<sup>1</sup>, 许晓牧<sup>1</sup>, 彭开松<sup>1,3</sup>, 王黎明<sup>2</sup>, 鲍传和<sup>1,3</sup>, 薛贵胜<sup>4</sup>, 朱若林<sup>1,3</sup>, 李明<sup>5</sup>

(1. 安徽农业大学动物科技学院, 水生健康与公共卫生实验室, 安徽合肥 230036; 2. 安徽海辉水产养殖有限公司, 安徽定远 233200; 3. 安徽农业大学新农村研究院江淮分水岭(定远)综合试验站, 安徽定远 233200; 4. 安徽省滁州市定远县水务局, 安徽定远 233200; 5. 安徽省定远县明源水产养殖专业合作社, 安徽定远 233200)

**摘要** 为探明大鳞副泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus*)溃烂病的病原, 并筛选有效的外用和口服药物, 进行了细菌分离鉴定、毒力基因检测、人工感染、药物筛选和治疗试验。结果表明, 分离菌 N-1 株为中间气单胞菌, N-2 株和 N-3 株为凡隆气单胞菌, 且携带气溶素 *aerA*、细胞毒性肠毒素 *Act*、鞭毛 *Fla*、酯酶 *Lip* 等毒力基因。N-1、N-2、N-3 对应的半数致死浓度分别为  $10^{5.21}$ 、 $10^{5.88}$ 、 $10^{5.53}$  CFU/尾, 外用和口服药分别优先选择优力克和氟苯尼考。中间气单胞菌和凡隆气单胞菌可引起大鳞副泥鳅皮肤溃烂病, 优力克外泼和氟苯尼考口服可治疗该病。

**关键词** 大鳞副泥鳅; 皮肤溃烂; 气单胞菌; 氟苯尼考

中图分类号 S947

文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)22-0088-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.22.028



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Diagnosis and Treatment of Mixed Infection of *Aeromonas* spp. to *Paramisgurnus dabryanus*

TANG Qing-quan, XU Ting-ting, TAO Min-hui et al (Laboratory of Aquatic Health and Public Health, School of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

**Abstract** To identify the pathogen of *Paramisgurnus dabryanus* canker and screen effective drugs for external and internal use, bacterial isolation and identification, virulence gene detection, artificial infection, drug screening and treatment experiment were carried out. The results showed that N-1 isolate was *Aeromonas media*, N-2 and N-3 were *Aeromonas veronii*, which carried virulence genes such as aerosol *aerA*, cytotoxic enterotoxin *Act*, flagellum *Fla* and esterase *Lip*. Half lethal concentrations of N-1, N-2 and N-3 were  $10^{5.21}$ ,  $10^{5.88}$  and  $10^{5.53}$  CFU/tail, respectively. The external and internal medicines were preferred to YouLike and florfenicol, respectively. *Aeromonas rmedia* and *Aeromonas veronii* could cause skin ulceration of *P. dabryanus*, which could be treated by external spraying of YouLike and oral administration of florfenicol.

**Key words** *Paramisgurnus dabryanus*; Skin ulceration; *Aeromonas* spp.; Florfenicol

大鳞副泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus*)又称台湾泥鳅, 隶属鲤形目鳅科。随着大鳞副泥鳅养殖密度的不断增加, 水产病害问题日益严重, 且以温和气单胞菌(*Aeromonas sobria*)<sup>[1]</sup>、创伤弧菌(*Vibrio vulnificus*)<sup>[2]</sup>、泥鳅气单胞菌(*Aeromonas misgurnus*)<sup>[3]</sup>、凡隆气单胞菌(*Aeromonas veronii*)<sup>[4]</sup>等细菌感染最为严重。然而, 迄今为止尚未见中间气单胞菌感染大鳞副泥鳅的报道。

气单胞菌属(*Aeromonas*)成员广泛分布于淡水、污水、淤泥、土壤等自然环境, 也是重要的人类条件致病菌, 能够引起肠道、血液、皮肤和软组织的感染<sup>[5]</sup>。2017年4月安徽省定远县的某工厂化养殖场的大鳞副泥鳅繁殖亲本发生大面积皮肤溃疡。笔者对该病例的病因分离和治疗进行了报道, 以期类似疾病防控提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 临床诊断分析** 对发病前后的水质、寄生虫和饲养管理进行分析。

