

# 河蟹、克氏原螯虾、黄鳝摄食生态的研究

张世萍 金辉 傅艳萍 张礼 吕进宏

(华中农业大学水产学院, 武汉 430070)

**摘要:** 通过疫区围网养殖河蟹、黄鳝、克氏原螯虾试验, 解剖观察食性表明: 河蟹、黄鳝、克氏原螯虾都可以摄食钉螺、蚊幼虫。为进一步验证它们的这一食性及其摄食量, 通过模拟网栏养殖模式的数据统计表明: 河蟹每天每只能摄食蚊幼虫 62.4 尾、钉螺 4.8 个; 克氏原螯虾每天每只能摄食蚊幼虫 17.6 尾、钉螺 0.9 个; 黄鳝每天每尾摄食蚊幼虫 8.1 尾、钉螺 0.7 个; 河蟹、克氏原螯虾、黄鳝摄食生态的研究为生物灭螺、灭蚊提供新的途径。

**关键词:** 河蟹; 克氏原螯虾; 黄鳝; 摄食生态; 蚊幼虫; 钉螺

中图分类号: S942.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2003)05-0496-06

蚊虫和钉螺是多种病源生物的中间宿主, 许多学者对生物灭蚊灭螺进行过研究<sup>[1-9]</sup>, 在水生物灭蚊灭螺中重视水生经济动物的研究, 尚未见河蟹 (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards)、克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii* Girard)、黄鳝 (*Monopterus albus* Zulew.) 摄食生态的研究报道。本文研究了自然状态下河蟹、克氏原螯虾、黄鳝的食性, 以及在模拟养殖中, 河蟹、克氏原螯虾、黄鳝与蚊幼虫、钉螺种群的升降, 是否存在内在联系? 这是一个值得探讨的重要生态学问题。这三种动物都具有重要经济价值, 是人们喜食的水产品。若能在江滩、河滩、湖滩等沼泽地的天然生态环境, 围栏养殖河蟹、克氏原螯虾、黄鳝并进行灭蚊灭螺, 将会产生巨大的经济效益、环境效益、生态效益。

## 1 材料与方法

试验分为两部分, 首先在疫区, 洪湖新滩白斧池的长江大堤外进行围网养殖, 观察自然情况下它们的食性, 然后在华中农业大学推广楼稻田内模拟围栏养殖, 观察摄食量。

**1.1 试验动物** 围网养殖条件下河蟹、克氏原螯虾、黄鳝来源于湖北洪湖新滩镇。围栏养殖, 养殖实验用蟹种于 2000 年 4 月 25 日由湖北武汉青菱湖养殖专业户提供, 为瓯江蟹, 共分两批放养。第一批规

格重 2.0—3.0g/只, 共 16 只, 于 4 月 29 日放养; 第二批规格为重 1.4—4.0g/只, 共 43 只, 于 5 月 3 日放养。实验用克氏原螯虾: 2000 年 4 月份购于湖北武汉大东门水产批发市场, 共 5kg。长度 7—10cm, 重量 10—27g 之间。实验用黄鳝于 4 月 25 日收购得到的笼捕鳝。钉螺采自洪湖新滩镇通长江的一支流的泥滩上, 蚊幼采自华中农大水产推广站附近的污水沟, 以库蚊幼虫为主。

**1.2 在疫区围网养殖状态下食性分析** 室外观察方法是预先各放入 39 尾河蟹、59 尾克氏原螯虾、59 尾黄鳝在血吸虫疫区 4 个共 62m<sup>2</sup> 的围网中, 3d 后捕出, 记录体长后, 立即用 10% 的福尔马林液固定, 第 4d 解剖, 取出肠管, 在解剖镜、显微镜下对肠内食物鉴别计数。

**1.3 模拟江滩环境的养殖** 模拟试验区在华中农业大学推广楼内。网栏养殖面积 5 个, 各为 22m<sup>2</sup>, 水深 0.15 ± 0.05m。为了便于换水, 在土堤上用胶管设立进出水口各 1 个, 并用 60 目聚乙烯网封口, 防止敌害生物进入及河蟹、黄鳝、克氏原螯虾外逃。为了模拟江滩凸凹不平、杂草丛生的环境。在试验区里种植了 2 棵茭白、4 棵慈姑、竹叶菜, 并放入浮萍、菹草等, 便于河蟹、黄鳝、克氏原螯虾遮阴、栖息、避敌、攀附和摄食。

