

# 西安市外来物种尖膀胱螺的生物入侵现状研究

贺平<sup>1,2</sup> 王奇<sup>1</sup> 刘佳玥<sup>1</sup> 刘乐<sup>1</sup> 司浩倩<sup>1</sup> 匡俊喜<sup>1</sup> 卫博文<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 西藏民族大学医学院, 陕西咸阳 712082;

<sup>2</sup> 国家民委高原低氧环境与生命健康实验室, 陕西咸阳 712082)

**摘要** 尖膀胱螺是一种重要的医学贝类。为了解西安市尖膀胱螺的生物入侵现状,对西安市6条重要河流的尖膀胱螺进行了形态学和分子生物学鉴定。调查得到螺壳长度(10.83±3.26)mm且呈左旋的尖膀胱螺,以*cox1*为分子标记进行扩增,测序结果与GenBank中发布的尖膀胱螺*cox1*基因相似度为99.45%~99.63%,覆盖率为100%。基于*cox1*测序数据利用最大似然法构建进化树,受试样品与欧洲及南、北美洲来源的尖膀胱螺聚类在一起。研究表明,所调查河流均有尖膀胱螺分布,提示西安市外来物种尖膀胱螺的入侵情况较严峻,应加强监测。

**关键词** 尖膀胱螺; *cox1* 基因; 进化树; 生物入侵; 陕西西安

中图分类号 Q958.2 文献标识码 A

文章编号 1007-5739(2022)10-0068-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5739.2022.10.021

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Research on Biological Invasion Status of Alien Species *Physa acuta* in Xi'an City

HE Ping<sup>1,2</sup> WANG Qi<sup>1</sup> LIU Jiayue<sup>1</sup> LIU Le<sup>1</sup> SI Haoqian<sup>1</sup> KUANG Junxi<sup>1</sup> WEI Bowen<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Medical College, Xizang Minzu University, Xianyang Shaanxi 712082;

<sup>2</sup> High Altitude Hypoxia Environment and Life Health Laboratory of National Ethnic Affairs Commission, Xianyang Shaanxi 712082)

**Abstract** *Physa acuta* is an important medical mollusca. In order to explore the biological invasion status of *Physa acuta* in Xi'an City, morphological and molecular biological identification of *Physa acuta* collected from six important rivers in Xi'an City were carried out. A kind of sinistral *Physa acuta* with shell length of (10.83±3.26) mm was found in this investigation. The molecular marker *cox1* fragment was amplified. These sequences were 99.45%~99.63% similar to *Physa acuta cox1* sequences published in GenBank, and the coverage rate was 100%. Then evolutionary tree based on *cox1* sequences was built by using the maximum likelihood method and all samples were clustered together with strains of Europe and America. The results showed that six rivers had the distribution of *Physa acuta*, which suggested that the biological invasion status of this alien species was rather serious and should be paid more attention to.

**Keywords** *Physa acuta*; *cox1* gene; evolutionary tree; biological invasion; Xi'an Shaanxi

伴随着全球一体化进程的深入推进,国际交往日益频繁,外来生物入侵已成为全球性问题。腹足动物与人类的关系十分密切,许多种类可供人类食用或作为动物饵料,但是有些贝类也易成为人体寄生虫(以吸虫和线虫为主)的宿主传播疾病<sup>[1]</sup>。尖膀胱螺(*Physa acuta* Draparnaud 1805)是广州管圆线虫和卷

棘口吸虫的中间宿主<sup>[2]</sup>,前者寄生于人中枢神经系统,是引起人体嗜酸性粒细胞增多性脑膜炎的病原体,患者会出现剧烈头痛等临床症状,甚至死亡<sup>[3]</sup>;后者感染人体会出现厌食、下肢浮肿等症状,严重者可致死亡<sup>[4]</sup>。尖膀胱螺原产于北美洲,目前在世界各地广泛分布<sup>[5]</sup>。国内最早见于黑龙江和内蒙古地区,此后相继在江苏太湖<sup>[6]</sup>、北京<sup>[7]</sup>、浙江杭州<sup>[8]</sup>、湖北武汉<sup>[9]</sup>、广东深圳<sup>[10]</sup>、云南丽江和山东兖州<sup>[11]</sup>等地区陆续被发现,近期在高寒低氧的拉萨河流域也发现了该物种的踪迹<sup>[12]</sup>。种种迹象表明,尖膀胱螺的适应能力极