**1.2 细菌分离纯化及鉴定** 无菌取患病大鳞副泥鳅(全长10~15 cm)肝胰脏、脾脏截面涂布于营养琼脂, 28℃下培养

16 h, 观察菌落形态; 参照杭州微生物试剂有限公司的操作手册进行革兰氏染色、氧化酶试验、细菌生理生化鉴定。参照朱若林等<sup>[6]</sup>的方法进行16S rRNA基因扩增、系统进化分析和毒力基因检测。

**1.3 攻毒试验** 健康大鳞副泥鳅, 体长(8.5±1.1) cm, 体重(5.1±0.2) g, 饲养在曝气自来水中, 水温28~31℃。每株菌的攻毒试验设6个剂量组: 0(空白对照)、 $10^5$ 、 $10^6$ 、 $10^7$ 、 $10^8$ 和 $10^9$  CFU/mL, 每组20尾泥鳅。试验期间, 按摄食状况少量投饵, 不排污。观察14 d, 取濒死或刚死泥鳅, 重新进行细菌分离鉴定。

根据上面测定的半数致死浓度, 进行混合攻毒试验, 每组20尾大鳞副泥鳅, 攻毒菌液浓度 $10^7$  CFU/mL, 单株菌注射时, 剂量为0.1 mL/(尾·株); 2株菌混合感染时, 每株菌注射0.05 mL/(尾·株); 3株菌混合时, 每株注射0.033 mL/(尾·株)。

**1.4 外用和口服药物筛选** 参考商业检验标准(SN/T 3229—2012)<sup>[7]</sup>, 采用稀释-中和法筛选外用消毒剂。参考欧盟标准<sup>[8]</sup>, 采用纸片法和微量肉汤稀释法进行口服抗菌药物(购自中国兽药监察所)的药敏试验。

## 2 结果与分析

**2.1 临床诊断分析** 发病池水温在25~28℃, 水质指标良好。患病大鳞副泥鳅体表黏液增多, 体表的中部、尾部出现圆形溃烂。解剖发现脾脏暗红, 肝胰脏发黄, 苍白。水浸片镜检未见寄生虫。

**基金项目** 安徽省重点研究与开发计划项目(1804g07020174); 安徽省现代农业产业技术体系项目(皖农科[2016]84号); 定远县现代农业推广中心专项。

**作者简介** 唐庆权(1995—), 男, 安徽六安人, 硕士研究生, 研究方向: 水生动物疾病与渔用保健品研发。\*通信作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事养殖健康与公共卫生研究。

**收稿日期** 2019-05-07

**2.2 细菌形态学生理生化鉴定** 从 3 尾患鳅肝胰脏分别分离纯化得到 3 株优势菌,命名为 N-1 株、N-2 株、N-3 株。营养琼脂平板上 28 °C 培养 16 h 后,菌落呈乳白色,表面光滑,圆形凸起,边缘整齐;3 株菌均为革兰氏阴性菌,且 6% NaCl 胨水和 1 % NaCl 枸橼酸盐试验均显示阴性,而氧化酶、精氨酸、葡萄糖产气、蔗糖、甘露醇试验均显示阳性。此外, N-1 株赖氨酸试验呈阴性,而 N-2 株、N-3 株赖氨酸试验呈阳性。经生化编码鉴定,可判定 3 株细菌均为气单胞菌属

成员。

N-1 株、N-2 株和 N-3 株的 16S rRNA 基因测序 BLAST 比对显示,其分别与中间气单胞菌、凡隆气单胞菌的相似性最高,均为 99 %,系统发育树如图 1 所示。综上可确定 N-1 株为中间气单胞菌,N-2 株和 N-3 株为凡隆气单胞菌。

使用 Mega 4 软件进行多序列匹配分析后,采用邻位相连法(Neighbor-joining method)构建系统发育树,所构建发育树各分支的置信度由 Bootstrap 进行 1 000 次循环检验。