**1.4 对蚊幼虫、钉螺摄食情况的观察** 每天上午 9:00, 投放一定数量的蚊幼虫和钉螺。并于第 2d 再

收稿日期: 2002-09-16; 修订日期: 2003-05-21

基金项目: 湖北省基金项目: 湖北省重点技术项目“黄鳝人工繁殖及开口饵料技术研究(20002P805)”; 湖北省“十五”重大项目“名优水产健康高效养殖技术及产业化开发”(2001AA201A)的资助

作者简介: 张世萍(1954—), 女, 副教授, 河南省确山县人, 现主要从事水生生物教学和科研。文稿承蒙中国科学院水生生物研究所解受启研究员提出宝贵意见, 在此致谢

次投喂前检查河蟹、克氏原螯虾、黄鳝摄食蚊幼虫、钉螺情况。检查蚊幼虫的方法是: 在围栏区四角用1000mL水勺迅速舀取水样, 计数子孓数量。检查钉螺被摄食情况的方法是: 每天定点投放钉螺成螺, 第二天检查剩余钉螺数。

## 2 结果与分析

### 2.1 河蟹的食物组成

对30尾河蟹进行解剖。其肠内食物组成如表

1。表1表明: 3项指标中以水生植物、钉螺、蚊幼等居多。

### 2.2 克氏原螯虾的食物组成

对30尾克氏原螯虾进行了解剖。其肠类食物组成如表2。表2表明, 3项指标中以水生植物、钉螺、蚊幼等居多。

### 2.3 黄鳝的食物组成

对30尾黄鳝进行解剖。其肠内食物组成如表3。3项指标中, 以钉螺、摇蚊幼虫、蚊幼等居多。

表1 河蟹的食物组成分析( n= 30)

Tab. 1 Food composition for *E. sinensis*

食物种类 Food	出现尾数 Occurring Ind	出现率(%) Occurring rate	摄食强度 Feeding intensity			
			+++	++	++	+
颤藻 <i>Oscillatoria</i>	1	3.3			1	
舟形藻 <i>Navicula</i>	2	6.7				2
针杆藻 <i>Synedra</i>	1	3.3				1
丝状藻类 Filamentous algae	6	19.8				6
眼子菜 <i>Potamogeton</i>	26	85.8	2	6	18	
浮萍 <i>Lemna</i>	19	62.7	1	3	15	
金鱼藻 <i>Ceratopteris demersum</i>	21	69.3	2	1	19	
植物碎屑 Humus of plants	30	100	1	2	2	25
钉螺 <i>Oncomelania</i>	23	75.9	2	3	18	
小螺蛳 Little spiral shell	9	29.7	1	1	4	3
枝角类 Cladocera	1	3.3				1
虾类 Shrimp	2	6.7			1	1
孑孓(及蚊蛹) Mosquito larvae	18	59.4	1	1	15	1
摇蚊幼虫 <i>Tendipes</i>	16	52.8	1	2	4	9
水陆生昆虫残肢 Insect appendices	12	39.6			1	11
鱼 Fish	2	6.7				2

注: + + + + 很多 + + + 多 + + 较多 + 仅出现(以下同)。

表2 克氏原螯虾的食物组成分析( n= 30)

Tab. 2 Food composition for *P. darkii*

食物种类 Food	出现尾数 Occurring Ind	出现率(%) Occurring rate	摄食强度 Feeding intensity			
			+++	++	++	+
颤藻 <i>Oscillatoria</i>	1	3.3			1	
舟形藻 <i>Navicula</i>	2	6.7				2
植物茎叶种子 Stem leaf seed of plants	30	100	1	2	27	
腐屑 Humus	20	66		3	17	
轮虫 Rotifera	2	6.7			2	
小螺蛳 Little spiral shell	9	29.7	1	1	4	3
钉螺 <i>Oncomelania</i>	28	92.4	26	1	1	
孑孓(及蚊蛹) Mosquito larvae	17	56.1	14	1	1	1
摇蚊幼虫 <i>Tendipes</i>	16	57	1	2	4	9
昆虫残肢 Insect appendices	1	3.3			1	