**基金项目** 陕西省教育厅专项科研计划(18JK1181);西藏民族大学重大项目培育计划(18MDZ02)。

**作者简介** 贺平(1982—),男,河北张家口人,博士,副教授,从事病原生物学研究工作。

**收稿日期** 2021-10-18

强,在中国的分布区域不断扩大。

西安市是历史悠久的文明古都,东灞、北泾渭、西沔、南漓为西安市赢得“八水绕长安”的美誉,丰富的水系资源也为贝类提供了良好的栖息环境。随着“一带一路”倡议的实施和国家级西咸新区的快速发展,西安市国际交往日益频繁,增加了外来物种入侵的风险。有学者报道,尖膀胱螺已成为西安市北郊某水源地的优势种群,严重影响了当地的生物多样性<sup>[9]</sup>。为了深入了解西安市尖膀胱螺的入侵现状,客观评价其生态安全性,对西安市主要水系的贝类展开了详细调查,现总结如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

2018年6月至2019年6月对渭河、泾河、沔河、灞河、灞河、漓河等6条河流的淡水贝类进行了调查。因为贝类栖息环境复杂多样,所以主要根据经验选择适宜贝类生存的环境采集样品,例如水流缓慢且水深较浅的河岸浅滩和水体边缘等,每个采样点采集50 m范围内各种贝类。采样过程中,重点关注水草茎叶、石壁缝隙、枯树枝腐殖质等,详细记录采样时间、采样地点名称和GPS定位数据等。样品经无水乙醇浸泡,4℃保存备用。

### 1.2 试验材料

试验材料有组织基因组DNA提取试剂盒(广州美基生物科技有限公司)、DL2000 DNA Marker和PCR试剂盒(广州东盛生物科技有限公司)、琼脂糖凝胶[生工生物工程(上海)股份有限公司]。

### 1.3 物种鉴定方法

**1.3.1 形态学鉴定。**根据参考书和文献资料所描述的物种特征和图片进行形态鉴定,包括壳高、壳宽、壳口形状、螺层数、左右旋和螺纹等特征。

**1.3.2 分子生物学鉴定。**从每条河流随机选择一处采样点,基于形态学鉴定结果任意挑取8个尖膀胱螺样品,用Kimble微量研磨器将肉足研碎,按照试剂盒Hipure Tissue DNA Kit(Magen)说明书提取组织DNA。以*cox1*为分子标志物进行鉴定,用Primer 5.0软件根据GenBank中尖膀胱螺*cox1*(FJ373016.1)序列设计引物,上游F:5'-TTGGATCTGCTGTGGATT

G-3',下游R:5'-CCTCTTGGGTCATAGAACCT-3'。PCR扩增条件为95℃预变性4 min,然后进行35个循环,每个循环包括95℃预变性45 s、52℃退火40 s、72℃延伸45 s,循环结束后72℃延伸10 min。PCR产物经1%琼脂糖凝胶电泳检测后送擎科生物技术公司进行测序,测序结果在NCBI网站利用BLAST进行核酸序列相似性比对分析,并基于*cox1*序列构建进化树。

## 2 结果与分析

### 2.1 尖膀胱螺分布情况

经实地调查,所有被调查的河流均有尖膀胱螺分布,虽然部分河段因为河道改造、雨季洪水冲刷或者实际分布数量较少等原因未采集到样品,但是调查数据初步表明,该物种在所调查的河流均有滋生。累计调查了渭河、泾河、沔河、灞河、灞河、漓河等6条河流的17个采样点,其中11个采样点发现了尖膀胱螺,大部分采样点同时存在其他贝类共同栖息,以萝卜螺多见,其次为中华圆田螺(表1)。

