

# 福寿螺消化系统的性别差异及摄食行为观察<sup>\*</sup>

熊洪林<sup>1,2,3</sup>, 张 娅<sup>1</sup>, 陈 麟<sup>1</sup>, 吴卫东<sup>1</sup>, 李玉红<sup>1</sup>, 王志坚<sup>2,3</sup>

(1. 黔南民族师范学院 生命科学系, 贵州 都匀 558000;

2. 西南大学 水产科学重庆市市级重点实验室; 3. 生命科学学院, 重庆 400715)

**摘要:**采用野外及室内喂养观察、野外采集、室内解剖等方法,对福寿螺(*Pomacea canaliculata*)消化系统的结构、性别差异及摄食行为进行了全面观察。结果表明:福寿螺消化系统结构独特,咽内具有颚片和齿舌,能够有效摄取食物;唾液腺发达,有助于食物的搅拌、消化和吞咽;胃内壁皱褶较多,具有舌形角质栓和胃盾,有助于容纳和磨碎食物。福寿螺的消化系统具有雌雄差异,雌螺肝脏全部灰色,上面密布黑色花纹;雄螺肝脏顶部黄白色,基部灰黑色。雌螺消化器官的测量指标大于雄螺,与雌螺生长速度大于雄螺相适应;但雄螺的咽长/消化道长、胃长/消化道长显著大于雌螺( $p < 0.05$ ),肠长/消化道长、肝重/去壳重大于雌螺,食道长/消化道长小于雌螺,可能与雄螺的体型、摄食行为和肠道的消化补偿机制有关。研究认为福寿螺为广食性动物,它的消化系统结构与摄食行为相适应,使之有广泛的适应能力。

**关键词:**福寿螺;消化系统;性别差异;摄食行为

**中图分类号:**Q954.3

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2013)04-0021-04

福寿螺(*Pomacea canaliculata* Lamark, 1882)系大型淡水螺类,属于软体动物门(Mollusca)腹足纲(Gastropoda)中腹足目(Mesogastropoda)瓶螺科(Aillpullaridae)瓶螺属(*Pomacea*),原产于南美洲亚马逊河流域,1981年从台湾引入广东养殖,很快扩展到国内各地,成为中国南方水稻等农作物的主要敌害生物<sup>[1]</sup>。此外,福寿螺还是卷棘口吸虫和人畜共患的广州管圆线虫病传播中最为重要的中间宿主之一<sup>[2]</sup>。福寿螺入侵中国大陆的30多年来,国内对该物种发生和生长、分布规律、危害及防治等方面的报道很多<sup>[3-5]</sup>;但是,关于福寿螺形态方面的研究,仅有少量报道<sup>[6-8]</sup>,而行为学方面的研究则未见报道。虽然在消化系统方面有人做过一些研究<sup>[6-8]</sup>,但没有对消化系统各结构进行定量描述,也没有对消化系统的性别差异进行比较,而且有些结构如颚片、胃等缺乏图片和描述资料。本研究在前人工作的基础上,补充描述了颚片、胃等重要结构,并对福寿螺消化系统的性别差异进行比较,对它的摄食行为进行详细观察,有助于解释福寿螺对环境的广泛适应性,并为该物种行为学研究提供科学资料,也为它的综合利用和生态防治提供基础资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

2009年6月~2011年3月,分别在贵州省平塘县多个乡镇稻田采集福寿螺,带回实验室饲养,观察福寿螺的摄食行为。

2012年5月下旬从贵州省荔波县洞塘乡肯普村稻田采集新鲜福寿螺若干,选取60个(雌雄各半)用于活体解剖。实验用福寿螺高雌螺为(21.51±4.37)mm,雄螺为(19.25±3.64)mm;鲜质量雌螺为(13.52±3.92)g,雄螺为(11.55±2.57)g。

### 1.2 方 法

1.2.1 摄食行为观察 实验用福寿螺采集回来以后统一用塑料桶饲养,饲料主要为农民废弃的水稻(*Oryza sativa*)秧苗、禾本科(Poaceae)杂草、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)以及青菜(*Brassica chinensis var.*