表 3 黄鳍肠内的食物组成( n= 30)

Tab. 3 Food composition for *M. albus*

食物种类 Food	出现尾数 Occurring Ind	出现率(%) Occurring rate	摄食强度 Feeding intensity			
			++++	+++	++	+
颤藻 <i>Oscillatoria</i>	2	6.7			1	
舟形藻 <i>Navicula</i>	4	13.2				2
针杆藻 <i>Synedra</i>	4	13.2				
丝状藻类 Filamentous algae	12	21.4		4	2	6
植物碎屑 Humus of plants	6	10.7	3	1	1	1
水蚯蚓 <i>Oligochaeta</i>	2	6.7	1	1		
陆生蚯蚓 Worm of land	2	6.7			1	1
线虫 Nematoda	8	14.3		3	1	4
小螺蛳 Little spiral shell	16	32.1	1	1	4	3
钉螺 <i>Oncomelania</i>	28	92.4	8	7	2	13
枝角类 Cladocera	2	6.7			1	1
孑孓(及蚊蛹) Mosquito larvae	18	59.4	16	1		1
摇蚊幼虫 <i>Tendipes</i>	26	85.8	21	2	1	2
水陆生昆虫残肢 Insect appendices	12	42.9	10		1	1
鱼 Fish	2	6.7			1	1

## 2.4 在疫区自然条件, 河蟹、克氏原螯虾、黄鳍对钉螺的摄食

在疫区 4 个网围  $62m^2$  生态小区中, 一个  $6m^2$  小区仅放入钉螺, 另 3 个  $14m^2$  小区各放入 39 尾河蟹、59 尾克氏原螯虾、59 尾黄鳍的 3 个实验区中钉螺数目随着实验天数的增加而大量减少, 到第五天末, 凭肉眼观察, 区内泥滩草丛中的钉螺几乎被吃光; 而未放河蟹、克氏原螯虾、黄鳍的对照区的钉螺仍然与外界一样多; 在试验期间解剖河蟹、克氏原螯虾、黄鳍

经镜检发现肠内均有钉螺碎屑。这说明在有钉螺滋生的疫区, 围养河蟹、克氏原螯虾、黄鳍可以遏制养殖水体中钉螺种群数量。

## 2.5 围栏养殖河蟹对蚊幼虫、钉螺的摄食量

试验期间, 每天上午 9:00 定期投喂蚊幼和钉螺, 并检查河蟹、克氏原螯虾、黄鳍对蚊幼虫、钉螺的摄食情况。从检查结果中发现, 河蟹能摄食一定数量的蚊幼和钉螺, 表 4 所展示的是河蟹对蚊幼虫、钉螺的日摄食量。

表 4 河蟹对蚊幼和钉螺的日摄食量

Tab. 4 Daily consumption of *E. sinensis* to mosquito larva and *Oncomelania* at different water

日期 Date	平均水温 Average water temperature	蚊幼 Mosquito		钉螺		<i>Oncomelania</i> 重量(g) Weight	
		数量 Number (Ind.)	重量(g) Weight	数量 Number (Ind.)			
5.11	24.6 °C	2316	7.71	168		11.76	
5.12	21 °C	3402	11.33	180		12.60	
5.13	22 °C	2074	6.91	184		12.88	
5.14	22.5 °C	2253	7.50	181		12.67	
5.15	23 °C	3059	10.19	223		15.61	
5.16	23.1 °C	1765	5.88	179		12.53	
5.17	23.6 °C	2552	8.50	200		14.00	

续表

日 期 Date	平均水温 Average water temperature	蚊幼 Mosquito	Larvae	钉螺	Oncomelania
		数量 Number ( Ind. )	重量(g) Weight	数量 Number ( Ind. )	重量(g) Weight
5.18	23.8℃	2617	8.71	208	14.56
5.19	22.7℃	2323	7.74	202	14.14
5.20	25℃	2194	7.31	211	14.77
5.21	24℃	2650	8.82	169	11.83
5.22	23.2℃	4720	15.72	215	15.05
总 计 Total		29925	106.2	2320	162.4