### 2.2 形态学鉴定

如图1所示,螺壳呈长卵圆形,长度10.64 mm,表面光滑,螺壳呈左旋,有4个螺层。壳口较大,呈长椭圆形,壳口无厣。活体尖膀胱螺有一对尖而细长的触角,触角基部内侧有一对眼睛,肉足狭长。上述形态特征与尖膀胱螺有关报道一致<sup>[8,10]</sup>。

### 2.3 分子生物学鉴定

如图2所示,目的片段核苷酸序列长约550 bp,测序结果与GenBank中收录的多条*Physa acuta cox1*基因序列的相似度为99.45%~99.63%,覆盖率为100%,*E*值为0。同时,利用最大似然法基于*cox1*测序结果构建进化树(图3),受试样品全部与南、北美洲及欧洲来源的尖膀胱螺聚类在一起。因此,可以初步确认上述左旋淡水螺样品均为尖膀胱螺。

## 3 结论与讨论

生物入侵最早由著名的生态学家Elton在其专著《动植物入侵生态学》中第1次提出<sup>[11]</sup>。从生物学角度上讲,生物入侵是指外来物种由原产地经过人为或自然的各种途径迁移到新生境的过程,随后在新生境中定居和繁殖,并最终对新生境的生态环境

表1 样品采集信息

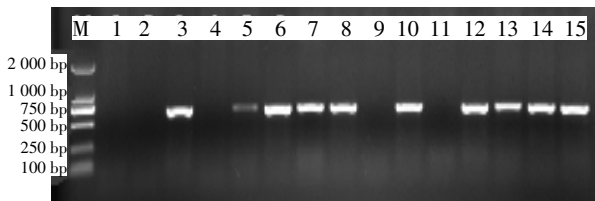
采样地点	地理坐标信息	数量/个	样品种类
沔河扶苏路段	108°44'25"E, 34°19'19"N	216	尖膀胱螺、萝卜螺、中华圆田螺
泾阳县泾河大桥	108°48'33"E, 34°29'33"N	183	尖膀胱螺、萝卜螺
秦都区人民东路段	108°44'43"E, 34°20'24"N	227	尖膀胱螺、萝卜螺
渭河咸阳一号桥	108°41'46"E, 34°19'09"N	136	尖膀胱螺、萝卜螺
西京学院灞河段	108°55'50"E, 34°08'27"N	-	-
灞桥区灞河东路	108°44'43"E, 34°20'24"N	-	-
灞桥区灞河段	108°41'46"E, 34°19'19"N	-	-
沔河文家村段	108°44'25"E, 34°19'19"N	114	尖膀胱螺、萝卜螺
渭河人民东路段	108°44'42"E, 34°20'20"N	-	-
泾阳县泾河大桥	108°44'43"E, 34°29'54"N	-	-
西咸新区沔河段	108°44'25"E, 34°19'19"N	248	尖膀胱螺、萝卜螺
灞湿地公园	108°41'46"E, 34°19'19"N	161	尖膀胱螺、萝卜螺、中华圆田螺
党家村沔河段	108°44'41"E, 34°16'31"N	52	尖膀胱螺
高陵区泾渭分明处	108°48'33"E, 34°20'24"N	-	-
地铁1号线灞河站	109°02'08"E, 34°16'31"N	86	尖膀胱螺、萝卜螺
洋桥站灞河段	109°00'59"E, 34°05'04"N	175	尖膀胱螺、萝卜螺、中华圆田螺
西京学院灞河段	108°56'03"E, 34°08'16"N	116	尖膀胱螺、萝卜螺