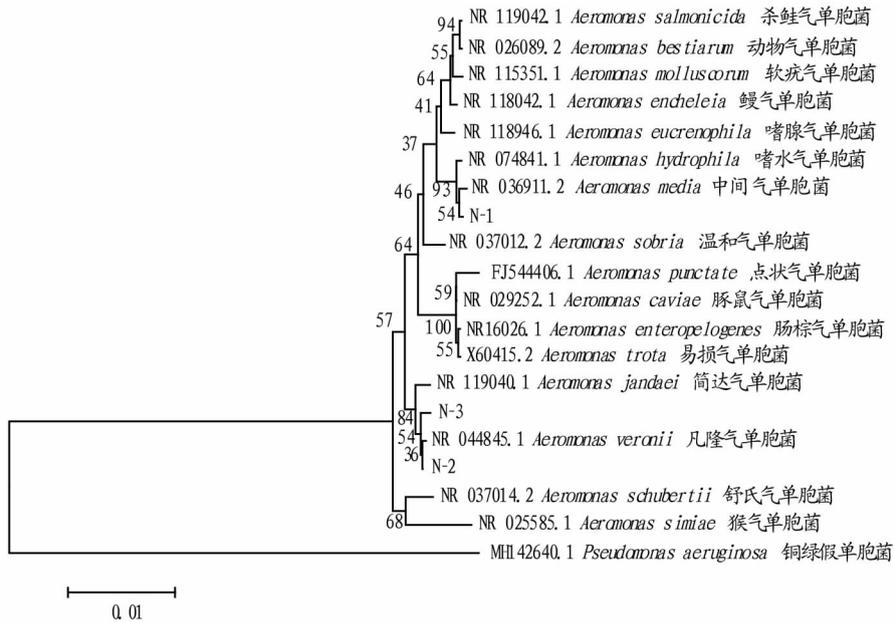
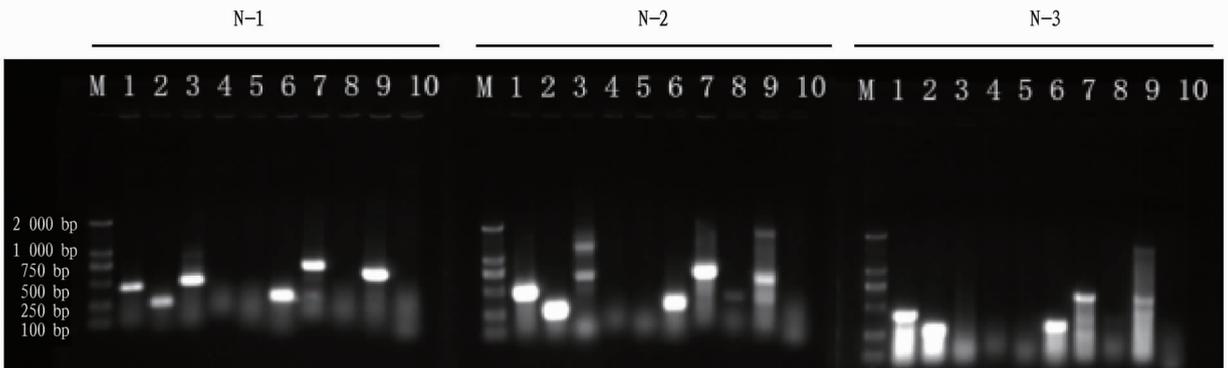


图 1 N-1、N-2、N-3 菌株基于 16S rRNA 序列构建的系统进化树分析

Fig.1 Phylogenetic tree analysis constructed based on 16S rRNA sequences of N-1,N-2,N-3

从中间气单胞菌 N-1 株中检出的毒力基因有气溶素 *aerA*、细胞毒性肠毒素 *Act*、热不稳定性肠毒素 *Alt*、鞭毛 *Fla*、弹性蛋白酶 *ahyB*、酯酶 *Lip*(图 2)等 6 种毒力基因;从凡隆气

单胞菌 N-2、N-3 株中检测出的毒力基因有气溶素 *aerA*、细胞毒性肠毒素 *Act*、鞭毛 *Fla*、酯酶 *Lip*(图 2)等 4 种毒力基因。



注: M. DNA 分子质量标准 DL2000; 1. *aerA*; 2. *Act*; 3. *Alt*; 4. *Ast*; 5. *Ser*; 6. *Lip*; 7. *Fla*; 8. *Exu*; 9. *ahyB*; 10. *hlyA*

Note: M. DNA Marker DL2000; 1. *aerA*; 2. *Act*; 3. *Alt*; 4. *Ast*; 5. *Ser*; 6. *Lip*; 7. *Fla*; 8. *Exu*; 9. *ahyB*; 10. *hlyA*