表4表明,从5月11日至5月21日连续观察的12d内,在日均水温24.7℃情况下每只河蟹日摄食蚊幼平均62.4尾,生物量平均0.22g;日摄食钉螺平均4.8只,生物量平均为0.34。

## 2.6 围栏养殖克氏原螯虾对蚊幼虫、钉螺的摄食量

克氏原螯虾对蚊幼采食量很大(表5),而且当水温在23—25℃范围时,摄食量非常稳定;同时也

观察到虾在傍晚时摄食蚊幼量最大,这一点符合克氏原螯虾昼夜夜出的特点。克氏原螯虾对钉螺采食量大而稳定,所以可用来灭螺。张世萍等曾报道钉螺种群分布有聚集性,幼螺喜生活在水中,成螺一般喜生活在陆地潮湿地带的草丛下部,钉螺的这些习性基本与虾类似,所以用克氏原螯虾食钉螺具有一定可行性。

表5 克氏原螯虾对蚊幼和钉螺的日摄食量

Tab. 5 Daily consumption of *P. darkia* to mosquito larva and *Oncomelania* of at different water

日 期 Date	平均水温 Average water temperature	蚊幼 Mosquito	Larvae	钉螺	Oncomelania
		数量 Number ( Ind. )	重量(g) Weight	数量 Number ( Ind. )	重量(g) Weight
5.12	21℃	2122	6.37	160	11.20
5.13	22℃	3200	9.60	161	11.27
5.14	22.5℃	4752	14.26	122	8.54
5.15	23℃	3759	11.28	165	11.55
5.16	23.1℃	2319	6.96	168	11.76
5.17	23.6℃	2550	7.66	167	11.69
5.18	23.8℃	3898	11.70	167	11.69
5.19	22.7℃	3300	19.90	165	11.59
5.20	25℃	3008	9.02	172	13.04
5.21	24℃	3192	9.58	165	11.55
5.22	23.2℃	2854	8.56	170	11.90
总 计 Total		34774	114.9	1782	125.8

表5表明,从5月11日至5月21日连续观察的12d时间内,在日均水温24.7℃情况下每只克氏原螯虾日摄食蚊幼平均17.6尾,生物量平均0.6g;日

摄食钉螺平均0.9只,生物量平均为0.06。

## 2.7 围栏养殖黄鳝对蚊幼虫、钉螺的摄食量

食蚊实验显示:在I区中子子的数量两次均趋

于减少,而Ⅱ区的子子数量忽多忽少。不同平均温度下Ⅰ区灭蚊效果不同,平均温度为23.9℃时子子下降率为61.4%,28.5℃时为66.2%。试验表明,每平方米放鳝鱼10尾,子子平均密度下降率为61.4%—66.2%。这说明黄鳝灭蚊能力虽较食蚊鱼

差,但也有明显灭蚊效果。试验同时表明,在适宜温度内,温度越高,摄食子子能力越强。食螺试验结果显示:240尾黄鳝日摄食钉螺160—205只,平均日摄食量为176.1只,每尾平均日摄食量为0.7只。从结果看,黄鳝具有食螺效果。

表6 黄鳝对蚊幼和钉螺的日摄食量

Tab. 6 Daily consumption of *Manopteus albus* to mosquito larva and *Oncomelania* of at different water

日期 Date	平均水温 Average water temperature	蚊幼 Mosquito		Larvae	钉螺		<i>Oncomelania</i>
		数量 Number (Ind.)	重量(g) Weight	数量 Number (Ind.)	重量(g) Weight		
5.12	21℃	4440	11.20	160	11.20		
5.13	22℃	1752	8.81	168	11.76		
5.14	22.5℃	2326	10.18	156	10.92		
5.15	23℃	1997	11.30	205	14.35		
5.16	23.1℃	1728	11.54	176	12.32		
5.17	23.6℃	1670	11.35	188	13.16		
5.18	23.8℃	1716	9.73	180	12.60		
5.19	22.7℃	2093	11.04	186	13.02		
5.20	25℃	1790	10.61	166	11.62		
5.21	24℃	1894	11.01	159	11.13		
5.22	23.2℃	1798	11.06	193	13.51		
总计 Total		23204	117.8	1937	135.6		