\* 收稿日期:2012-12-12 修回日期:2013-02-27 网络出版时间:2013-07-20 19:23

资助项目:黔南民族师范学院院级科研项目规划项目(No. qnsy2011gh9/2011);院级教改项目(No. jg-11-04/2011);水产科学重庆市市级重点实验室开放课题基金项目(No. KLAS-2013-01/2013)

作者简介:熊洪林,男,副教授,硕士,研究方向为动物学,E-mail:xiionghbear@163.com;通讯作者:王志坚,E-mail:wangzj1969@126.com

网络出版地址: [http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20130720.1923.201304.21\\_002.html](http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20130720.1923.201304.21_002.html)

chinensis)、白菜(*Brassica pekinensis*)等十字花科(Cruciferae)植物。用铁丝网罩住塑料桶上面,以免福寿螺逃跑。根据实际情况用自来水换水,以便保证福寿螺正常的摄食活动。定时或不定时观察,并用 Canon IXUS105 型数码相机拍照。

1.2.2 活体解剖 先观察所采集福寿螺的外形特征,进行雌雄归类。用游标卡尺测量福寿螺的螺高,用电子称(读数精度 1 mg)称量鲜质量。活体解剖福寿螺时,对消化器官进行仔细观察和拍照,用游标卡尺对各消化器官进行测量,实验数据经过 EXCEL 2007 处理,用“平均值±标准差”表示。

1.2.3 消化器官的测量指标比较 为了探讨福寿螺消化器官的性别差异,对所获得的测量数据进行处理,用“消化器官测量值/总测量值”获得相对实验数据,再进行雌雄比较。用 SPSS 19.0 软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA),显著性水平为  $p < 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 消化系统组成

福寿螺的消化系统由消化道和消化腺组成。消化道起自口,经过咽、食道、胃、肠,止于肛门(封二图版 I-1)。大型消化腺为 1 对淡黄色的唾液腺(封二图版 I-2)和肝脏(封二图版 I-3)。由于前人对消化系统已有部分描述<sup>[6-8]</sup>,现补充描述颚片和胃的基本情况。

2.1.1 颚片 颚片 2 个,位于咽腔两侧,在咽腔内呈“八”字形(封二图版 I-4)。颚片内侧略增厚,具有许多角质细锯齿;齿舌位于颚片腹面,剖开咽壁,展开颚片,可见狭长齿舌(封二图版 I-5)。

2.1.2 胃 胃位于螺体左侧,呈扁椭圆形(封二图版 I-1)。胃背侧面和左侧面靠近螺壳,其它部分被肝脏包裹。剥离肝脏,可见胃没有完全封闭,贲门和幽门之间的腹面胃壁缺失,缺失部分由肝脏底部封闭,从而代行缺失部分的胃壁功能。胃背面内壁贲门和幽门之间附生一个舌形角质栓(封二图版 I-6)。剖开胃观察,胃腹面内壁贲门和幽门之间附生一“V”型胃盾;胃盾将胃腔分隔成“V”型食物通道,里面充满食物(封二图版 I-7)。胃盾表面有角质膜,和舌形角质栓相互作用,有利于磨碎食物。将胃内壁置于体视解剖镜下观察,可见纵行皱襞。

### 2.2 雌雄个体消化系统比较

2.2.1 表型差异 雌雄福寿螺消化系统表型上的差异主要表现在肝脏颜色方面。福寿螺肝脏非常发达,充塞在近壳顶的 3 个螺层,紧贴于胃的内侧和腹侧外表面,肝脏底部封闭了缺失的胃壁部分。雌螺肝脏全部灰色,上面密布黑色花纹;雄螺肝脏顶部黄白色,基部灰黑色(封二图版 I-3)。

2.2.2 消化器官的测量指标差异 消化道总长度雌螺为(143.635 ± 16.641) mm,雄螺为(125.693 ± 13.002) mm,雌雄福寿螺消化器官的测量值见表 1。从表 1 可以看出,雌螺的咽长、食道长、胃长、胃壁厚度、肠长和肝重等各项指标都大于雄螺。为了进一步探讨福寿螺摄食与消化的性别差异,用“消化器官测量值/总测量值”获得相对实验数据,并进行比较,结果见表 1。其中可以看出,雄螺的咽长/消化道长、胃长/消化道长显著大于雌螺( $p < 0.05$ );虽然雄螺的肠长/消化道长、肝重/去壳重大于雌螺,但没有显著性差异;雌螺的食道长/消化道长大于雄螺,也没有显著性差异。