图 2 N-1、N-2、N-3 菌株毒力基因的 PCR 扩增电泳图谱

Fig.2 PCR amplification electropherogram of virulence genes of N-1,N-2,N-3

**2.3 攻毒试验** 大鳞副泥鳅在攻毒后 3~7 d 相继发病,采用简化寇氏法计算 LD<sub>50</sub> 发现,中间气单胞菌 N-1 株、凡隆气单胞菌 N-2 株、凡隆气单胞菌 N-3 株对应的半数致死量(LD<sub>50</sub>)分别为 10<sup>5.21</sup>、10<sup>5.88</sup>、10<sup>5.53</sup> CFU/尾。死亡的大鳞副泥

鳅主要表现为皮肤点状出血和鳍条出血,未见皮肤溃疡。人工感染后发病泥鳅肝胰脏分离菌为攻毒所用菌株。混合感染死亡率见表 1。

表1 分离株混合感染对死亡率的影响

Table 1 Effects of mixed infection of isolates on the mortality rate

类别 Sort	菌株 Strain	死亡率 Mortality rate//%
单独感染 Single infection	N-1	65
	N-2	55
	N-3	60
混合感染 Mixed infection	N-1+N-2	70
	N-1+N-3	75
	N-1+N-2+N-3	95

**2.4 有效药物筛选和治疗结果** 对市场上效果比较认可的3种含碘制剂(优力克、迪碘和蛋氨酸碘)进行了非清洁条件和清洁条件下的最小抑菌浓度试验。3种碘制剂在清洁条件下的MIC大于500 μL/mL,但综合比较3种碘制剂的效价

比,以优力克(嘉兴绿望生物科技有限公司)最高,且考虑优力克能促进创伤愈合,后续治疗中选择优力克的池效果也最好。综合纸片法测定敏感性定性结果(表2)和肉汤法测定的MIC定量结果(表3)可知,可使用的国标渔药中最优选择为氟苯尼考。

由于笔者介入此案例治疗时,死亡已经发生7 d,且部分(40%~70%)泥鳅的溃疡面积已经超过了体表面积的10%以上,且已经烂到肌肉。外用优力克(0.5 g/m<sup>3</sup>)3次,每隔1 d 1次;内服氟苯尼考(25 mg/kg 体重)和多维适量,连续7 d。7 d后死亡终止,创伤面积小于10%且仅真皮层没有完全烂透的泥鳅也逐步恢复。但是,该病例介入治疗已经比较晚,导致部分池的死亡率高达90%。

表2 药敏试验结果

Table 2 Result of drug sensitivity test

药物 Drug	药量 Dosage μg/片	中间气单 胞菌 N-1 株 <i>Aeromonas media</i> N-1	凡隆气单 胞菌 N-2 株 <i>Aeromonas veronii</i> N-2	凡隆气 单胞菌 N-3 株 <i>Aeromonas veronii</i> N-3
复方新诺明 Compound sulfamethoxazole	23.75/1.25	25(S)	11(R)	33(S)
恩诺沙星 Enrofloxacin	10	26(S)	12(R)	18(I)
氟苯尼考 Florfenicol	30	38(S)	34(S)	37(S)
多西环素 Doxycycline	30	15(I)	14(R)	22(S)
新霉素 Neomycin	30	8(R)	12(R)	10(R)

注:R(耐药),7 mm ≤ 抑菌圈直径 ≤ 14 mm;S(敏感),抑菌圈直径 ≥ 20 mm;I(中介),15 mm ≤ 抑菌圈直径 ≤ 19 mm。药敏纸片直径约6 mm、厚度约1 mm,平板琼脂饼厚度平均约5 mm

Note:R (resistance),7 mm ≤ inhibition zone diameter ≤ 14 mm; S (sensitive), inhibition zone diameter ≥ 20 mm; I (intermediate), 15 mm ≤ inhibition zone diameter ≤ 19 mm. The diameter of drug sensitive paper is about 6 mm and the thickness is about 1 mm, and the thickness of the flat agar cake is about 5 mm on average