表6表明,从5月11日至5月21日连续观察的12d内,在日均水温24.7℃情况下每只克氏原螯虾日摄食蚊幼平均8.1尾,生物量平均0.04g;日摄食钉螺平均0.7只,生物量平均为0.05。

### 3 讨论

**3.1 研究河蟹摄食生态表明,用河蟹来灭钉螺、蚊幼是有效的,因此,在盛行血吸虫病及与河蟹相关的其他一些流行病的疫区,河蟹可作为进行生物防治的一种动物。用河蟹作为蚊子和钉螺的生物防治物,与过去的一些防治方法比较起来,它既有灭蚊灭螺,又有增加渔业收入之利。过去研究防治蚊虫的方法中有改造环境、药物防治和生物防治等,由于蚊虫抗药性的不断加剧,以及杀虫剂污染的继续发展,生物防治就成为蚊虫综合治理的重要组成部分,已有用来灭蚊的生物防治物有苏云金杆菌H-14、球形芽孢杆菌、大链孢菌和鱼类<sup>[6]</sup>。几种有效杀螺药如五氯酚钠、氯硝柳胺、溴乙酰胺、烟酰苯胺等属于化**

学杀虫剂,同样也具有很多弊端。本研究表明,河蟹也是一种消灭蚊幼虫的良好的水产经济动物。

近几年研究发现的杀钉螺抗生素230,杀螺卵效果好,作用快,但胡代炎等1993年报道对鱼有轻度毒性。因此,相对而言,在防治蚊虫和钉螺的方法中,生物防治比化学防治有益。而在生物防治中,利用养殖河蟹等水产经济动物的方法对于蚊幼、钉螺孳生的江滩、湖滩、沼泽地等天然生态系统的可持续发展利用具有很大的意义。

**3.2 克氏原螯虾生活适应能力强,成活率高,食性广泛。若在湖滩进行围栏养殖,既可避免因虾打洞而致使池塘失水,又可充分利用湖滩丰富的天然饵料。在养殖过程中,只要确保一定的水量,遮荫栖息场和充足的饵料(同时做好防逃工作),克氏原螯虾就会健康迅速的生长,取得良好的养殖效益。同时,该虾能大量摄食水体中特别是污水中的蚊幼虫和钉螺,可用来灭蚊灭螺,对净化环境具有重大意义。**

**3.3 本试验表明,每平方米放鳝鱼10尾,子子平均**

密度下降率为61.4%—66.2%。前人报道,每平方米放食蚊鱼10尾,子孓平均密度下降率为70.8%—100%。这说明黄鳝灭蚊能力虽较食蚊鱼差,但也有明显灭蚊效果。试验同时表明,在适宜温度内,温度越高,摄食子孓能力越强。黄鳝食螺试验结果显示:240尾黄鳝日摄食钉螺160—205个,平均日摄食量为176.1个,每尾平均日摄食量为0.7个。从这一结果看,黄鳝具有食螺效果。

湿地围栏养鳝有经济效益和生态效益。该养殖模式易于实施,鱼种成活率高;由于湿地内有丰富的饵料资源,故可有效降低投饵率,节约成本;同时水生经济作物在此生境中生长更为旺盛。如果充分利用黄鳝食性广泛的特点,广泛收集动物性饵料,扩大养殖面积,经济效益可以得到更充分体现。

本研究为湖滩天然生态系统的持续发展利用提供了理论依据。湖滩腐殖质含量高,饵料资源更为丰富,孑孓、钉螺是长江流域沿岸水体的滩地、沼泽地常见生物种类,该模式在湖滩、沼泽地推广具有可行性。