注:“-”表示未采集到样品。



注:a、b分别为无水乙醇浸泡处理后的尖膀胱螺腹侧面和背侧面。

图1 尖膀胱螺样品



注:M表示DNA marker DL 2000;1~15代表不同个体的PCR产物。

图2 尖膀胱螺PCR产物的凝胶电泳

和生物多样性造成危害<sup>[15]</sup>。中国疆域辽阔,气候类型复杂,丰富多样的生态环境为外来物种入侵提供了有利条件。截至2017年,中国外来入侵物种达753种,其中动物267种、植物352种、微生物134种,34个省级行政区域均有外来物种入侵<sup>[16]</sup>。随着全球一体化的加速和国际交往日益频繁,中国外来生物入侵情况也日趋严峻。生物入侵已经对生态环境、经济发展和居民健康构成严重威胁,成为中国面临的重要生物安全问题<sup>[17]</sup>。据文献报道,我国每年因生物入侵

导致的直接经济损失约2000亿元<sup>[18]</sup>。外来入侵物种防控任务艰巨,应加强法制建设,提升技术手段,加大力度推进外来入侵生物普查,逐步形成系统的外来入侵生物防控治理机制,切实保障国家经济安全、生态安全和生物安全<sup>[19]</sup>。

腹足动物是吸虫和线虫的重要传播媒介,其引起的寄生虫疾病威胁着全球3亿多人口<sup>[1]</sup>。目前,在中国发现的入侵医学贝类主要有褐云玛瑙螺、福寿螺、囊杆双脐螺、尖膀胱螺等<sup>[10,16]</sup>。其中,褐云玛瑙螺和福寿螺是广州管圆线虫的中间宿主,与中国多起广州管圆线虫暴发流行有关<sup>[20-22]</sup>,随着养殖逃逸及其自我扩散,该物种已成为为害中国南方水稻等农作物的重要入侵物种<sup>[23-24]</sup>。囊杆双脐螺已在珠三角局部地区形成广泛扩散<sup>[25]</sup>,存在曼氏血吸虫传播的潜在风险<sup>[26]</sup>。尖膀胱螺和福寿螺可作为卷棘口吸虫的中间宿主,其适应能力强、生长繁殖速度快<sup>[27]</sup>,已在中国多个地区发现其栖息地。因此,有必要加强医学贝类生物入侵防治。

线粒体基因具有母系遗传特征<sup>[28]</sup>,在生物进化过程中其序列相对保守。线粒体基因中 $cox$ 基因<sup>[29-31]</sup>和 $nad$ 基因<sup>[30,32]</sup>常作为分子标记物应用于物种鉴别和系统发育研究。该研究将传统的形态学分类和分子生物学技术相结合,在形态学鉴定的基础上,通过扩增 $cox1$ 基因并对扩增产物进行测序,获得长度约



图3 基于尖膀胱螺 *cox1* 序列利用最大似然法构建进化树

550 bp 的核苷酸序列,序列比对结果显示,其与 GenBank 中 *Physa acuta cox1* 基因(EU038356.1、EU038367.1、KM611969.1、KX108850.1、AY282589.1、AY651186.1)的相似度为 99.45%~99.63%,覆盖率为 100%。有资料显示,西安市一些水域存在尖膀胱螺和泉膀胱螺<sup>[3]</sup>,但是此次测序结果与泉膀胱螺 *cox1* 基因(AY651189.1、AY651190.1)的相似度非常低,且进化树中受试样品与泉膀胱螺(*Physa fontinalis*)的遗传距离

较远,故可以确认该研究中受试样品均为尖膀胱螺。该研究首次详细调查了西安市渭河、泾河、沔河、灞河、浐河、灞河等 6 条河流的尖膀胱螺入侵现状,初步确定上述河流均有尖膀胱螺的栖息地,该地区尖膀胱螺的生物入侵现状比较严峻,为有关部门的水生生态监测提供了科学依据。鉴于尖膀胱螺不仅传播人畜共患寄生虫病,而且能够破坏生态环境,应引起有关部门的高度重视,构建监测预警网络,提升外来入侵物种动态监测预警能力。