表 1 福寿螺消化器官测量值和消化器官相对实验数据及比较

Tab. 1 Measured values of digestive organs, relative experimental data and comparison of digestive organs in *P. canaliculata*

	咽长/mm	食道长/mm	胃		肠长/mm	肝重/g
			长度/mm	胃壁厚/mm		
雌螺	9.000 ± 1.170	24.296 ± 3.867	10.865 ± 1.297	0.922 ± 0.311	99.474 ± 13.256	0.827 ± 0.245
雄螺	8.629 ± 1.153	19.821 ± 3.501	10.236 ± 1.147	0.900 ± 0.236	87.007 ± 9.267	0.735 ± 0.197
	咽长/消化道长	食道长/消化道长	胃长/消化道长	肠长/消化道长	肝重/去壳重	
雌螺	0.062 9 ± 0.007 06 <sup>a</sup>	0.170 ± 0.021 6 <sup>a</sup>	0.076 0 ± 0.007 56 <sup>a</sup>	0.691 6 ± 0.025 5 <sup>a</sup>	0.121 ± 0.017 1 <sup>a</sup>	
雄螺	0.069 1 ± 0.010 2 <sup>b</sup>	0.157 ± 0.018 <sup>a</sup>	0.081 5 ± 0.004 26 <sup>b</sup>	0.692 2 ± 0.019 1 <sup>a</sup>	0.129 ± 0.022 6 <sup>a</sup>	

注:同一列数据含有不同小写字母代表雌雄差异显著( $p < 0.05$ )。

### 2.3 福寿螺的摄食行为

福寿螺感官发达,吻基部两侧有 1 对细长的触角,每侧的触角外侧隆起上有 1 个眼;此外,吻的前端两侧还具有 1 对叉状的唇须(封二图版 I-8)。唇须为口两侧突出的可变结构,福寿螺在寻找食物时,可以伸得很长;但在

进食时,又可以变得很短,甚至看不见(封二图版 I-9)。眼、触角和唇须非常有助于福寿螺探测和寻觅食物。

颚片、齿舌和腹足为福寿螺的重要摄食器官。颚片和齿舌都与强大的咽部肌肉相连接,取食时,颚片与齿舌相互作用,咬断并磨碎食物。腹足为摄食的辅助器官,宽大,能够抱握和运输食物。

福寿螺摄食时,腹足首先抱握植物叶片,向左绕半环送至口旁;颚片张开,部分伸出口外,快速钳住叶片;咽肌收缩,将叶片卷进咽内;颚片开口逐渐变小,并回缩进入咽内。同时,齿舌锉断颚片钳住的植物叶片,并和颚片相互作用,将叶片磨碎,完成一次取食。对刚完成进食不久的福寿螺进行解剖可知,螺胃里的食物呈淡绿色细丝状(封二图版 I-7)。

福寿螺旺盛的摄食能力表现在它的喜食食物匮乏时,能够找到其它食物替代。饥饿状态下,福寿螺会相互残食或食幼螺和螺卵,也会吃鱼、虾等水生动物。2009年6月,笔者在贵州茂兰国家级自然保护区进行动物野外实习期间,将福寿螺、鱼苗、小虾放在一只小桶内,福寿螺的排泄物污染了水桶里的水,导致鱼、虾耐受性降低而死亡,之后桶里面的鱼、虾全部被福寿螺吃光。笔者在做一组福寿螺的饥饿实验时,发现福寿螺相互残食现象非常严重,有的福寿螺的腹足和内脏团经常被吃掉(封二图版 I-10)。此外,借助于强大的颚片和齿舌,福寿螺还可以刮食其它福寿螺螺壳表面的角质层(封二图版 I-11)。