#### 参考文献:

- [1] Wang J Y Qi H F. Current situation of malaria and antimalarials [J]. *Chinese Journal parasitic Diseases control magazise*, 2000, **13**(2): 148—150. [王京燕、瞿海峰. 疟疾的形势和抗药现状. 中国寄生虫病防治杂志, 2000, 13(2): 148—150]
- [2] Wemsor W H. Epidemiology of drug resistance in malaria [J]. *Acta Tropica*, 1994, **56**(2 3): 143
- [3] Kong R Q, Xu X D, Hu Y X. Isolation of cyanobacteria from mosquito breeding place and observations on their edibility to mosquito larvae [J]. *Chnese Parasitic Diseases Control maganize*, 1992, **5**: 184—186. [孔任秋, 徐旭东, 胡玉祥. 高效灭蚊幼转基因蓝藻的研究. 中国寄生虫病防治杂志, 1992, 5: 184—186]
- [4] Lu S Y, Liu Z T Dai, J Y, et al. Preliminary studies on cloning and Expression of bacillus gene in *Anabaena Acta Hydrobiologica sinica*, 1999, **6**: 174—178. [吕颂雅, 刘子铎, 戴径元, 等. 苏云金芽孢杆菌杀蚊基因在鱼腥藻中克隆和表达的初步研究. 水生生物学报, 1999, 6: 174—178]
- [5] Zhang S P Zhu Q H, Li Y L. Feed contents of Loach in different waters and its predacity on Mosquito larvae [J]. *Journal of Huazhong Agricultural university*, 1992, **11**(4): 373—377. [张世萍, 朱庆红, 李要林. 泥鳅在不同水体中的食谱及对蚊幼虫摄食量的初步研究. 华中农业大学学报, 1992, 11(4): 373—377]
- [6] Zhang S P, Zhou Y, Liurming. Factors Affecting feeding ability of culex pipiens fatigans larvae on *Anabaena* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26**(1): 39—44. [张世萍、杨洲、刘明, 等. 影响库蚊幼虫摄食鱼腥藻的因素. 水生生物学报, 2002, 26(1): 39—44]
- [7] Zhang S P, Chen C Y, Xu X S, Bioeconomic models for purifying epidemic sources in aquacultural waters [J]. *Journal of fisheries of China*, 2001, **25**(4): 342—347. [张世萍、陈昌意、徐纯森, 等. 净化养殖水体中疫源生态模式及经济分析. 水产学报, 2001, 25(4): 342—347]
- [8] Zhang S P, Zhang X J, Wang M X. Study of *monopterus Albus* feeding on mosquito larvae [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26**(5): 568—570. [张世萍、张秀杰、王明学, 等. 黄鳝摄食蚊幼虫的研究[J]. 水生生物学报, 2002, 26(5): 568—570]
- [9] Xu X D, Kong R Q, Hu Y X. High larvicidal activity of intact recombinant Cyanobacteria *Anabaena* sp. PCC7120 expression gene 51 and gene 42 of *Bacillus sphaericus* sp. 2297[J]. *FEMS Microbiology Letters*, 1993, **107**: 247—250

## FEEDING ECOLOGY OF *ERIOCHEIR SINENSIS*, *PROCAMBAEUS CLARKII* AND *MONOPTERUS ALBUS*

ZHANG Shí Ping, JIN Hui, FENG Yan Ping, ZHANG Li and LÜ Jir Hong

(Fisheries college, Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070)

**Abstract:** *Eriocheir sinensis*, *Procambarus clarkii* and *Monopterus albus* was reared in net enclosure in Malaria and Schistosomiasis area to investigate the feeding habits. A feeding trial was also conducted in net enclosure to investigate the food consumption on *Oncomelania* and mosquito larvae. The results showed that the animals can consume both *Oncomelania* and mosquito larvae. Daily intake of each *Eriocheir sinensis* was 62.4 ind. on mosquito larvae, 4.8 ind. on *Oncomelania*. Daily intake of each *Procambarus clarkii* was 17.6 ind on mosquito larvae, 0.9 ind. on *Oncomelania*. Daily intake of each *Monopterus albus* was 8.1 ind. on mosquito larvae, 0.7 ind. on *Oncomelania*. It shows that these three animals could be used to control the population of *Oncomelania* and mosquito.

**Key words:** *Eriocheir sinensis*; *Procambarus clarkii*; *Monopterus albus*; Feeding ecology; *Oncomelania*; mosquito larvae