#### 4 参考文献

- [1] GIANNELLI A, CANTACESSI C, COLELLA V, et al. Gas-tropod-borne helminths: a look at the snail-parasite interplay[J]. Trends in Parasitology, 2016, 32(3): 255-264.
- [2] 刘月英, 张文珍, 王耀先. 医学贝类学[M]. 北京: 海洋出版社, 1993: 60.
- [3] EAMSOBHANA P. Eosinophilic meningitis caused by *Angiostromylyx cantonensis*: a neglected disease with escalating importance[J]. Tropical Biomedicine, 2014, 31(4): 569-578.
- [4] SOHN W M, CHAI J Y, YONG T S, et al. *Echinostoma revolutum* infection in children, Pursat Province, Cambodia[J]. Emerging Infectious Diseases, 2011, 17(1): 117-119.
- [5] RAKOVIC M J, RAKOVIC M B, PETROVIC A M, et al. Ha-plotypic variation in the *Physa acuta* group (Basommatophora): genetic diversity and distribution in Serbia[J]. Mediterranean Marine Science, 2016, 17(1): 292.
- [6] BECKMANN M C, 何全源, 杨健, 等. 太湖首次发现楯螺和尖膀胱螺[J]. 南方水产, 2006, 2(6): 63-65.
- [7] 郭云海, 王承民, 罗静, 等. 北京发现尖膀胱螺[J]. 动物学杂志, 2009, 44(2): 127-128.
- [8] 杨海芳, 周卫川, 钱周兴, 等. 浙江发现重要外来入侵物种: 尖膀胱螺[J]. 植物检疫, 2014, 28(3): 63-65.
- [9] 池仕运, 陈胜, 汪红军, 等. 汉江中下游底栖动物群落结构特征研究[J]. 水生态学杂志, 2014, 35(5): 82-90.
- [10] 曹世奎, 庄馨, 胡观冠. 深圳大鹏半岛 4 种入侵医学贝类的发现[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2014, 26(6): 678-680.
- [11] 袁本起. 入侵种尖膀胱螺不同地理种群形态变异及分子系统发育[D]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2015.
- [12] 简东, 黄道明, 常秀岭, 等. 拉萨河中下游底栖动物群落结构特征分析[J]. 水生态学杂志, 2015, 36(1): 40-46.
- [13] 王倩. 水源调查和水生动物防治对策研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2008.
- [14] ELTON C S. The ecology of invasions by animals and