## 3 讨论

### 3.1 福寿螺消化系统的性别差异

雌雄福寿螺肝脏的颜色差异可以用于性别鉴定。黄色福寿螺肝脏颜色能够从壳顶面清楚分辨,使福寿螺表现出第2性征,壳顶面观察,雌螺的第2~3螺层为黑色,雄螺为淡黄色。

对成体福寿螺的测量表明,雌螺的螺高和鲜重均大于雄螺,与之对应的是雌螺消化器官的测量指标均高于雄螺,说明消化系统的结构与雌雄福寿螺各自的生长速度相适应。但是,在对各消化器官指标进行处理后发现,雄螺的咽长/消化道长、胃长/消化道长显著大于雌螺( $p < 0.05$ ),说明雄螺的咽和胃在消化系统的各器官中比雌螺具有更强大的功能,与 Tamburi 等<sup>[9]</sup>的研究“雄螺的摄食速率比雌螺大1倍左右”的结论一致。雄螺的中肠腺是雌螺的61%~72%<sup>[9]</sup>,雄螺的肠长/消化道长、肝重/去壳重比值大于雌螺,可能是一种补偿机制,以弥补中肠腺消化功能的不足。

### 3.2 福寿螺消化器官对摄食行为的适应

福寿螺分布极广,适应性极强,在中国很多地方(尤其是南方地区)都有较大的种群分布<sup>[1]</sup>,与其消化系统的结构和摄食行为密切相关。福寿螺食性广而杂,喜食水稻、空心莲子草等,尤其喜欢摄食水稻的幼嫩分蘖叶片,可造成水稻严重减产,是名副其实的水稻杀手。被福寿螺危害的秧苗,植株矮小,分蘖少,光合作用弱,很难结实(封二图版 I-12)。福寿螺对食物的摄取具有选择性,喜食植物的幼嫩部分,食性为杂食偏植食性,其消化系统的结构显示出适应摄取诸多食物的特点。福寿螺咽周围有韧带附着于头部,有利于咽活动。齿舌和颚片相互作用,有助于咬断和磨碎食物,同时,颚片和齿舌两边有强大的肌肉与咽壁相连,能够伸缩自如。唾液腺位于咽与食道的交界处,有导管进入咽内,分泌的唾液可以湿润食物,有利于吞咽。贲门和幽门之间胃背面内壁附生舌形角质栓和腹面内壁附生“V”型胃盾,胃盾将胃腔分隔成“V”型食物通道,延长了食物的在胃停留的时间;胃盾上的角质膜和舌形角质栓相互配合,有利于进一步磨碎食物。至于胃壁缺失,以及缺失部分由肝脏底部代替,有何生物学意义有待进一步研究。

总之,独特而发达的消化系统结构、摄食行为和广食性使福寿螺能够获得广泛的食物来源并进行充分利用,致使福寿螺一旦占领某一地域,就能迅速生长和繁殖,快速适应当地环境;而圆田螺(*Cipangopaludina chinensis*)一般吃小型水草和藻类,食性较窄,所以对食物的利用能力、对环境的适应能力、对地域的占有能力和分布范围显著弱于福寿螺。

**致谢:**黔南民族师范学院生命科学系生物科学专业2007级尚萍同学和2008级杨林同学、刘明花同学和邓红娅同学在福寿螺的室内养殖和观察方面做了大量工作,特致谢忱!

### 参考文献:

- [1] 刘雨芳,李菲,李玉峰,等. 福寿螺在湖南的分布现状、危害与扩散风险预警[J]. 水生生物学报, 2011, 35(6): 1067-1071.  
Liu Y F, Li F, Li Y F, et al. The distribution situation, dam-