表3 药物对分离株的最小抑菌浓度

Table 3 The minimum inhibitory concentration of drugs on isolates

药物 Drugs	中间气单 胞菌 N-1 株 <i>Aeromonas media</i> N-1	凡隆气单 胞菌 N-2 株 <i>Aeromonas veronii</i> N-2	凡隆气单 胞菌 N-3 株 <i>Aeromonas veronii</i> N-3
磺胺甲噁唑 Sulfamethoxazole	128.00	128.00	32.00
恩诺沙星 Enrofloxacin	128.00	128.00	128.00
氟苯尼考 Florfenicol	0.25	0.25	0.25
强力霉素 Doxycycline	1.00	1.00	0.25
硫酸新霉素 Neomycin sulfate	8.00	16.00	8.00

### 3 讨论

在泥鳅养殖过程中,皮肤相关疾病多发,一般最开始表现为多发性点状出血病,如不及时治疗会进一步发展为赤皮、腐皮、溃烂、烂鳍等。引起这些症状的细菌以气单胞菌科成员最为常见<sup>[3,9-10]</sup>。当环境不良、体表损伤、应激等均可诱发气单胞菌感染<sup>[11]</sup>,该案例中的大鳞副泥鳅有不同程度的体表擦伤,是中间气单胞菌和凡隆气单胞菌继发感染的诱因。患病大鳞副泥鳅是由中间气单胞菌(N-1)和凡隆气单胞菌(N-2、N-3)混合感染引起,其引起的死亡率要比

单一菌株感染高。目前,有关大鳞副泥鳅凡隆气单胞菌感染的报道已有2例,分别发生在抚州市<sup>[12]</sup>、辽宁省<sup>[13]</sup>,报道中患病大鳞副泥鳅症状以出血溃疡为主,与该研究中情况相似。有关大鳞副泥鳅中间气单胞菌感染的报道尚未发现,但关于中间气单胞菌感染水产动物的研究报道已有2例,分别发生在成都<sup>[14]</sup>和湖南常德<sup>[15]</sup>,报道中患病鱼症状均以出血为主。

气单胞菌属细菌可单独与其他病原菌混合感染<sup>[3]</sup>。其致病性与多种胞外水解酶(如脂肪酶和蛋白酶)和非酶类毒力因子(细胞毒性肠毒素、气溶素等)有关,这毒力因子有助于细菌入侵和感染的建立<sup>[16-17]</sup>。

气单胞菌的耐药性日益严重,因此处理临床病例时,需进行药敏试验,才能科学用药<sup>[18]</sup>。该案例的中间气单胞菌和凡隆气单胞菌对药物的敏感性结果与上述报道菌株的药敏结果差异明显。综合评价内服以国标渔药氟苯尼考最优,外用以新型创伤愈合促进消毒剂优力克最好。

### 参考文献

- [1] 肖克宇,蒋武成,李年文,等.泥鳅腐皮病的病原与防治的研究[J].湖南农学院学报,1992,18(S3):706-712.
- [2] 杨鸾劫,陈辉,金日奉.泥鳅溃疡病的病原菌分离和组织病理学观察[J].集美大学学报(自然科学版),2004,9(1):22-25.
- [3] 房海,陈翠珍,张晓君.泥鳅气单胞菌感染的检验与分析[J].中国人兽共患病杂志,2006,22(11):1065-1069.

参展。在节庆活动期间,每家每户也都成了游客体验苗家文化的展示点,这不仅促进了村民对民族文化资源的保护与传承,同时因独特的民族文化魅力催生游客消费剧增,有力地推动了村民成为经营商铺、餐饮、住宿、客运等相关旅游业态的重要力量,从而有效促进村民经济收入水平的提高,最终助力村民生活方式的转变。

**3.4 强劲的游客搬运能力** 旅游从空间位移层面看即是把旅游者从客源市场搬运到旅游目的地过程或结果,这一搬运是市场消费的流入和现代文化、信息的传递。西江千户苗寨从2008年开始,游客量从当年的77.73万人次到2018年的1177.44万人次,游客量暴涨推动了西江旅游经济呈现“井喷式”增长,使得2018年西江苗寨景区旅游综合收入突破100亿元大关,经济剧增的背后主要在于具有强劲的游客消费流入的支撑。随着游客消费的刺激和频繁的主客文化交流与碰撞,苗寨传统平均主义思想基本瓦解,村民商业意识迅速增强,善于捕捉旅游发展契机的村民迅速成为苗寨脱贫致富先行者,新的贫富社会分层开始出现,很多农妇迅速成为“苗家乐”、家庭客栈、家庭博物馆的主营者,“巫蛊”封建文化不再受人关注,村民思想观念现代化转向逐渐显现。