- plants[M].Boston, MA:Springer US, 1958.
- [15] 张从.外来物种入侵与生物安全性评价[J].环境保护, 2003, 31(6):29-30.
- [16] 张超群,戴建荣.我国生物入侵医学贝类的研究进展[J].中国血吸虫病防治杂志, 2019, 31(4):441-445.
- [17] 陈宝雄,孙玉芳,韩智华,等.我国外来入侵生物防控现状、问题和对策[J].生物安全学报, 2020, 29(3):157-163.
- [18] 马玉忠.我国遭 280 余种外来生物入侵 每年损失 2 000 亿元[J].温州瞭望, 2009(11):66-68.
- [19] 刘昊,张强,陈正桥.外来物种入侵的风险管理体系研究[J].农业灾害研究, 2016, 6(10):7-9.
- [20] 何战英,贾蕾,黄芳,等.北京市一起广州管圆线虫病暴发疫情调查[J].中国公共卫生, 2007, 23(10):1241-1242.
- [21] 陈凤,陈绍荣,李科荣,等.大理市 1 起食用螺肉引起的广州管圆线虫病暴发调查[J].中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(6):687-690.
- [22] 杨发柱,张莹珍,屠昭平,等.一起疑为食用螺肉引起的广州管圆线虫病暴发调查[J].海峡预防医学杂志, 2004, 10(1):44-45.
- [23] 周宇,袁雪颖,杨子轩,等.福寿螺入侵中国的扩散动态及潜在分布[J].湖泊科学, 2018, 30(5):1379-1387.
- [24] 郭靖,章家恩,吴睿珊,等.非洲大蜗牛在中国的研究现状及展望[J].南方农业学报, 2015, 46(4):626-630.
- [25] 闵凤阳,李石柱,王家生,等.我国华南地区囊杆双脐螺扩散动力学特性初步研究[J].公共卫生与预防医学, 2020, 31(5):1-5.
- [26] 黄少玉,邓卓晖,陈佩玟,等.曼氏血吸虫病中间宿主囊杆双脐螺在中国大陆的发现与扩散[J].华南预防医学, 2014, 40(6):521-525.
- [27] 马军国,李效宇.尖膀胱螺的生物学特征及光照对其生长繁殖影响的初步研究[J].四川动物, 2012, 31(5):763-767.
- [28] 克里比努尔·阿布都热依木.新疆细粒棘球绦虫人体分离株线粒体 DNA *COI* 与 *ND1* 基因多态性分析[D].乌鲁木齐:新疆医科大学, 2016.
- [29] ATTWOOD S W, HUO G N, QIU J W. Update on the distribution and phylogenetics of *Biomphalaria* (Gastropoda: Planorbidae) populations in Guangdong Province, China[J]. Acta Tropica, 2015, 141:258-270.
- [30] EBRAHIMIPOUR M, SADJJADI S M, YOUSOFI DARANI H, et al. Molecular studies on cystic echinococcosis of camel (*Camelus dromedarius*) and report of *Echinococcus ortleppi* in Iran[J]. Iranian Journal of Parasitology, 2017, 12(3):323-331.
- [31] MUQADDAS H, MEHMOOD N, ARSHAD M. Genetic variability and diversity of *Echinococcus granulosus* sensu lato in human isolates of Pakistan based on *cox1* mt-DNA sequences (366 bp)[J]. Acta Tropica, 2020, 207:105470.
- [32] 郑德育,郭易佳,杨天燕,等.基于线粒体 *ND2* 基因序列的少鳞鱧遗传多样性研究[J].南方水产科学, 2019, 15(5):84-91.

(上接第 67 页)

穿戴工作服、口罩和手套,施药后及时用肥皂清洗干净,且对蜂、蚕高毒,不宜在蜂蚕养殖区、水产养殖区及人畜活动频繁区施用,且要避免在植物花期施用;0.1%舒绝杀蚁饵剂,主要成分为 0.1%茚虫威,毒性低,对人畜和环境较安全,对红火蚁有较强的引诱作用,颗粒适合红火蚁取食和搬运,施用方法简单<sup>[16-9]</sup>。

综合以上因素,0.1%舒绝杀蚁饵剂宜用于田间防治红火蚁,可推广使用。药剂施用时,受天气影响较大,应选择晴天、土壤干燥时施用,要求施药后 2 h 内无降雨,夏季宜于上午或傍晚施药,低温季节可在中午施药。

#### 4 参考文献

- [1] 苗卫东.浅析红火蚁入侵的危害及防控对策[J].林业科

- 技情报, 2020, 52(3):88-89.
- [2] 陈晓燕,马平,余猛,等.红火蚁在云南的入侵风险分析[J].生物安全学报, 2014, 23(2):81-87.
- [3] 魏文均,罗勇,曾令玲,等.红火蚁的鉴别与防治技术[J].植物医生, 2015, 28(4):47-48.
- [4] 李旭林.武宣县农区红火蚁疫情扩散风险及应对措施探讨[J].南方农业, 2020, 14(24):15-16.
- [5] 张虹,沈红枣.蒙自新安所石榴产业调查思考[J].云南农业, 2014(12):46-49.
- [6] 陈柳竹,蔡冬梅.园艺生产综合防治红火蚁技术要点[J].现代园艺, 2019(19):172-173.
- [7] 邓玉仙,夏青,陈思汉,等.个旧市红火蚁防控药效试验[J].云南农业科技, 2019(6):41-42.
- [8] 唐福新.红火蚁的识别方法与防控技术[J].现代农业科技, 2016(7):133.
- [9] 孙祖雄,郑德剑,唐新海,等.几种药剂防治红火蚁田间药效试验[J].广西农学报, 2016, 31(2):16-20.