- age and early warning on diffusion risk of gold apple snail, *Pomacea canaliculata* Lamark in Hunan[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2011, 35(6):1067-1071.
- [2] 徐建荣, 韩晓磊, 李宁, 等. 福寿螺 3 个地理群体遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 生态学报, 2009, 29(8):4119-4126.  
Xue J R, Han X L, Li N, et al. Analysis of genetic diversity of three geographic populations of *Pomacea canaliculata* by AFLP[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8):4119-4126.
- [3] 翁丽青, 符长焕. 茭白田福寿螺生物学特性研究[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(23):150-151, 164.  
Weng L Q, Fu C H. Studies on biological characteristics of *Pomacea canaliculata* in *Zizania latifolia* fields[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2008, 14(23):150-151, 164.
- [4] 董道青, 陈建明, 俞晓平, 等. 夹竹桃不同溶剂提取物对福寿螺的毒杀作用评价[J]. 浙江农业学报, 2009, 21(2):154-158.  
Dong D Q, Chen J M, Yu X P, et al. Evaluation for toxic effects of different solvent extracts from *Nerium indicum* leaves on golden apple snail, *Pomacea canaliculata* [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2009, 21(2):154-158.
- [5] 刘军, 谭济才, 黄新, 等. 稻田养鸭防控福寿螺的效果及对水稻产量的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2011, 37(2):185-188.  
Liu J, Tan J C, Huang X, et al. Effect of controlling the golden apple snail and of heightening rice-output by breeding ducks in paddy field[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2011, 37(2):185-188.
- [6] 孙志坚, 曾清香, 张波, 等. 中国不同品系福寿螺主要形态比较[J]. 中国人兽共患病学报, 2011, 27(3):184-189.  
Sun Z J, Zeng Q X, Zhang B, et al. Comparison on main morphologic characters for different varieties of *Pomacea canaliculata* in China [J]. Chinese Journal of Zoonoses, 2011, 27(3):184-189.
- [7] 胡自强, 胡运瑾. 福寿螺的形态构造[J]. 动物学杂志, 1991, 26(5):4-6.  
Hu Z Q, Hu Y J. Morphological Structure of *Pomacea canaliculata* [J]. Chinese Journal of Zoology, 1991, 26(5):4-6.
- [8] 王志高, 谭济才, 刘军, 等. 福寿螺齿舌、性腺和卵粒结构扫描电镜观察[J]. 广东农业科学, 2010(10):110-112.  
Wang Z G, Tan J C, Liu J, et al. Ultrastructure of radula, gonad and spawn of *Pomacea canaliculata* (Lamarck) observed with scanning electron microscopy [J]. Journal of Guangdong Agricultural Sciences, 2010(10):110-112.
- [9] Tamburi E N, Martín R P. Feeding rates and food conversion efficiencies in the apple snail *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda: Ampullariidae) [J]. Malacologia, 2009, 51(2):221-232.

## Animal Sciences

### Sex Differences of the Digestive System and Observation on Ingestion Behavior in *Pomacea canaliculata*

XIONG Hong-lin<sup>1, 2, 3</sup>, ZHANG Ya<sup>1</sup>, CHEN Lin<sup>1</sup>, WU Wei-dong<sup>1</sup>, LI Yu-hong<sup>1</sup>, WANG Zhi-jian<sup>2, 3</sup>

(1. Department of Life Sciences, Qiannan Normal University for Nationalities, Duyun Guizhou 558000;

2. Key Laboratory of Aquatic Science of Chongqing; 3. School of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Study on the structure and sex differences of the digestive system and ingestion behavior in *Pomacea canaliculata* with the methods of wild observation (indoor feeding) and anatomy. The results indicate that *P. canaliculata* owns special digestive organs. The pharynx with jaws and radula is efficiently able to obtain foods and developed saliva glands are helpful for mixing, digesting and swallowing foods. Folds, cartilage and gastric shield in the inner wall of the stomach are beneficial to contain and grind foods. The livers between the female and the male are different in color, namely, the liver with black lines of the female is grey while the one of the male is white and yellow in top but black and grey in ground. The measured values of the female are larger than those of the male, which is adaptable to their own growth. Pharynx length/digestive tract length and gastric length/digestive tract length in the male are significant larger than those in the female, and intestine length/digestive tract length and liver weight/body weight without shell in the male are larger than those in the female, but esophagus length/digestive tract length in the male is less than that in the female, which is probably relevant to somatotype, ingestion behavior and remedial mechanism of digestion of the male. The diets of *P. canaliculata* are wide and the structures of the digestive system are suitable to the ingestion behavior, thus this kind of snail is greatly able to the environments.

**Key words:** *Pomacea canaliculata*; digestive system; sex difference; ingestion behavior

(责任编辑 方 兴)