#### 4 结论

在引导约1亿人在中西部地区就近城镇化的背景下,位于西部民族偏远贫困地区的西江千户苗寨,依托自身民族文化资源大力发展乡村旅游,成功地走出了一条以旅游业为驱动的完全有别于发达地区以工业为引导的乡村就地城市化模式,成为西部地区偏远贫困乡村旅游业引导的就地城市化典范。

随着西江千户苗寨旅游发展进程的加快,原先脏、乱、差的人居生活环境和滞后的软硬基础设施建设得到了改善和提升,旅游服务配套设施得到了匹配和优化,基础设施建设城市化迹象十分明显。旅游引导的乡村城市化,主要体现在“人的城市化”。西江千户苗寨以前农户依靠农业种植和家禽喂养为主要经济来源的生产方式已经向以旅游业为主体,餐饮、住宿、家庭博物馆、家庭作坊、商业街铺、客运等相关业态为配套的生计方式转变,农户生计旅游化完全显现;村民消费结构和居住条件等生活方式也呈现出市民化特点;

敏锐的商业意识及其现代教育观念已经影响村民的行为意识,村民思想观念现代化转向日趋成熟。独特的民族文化资源禀赋、政府的强力推动、村民的全力参与、强劲的游客搬运能力是西江千户苗寨旅游城市化得以发展的主要驱动机制。

#### 参考文献

- [1] LUCHIARI D P, SERRANO C. Tourism and environment in Brazil [EB/OL]. (2011-05-17) [2019-04-05]. <http://www.abepo.unicamp.br/docs/outraspub/Rio10/rio10p225a276.pdf>.
- [2] HANNIGAN J A. Tourism urbanization [J]. *Current sociology*, 1995, 43(1): 192-200.
- [3] JUDD D R, FAINSTEIN S S. The tourist city [M]. New Haven, CT: Yale University Press, 1999: 532-546.
- [4] 麻学锋, 孙根年. 张家界旅游城市化响应强度与机制分析 [J]. *旅游学刊*, 2012, 27(3): 36-42.
- [5] 陆林. 旅游城市化: 旅游研究的重要课题 [J]. *旅游学刊*, 2005, 20(4): 10.
- [6] 陆林, 葛敬炳. 旅游城市化研究进展及启示 [J]. *地理研究*, 2006, 25(4): 741-750.
- [7] 赵希勇, 吴鸿燕, 王咏梅, 等. 以乡村旅游推动新型城镇化研究: 吉林金州乡为例 [J]. *中国农业资源与区划*, 2017, 38(6): 164-169.
- [8] 孟凯. 旅游发展引导下乡村城市化的驱动力: 以云台山景区内乡村为例 [J]. *热带地理*, 2016, 36(5): 786-794, 877.
- [9] 卢松, 周小凤, 张小军, 等. 旅游驱动下的传统村落城镇化研究: 以世界文化遗产宏村为例 [J]. *热带地理*, 2017, 37(3): 293-303.
- [10] MULLINS P. Tourism urbanization [J]. *International of urban and regional research*, 1991, 15(3): 326-432.
- [11] GLADSTONE D L. Tourism urbanization in the United States [J]. *Urban affair review*, 1998, 34(1): 3-27.
- [12] 保继刚, 孟凯, 章倩滢. 旅游引导的乡村城市化: 以阳朔历村为例 [J]. *地理研究*, 2015, 34(8): 1422-1434.
- [13] 黄震方. 发达地区旅游城市化现象与旅游资源环境保护问题探析: 以长三角洲都市连绵区为例 [J]. *人文地理*, 2001, 16(5): 53-57.
- [14] 王冬萍, 肖顺. 旅游城市化现象初探: 以新疆吐鲁番市为例 [J]. *干旱区资源与环境*, 2003, 17(5): 118-122.
- [15] 陆林, 於冉, 朱付彪, 等. 基于社会学视野的黃山市汤口镇旅游城市化特征和机制研究 [J]. *人文地理*, 2010, 25(6): 19-24.
- [16] 朱玟, 贾莲蓬. 基于“旅游城市化”背景下的城市“旅游化”: 桂林案例 [J]. *经济地理*, 2006, 26(1): 151-155.
- [17] 葛敬炳, 陆林, 凌善金. 丽江市旅游城市化特征及机理分析 [J]. *地理科学*, 2009, 29(1): 134-140.
- [18] 李鹏. 旅游城市化的模式及其规制研究 [J]. *社会科学家*, 2004(4): 97-100.
- [19] 王华. 旅游引导的新型农村城镇化研究: 以丹霞山瑶塘村与断石村为例 [J]. *地理科学*, 2016, 36(6): 863-870.
- [20] 李天翼. 西江模式: 西江千户苗寨景区十年发展报告 (2008-2018) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2018: 146-147.
- [21] 顾雪松. 旅游传播与少数民族乡村的变迁: 对西江千户苗寨的多维度变迁 [M]. 北京: 中国书籍出版社, 2013: 158-159.
- [22] 徐先栋, 李燕华, 王海华, 等. 台湾泥鳅幼鱼红点病原的分离鉴定及药敏分析 [J]. *水产科学*, 2018, 37(4): 522-526.
- [23] 杨移斌, 胥宁, 董靖, 等. 台湾泥鳅源维氏气单胞菌 Zyo1 株的分离鉴定及药敏特性研究 [J]. *微生物学通报*, 2017, 44(4): 852-858.
- [24] 黄文明, 王利, 冀国桢, 等. 胭脂鱼维氏气单胞菌和中间气单胞菌的鉴定及药物敏感性 [J]. *水产科学*, 2013, 32(4): 210-214.
- [25] 杨移斌, 杨秋红, 胥宁, 等. 斑点叉尾 (Ictalurus punctatus) 源中间气单胞菌 (*Aeromonas media*) 分离鉴定及药敏特性 [J]. *海洋与湖沼*, 2013, 47(6): 1199-1204.
- [26] GALINDO C L, SHA J, FADL A A, et al. Host immune responses to *Aeromonas* virulence factors [J]. *Curr Immunol Rev*, 2006, 2(1): 13-26.
- [27] SCARANO C, PIRAS F, VIRDIS S, et al. Antibiotic resistance of *Aeromonas* ssp. strains isolated from *Sparus aurata* reared in Italian mariculture farms [J]. *International journal of food microbiology*, 2018, 284(2): 91-97.
- [28] PIOTROWSKA M, POPOWSKA M. The prevalence of antibiotic resistance genes among *Aeromonas* species in aquatic environments [J]. *Annals of microbiology*, 2014, 64(3): 921-934.

(上接第90页)

- [4] 秦蕾, 徐静, 张晓君, 等. 泥鳅的凡隆气单胞菌感染 [J]. *中国人兽共患病杂志*, 2008, 24(12): 1100-1102.
- [5] JANDA J M, ABBOTT S L. The genus *Aeromonas*: Taxonomy, pathogenicity, and infection [J]. *Clinical microbiology reviews*, 2010, 23(1): 35-73.
- [6] 朱若林, 马腾, 陈露, 等. 鳙鱼维氏气单胞菌的分离鉴定及其毒力基因检测 [J]. *安徽农业大学学报*, 2017, 44(2): 229-233.
- [7] 姜英辉, 房保海, 祝素珍, 等. 食品消毒剂和防腐剂杀菌效果评价方法: SN T 3229—2012 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013: 2-17.
- [8] 刘玉庆, 李璐璐, 骆延波, 等. EUCAST 欧盟药敏试验标准 [M]. 北京: 中国质检出版社, 2016: 3-20.
- [9] 袁雪梅, 姚嘉赞, 蔺凌云, 等. 泥鳅致病性维氏气单胞菌的分离与鉴定 [J]. *浙江农业学报*, 2018, 30(5): 730-737.
- [10] 张志强, 李永慧, 吴同垒, 等. 致泥鳅点状出血症温和气单胞菌的分类鉴定 [J]. *中国兽医学报*, 2017, 37(6): 1070-1076.
- [11] 彭开松. 罗非鱼凡隆气单胞菌病的病理学特性及环境对发病的影响 [D]. 北京: 中国农业大学, 2006.